

STUDI MENGENAI TOKSISITAS SURFAKTAN DETERJEN, ALKYL SULFATE (AS), TERHADAP POST LARVA UDANG WINDU *Penaeus monodon* Fabr.¹

(Study on the Toxicity of Surfactant Detergent, Alkyl Sulphate (AS) on Post Larvae of Black Tiger Shrimp *Penaeus monodon* Fabr.)

Eddy Supriyono², Berlianti², dan Kukuh Nirmala²

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui toksisitas surfaktan deterjen *alkyl sulfate* (AS) terhadap post larva udang windu *Penaeus monodon* Fabr. Pada uji akut, udang windu PL₁₀ dipaparkan pada media yang mengandung AS selama 96 jam dan dihitung nilai *Median Lethal Concentration* (LC₅₀) pada jam ke 24, 48, 72, dan 96. Pada uji sub kronis udang windu PL₁₅ dipaparkan selama 24 hari dan diamati nilai laju pertumbuhannya. Selama uji toksisitas akut dan sub-kronis juga dilakukan pengamatan perubahan histopatologi pada insang dan hepatopankreas udang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai LC₅₀ AS pada jam ke-24, 48, 72, dan 96 yaitu masing-masing sebesar 33.6, 29.4, 24.3, dan 22.8 mg/l. Saat uji sub kronis, perlakuan pemberian AS terhadap media pemeliharaan menurunkan laju pertumbuhan udang windu seiring dengan meningkatnya konsentrasi AS dan secara nyata terlihat mulai konsentrasi 17.11 mg/l. Selama uji akut dan sub kronis terjadi perubahan tingkah laku dan kerusakan pada insang dan hepatopankreas pada udang yang dipaparkan dengan AS mulai terlihat pada konsentrasi 25.58 mg/l jam ke-96 dan 34.99 mg/l jam ke-72 pada uji akut dan pada uji sub kronis mulai terjadi pada konsentrasi 9.78 mg/l pada pengamatan hari ke-24. Toksisitas AS terhadap juvenil udang windu semakin meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi dan waktu pemaparan.

Kata kunci: toksisitas, udang windu, alkyl sulfate, LC₅₀, pertumbuhan, histopathologi.

ABSTRACT

This study was done to find out the toxicity of surfactant detergent *alkyl sulfate* (AS) on post larvae of black tiger shrimp. For acute toxicity test, the PL₁₀ shrimps were exposed in seawater containing AS for 96 hours and *Median Lethal Concentration* (LC₅₀) for 24, 48, 72, and 96 hours were estimated. For sub chronic test, juvenile shrimps at PL₁₅ were exposed in sea water media containing AS for 24 days, and the growth rate of the shrimps were evaluated in order to determine the toxicity effect of AS to juvenile shrimp. During acute and sub-chronic test the histopathological changed of the gills and hepatopanchreas of the shrimp were also examined. This study resulted that LC₅₀ of AS for 24, 48, 72, and 96 hours was estimated to be 33.6, 29.4, 24.3, and 22.8 mg/l of AS. At sub-chronic level, the growth rate of the shrimps was decreased by increasing concentration of AS and significantly affected at 17.11 mg/l of AS. During acute and sub-chronic test the behavior changing and gill epithelium and hepatopancreatic cell damage was common occurred in the shrimps when exposed in AS at 25.58 mg/l of AS for 96 hours and 34.99 mg/l of AS for 72 hours exposed time during acute test and also occurred starting from 9.78 mg/l of exposed concentration of AS for 24 days exposed time. The toxicity of AS to juvenile tiger black shrimp elevated by the increased of exposure time.

Key words: toxicity, Alkyl Sulphate, black tiger shrimp, LC₅₀, growth, histopathology.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis udang yang sering dibudidayakan di Indonesia adalah udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.). Udang windu banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis tinggi. Dalam pemeliharaan udang windu, terutama pada masa larva dan post larva diperlukan kualitas air yang baik.

Alkyl Sulfate (AS) merupakan salah satu jenis surfaktan anionik deterjen yang menjadi salah satu bahan aktif untuk produk-produk seperti shampo, pasta gigi, dan kosmetik (ECOST, 2004). Produksi deterjen di Indonesia rata-rata pertahun sebesar 380 ribu ton, sedangkan tingkat konsumsi rata-rata *perkapita* di wilayah Jabotabek pada tahun 2002 sebesar 8 232 kg (PT. Melvar Lintasnusa, 2004). Pembuangan limbah ke perairan bebas yang akan bermuara ke laut menyebabkan surfaktan AS akan banyak terakumulasi di perairan laut. Limbah sur-

¹ Diterima 24 Oktober 2008 / Disetujui 1 Desember 2008.

