

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deterjen

Surfaktan (*surface active agent*) di dalam deterjen berfungsi sebagai bahan pembasah yang menyebabkan menurunnya tegangan permukaan air sehingga lebih mudah menyerap ke dalam kain yang dicuci. Molekul-molekul surfaktan juga membentuk ikatan-ikatan di dalam partikel kotoran dan air. Keadaan ini memungkinkan karena molekul surfaktan bersifat bipolar (Fardiaz,1992). Surfaktan memiliki gugus hidrofob yang berupa rantai karbon dan gugus ionik. Bila surfaktan dilarutkan dalam air, gugus hidrofobnya tidak larut karena bersifat non polar, sedangkan gugus hidrofilnya akan larut dalam air karena bersifat polar.

Gugus hidrofilik dalam deterjen menurut Said (1997) dapat dibagi ke dalam empat jenis, yaitu: (1) jenis anionik dengan gugus bermuatan negatif dan dapat menurunkan tegangan permukaan zat cair, misalnya sulfonat dan karboksilat; (2) jenis kationik dengan gugus bermuatan positif, misalnya amonium; (3) jenis amfoter dengan gugus bermuatan positif dan negatif dalam satu molekul, misalnya asam amino; dan (4) jenis non ionik yang mempunyai sifat larut dalam air tetapi tidak mengalami ionisasi, misalnya alkohol dan eter.

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa deterjen juga mengandung bahan aditif seperti bahan pencerah, parfum, antiredeposisi, dan enzim-enzim. Bahan pencerah adalah pewarna yang mengabsorpsi sinar ultraviolet tidak tampak dan

mengemisi sinar putih dan biru. Antiredeposisi mempertahankan kotoran supaya tetap di dalam suspensi setelah kotoran tersebut sudah terlepas dari kain atau bahan lain yang dicuci. Bahan yang sering digunakan sebagai antiredeposisi adalah karboksimetilselulose. Enzim-enzim yang ditambahkan pada deterjen berfungsi untuk mempermudah hilangnya noda dalam kain terutama yang berasal dari protein alami dan lemak.

2.2. Toksisitas deterjen

Pencemaran air yang disebabkan oleh penggunaan deterjen terutama menyangkut masalah surfaktan dan bahan tambahan. Surfaktan yang terkandung dalam deterjen ada yang sukar diuraikan oleh mikroba dalam air atau sukar mengalami biodegradasi. Semakin rendah tingkat biodegradasinya berarti deterjen tersebut semakin sukar mengalami peruraian, sehingga dampak pencemarannya sangat tinggi. ABS (Alkil Benzen Sulfonat) dengan rantai alkil bercabang dapat meningkatkan terjadinya pencemaran air, karena bahan ini sukar didegradasi oleh mikroorganisme, atau memerlukan waktu yang lama untuk mengalami peruraian. Oleh karena sifatnya yang demikian, deterjen yang mengandung bahan dasar ABS (Alkil Benzen Sulfonat) dengan rantai alkil bercabang dikenal sebagai deterjen keras. Menurut Connel dan Miller (1995), kira-kira hanya 30%-50% dari ABS (Alkil Benzen Sulfonat) yang mengalami biodegradasi setelah melewati aliran sungai sejauh 180-200 km. Jenis surfaktan ini jika teroksidasi juga akan menghasilkan fenol yang dapat mengurangi kandungan oksigen terlarut dalam perairan.

Menurut Spraque (1973) dalam Mason (1984) membedakan sifat efek toksik sebagai:

- a. Akut : menimbulkan rangsangan/pengaruh yang cepat dan untuk ikan pada umumnya 4 hari.
- b. Kronis : menimbulkan rangsangan yang lambat/terus-menerus dalam waktu yang lama, sering terlihat dalam waktu 1/10 masa hidupnya.
- c. Letal : secara langsung menyebabkan kematian.
- d. Subletal : pengaruh yang timbul di bawah kadar yang menyebabkan kematian.
- e. Kumulatif : peningkatan kekuatan yang terjadi akibat penambahan bahan pencemar sejalan dengan waktu/cara yang berlainan.

