

Tingkat Toksisitas Minyak Bumi Naphtenik Intermediate Terhadap Beberapa Jenis Biota Akuatik Pantai

Oleh :

Drs. M.S. Wibisono

SARI

Sejalan dengan meningkatnya pembangunan di bidang industri minyak di Indonesia, maka dalam rangka usaha pengelolaan lingkungan yang lebih baik, dirasa perlu untuk meneliti serta menginventarisasi tingkat toksisitas minyak bumi dari seluruh sumur yang ada sebagai data baseline.

Penelitian tingkat toksisitas ini dilakukan secara uji hayati dengan sistem air tergenang yang di aerasi menggunakan minyak Naphtenik Intermediate dari sumur Arjuna sebagai bahan pencemar terhadap hewan uji yang bernilai ekonomi yakni ikan bandeng (*Chanos chanos*, Forskal), ikan mujair (*Oreochromis mosambicus*, Peter) dan udang api-api (*Metapeneus monoceros*).

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa minyak bumi tersebut mempunyai toksisitas tertinggi pada udang api-api dengan nilai TLm 50 96 jam = 151,36 ppm. Pada mujair TLm 50 96 jam dicapai pada 1.513,56 ppm.

Dari seluruh hewan uji yang diteliti tampaknya *Chanos chanos* cenderung relatif lebih tahan dengan nilai TLm 50 96 jam sebesar 3.890,45 ppm.

ABSTRACT

In accordance with the increase of petroleum industry development in Indonesia, to support better environmental management effort, it is necessary to write an essay on the crude toxicity from oil wells and to make an inventory as a baseline data.

This biocassay was carried out in the aerated stagnant water system, using Naphtenic Intermediate crude from Arjuna as well as a pollutant to several aquatic coast biota as test organisms which have economical value viz. milkfish (*Chanos chanos*, Forskal), tilapias (*Oreochromis mosambicus*, Peter), and shrimp (*Metapeneus monoceros*).

The results of the experiment indicate that the crude oil has the highly toxic on shrimps with the TLm 50 96 hours = 151,36 ppm. The TLm 50 96 hours of *Oreochromis mosambicus*, Peter is as much as 1.513,56 ppm. From all tested aquatic organisms, milkfish (*Chanos, chanos, F*) seem to be more resistant, with the TLm 50 96 hours = 3.890,45 ppm.

I. PENDAHULUAN

Sejak harga minyak di pasaran dunia menga-

lami kemerosotan, maka pemasukan devisa negara untuk pembangunan sedikit banyak mengalami gangguan. Salah satu usaha yang dilakukan

oleh industri perminyakan di Indonesia ialah meningkatkan pencarian lahan-lahan minyak baru dan sekaligus meningkatkan produksi yang diikuti dengan kebijakan penghematan penggunaan energi, agar pembangunan tidak terhenti. Peningkatan kegiatan di bidang industri perminyakan ini tampaknya sangat menarik perhatian para ahli lingkungan di Indonesia. Mereka berpendapat perlu dilakukan penelitian toksisitas minyak bumi. Dengan demikian bila data toksisitas minyak bumi dari seluruh sumur tersedia, maka diharapkan usaha pengelolaan lingkungan dapat lebih baik dan mempermudah pemantauan terhadap kemungkinan terjadinya musibah.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka Proyek Studi Lingkungan Hidup PPPTMGB "Lemigas" meneliti tingkat toksisitas minyak bumi Naphtenik Intermediate terhadap beberapa jenis biota akuatik pantai yang mempunyai nilai ekonomi. Biota yang dijadikan hewan uji tersebut meliputi: ikan bandeng (*Chanos chanos*, Forskal); ikan mujair (*Oreochromis mosambicus*, Peter) dan udang api-api (*Metapeneus monoceros*).

Penelitian ini dilakukan secara uji hayati (bioessay) dengan sistem air tergenang yang diadresi menggunakan beberapa tempat uji. Uji hayati menggunakan air tergenang yang oleh Wardoyo (1977) disebut sebagai uji tipe statis. Bila dibanding dengan tipe uji yang lain (tipe dinamis), maka pemilihan tipe statis lebih sederhana, relatif murah dan mudah dipersiapkan serta hasil ujinya relatif dapat cepat diketahui di samping konsentrasi bahan uji dapat dihitung dengan tepat dan teliti.

Selanjutnya Sprague (1973). dan: Wardoyo (1977) menyatakan bahwa bahan uji yang bersifat lekat menggumpal, atau komponen komponennya mudah menggumpal tapi dengan struktur yang relatif stabil, maka uji hayati dengan tipe statis adalah yang terbaik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai TL_m 50 selama 96 jam terhadap hewan uji yang diteliti.

Usaha mencari nilai TL_m (Tolerance limit media) tersebut sebenarnya mencari nilai tak-siran konsentrasi pencemar (bahan uji) yang mulai memberikan daya racun pada 50% dari jumlah hewan uji yang berhasil masih hidup selama waktu 96 jam. Toksisitas tersebut meru-

pakan resultan dari faktor waktu dan konsentrasi yang dimodifikasi oleh beberapa variabel seperti suhu, jenis bahan pencemar yang berada di lingkungan tersebut, dan sebagainya (APHA, 1980).

Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli 1982 dan dibantu oleh Dinas Perikanan Propinsi Jawa Barat berupa penggunaan sarana ruang laboratorium di Cirebon. Maksud dilakukannya penelitian di Cirebon ini hanya untuk memudahkan dalam mendapatkan hewan uji dan air laut yang agak bersih/bebas bahan pencemar. Penelitian ini juga mendapat bantuan biaya Program Penelitian Toksisitas dari dana Proyek Pelita Anggaran tahun 1982/83.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sampai saat ini data yang relevan untuk daerah tropis masih dirasa kurang. Di negara lain biasanya menggunakan hewan uji khas untuk negara yang bersangkutan.

Wisaksono (1970) mengatakan, daya tahan dari organisme akuatik terhadap pencemar minyak bumi tergantung dari :

- jenis-jenis produk minyak bumi yang menjadi pencemar;
- konsentrasi lethal;
- lamanya berinteraksi.

Selanjutnya Wisaksono (1971) mengatakan bahwa kematian langsung oleh karena keracunan dari komponen minyak bumi yang larut dalam air, biasanya terjadi di tempat-tempat yang jauh dari lokasi tumpah minyak dan terutama menimpa telur-telur dan larva ikan pelagis.