² Bagian Lingkungan Budidaya Perairan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

faktan deterjen termasuk AS ini berpotensi untuk menjadi salah satu pencemar yang dapat menurunkan kualitas air secara umum (Matthijts *et al.*, 2008) dan secara khusus air media budidaya ikan dan udang di kawasan laut dan pantai (Chen *et al.*, 1992). Penurunan kualitas air secara langsung dapat berpengaruh negatif terhadap produksi ikan dan udang. Studi mengenai toksisitas anionik deterjen termasuk AS terhadap organisme umumnya dilakukan terhadap mamalia misalnya pada tikus dan kelinci, baik pada tingkat toksisitas akut maupun sub kronis (Anonymous, 2004; NICNAS, 2003; NHIC, 2003), namun demikian masih jarang dilakukan terhadap organisme air dan kalaupun ada umumnya dilakukan pada ikan tawar (Malinckrodt Baker Inc, 2004; Bakirel *et al.*, 2004; Supriyono *et al.*, 2005), sedangkan pada ikan laut dan payau sampai tingkat sub kronis masih jarang dilakukan (Lewiss, 1991; Supriyono *et al.*, 1998).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai toksisitas akut AS pada post larva udang windu yang ditunjukkan oleh nilai LC_{50} pada jam ke- 24, 48, 72, dan 96, serta mengetahui pengaruh AS terhadap post larva udang windu meliputi mortalitas, pertumbuhan, tingkah laku, dan kerusakan organ pada tingkat akut dan sub kronis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Basah, Laboratorium Lingkungan Budidaya Perairan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini meliputi tiga tahapan kerja yaitu (1) *range finding test*; (2) uji akut; dan (3) uji sub kronis.

Uji Mencari Nilai Kisaran (*Range Finding Test*)

Uji mencari nilai kisaran dilakukan untuk menentukan kadar ambang atas (konsentrasi yang menyebabkan kematian hewan uji relatif lebih dari 95% dalam waktu dedah tertentu) dan ambang bawah (konsentrasi yang menyebabkan kelangsungan hidup hewan uji relatif lebih dari 95% dalam waktu dedah tertentu), dengan hewan uji post larva udang windu.

Sebanyak 20 ekor udang windu ukuran PL_{10} dimasukkan ke dalam akuarium berisi 4 liter air laut dengan salinitas 25 ppt yang telah

diaerasi beberapa hari sebelumnya. Pada uji ini air media tidak diaerasi. Konsentrasi AS yang digunakan adalah 0, 10, 19, 26, dan 35 mg/l dengan masing-masing dua kali ulangan. Ganti air dilakukan sebanyak 100% setiap 12 jam yang didapatkan dari hasil uji stabilitas AS. Untuk pengamatan post larva yang mati dilakukan pada jam ke-0, 2, 4, 6, 12, 24, dan seterusnya tiap 24 jam hingga 96 jam. Dari nilai mortalitas yang didapatkan melalui *range finding test* bisa diketahui ambang atas dan ambang bawah untuk menentukan kisaran konsentrasi pada uji toksisitas akut.

Uji Akut

Uji akut bertujuan untuk mengetahui kemampuan AS dalam hal mematikan hewan uji. Toksisitas bahan uji dinyatakan dalam *Median Lethal Concentration* (LC_{50}), yaitu kadar bahan uji yang mematikan 50% hewan uji selama waktu dedah tertentu.

Uji akut dilakukan dengan mengikuti prosedur Komisi Pestisida (1983) dan Sprague (1990). Empat kadar bahan uji dalam selang ambang atas dan ambang bawah yang diperoleh dari persamaan (1) dan (2) serta satu perlakuan sebagai kontrol (kadar bahan uji 0 mg/l). Setiap perlakuan diulang dua kali. Adapun persamaannya adalah $\log N/n = k(\log a/n)$, $a/n = b/a = c/b = d/c$. N adalah konsentrasi ambang atas, n adalah konsentrasi ambang bawah, k adalah jumlah interval konsentrasi yang diuji antara konsentrasi ambang atas dan ambang bawah, a adalah konsentrasi terkecil dalam deret konsentrasi yang ditentukan.