2.2.1. Mekanisme deterjen masuk ke tubuh ikan

Pada ikan beberapa cara yang dilalui senyawa toksik waktu dapat masuk ke dalam tubuh, yaitu melalui mulut, kulit dan insang. Masuknya senyawa toksik melalui mulut terjadi pada fase inspirasi, yaitu saat mulut terbuka sehingga bahan masuk esofagus terus ke ventrikulus dan selanjutnya ke intestinum.

Zat toksik diserap melalui intestinum ke peredaran darah sehingga dapat merusak epitel dan jaringan lain yang dialiri masuk zat toksik melalui kulit terjadi pada saat kontak langsung dengan jaringan tersebut. Masuknya zat toksik melalui insang mengakibatkan filamentum branchhialis merentang dan

melalui lamella secundaria sehingga air dan senyawa tersebut terlarut masuk ke pembuluh darah lamella diedarkan ke jaringan yang dilalui.

Pada umumnya gejala yang timbul ditunjukkan oleh fungsi tubuh tergantung sifat bahan toksik terhadap jaringan, penyerapan, lamanya kontak dan besarnya dosis, keracunan yang timbul setelah selang waktu tertentu. Kontak dengan bahan toksik konsentrasi yang relatif tinggi disebut keracunan akut, sedangkan keracunan selang waktu lambat dalam waktu lama dan relatif rendah disebut keracunan kronik (Koeman, 1983).

Deterjen jenis LAS (Linier Alkil Sulfonat) merupakan jenis deterjen yang dapat terdegradasi dengan cepat. Semenjak tahun 1965, deterjen lunak atau deterjen yang biodegradabel telah diintroduksi untuk pemakaian dalam rumah tangga. Karena alasan-alasan tertentu jenis ini tidak tepat dipakai dalam industri. LAS kebanyakan penambahan uap enzim dalam deterjen dapat merugikan kesehatan para pekerja pada industri deterjen. Enzim tersebut menyebabkan dermatitis bila mengenai kulit secara langsung. Para pekerja pabrik tersebut yang menghirup uap mekul deterjen mengandung enzim dapat terkena serangan asma (Lu, 1955). Deterjen jenis ini lebih bersifat toksik terhadap organisme air, tetapi karena deterjen ini terdegradasi dengan cepat, toksisitas dan dampak negatifnya dapat hilang dalam waktu yang lebih singkat (Martani, 1992). Beberapa deterjen yang beredar di pasaran yang mengandung LAS (Linier Alkil Sulfonat) antara lain So-Klin, Attack, dan Dino (Pratomo, 1997).

Menurut Ryadi (1984), efek samping pencemaran deterjen antara lain: (1) meningkatkan kemampuan bercampur dengan bahan-bahan yang basah setiap bersinggungan atau berhubungan, sehingga lemak dan minyak mengalami emulsifikasi; (2) mengadakan deflokulasi (gerombol) terhadap koloid; (3) merangsang zat-zat padat mengapung dan membentuk busa; (4) membunuh bakteri yang berguna maupun mikroorganisme lain.

Kerugian lain sebagai akibat pencemaran deterjen terhadap lingkungan akuatik menurut Pratomo (1997) antara lain : (1) mempercepat pertumbuhan tanaman air, yang menyebabkan perairan menjadi dangkal dan hewan air banyak yang mati, terhambatnya fitoplankton untuk fotosintesis, yaitu butir-butir klorofil dengan bantuan energi matahari air diuraikan menjadi oksigen dan hidrogen terhambat maka oksigen yang dihasilkan berkurang; (2) air yang tercemar oleh deterjen bila dipergunakan untuk minum dikhawatirkan deterjennya ikut terserap ke dalam darah sehingga dapat menyebabkan pecahnya butir-butir darah merah karena terjadi penurunan tegangan muka; (3) adanya senyawa fosfat dalam deterjen yang bersifat racun dapat menyebabkan keracunan pada tubuh bila air yang diminum mengandung deterjen. Pemantauan pencemaran lingkungan perairan, selain dilakukan secara fisika dan kimia, dapat juga dilakukan secara biologi : melalui pemantauan beberapa parameter biologi dapat digunakan untuk menaksir keadaan organisme dalam sistem penerima, sehingga peringatan awal segera dapat diberikan. Ikan merupakan organisme akuatik yang sensitif terhadap bahan pencemar yang masuk ke lingkungan perairan. Oleh karena itu ikan dapat

digunakan sebagai organisme uji untuk mengetahui kadar bahan pencemar.