Mengingat pada minyak bumi terdapat dua fraksi berdasarkan titik didihnya, maka Blumer (1969) mengatakan bahwa fraksi titik didih rendah (misal parafinis, homolog siklopentana dan homolog sikloheksana) pada konsentrasi kecil mampu menyebabkan anestesia dan narkosis. Pada konsentrasi yang lebih besar menyebabkan kerusakan sel dan kematian sejumlah binatang tingkat rendah serta bentuk-bentuk muda dari kehidupan laut. Selanjutnya fraksi titik didih tinggi (sikloparafin monosiklis, bisiklis, trisiklis) mungkin tidak secara langsung toksik terhadap biota laut. Senyawa aromatik yang mudah larut dalam air, merupakan racun kuat

terhadap syaraf yang bekerja dalam waktu lama (long term poison) dan bersifat karsinogenik.

Sukahar *et al* (1978) pernah meneliti toksisitas minyak Ledok (Spec. Gravity = 0,8367) dan Kawengan (Spec. Gravity = 0,8683) terhadap larva ikan himpun (*Ctenogobius* sp.) dan *Megalops cyprinoides* dalam kondisi mendapatkan aerasi dan non aerasi. Ternyata pada kondisi non aerasi menghasilkan nilai LC 50 96 jam lebih kecil bila dibanding dengan perlakuan yang mendapat aerasi. Hasil full scale test pada kondisi aerasi untuk minyak Ledok menunjukkan nilai LC 50 96 jam untuk *Ctenogobius* sp. = 19,7 cc/1 ($\pm 16.482,99$ ppm) dan untuk *Megalops cyprinoides* = 9,98 cc/1 (+ 8.350,27 ppm). Pada perlakuan dengan minyak Kawengan dalam kondisi aerasi hanya diukur sampai LC 50 48 jam untuk *Ctenogobius* Sp. = 18,1 cc/1 ($\pm 15.716,23$ ppm) dan untuk *Megalops cyprinoides* = 1,63 cc/1 ($\pm 1.415,33$ ppm).

Devlin *et al* (1982) menunjukkan bahwa toksisitas toluena terhadap tiga kelompok umur pada ikan *Pimephales promelas*, Raf. meningkat sesuai dengan kenaikan umur. Untuk embryo nilai LC 50 selama 96 jam berkisar antara 55–72 ppm. Pada larva umur satu hari nilai LC 50 96 jam dicapai antara 25–36 ppm, dan untuk larva umur 30 hari = 26–30 ppm. Mengingat pengertian LC 50 96 jam merupakan konsentrasi bahan uji yang mulai mematikan 50% dari jumlah hewan uji selama 96 jam, sedang TLm 50 96 jam merupakan konsentrasi bahan uji di mana 50% dari jumlah hewan uji masih dapat hidup selama 96 jam (Wardojo, 1977), maka nilai dari keduanya adalah setara.

III. BAHAN DAN CARA KERJA

A. Wadah Uji

Berupa kontainer plastik transparan volume 10 liter berukuran tinggi 260 mm, berdiameter mulut 260 mm. Tempat uji disusun berderet dalam tiga baris (3 ulangan). Penempatan wadah uji pada tiap tahap uji dilakukan volume total 8 liter, kecuali kontrol. Selain media yang dicampur minyak bumi dengan volume total 8 liter, kecuali Kontrol. Selain itu tiap wadah uji diberikan aerasi sekedar untuk mempertahankan D.O. Tiap wadah uji diisi sepuluh ekor hewan uji, sehingga

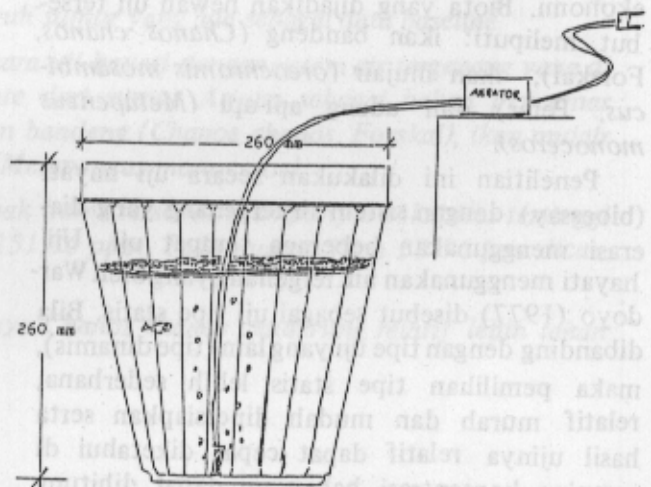
tiap ekor mempunyai nilai 10% hidup/mati.

B. Hewan Uji

Pada penelitian ini semua hewan uji dipilih dalam bentuk muda berukuran panjang total antara 40–60 mm.

Chanos chanos stadium fingerling (sogok glondong) tersebut berasal dari tambak Pangarengan. *Oreochromis mosambicus*, Peter dalam stadium burayak berasal dari empang di desa Bobos, dan *Metapeneus monoceros* dalam stadium juvenil, berasal dari tambak Bondet.

Pengiriman hewan uji dari lapangan ke laboratorium dilakukan dengan kantong plastik yang diisi air 5 liter dengan kepadatan hewan uji 50 ekor/liter dan diberikan oksigen secukupnya, kemudian diikat erat dengan tali karet.



Gambar 1. Wadah uji dari plastik transparan

C. Bahan Uji

Bahan uji yang dipakai berupa minyak bumi (crude oil) berasal dari sumur Arjuna dari jenis Naphtenik Intermediate dengan sifat fisika dan kimia seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

D. Air Uji

Sebagai air media aklimatisasi digunakan campuran air laut dari perairan pantai Gebang Ilir (± 20 Km Timur Cirebon, ± 5 mil laut dari pantai) dan air sumur dari desa Larangan. Campuran dibuat dengan perbandingan volume 1 : 1. Saat uji, air media uji

Tabel 1.

Sifat fisika dan kimia minyak bumi dari sumur Arjuna

| No. | Determinasi | Unit | Hasil | Metoda |
|-----|-------------------------------------|-----------|-------|-------------|
| 1. | Berat Jenis 60/60 ^o F | — | 0,845 | ASTM D 1298 |
| 2. | Viskositas 122 ^o F | cst | 2,96 | ASTM D 445 |
| 3. | Kadar belerang | wt % | 0,12 | ASTM D 1552 |
| 4. | Kadar asphal | " | 0,27 | |
| 5. | Kadar lilin | " | 13,03 | |
| 6. | Total acid number | mg KOH/gr | 0,63 | ASTM D 664 |
| 7. | Ciri | KUOP | 11,7 | UOP |