Dengan menggunakan persamaan tersebut diperoleh perlakuan konsentrasi AS yaitu 0, 13.68, 18.71, 25.58, dan 34.99 mg AS/l. Pada masing-masing wadah perlakuan dimasukkan post larva udang windu ukuran PL_{10} sebanyak 20 ekor. Pengamatan dilakukan pada jam ke-0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, dan 96. Dalam uji ini diamati tingkah laku dan mortalitas post larva udang windu. Pembuatan preparat hewan uji dengan mengacu pada prosedur Lightner and Bell (1988) dilakukan pada saat akhir pemeliharaan untuk melihat perubahan histopathologi insang dan hepatopankreas udang windu.

Ganti air dilakukan sebanyak 100% dengan selang waktu 12 jam. Contoh air diambil

sebelum dan sesudah ganti air pada jam ke-0 dan ke-12 serta jam ke-84 dan ke-96. Contoh yang telah diambil dianalisa dengan menggunakan metode MBAS mengikuti prosedur yang terdapat pada Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1975). Selama uji akut, udang tidak diberi makan.

Uji Sub Kronis

Uji sub kronis dilakukan setelah uji akut untuk dapat mengetahui pengaruh dari surfaktan deterjen AS terhadap post larva udang windu dalam jangka waktu yang cukup lama. Uji sub kronis dilakukan dengan mengacu pada prosedur Sprague (1990). Pada uji ini konsentrasi yang digunakan adalah sebesar 10%, 40%, dan 70% dari nilai $LC_{50-96 \text{ jam}}$ yang didapat dari uji akut dengan pengulangan sebanyak dua kali.

Uji ini dilakukan selama 24 hari pada udang dengan ukuran awal PL_{15} . Saat uji sub kronis ini dilakukan pengamatan terhadap tingkah laku, pertumbuhan, dan mortalitas post larva udang windu. Pembuatan preparat hewan uji dilakukan pada saat akhir pemeliharaan.

Ganti air dilakukan sebanyak 100% dengan selang waktu 12 jam. Contoh air diambil sebelum dan sesudah ganti air pada hari ke-1, 10, dan 24. Selama uji sub kronis, udang perlakuan diberi makan pelet sebanyak 10% bobot biomassa dengan 3 kali frekuensi pemberian.

Analisis Data

Metode yang digunakan untuk analisis data hasil pengujian toksisitas untuk menentukan LC_{50} dilakukan dengan metode analisa probit (Finney, 1971). Pada prinsipnya dengan metode tersebut data kematian kumulatif udang windu per perlakuan disusun dalam daftar kemudian ditransformasikan ke dalam logaritma. Selanjutnya data tersebut dikoreksi kemudian di-transformasi ke dalam probit dan dibobot untuk mendapatkan hubungan mortalitas hewan uji (dalam probit y) dan kadar (dalam logaritma x), yang diduga oleh persamaan regresi $y = (y - bx) + bx$. Nilai x dihitung dengan memasukkan $y = 5$ dalam persamaan garis regresi di atas. Antilog nilai x adalah LC_{50} .

Rancangan Penelitian

Data laju pertumbuhan dan mortalitas dianalisis secara statistik dan ditampilkan dalam

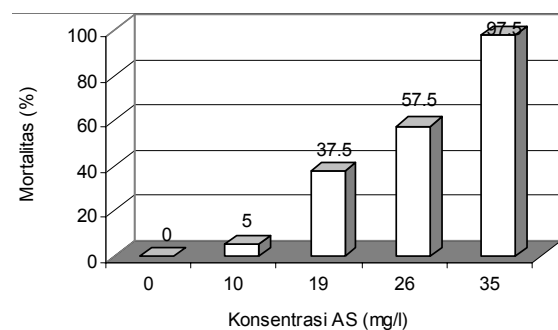
bentuk grafik. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap mortalitas dan laju pertumbuhan digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 ulangan yang dianalisis dengan uji anova dan dilanjutkan dengan uji BNJ.

Parameter mortalitas dihitung berdasarkan Effendie (1979) sedangkan laju pertumbuhan dengan prosedur Zonnevelt *et al.* (1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Range Finding Test (RFT)

Dari percobaan mencari nilai RFT didapatkan bahwa pada konsentrasi 10 mg/l terjadi kematian sebesar 5%, sedangkan pada konsentrasi 35 mg/l terjadi kematian sebesar 97.5% (Gambar 1).

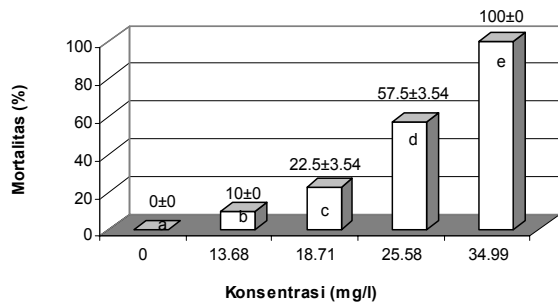


Gambar 1. Hubungan antara Mortalitas PL Udan Windu dan Konsentrasi AS selama Range Finding Test (96 jam).