Efek toksik suatu zat, termasuk deterjen dapat diketahui dengan melakukan uji toksisitas. Menurut Salim *dkk.* (1982), ada dua cara dalam penentuan uji toksisitas, yaitu: (1) secara letal, yaitu untuk mengetahui tingkat kematian hewan percobaan akibat konsentrasi senyawa kimia dari limbah yang diujikan; (2) secara subletal, yaitu untuk mengetahui perubahan fisiologis hewan terhadap suatu senyawa kimia. Dalam uji subletal ini, hewan yang diuji tidak sampai mati. Lebih lanjut Salim *dkk.* (1982), menyatakan bahwa untuk pengujian subletal dapat dilakukan dengan pemeriksaan histopatologis, yaitu melalui pembuatan sediaan organ-organ yang diduga akan memperoleh akibat atau pengaruh senyawa yang diuji, misalnya insang dan hati.

Toksisitas deterjen pada ikan dapat dipelajari dari pengaruh mortalitas yang tertunda (*delayed mortality*) atau dapat juga dilihat dari aspek fisiologinya pada konsentrasi subletal. Pada konsentrasi subletal, kontak dengan deterjen akan memperbesar absorpsi zat racun pada kulit dan insang. Hal ini dikarenakan insang merupakan jalan masuk yang penting dan merupakan bagian utama ikan (Ariens, *et al.*, 1993).

Reaksi terhadap deterjen merupakan reaksi peradangan akut yang menyebabkan epitel insang terlepas dari jaringan di bawahnya. Sel epitel terlepas akibat desakan sel untuk mempertahankan osmosa. Akibat dari lepasnya sel epitel, sejumlah sel epitel akan mati sehingga fungsi insang terganggu (Banerji dalam Ferniah, 1997). Perubahan lain pada insang akibat absorpsi deterjen adalah pembengkakan eritrosit dan kontak deterjen

merangsang mukus pada saluran pernafasan untuk menghasilkan lendir sebagai perlindungan kontak terhadap deterjen tersebut akan tertimbun sehingga terjadi penggumpalan lendir. Lendir yang menggumpal di permukaan luar filamen insang akan menyebabkan filamen insang sulit digerakkan. Akibatnya aliran darah melalui insang terhambat (Brown dalam Ferniah, 1997).

2.3. Deskripsi umum

Ikan tawes (*Puntius javanicus* Blkr) merupakan ikan air tawar maupun air payau yang telah berhasil dibudidayakan. Bentuk badannya hampir 1/3 dan pipih dorsoventral (laterolateral), sisik relatif besar dengan warna keperak-perakan atau putih keabu-abuan, mulutnya runcing dan terletak dibagian ujung mempunyai 2 pasang sungut yang sangat kecil kedudukan taksonomi ikan tawes menurut Nuvantoro. (1988) :

Phylum : Chordata

Subphylum : Vertebrata

Klasis : Pisces

Subklasis : Teleostei

Ordo : Actinopterygii

Subordo : Cyprinoidea

Familia : Cyprinidae

Genus : *Puntius*

Species : *Puntius javanicus* Blkr

Ikan tawes dapat berkembangbiak secara alami dengan baik di daerah yang letaknya 50-800 meter dari permukaan air laut. Ikan tawes yang hidup di perairan bebas dapat mencapai panjang \pm 50 cm dengan berat sekitar 2 kg. Bila dipelihara di kolam selama satu tahun mencapai 0,5 kg tiap ekor (Hermawan *dkk.*,1991).