Tabel 2

Metoda pemeriksaan kualitas air

| No. | Parameter | Metoda |
|-----|-----------------------|--|
| 1. | pH | Potensiometri menggunakan pH meter merk FISHER ACU MET, model 140 A. Kertas lakmus Universal "MERCK" dipakai untuk pembanding. |
| 2. | Salinitas | Potensiometri menggunakan SCT meter merk YSI, model 33 |
| 3. | Konduktivitas | |
| 4. | Suhu | Termometer Hg untuk pembanding. |
| 5. | D.O. | Potensiometri menggunakan DO meter merk YSI, model 57 |
| 6. | CO ₂ bebas | Acidi alkalimetri |
| 7. | Alkalinitas | Acidi alkalimetri |
| 8. | Kasadahan total | Kompleksometri |
| 9. | Turbiditas | Absorptometri dengan Spectrofotometer merk HACH, model DR/2 pada panjang gelombang 450 nm. |
| 10. | NO ₂ | Diazotization dengan Spectrofotometer seperti di atas pada panjang gelombang 500 nm, |
| 11. | NH ₃ | Neslerisation dengan Spectrofotometer di atas pada panjang gelombang 425 nm. |
| 12. | Phenol | Aminoantipyrin dengan Spectrofotometer di atas pada panjang gelombang 460 nm. |

tidak dicampur dengan air sumur.
Saat memindah air laut dari kontainer

angkut ke bak penampung yang terbuat dari fiber glass, disarane menggunakan kain plankton No. 25, sehingga diharapkan plankton, detritus, partikulat dan kotoran lainnya dapat disingkirkan. Selama penampungan air media diaerasi terus menerus. Air laut Gebang maupun air tawar dari sumur Larangan diukur kualitasnya.

Metoda pemeriksaan kulaitas air ditunjukkan pada tabel 2.

Mengingat tersedianya bahan kimia/reagen yang terbatas, maka pemeriksaan kualitas air media selama waktu uji hanya dilakukan pada uji TLm yakni saat 24 jam I dan III, atau 24 jam II dan IV, meliputi 9 dari 12 parameter di atas.

Tabel 3 menggambarkan nilai rata-rata kualitas air media dari pantai Gebang dalam enam kali pengambilan dan air sumur Larangan yang diperiksa dalam lima kali pengambilan.

E. Pelaksanaan Uji Hayati

Uji hayati dilakukan menurut Sprague dan Duodorof dalam: Wardoyo (1977) sebagai berikut :

1. Tahap Aklimitasi

Berlangsung 7-10 hari, agar hewan uji dapat beradaptasi dengan kondisi laboratorium terlebih dahulu. Selama tahap ini hewan uji diberi makan.

Penggantian air dilakukan tiap 48 jam. Dilakukan seleksi terhadap hewan uji

Tabel 3
Nilai rata-rata kualitas air media

| No. | Parameter | Unit | Air laut Gebang | Air sumur Larangan |
|-----|-----------------------|-------|-------------------------|-------------------------|
| 1. | Suhu | °C | 29,5 | 27 |
| 2. | pH | - | 7,5 | 7,25 |
| 3. | Kadar garam | °/oo | 28,5 | 0,9 |
| 4. | Konduktivitas | umhos | 462,5 X 10 ² | 14,25 X 10 ² |
| 5. | D.O. | ppm | 8 | 2,6 |
| 6. | CO ₂ bebas | ppm | trace | 26,6 |
| 7. | Alkalinitas | ppm | 153,5 | 578,93 |
| 8. | Kesadahan total | ppm | - | 552 |
| 9. | Turbiditas | FTU | 8,25 | 2,25 |
| 10. | NO ₂ | mg/l | 0,0235 | 0,01 |
| 11. | NH ₃ | mg/l | 0,055 | 0,45 |
| 12. | Phenol | mg/l | 0,00363 | 0,0475 |

yang benar-benar sehat. Satu hari sebelum hewan uji diperlukan, pemberian makan dihentikan untuk mengurangi zat metabolit selama berada dalam tempat uji.

2. Tahap Uji Pendahuluan (*Preliminary/ Exploratory test*)

Berlangsung selama 48 jam tanpa penggantian air. Ditujukan untuk menentukan kisaran konsentrasi kritis yakni nilai ambang atas (N) dan nilai ambang bawah (n).

3. Tahap Uji Persistensi

Tahap ini untuk melihat lamanya daya racun dari bahan uji. Kegunaannya untuk menentukan saat media harus diganti. Konsentrasi yang digunakan adalah N, yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan. Hewan uji dimasukkan ke dalam tiap wadah uji secara berurutan dengan selang waktu sebagai berikut : jam ke 0, setelah 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam, 16 jam, 24 jam. Waktu uji selama 24 jam. Hewan uji yang mati segera dibuang dan dicatat.

4. Tahap Uji TLm

Dibuat selang perlakuan dengan menguraikan konsentrasi N dan n secara logaritmik, menurut persamaan sebagai berikut :

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{x}{d} \dots \frac{N}{x} \quad (1)$$

$$\log \frac{N}{n} = k \log \frac{a}{n} \dots \dots \dots (2)$$

bahwa: a = konsentrasi terkecil setelah n.

k = banyak selang konsentrasi yang diinginkan.

Nilai TLm dapat dicari dengan menghitung 50% dari jumlah hewan uji yang masih hidup selama 96 jam, diplot pada kertas grafik semilogaritmik. Absis menyatakan log. konsentrasi, ordinat menyatakan persentase hewan uji yang masih hidup.

Khusus untuk hewan uji *M. monoceros*, L mulai uji pendahuluan sampai uji TLm, di atas wadah uji ditutup dengan lembar kasa plastik untuk mencegah agar hewan uji tersebut tidak meloncat ke luar wadah uji.

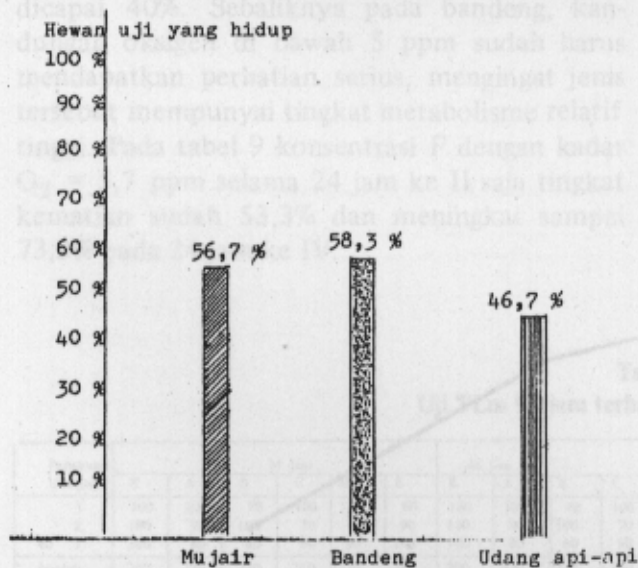
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil uji pendahuluan untuk ikan mujair diperoleh nilai ambang atas (N) = 10⁴ ppm dan nilai ambang bawah (n) = 10³ ppm. Nilai kisaran tersebut tampaknya juga berlaku untuk fingerling *C. chanos*. Tetapi bila diperhatikan, angka rata-rata hewan uji yang masih hidup selama 48 jam, ada perbedaan (lihat tabel 4). Untuk C