Dari data tersebut diambil nilai konsentrasi AS dengan nilai ambang bawah 10 mg/l dan ambang atas 35 mg/l untuk menjadi nilai ambang pada saat uji akut. Dari nilai ambang tersebut didapatkan nilai-nilai konsentrasi AS untuk uji akut yaitu 13.68 mg/l, 18.71 mg/l, 25.58 mg/l, dan 34.99 mg/l AS.

Uji Akut

Respon udang uji terhadap perlakuan menunjukkan mortalitas yang cukup tinggi terhadap daya toksik surfaktan deterjen AS (Gambar 2). Berdasarkan uji statistik didapatkan bahwa semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0.05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan pemberian AS terhadap media pemeliharaan mulai konsentrasi 13.68 mg/l AS akan berpengaruh nyata terhadap derajat kematian (mortalitas) post larva udang windu.



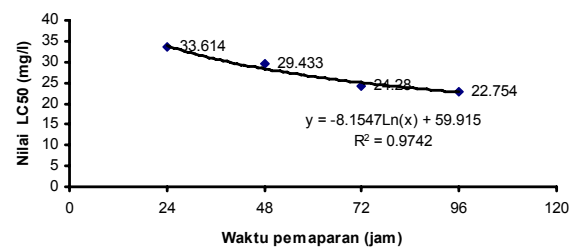
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Mortalitas PL Udang Windu dan Konsentrasi AS selama Uji Akut (96 jam).

Kematian post larva udang windu diduga karena tubuh udang menyerap air yang mengandung surfaktan AS yang menyebabkan pecahnya sel dan berinteraksi dengan protein dan membran semi permeabel (Swisher, 1970 *in* Supriyono *et al.*, 1998). Selain itu kematian dapat pula diakibatkan oleh adanya kesulitan bernafas atau asphyxia karena adanya kerusakan epithelium insang yang mengakibatkan rusaknya fungsi insang (Singer *et al.*, 1993 dan Supriyono *et al.*, 1998).

Hasil perhitungan nilai LC_{50} AS terhadap juvenil udang windu pada waktu paparan 24, 48, 72, dan 96 jam seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3, menunjukkan bahwa nilai LC_{50} semakin menurun dengan lamanya waktu paparan yaitu dengan nilai LC_{50} masing-masing adalah 33.6, 29.4, 24.3, dan 22.8 mg/l AS. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Pong-Masak (2003) yang menunjukkan bahwa toksisitas toksikan terhadap udang windu semakin meningkat dengan bertambahnya waktu paparan. Hasil penelitian ini juga mendukung pendapat Sprague (1990) dan Mason (1993) yang menyatakan bahwa efek polutan terhadap organisme tergantung dari konsentrasi dan lama paparan polutan.

Nilai LC_{50} 96 jam surfaktan deterjen AS pada juvenil udang windu tersebut setara dengan nilai LC_{50} untuk Fathead minnow dewasa yaitu 22.5 mg/l (Mallinckrodt Baker Inc, 2004), jauh lebih tinggi dari Fathead minnow stadia juvenil (17 mg/l), Fathead minnow stadia larva (10.2 mg/l) dan rainbow trout stadia larva (4.5 mg/l) (Mallinckrodt Baker Inc, 2004). Dengan demikian juvenil udang windu lebih toleran terhadap surfaktan deterjen AS dan berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh Kosoemadinata (2003) AS termasuk dalam klasifikasi

tingkat toksisitas sedang untuk juvenil udang windu.



Gambar 3. Nilai LC_{50} AS pada Waktu Paparan 24, 48, 72 dan 96 jam.