2.4. Struktur anatomi dan fungsi organ

1. Integumentum (kulit) pada ikan tawes

Kulit mempunyai fungsi yang paling penting dari tubuh hewan karena merupakan penutup tubuh. Kulit juga sebagai barier antara lingkungan eksternal dan internal. Kulit juga memberi perlindungan terhadap benturan fisik, kimia dan agent-agent mikrobia ke dalam tubuh (Banks, 1981; Robert, 1989). Zat pencemar masuk ke dalam tubuh ikan melalui kulit ikan atau integumentum yang merupakan bagian terluar dari tubuh ikan, sehingga zat-zat pencemar dapat langsung mengenainya dan merusak jaringan di bawahnya. Menurut Robert (1989), lapisan kulit subklas Teleostei umumnya terdiri dari kulit luar (kutikula), epidermis yang tersusun oleh epitelium squamosa, membran basal, dermis atau korium merupakan lapisan di bawah epidermis yang tersusun secara bervariasi dari jaringan ikat longgar sampai jaringan ikat padat fibrosa putih dan hypodermis atau subkutis tersusun atas jaringan ikat longgar yang menghubungkan dermis dengan periosteum, perikondrium atau fascia. Pada lapisan kulit luar (kutikula) terdapat sel epitel luar yang banyak mengeluarkan sekret, sedangkan pada lapisan epidermis

terdapat sel Malpighi. Untuk tubuh bagian luar diselubungi oleh epitelium squamosa yang akan menghasilkan mukus atau lendir. Kemudian pada lapisan dermis terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian pertama stratum spongiosum yang berupa jaringan ikat yang mengandung serabut kolagen dan retikuler yang saling bertaut kuat dengan lapisan epidermal membran basale serta tersusun oleh sel pigmen (chromatophora), sel tiang (mast), sel bagian dasar sisik dan juga termasuk sisik. Bagian kedua adalah stratum compactum yang berupa matrik padat mengandung serabut kolagen yang menyebabkan kulit ikan sangat kuat. Dalam lapisan ini didapati juga adanya pigmen dan sisik yang tersusun dalam kantung-kantung sisik. Hypodermis atau subkutis banyak mengandung jaringan adiposa (lemak) dan vaskular (pembuluh) yang terletak pada bagian stratum compactum dari lapisan dermis.

Tingkat kesegaran dan kematian ikan dapat dibedakan 3 tingkatan, yaitu :

1. Ikan dikategorikan segar dan sehat, jika kulit cerah, basah dengan pigmentasi normal, perlekatan sisik kuat dan lebar, insang berwarna merah, lamella insang tidak melekat satu sama lain, sedikit mengandung mucus atau lendir, anus terbuka, mata jernih.
2. Ikan mengalami dekomposisi (perubahan): kulit suram, sedikit kering, perlekatan sisik kurang kuat dan lebar, pigmentasi berkurang atau pucat, sedikit berbau, insang berwarna merah keabuan, lamella insang berlekatan satu dengan yang lainnya, lendir berlebihan, anus membengkak dan kemerahan, mata keruh dan menonjol, otot agak lunak dan tidak elastis.

3. Ikan mengalami kematian ditandai dengan kulit mulai mengering, sisik terkelupas, pigmentasi pucat dan licin, berbau busuk, lembar insang ikan saling berlekatan, otot menjadi lemah, mata cekung, kornea mata menonjol cekung mengkerut dan agak keruh, sangat berbau.

Struktur luar tubuh ikan yang terdapat pada kulit dan merupakan bangunan spesifik bagi kelompok ikan ini antara lain: Squama (sisik) dan pinna (sirip). Sisik pada subklas Teleostei berupa sebuah lempeng kapur yang lunak dan terletak di bagian antara kantung sisik, mengarah ke bagian posterior tubuh ikan. Di permukaan tubuh terdapat 2 bagian sisik, yaitu sisik ctenoid keadaan sisiknya keras dan pada bagian lain terdapat sisik cycloid berupa cincin atau lingkaran yang mengelilingi seluruh permukaan tubuhnya. Pada bangunan sisik terdapat benang-benang kolagen yang diselingi suatu garis dari bahan albumin yang di dalamnya tersimpan kristal hidroxyapatit (Robert, 1989). Pola lokasi pertumbuhan sisik pada dasarnya sesuai dengan segmentio tubuh yang tampak pada saat perkembangan embrional yang ditunjukkan oleh adanya perkembangan vertebrate dan myomer. Squama ikan umumnya saling tumpang tindih terhadap yang lain seperti susunan atap genting, dengan tepi bebas mengarah bagian caudal (ekor), sedemikian rupa sehingga memperkecil pergeseran dengan air (Lagler *et al.* 1977).