Tabel 4

Hasil uji pendahuluan 48 jam dari tiga jenis hewan uji menggunakan minyak bumi Naphtenik Intermediate dari sumur Arjuna.

| Hewan Uji | Perlakuan Ulangan | K | A | B | C | D | Keterangan |
|--|----------------------|-------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
| | | 0 ppm | 10 ppm | 10 ² ppm | 10 ³ ppm | 10 ⁴ ppm | |
| Burayak Mujair (<i>O mosambica</i> , P) | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | Angka merupakan % hewan uji yang hidup, secara kumulatif N = 10 ⁴ ppm n = 10 ³ ppm |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 40 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | |
| | Jumlah | 300 | 300 | 300 | 300 | 40 | |
| | Rata-rata | 100 | 100 | 100 | 100 | 13,3 | |
| Fingerling bandeng (<i>C chanos</i> , F) | 1 | 100 | 80 | 100 | 70 | 0 | N = 10 ⁴ ppm n = 10 ³ ppm |
| | 2. | 100 | 100 | 80 | 90 | 50 | |
| | 3. | 100 | 100 | 100 | 80 | 60 | |
| | Jumlah | 300 | 280 | 280 | 240 | 110 | |
| | Rata-rata | 100 | 93,3 | 93,3 | 80 | 36,67 | |
| Udang api-api (<i>M monoceros</i> , L) | 1 | 100 | 100 | 50 | 10 | 0 | N = 10 ³ ppm n = 10 ² ppm |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | 20 | 0 | |
| | 3 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | |
| | Jumlah | 300 | 300 | 250 | 30 | 0 | |
| | Rata-rata | 100 | 100 | 83,3 | 10 | 0 | |



Gambar 2. Histogram rata-rata hewan uji yang hidup dari ketiga jenis hewan uji.

chanos pada tingkat n, terdapat 80% yang masih hidup, sedang untuk *O mosambicus*, masih 100% hidup. Pada tingkat N, untuk *C chanos* terdapat

36,67% hidup dan untuk *O mosambicus* hanya 13,3% hidup. Selanjutnya untuk udang api-api, N dicapai pada 10³ ppm dengan 10% hidup dan n dicapai pada 10² ppm di mana 83,3% hewan uji masih hidup.

Apabila masing-masing kisaran nilai ambang dibuat harga rata-rata dari hewan uji yang hidup akan terlihat gambaran histogram seperti pada gambar 2.

Dari gambar 2 tersebut di atas, diperkirakan bandeng dan mujair relatif lebih tahan daripada udang api-api.

Pada uji persistensi terhadap mujair, menunjukkan bahwa daya racun menurun lebih dari 50% setelah jam ke 16 sampai jam ke 24 dengan tingkat kematian 20%. (Tabel 5). Dengan demikian penggantian air media uji dan bahan uji untuk uji TLm bagi mujair dilakukan tiap 24 jam. Mengingat nilai ambang mujair setara dengan nilai ambang bandeng, maka diperkirakan hasil uji persistensi terhadap bandeng tidak berbeda jauh dengan yang ditunjukkan tabel 5.

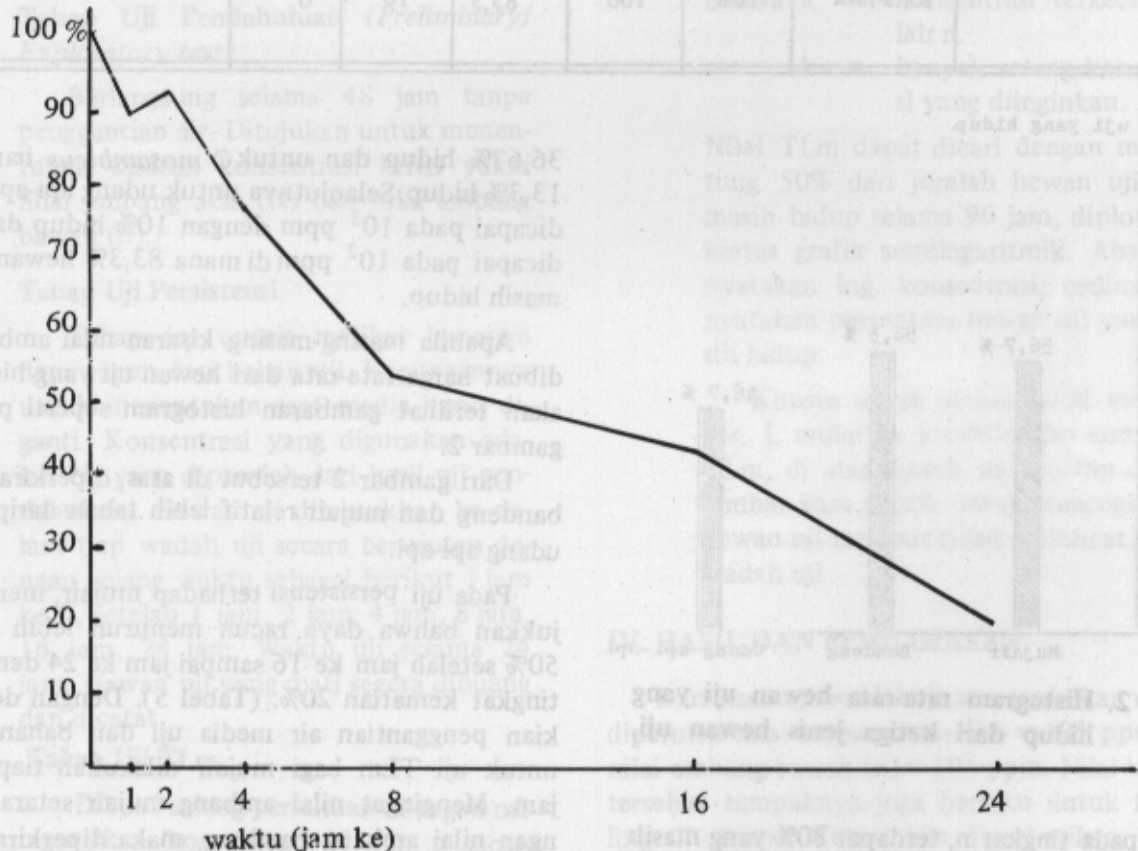
Tabel 5

Hasil pengamatan uji persistensi menggunakan konsentrasi N = 10.000 ppm selama 24 jam untuk mujair

| Perlakuan Ulangan | K | Setelah 0 jam | 1 jam | 2 jam | 4 jam | 8 jam | 16 jam | 24 jam |
|----------------------|---|------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 1 | 0 | 100 | 70 | 100 | 100 | 70 | 30 | 10 |
| 2 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 | 80 | 30 |
| 3 | 0 | 100 | 100 | 80 | 30 | 30 | 20 | 20 |
| Jumlah | 0 | 300 | 270 | 280 | 230 | 160 | 130 | 60 |
| Rata-rata | 0 | 100 | 90 | 93,3 | 76,7 | 53,8 | 43,3 | 20 |

Catatan : Angka angka tersebut menunjukkan jumlah persentase hewan uji yang mati pada saat itu (bukan kumulatif).