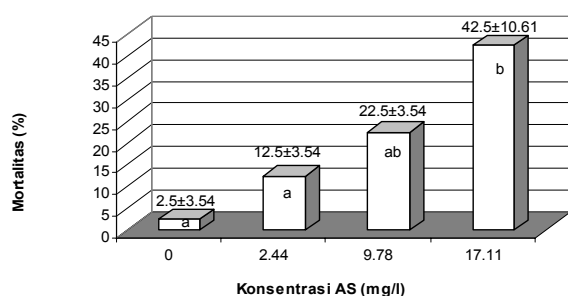
Tingkah laku udang perlakuan berbeda dengan udang pada akuarium kontrol. Pada akuarium perlakuan udang berenang dekat permukaan air dengan gerakan miring dan tak beraturan dan sebagian kecil diam di dekat permukaan air. Udang yang berenang dan diam dekat permukaan air menunjukkan bahwa udang tersebut kesulitan untuk mendapatkan oksigen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Singer *et al.*, (1993) yang menyatakan bahwa surfaktan deterjen pada konsentrasi tinggi menyebabkan terjadinya peningkatan frekuensi pernafasan dua sampai tiga kali dari keadaan normal kemudian terjadi kerusakan sistem respirasi, yaitu pada epithelium insang. Gerakan renang yang miring dan tak beraturan menunjukkan bahwa udang kehilangan keseimbangan. Adanya perubahan tingkah laku udang tersebut menunjukkan bahwa AS dapat digolongkan sebagai salah satu polutan yang dapat beraksi pada salah satu atau semua reseptor dan mempengaruhi sistem saraf pusat (Heath, 1987).

Pengamatan terhadap beberapa preparat tubuh udang mendapati adanya kerusakan insang dan hepatopankreas yang jelas terlihat pada perlakuan dengan konsentrasi AS 25.58 dan 34.99 mg/l AS jika dibandingkan dengan kontrol (Gambar 6.1a dan Gambar 6.2a). Pada perlakuan dengan konsentrasi AS 34.99 mg/l di jam pengamatan ke-72 didapati adanya kondensasi, fusi, nekrosis, dan hipertropi pada filamen insang udang, sedangkan pada konsentrasi yang lebih rendah yaitu 25.58 mg/l di jam pengamatan ke-96 telah terjadi fusi, kondensasi, dan hipertropi (Gambar 6.1d). Pengamatan terhadap hepatopankreas udang menunjukkan adanya nekrosis, degenerasi lemak, dan hipertropi. Pada perlakuan dengan konsentrasi AS 34.99 mg/l di

jam pengamatan ke-72 sel-sel hepatopankreas mengalami nekrosis, hipertrophi (Gambar 6.2b) dan degenerasi lemak (Gambar 6.2c), sedangkan pada konsentrasi AS 25.58 mg/l di jam pengamatan ke-96 terjadi hipertrophi dan nekrosis. Fusi dan kondensasi pada insang juga ditemukan pada juvenil *Penaes japonicus* apabila dipapar dengan surfaktan deterjen linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) pada tingkat akut (Supriyono *et al.*, 1998). Kerusakan ephitelium insang tersebut mengakibatkan rusaknya fungsi insang dan diduga merupakan penyebab utama kematian udang windu. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Singer *et al.* (1993) dan Supriyono *et al.*, (1998)

Uji Sub Kronis

Hasil uji sub kronis memperlihatkan bahwa persentase kematian post larva udang windu semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi AS (Gambar 4).

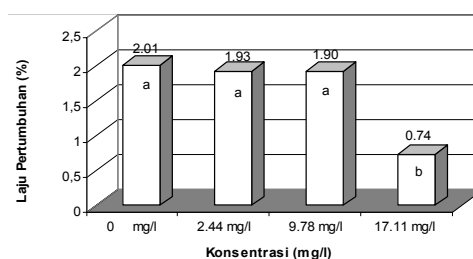


Gambar 4. Hubungan antara Mortalitas PL Udang Windu dan Konsentrasi AS selama Uji Sub Kronis (24 hari).

Kematian udang windu pada akuarium kontrol diduga karena udang windu bersifat kanibal sehingga ada kemungkinan untuk saling menyerang saat udang yang lain sedang berganti kulit. Sedangkan kematian pada akuarium perlakuan selain karena sifat kanibal juga karena tubuh udang menyerap air yang mengandung surfaktan AS. Air yang mengandung surfaktan AS ini menyebabkan pecahnya sel dan berinteraksi dengan protein dan membran semi permeabel (Swisher, 1970 in Supriyono *et al.*, 1998). Menurut Heath (1987), kematian dapat disebabkan oleh lebih dari satu sebab, dimana semuanya dirangsang oleh kerusakan yang terjadi pada insang. Pada konsentrasi toksikan yang rendah, kematian dapat disebabkan oleh aksi substansi pada fungsi-fungsi lain selain pertukaran gas atau osmoregulasi.

Uji statistik menunjukkan bahwa hanya konsentrasi 17.11 mg AS/l yang memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0.05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan pemberian AS terhadap media pemeliharaan dengan dosis yang rendah yaitu 2.44 dan 9.78 mg AS/l tidak berpengaruh nyata terhadap derajat kematian (mortalitas) post larva udang windu.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan udang semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi AS (Gambar 5). Hasil uji statistik terhadap laju pertumbuhan menunjukkan bahwa hanya konsentrasi 17.11 mg AS/l yang memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0.05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan pemberian AS terhadap media pemeliharaan akan menurunkan laju pertumbuhan udang windu secara nyata terlihat mulai konsentrasi 17.11 mg/l.