Tingkat kematian



Gambar 3. Kurva tingkat kematian *O. Mosambicus*. Peter pada uji persistensi selama 24 jam.

Uji persistensi terhadap udang api-api tidak dilakukan, mengingat keterbatasan waktu tugas di Cirebon dan tenaga pelaksana maka penggantian air pada uji TLm untuk udang api-api ditentukan tiap 24 jam seperti kedua hewan uji yang lain.

Bila angka pada tabel 5 di atas dijabarkan dalam bentuk grafik, akan terlihat seperti pada gambar 3.

Hasil pengamatan uji TLm terhadap mujair yang masih hidup selama 96 jam perlakuan seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.

Jumlah ikan uji mujair yang hidup pada konsentrasi E tampak agak kurang proporsional dibandingkan dengan jumlah yang terdapat pada konsentrasi D. Diduga kondisi ikan uji pada perlakuan D ulangan dua mengalami stress. Terbukti sejak perlakuan 24 jam, pada ulangan dua konsentrasi D tersebut semua ikan uji mengalami kematian.

Kondisi air media pada uji TLm terhadap *O. mosambicus* dapat diikuti pada tabel 7. Secara umum kualitas air uji sebelum dipakai (air bak) masih memenuhi persyaratan hidup mujair. Tampak pada perlakuan 24 jam III dengan kandungan oksigen 4,4 ppm, tingkat kematian baru dicapai 40%. Sebaliknya pada bandeng, kandungan oksigen di bawah 5 ppm sudah harus mendapatkan perhatian serius, mengingat jenis tersebut mempunyai tingkat metabolisme relatif tinggi. Pada tabel 9 konsentrasi F dengan kadar $O_2 = 5,7$ ppm selama 24 jam ke II saja tingkat kematian sudah 53,3% dan meningkat sampai 73,3% pada 24 jam ke IV.

Umumnya makin tinggi konsentrasi bahan pencemar yang diberikan maka nilai pH dan $D.O$ akan semakin menurun. Sebaliknya nilai CO_2 , kekeruhan (*turbidity*), NH_3 , dan phenol cenderung semakin meningkat. Hal ini juga dialami pada perlakuan dengan ikan bandeng dan udang. Perubahan tersebut menunjukkan penurunan kualitas air akibat tercemar minyak.

Kenaikan kadar CO_2 dan ammonia diduga karena peningkatan proses metabolisme ikan uji sebagai reaksi stress akibat berada di lingkungan tercemar minyak. Patten (1977) membuktikan bahwa larva ikan Salmon berada dalam lingkungan air tercemar minyak yang mengandung total hidrokarbon 3-4 ppm, maka ikan tersebut membutuhkan O_2 lebih banyak. Hal tersebut ditandai dengan gerakan operculum (penutup insang) menjadi lebih cepat selama 9-12 jam dan menjadi normal kembali sampai 24 jam. Berarti proses metabolisme menjadi relatif lebih tinggi, sehingga hasil metabolit yang diekskresi berupa CO_2 dan ammonia juga meningkat. Peningkatan tersebut tampaknya membawa akibat meningkatnya Daya Hantar Listrik.

Tentu saja faktor kehadiran logam Vanadium dan nikel dalam minyak juga perlu diperimbangkan.

Nilai pH air media (bak) cukup baik dan memenuhi syarat untuk kehidupan ikan. Pescod (1973) mengatakan bahwa pH air untuk perikanan sebaiknya antara 6,5-8,5. Turunnya pH saat perlakuan diduga selain karena adanya zat metabolit walaupun kecil, juga akibat keha-

Tabel 6
Uji TLm 96 jam terhadap *O. mosambicus*, F.

| Perlakuan Ulangan | 24 jam | | | | | | 48 jam | | | | | 72 jam | | | | | 96 jam | | | | | | | |
|-------------------|--------|-----|------|------|------|------|--------|-----|------|------|------|--------|-----|-----|------|------|--------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E |
| 1 | 100 | 100 | 70 | 100 | 80 | 90 | 100 | 100 | 70 | 100 | 80 | 90 | 100 | 100 | 70 | 100 | 80 | 80 | 100 | 90 | 70 | 70 | 20 | 60 |
| 2 | 100 | 90 | 100 | 70 | 80 | 90 | 100 | 90 | 100 | 70 | 0 | 80 | 100 | 90 | 100 | 70 | 0 | 40 | 100 | 90 | 100 | 20 | 0 | 0 |
| 40 3 | 100 | 80 | 60 | 90 | 90 | 100 | 100 | 80 | 60 | 90 | 90 | 90 | 100 | 80 | 60 | 90 | 90 | 60 | 100 | 80 | 60 | 70 | 60 | 40 |
| Jumlah | 300 | 270 | 230 | 260 | 170 | 280 | 300 | 270 | 230 | 260 | 170 | 260 | 300 | 270 | 230 | 260 | 170 | 180 | 300 | 260 | 230 | 160 | 80 | 100 |
| Rata-rata | 100 | 90 | 76,7 | 86,7 | 56,7 | 93,3 | 100 | 90 | 76,7 | 86,7 | 56,7 | 86,7 | 100 | 90 | 76,7 | 86,7 | 56,7 | 60 | 100 | 86,7 | 76,7 | 53,3 | 26,7 | 33,3 |

Keterangan : Angka menyatakan persentase hewan uji yang hidup (kumulatif)

- K = Kontrol
- A = 681,30 ppm
- B = 1.000 ppm
- C = 1.467,79 ppm
- D = 2.154,41 ppm
- E = 3.162,23 ppm

Kondisi air media uji pada uji TLm terhadap *O. mosambicus*, Peter

| No. | Parameter | Bak | 24 jam I | | | | | | 24 jam III | | | | | |
|-----|------------------------------|--------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|------------|-------|------|------|------|------|
| | | | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E |
| 1. | Suhu (°C) | 27 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 2. | pH | 7,5 | 7 | 6,9 | 6,7 | 6,6 | 6,5 | 6,4 | 6,9 | 6,8 | 6,7 | 6,6 | 6,5 | 6,5 |
| 3. | D.O. (ppm) | 7,5 | 6,7 | 5,6 | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4,9 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,9 | 4,6 | 4,4 |
| 4. | Kadar garam (‰) | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| 5. | DHL (x10 ² umhos) | 470 | 470 | 471 | 471 | 472 | 475 | 475 | 465 | 465 | 466 | 468 | 470 | 470 |
| 6. | CO ₂ (ppm) | trace | 12 | 17,3 | 20 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 12 | 16 | 17 | 17,4 | 18,4 | 20 |
| 7. | Turbiditas (FTU) | 7 | 8 | 10 | 15 | 19 | 25 | 25 | 5 | 7 | 8 | 10 | 15 | 16 |
| 8. | NH ₃ (mg/l) | 0,025 | - | - | - | - | - | - | 0,025 | 0,025 | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,18 |
| 9. | Fenol (mg/l) | 0,0025 | 0,004 | 0,005 | 0,0075 | 0,0078 | 0,008 | 0,008 | - | - | - | - | - | - |

Keterangan : - = tidak terukur, reagen habis.

Tabel 8

Hasil pengamatan uji TLm 96 jam terhadap *Chanos chanos*, Forskal

| Perlakuan (Angka) | 24 jam | | | | | | | | 48 jam | | | | | | | | 72 jam | | | | | | | | 96 jam | | | | | | | |
|-------------------|--------|-----|------|------|------|------|------|-----|--------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|----|----|---|--|
| | K | A | B | C | D | E | F | | K | A | B | C | D | E | F | | K | A | B | C | D | E | F | | K | A | B | C | D | E | F | |
| 1. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 | 70 | | |
| 2. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 | 50 | 100 | 90 | 90 | 100 | 90 | 90 | 50 | 50 | 100 | 70 | 70 | 100 | 90 | 50 | 50 | 100 | 90 | 70 | 90 | 90 | 50 | 50 | 50 | | |
| 3. | 90 | 70 | 60 | 60 | 90 | 80 | 50 | 70 | 50 | 50 | 50 | 90 | 40 | 40 | 70 | 40 | 50 | 20 | 90 | 30 | 10 | 70 | 40 | 50 | 20 | 90 | 30 | 10 | 10 | | | |
| Jumlah | 290 | 270 | 260 | 260 | 290 | 230 | 170 | 270 | 240 | 240 | 250 | 280 | 180 | 140 | 270 | 210 | 220 | 220 | 280 | 140 | 80 | 270 | 200 | 200 | 210 | 280 | 140 | 80 | | | | |
| Rata-rata | 96,3 | 90 | 86,7 | 86,7 | 96,7 | 70,3 | 50,3 | 90 | 80 | 80 | 83,3 | 93,3 | 60 | 46,7 | 90 | 70 | 73,3 | 73,3 | 93,3 | 46,7 | 26,7 | 90,6 | 66,7 | 66,7 | 70 | 93,3 | 46,7 | 26,7 | | | | |

Keterangan : Angka menyatakan persentase hewan uji yang masih hidup (kumulatif)

- K = Kontrol
- A = 630,96 ppm
- B = 1.000 ppm
- C = 1.584,89 ppm
- D = 2.511,88 ppm
- E = 3.981,12 ppm
- F = 6.309,74 ppm

Tabel 9

Kualitas air media uji pada TLm tes terhadap *Chanos chanos*, Forskal

| Parameter | Bak | 24 jam II | | | | | | | | 24 jam IV | | | | | | | |
|------------------------------|--------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|------|------|------|-------|--|
| | | K | A | B | C | D | E | F | Bak | K | A | B | C | D | E | F | |
| Suhu (°C) | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28,5 | 28,5 | 28,5 | 28,5 | 28,5 | 28,5 | |
| pH | 7,5 | 7 | 6,7 | 6,6 | 6,5 | 6,4 | 6,3 | 6,1 | 7,5 | 7 | 6,8 | 6,7 | 6,5 | 6,3 | 6 | 5,9 | |
| D.O. (ppm) | 8,5 | 7,9 | 7,5 | 7,1 | 6,8 | 6,5 | 6,1 | 5,7 | 8,3 | 7,8 | 7,6 | 7,1 | 6,7 | 6,4 | 6,1 | 5,8 | |
| Kadar garam (‰) | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | |
| DHL (x10 ² umhos) | 400 | 405 | 405 | 410 | 410 | 412 | 415 | 415 | 460 | 462 | 465 | 468 | 470 | 470 | 472 | 472 | |
| CO ₂ (ppm) | trace | 16 | 16 | 17,2 | 18,4 | 18,8 | 20 | 21,2 | trace | 10 | 13,2 | 15,3 | 16 | 16 | 17,2 | 17,2 | |
| Turbiditas (FTU) | 8 | 10 | 10 | 12 | 15 | 18 | 20 | 25 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | |
| NH ₃ (mg/l) | 0,025 | 0,05 | 0,052 | 0,056 | 0,059 | 0,127 | 0,15 | 0,15 | 0,04 | 0,05 | 0,053 | 0,057 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | |
| Phenol (mg/l) | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,005 | 0,01 | 0,01 | 0,015 | 0,018 | trace | tr | tr | tr | tr | tr | tr | 0,003 | |

diran total asam dari minyak itu sendiri yakni sebesar 0,63 mg KOH/gr. (lihat Tabel 1). Tampaknya makin besar konsentrasi pencemar, makin turun nilai pH.

Kadar fenol yang ditemui dalam air media (bak) rata-rata sebesar 0,0025 mg/l, ternyata masih di bawah nilai baku untuk perikanan. Nilai 0.02 ppm adalah batas aman yang disaran-

kan. Pada perlakuan tampak bahwa kadarnya meningkat sesuai dengan kenaikan kadar pencemar, mengingat dalam minyak bumi umumnya terdapat fenol, isomer dari kresol dan xylenol walaupun dalam jumlah yang sangat kecil.