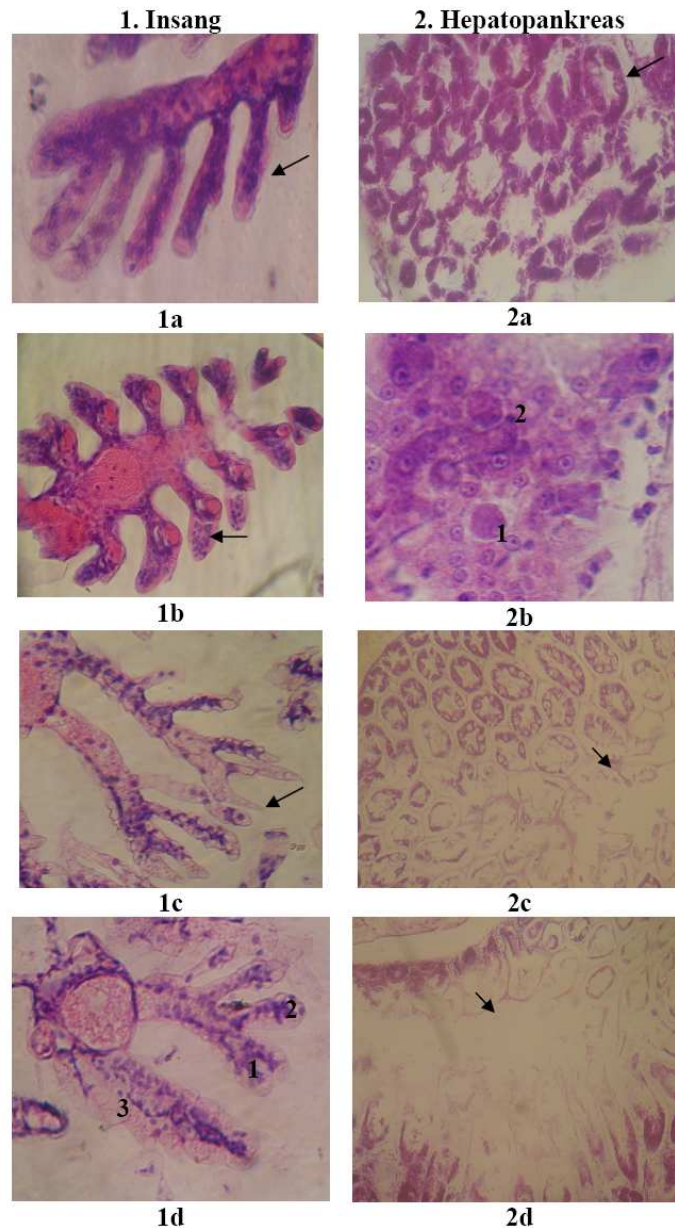
Gambar 5. Laju Pertumbuhan Post Larva Udang Windu selama Uji Sub Kronis (24 hari).

Meningkatnya konsentrasi surfaktan deterjen pada media perlakuan diduga berpengaruh pada menurunnya nafsu makan udang sehingga secara langsung mempengaruhi kecepatan pertumbuhan udang. Menurunnya nafsu makan udang diduga disebabkan oleh rusaknya organ terutama rusaknya indera perasa, karena surfaktan deterjen memiliki potensi merusak organ sensorik (Lewis, 1991), sehingga menyulitkan udang dalam mencari makan.

Tingkah laku udang selama masa pemeliharaan menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi AS yang terdapat dalam air maka semakin banyak udang yang berenang dekat ke permukaan. Hal ini disebabkan kerusakan yang terjadi pada insang udang (Gambar 6.1b dan 1c) yang dapat mengakibatkan udang mengalami asphyxia, dalam usaha untuk mendapatkan ok-

sigen lebih banyak dengan cara meningkatkan frekuensi pernafasannya dan berenang ke per-

mukaan, seperti yang dijelaskan oleh Singer *et al.* (1993) dan Supriyono *et al.* (1998).