Apabila hasil pengamatan uji TLm dari masing-masing hewan uji tersebut di plot pada kertas semi logaritmik, ternyata udang api-api

Tabel 10

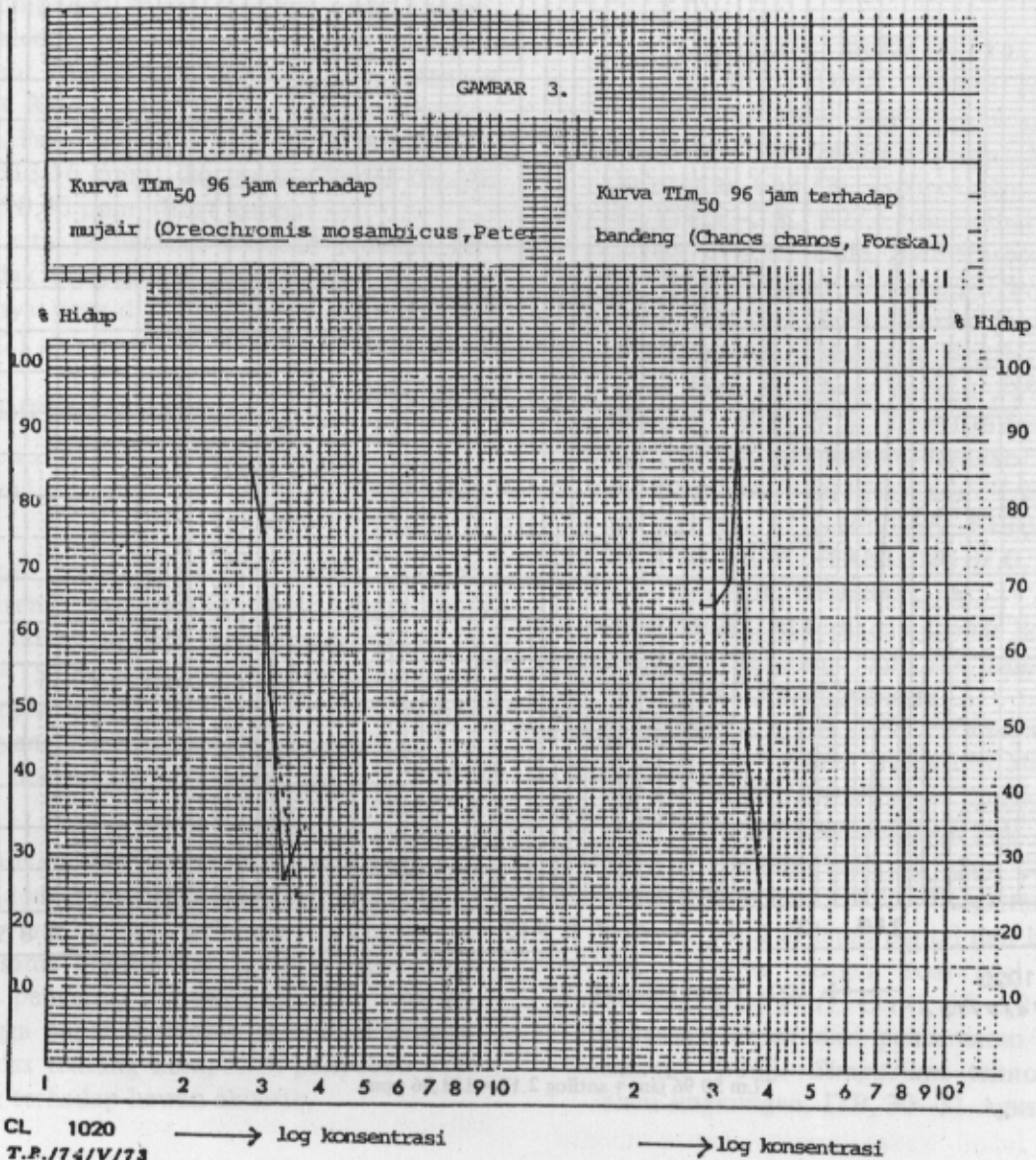
Hasil pengamatan uji TLm 96 jam terhadap udang api-api (*Metapeneus monoceros*)

| Perlakuan Ulangan | 24 jam | | | | | | 48 jam | | | | | | 72 jam | | | | | | 96 jam | | | | | |
|----------------------|--------|------|------|------|------|------|--------|------|-----|------|---|---|--------|------|-----|-----|---|---|--------|-----|------|---|---|---|
| | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E | K | A | B | C | D | E |
| 1. | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 50 | 100 | 100 | 40 | 30 | 0 | 0 | 100 | 100 | 40 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 2. | 100 | 90 | 100 | 100 | 70 | 0 | 100 | 90 | 80 | 70 | 0 | 0 | 90 | 90 | 80 | 10 | 0 | 0 | 90 | 80 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 3. | 90 | 100 | 100 | 0 | 60 | 0 | 90 | 90 | 90 | 0 | 0 | 0 | 50 | 90 | 60 | 0 | 0 | 0 | 90 | 90 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah | 290 | 290 | 290 | 200 | 230 | 50 | 290 | 280 | 210 | 100 | 0 | 0 | 280 | 280 | 180 | 10 | 0 | 0 | 280 | 270 | 160 | 0 | 0 | 0 |
| rata-rata | 96,7 | 96,7 | 96,7 | 66,7 | 76,7 | 16,7 | 96,7 | 93,3 | 70 | 33,3 | 0 | 0 | 93,3 | 93,3 | 60 | 3,3 | 0 | 0 | 93,3 | 90 | 53,3 | 0 | 0 | 0 |

KETERANGAN :

Angka menyatakan jumlah
persentase hewan uji yang
mahl hidup (kumulatif)

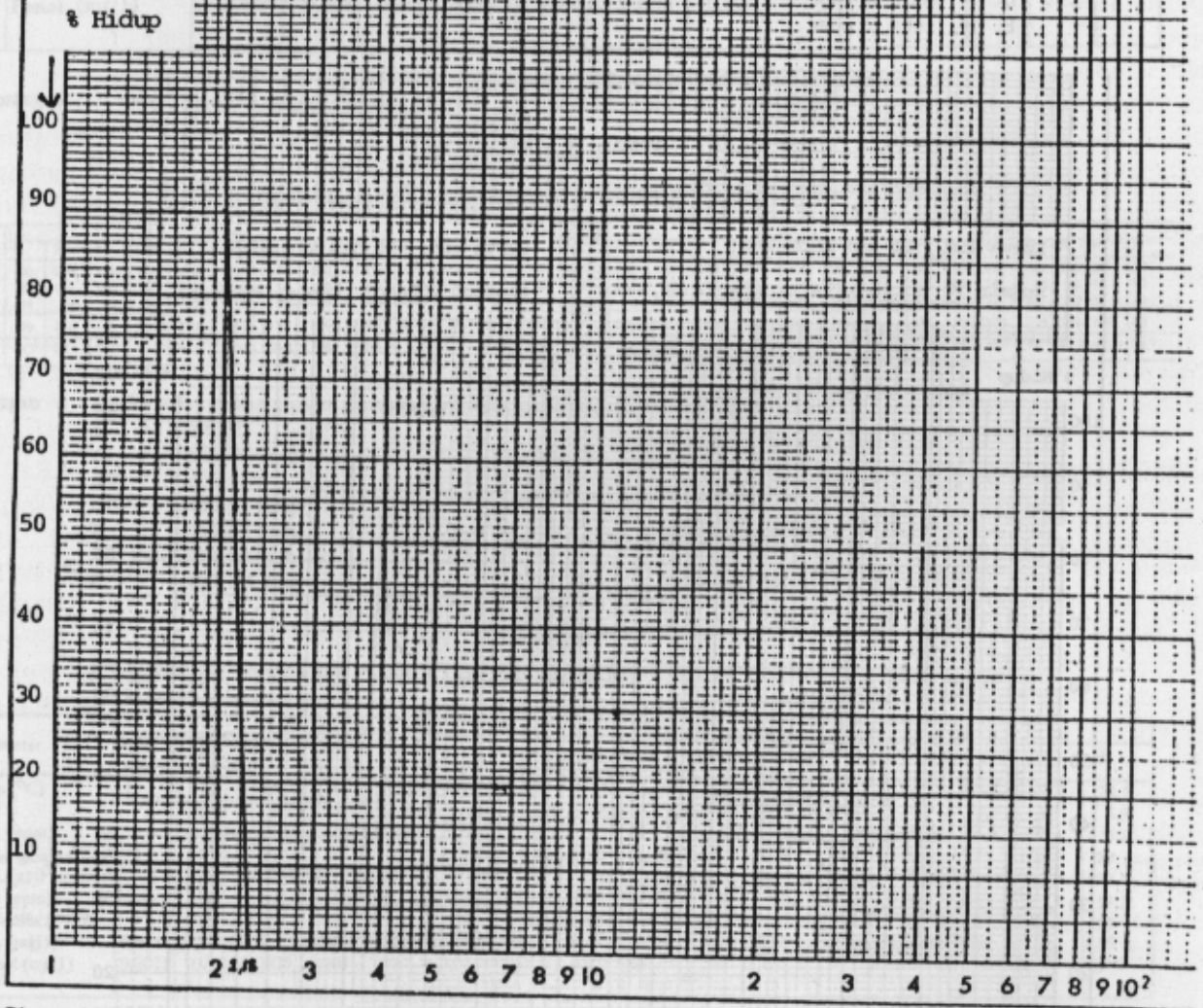
- K = Kontrol
A = 100 ppm
B = 146,78 ppm
C = 215,44 ppm
D = 316,22 ppm
E = 464,15 ppm



$$\text{TLm } 50 \text{ 96 jam} = \text{antilog } 3,18 = 1.513,56 \text{ ppm}$$

$$\text{TLm } 50 \text{ 96 jam} = \text{antilog } 3,59 = 3.890,45 \text{ ppm}$$

GAMBAR 4. Kurva TLm₅₀ 96 jam terhadap udang api-api (*Metapenaeus monoceros*)



CL 1020
T.P. 174/V/73

→ log. konsentrasi

TLm 50 96 jam = antilog 2,18 = 151,36 ppm

(*Metapeneus monoceros*) paling peka terhadap pencemar minyak. Hal ini bisa dilihat pada gambar 4 yang menunjukkan nilai toksisitas tertinggi dengan TLm 96 jam = 151,36 ppm.

Dibandingkan dengan mujair *Oreochromis mosambicus*, Peter) dan bandeng (*Chanos chanos*, Forskal), maka kedua jenis tersebut relatif agak lebih tahan. Diduga pada udang api-api selain mempunyai sifat paling mudah mengalami stress, juga paling tidak tahan terhadap komponen toksik minyak bumi. Mengingat udang merupakan hewan Avertebrata yang secara taksonomi lebih rendah derajatnya terhadap ikan, maka komponen toksik tersebut pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kematian lebih dulu. Asumsi ini kiranya sesuai dengan pendapat Blumer (1969) yang telah disinggung di muka. Pada mujair, nilai TLm 96 jam dicapai pada 1.513,56 ppm, dan pada Chanos dicapai pada 3.890,45 ppm. (lihat gambar 3).

Bila kita perhatikan keadaan tersebut ternyata tidak banyak menyimpang dari prakiraan sebelumnya yang digambarkan dalam histogram (gambar 2).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pencemaran minyak menyebabkan perubahan kondisi kualitas air yang cenderung menurun.
2. Tingkat toksisitas tertinggi dari minyak Naphtenik Intermediate asal Arjuna yakni pada udang api-api dengan nilai TLm 96 jam = 151,36 ppm, menyusul pada ikan mujair dengan nilai TLm 96 jam = 1.513,56 ppm, dan yang relatif lebih tahan pada ikan bandeng dengan nilai TLm 96 jam = 3.890,45 ppm.
3. Disarankan agar dapat dilakukan studi lanjutan dengan menggunakan dua jenis minyak bumi yang berbeda terhadap jenis hewan uji yang sama disertai data analisis fisika kimia bahan pencemar minyak yang lebih lengkap, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas tentang komponen penyebab daya toksik terhadap hewan akuatik.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. APHA, AWWA, WPCF, 1980, : *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 15th ed., Washington D.C., h. 615.
2. BLUMER, M., 1969, "Oil Pollution of the Ocean". Dalam *Oil on the Sea*. Hoult, D.P. (Ed.). *Proc. of a Symposium on the Scientific and Engineering Aspects of Oil Pollution of the Sea*, Cambridge, Massachusetts, May 16, 1969, Plenum Press, New York.
3. DEVLIN, E.W., BRAMER, J.D., dan PU-YEAR, R.L., 1982, "Acute Toxicity of Toluene to Three Age Groups of Fathead Minnows" (*Pimephales promelas*, Raf.). *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, Nr. 1., 29: 12.
4. PATTEN, G.B., 1977. "Sublethal Biological Effect of Petroleum Hydrocarbon Exposures: Fish". Dalam : *Effects of Petroleum on Arctic and Sub Arctic Marine Environments and Organisms*. Malins, C.D. (Ed.), Vol. 2., Acad. Press Inc., New York, h. 319.
5. PESCOD, M.B. 1973, "Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries", *Interim research report.*, Asian Institute of Technology, Bangkok, h. 20
6. SUKAHAR, A., TANJUNG H.D., SUKARNONO, dan SURJOWINOTO, M., 1978, : "Pengaruh Crude Oil terhadap Larvae Ikan Penyusun Ikan "Himpun", *Laporan penelitian Fak. Biologi U.G.M.*, Yogyakarta.
7. WARDOJO, S.T.H. 1977, "Panduan Uji Biologis untuk Evaluasi Toksisitas Minyak dan Dispersant. " *Laporan Proyek Lingkungan Hidup*, Studi Grup Pencemaran Fak. Perikanan I.P.B., Lembaga Minyak dan Gas Bumi.
8. WISAKSONO, W. 1970, "Kegiatan industri minyak bumi di lepas pantai dan laut dalam hubungannya dengan soal-soal biologi". *Seminar Biologi II*, Ciawi, 18-20 Pebruari, Beberapa aspek dari pencemaran laut oleh minyak bumi. *Simposium teknologi dan alam lingkungan*. ITB, 30-31 Agustus 1971.