Keterangan: 1. Insang (1a = insang normal pada kontrol, —→ menunjukkan filamen insang (perbesaran 200x); 1b = hiperplasia pada filamen insang (AS 9.78 mg/l, hari ke-24, perbesaran 100x); 1c = atrofi pada filamen insang (AS 9.78 mg/l, hari ke-24, perbesaran 200x); 1d = kondensasi (1), hipertropi (2), dan fusi (3) pada filamen insang (AS 25.58 mg/l jam ke-96, perbesaran 100x)); 2. Hepatopankreas (2a = hepatopankreas normal pada kontrol, —→ menunjukkan sel-sel hepatopankreas (perbesaran 200x); 2b = hipertropi (1) dan nekrosis (2) pada sel-sel hepatopankreas (AS 34.99 mg/l jam ke-72, perbesaran 1000x minyak imersi); 2c = degenerasi lemak pada sel-sel hepatopankreas (AS 17.11 mg/l, hari ke-24, perbesaran 200x); 2d = degenerasi lemak pada sel-sel hepatopankreas (AS 34.99 mg/l jam ke-72, perbesaran 100x)).

Gambar 6. Preparat Insang dan Hepatopankreas Post Larva Udang Windu saat Uji Akut dan Sub Kronis.

Pada akuarium kontrol terlihat bahwa udang windu bergerak aktif, sedangkan pada akuarium perlakuan yang diberi AS terlihat bahwa semakin besar konsentrasi AS maka udang

cenderung diam dan tidak bergerak aktif. Tingkah laku ini diduga sebagai pola adaptasi untuk memperkecil proses biokimia toksikan yang sudah terserap ke dalam tubuh udang windu, se-

hingga dapat bertahan hidup atau memperlambat efek lethal.

Selama uji sub kronis perubahan terhadap insang dan hepatopankreas terlihat pada perlakuan dengan konsentrasi AS 9.78 dan 17.11 mg AS/l pada pengamatan hari ke- 24. Pada pengamatan terhadap beberapa preparat organ udang tersebut didapati adanya atropi, hipertropi, nekrosis, dan degenerasi lemak seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 1b, 1c, dan 2c. Terdapat beberapa persamaan dengan kerusakan jaringan post larva udang penaeid akibat terpapar dengan surfaktan deterjen jenis LAS (linear Alkyl benzene sulphonate). Hasil penelitian Supriyono *et al.* (1998) menyatakan bahwa pada konsentrasi sub kronis 0.042 mg/l C₁₂LAS menyebabkan nekrosis pada ujung filamen insang udang kuruma (*Penaeus japonicus*) pada pengamatan hari ke- 14 dan kebanyakan kasus atropi pada filamen insang udang kuruma (*Penaeus japonicus*) pada konsentrasi akut 0.75 mg/l C₁₂LAS pada pengamatan jam ke- 96. Kemampuan surfaktan deterjen berinteraksi dengan protein dan merusak permeabilitas membran sel (Macioroswsky *et al.*, 1977; NHIC, 2003) diduga merupakan penyebab kerusakan jaringan organ udang windu tersebut. Kerusakan insang dan hepatopankreas tersebut dapat mengakibatkan terganggunya proses metabolisme pada udang sehingga dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan udang windu.

KESIMPULAN

Nilai LC₅₀ Alkyl Sulfat terhadap juvenil udang windu PL 10 pada jam ke- 24, 72, 48, dan 96 yaitu masing-masing sebesar 33.6, 29.4, 24.3, dan 22.8 mg/l. Pada konsentrasi akut, surfaktan deterjen Alkyl Sulfat dapat menyebabkan kematian dan perubahan tingkah laku serta kerusakan organ insang dan hepatopankreas pada post larva udang Windu. Pengaruh Alkyl Sulfat terlihat pada konsentrasi 25.58 mg/l pada jam ke- 96 dan 34.99 mg/l setelah waktu pemaparan 72 jam. Pada konsentrasi sub kronis, surfaktan deterjen Alkyl sulfate secara nyata menyebabkan turunya laju pertumbuhan, menyebabkan perubahan tingkah laku, dan kerusakan struktur insang dan hepatopankreas juvenil udang windu. Pengaruh surfaktan deterjen AS mulai terlihat pada konsentrasi 9.78 mg/l pada pengamatan hari ke- 24. Toksisitas surfaktan deterjen Alkyl sulfate (C₁₂ AS) terhadap juvenil

udang windu semakin meningkat dengan meningkatnya waktu pemaparan.

PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1975. **Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater**. 14th ed. APHA, AWWA, and WPCF. Washington.
- Anonymous. 2004. **The Registry of Toxic Effects of Chemical Substances Sulfuric Acid, Monododecyl Ester, Sodium Salt**. <http://www.cdc.gov/niosh/rtecs/wt100590.html>
- Bakirel, T., O. Keles, S. Karatas, M. Ozcan, G. Turkmen, and A. Candan. 2004. **Effect Of Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) on Non-Specific Defence Mechanism in Rainbow Trout (*Onchorhynchus Mykiss*)**. Abstract. Aquatic Toxicology. Article in Press revised 28 October 2004.
- Chen, M. Y., Hwang, D.F., Yoshida T., and Jeng S. S. 1992. **Concentration of Linear Alkylbenzene Sulfonates in Commercial Detergents and Aquacultural Environment of Grass Shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius in South Taiwan**. J. Fish. Soc. Taiwan 19: 133 – 140.
- ECOST (European Committee of Organic Surfactants and Their Intermediates). 2004. **Olechemical and Surfactants Platform**. <http://www.cefic.be/files>
- Effendie, M. I. 1979. **Metode Biologi Perikanan**. Yayasan Dewi Sri. Jakarta
- Finney, D. J. 1971. **Statistical Method in Biological Assay**. Charles Griffin and Company Limited. London.
- Heath, A. G. 1987. **Water Pollution and Fish Physiology**. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N. W., Boca Raton, Florida.
- Koesoemadinata, S. 2003. **Metode Standar Pengujian Toksisitas Pestisida terhadap Ikan**. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Lewis, M. A. 1991. **Chronic and Sub-lethal Toxicities of Surfactants to Aquatic Animals: a Review and Risk Assessment**. Water Research 23: 65 – 67.
- Lightner, D. V., and T. A. Bell. **A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology**. World Aquaculture Society. 115p.
- Machiorowski, A. F., J. M. Dolan III, and B. C. Greg. 1997. **Histological Damage and Recovery of *Pisidium casertanum* Exposed to Linear Tridecyl Benzene Sulfonate, an Anionic Surfactant**. Comp. Biochem. Physiol. 56: 117 – 122.
- Mallinckrodt Baker Inc. 2004. **Material Safety Data Sheet: Sodium Dodecyl Sulfate**. Mallinckrodt Baker Inc., Phillipsburg. New Jersey. <http://www.jtbaker.com/msds/english.html/s3670htm>.
- Matthijs, E., M. D. Burford, G. Cassani, M. H. I. Comber, C. V. Eadsforth, P. Haas, H. Klotz, R. Spilker, H. Waldhoff, and H. P. Wingen. 2008. **Determination of Alcohol Ethoxylate Components in Sewage Sludge**.

- AISE/CESIO Working Group. ERAM Study Report and Review. Bruxelles. 28 p.
- National Industrial Chemical Notification and Assessment Scheme (NICNAS). 2003. **Existing Chemicals Information Sheet**. <http://www.nicnas.gov.au>.
- Natural Health Information Centre (NHIC). 2003. **Final Report on The Safety Assessment of Sodium Lauryl Sulfate (SLS)**. <http://www.natural-health-information-centre.com/sls-JACT-report.html>.
- Plumb, J. A. 1994. **Health Maintenance of Cultured Fishes: Principal Microbial Diseases**. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N. W., Boca Raton, Florida.
- Pong-Masak, P. R. 2003. **Toksistas Akut, Biokonsentrasi, dan Bioeliminasi serta Waktu Paruh Insektisida Triklorfon Pada Udang Windu, *Penaeus monodon* Fab**. Tesis. Program Pasca Sarjana. IPB.
- PT. Melvar Lintasusa. 2004. **Penggunaan Deterjen bagi Kesehatan Lingkungan**. Laporan Khusus. Bandung.
- Singer, M. M., S. George, D. Benner, S. Jacobson, R. S. Tjeerdema, and M. L. Sowby. 1993. **Comparative Toxicity of Two Oil Dispersants to The Early Life Stages of Two Marine Species**. *Env. Toxicol. And Chemist.* 12: 1855 – 1862.
- Sprague, J. B. 1990. **Aquatic Toxicology**, p. 491-528. *In* C. B. Schreck and P. B. Moyle (eds.), *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society.
- Supriyono, E., Linawati, D. Setiyanto. 2005. **Pengaruh Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) terhadap Mortalitas dan Daya Tetas Telur dan Abnormalitas Larva Ikan Patin, *Pangasius hypophthalmus* Sauvage**. *Jurnal Akukultur Indonesia*. Vol 4. No 1.
- Supriyono, E., F. Takashima, and C. A. Strussmann. 1998. **Toxicity of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) to Juvenile Kuruma Shrimp, *Penaeus Japonicus*: A Histopatological Study on Acute and Sub-Chronic Levels**. *Journal of Tokyo University of Fisheries*. Vol 85. No 1.
- Zonnevelt, N. E., A. Huismann, and J. H. Boon. 1991. **Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan**. Terjemahan Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.