Pada ikan yang hidup di perairan tercemar pada umumnya berubah warna (Postman, 1972 dalam Tandjung *et al.* 1980). Pada umumnya perubahan

warna merupakan respon yang tepat jika ada luka parah, serta kerusakan pada kulit (Robert, 1989). Mekanisme perubahan warna pada ikan disebabkan oleh adanya aktivitas pengumpulan dan penyebaran dalam chromatophora. Fisiologi perubahan ini dapat terjadi dalam beberapa saat dan waktu atau jam (Lagler *et al.* 1977).

Adanya warna pada ikan disebabkan oleh dua jenis sumber warna, yaitu : Schematochroma atau warna yang terjadi karena adanya konfigurasi fisik dan biochroma atau pigmen-pigmen yang sebenarnya. Schematochroma yang berwarna pelangi misalnya terdapat pada sisik mata dan membrana intestinalis. Biochroma meliputi struktur-struktur caratenoid, chromatophora dan iridocyt (leucopora dan guanophora). Warna morfologi pada berbagai jenis hewan seperti ikan ditimbulkan oleh chromatophora yang berasal dari crista neuralis yang memproduksi sendiri pigmennya. Pigmen akan memberikan yang peka terhadap adanya stimulus lingkungan dengan cara merubah granula pigmen di dalam tubuhnya (Harminani *dkk.*, 1990). Granula pigmen dan chromatophora yang membuat warna sesungguhnya pada ikan dapat mengalami dispersi (Lagler *et al.*, 1977).

Kerusakan sel yang irreversibel ditandai dengan nekrosis sel, yaitu proses kematian yang cepat pada bagian jaringan pada individu tertentu; secara mikroskopik perubahan pada sel meliputi nukleus, sitoplasma atau sel secara keseluruhan. Perubahan yang terjadi pada nukleus menurut Atmojo (1988):

- a. **Piknosis** : mengalami penyusutan dan kromatin mengumpul menjadi globule tunggal dan terpulas oleh HE
- b. **Karioreksis**: kromatin tampak hancur menjadi fragmen-fragmen sehingga tidak utuh.
- c. **Kariolisis** : kromatin tampak larut dan tersebar melalui membran inti sehingga inti seringkali kompak membengkak mirip sebuah vakuola yang kosong dan kehilangan kemampuan untuk diwarnai.

2. Branchia (insang) pada ikan tawes

Proses respirasi ada 2 fase, yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi. Pada fase inspirasi akan terjadi pemasukan oksigen ke dalam rongga alat pernafasan, karena tekanan di dalam rongga mulut lebih kecil dari pada tekanan di luar, sedangkan fase ekspirasi terjadi pelepasan udara dari insang ke lingkungan luar, karena tekanan dalam rongga mulut lebih besar daripada tekanan di luar (Weichert, 1959).

Struktur dasar insang pada semua ikan hampir sama, setiap insang terdiri atas bagian tulang viscera, saluran darah yang berasal dari arcus aorticus yang berhubungan dengan kepala atau saraf cervicalis, otot-otot insang dan epitelium. Epitel adalah sel yang berupa lembaran berasal dari ektodermal dan endodermal yang melapisi permukaan organ, rongga. Epitel mempunyai ciri antara lain tidak mempunyai ruang antar sel, melakat pada membran dasar. Untuk tipe epitel kolumnar, kuboid, squamosa yang terdiri satu sel atau

beberapa sel. Setiap insang disokong oleh arcus branchialis yang mempunyai penonjolan berbentuk sisir yang disebut "gill rakers". Organ ini berfungsi sebagai alat proteksi terhadap partikel-partikel yang keras dan menjaga agar makanan jangan sampai keluar melalui insang. Storer *et al.* (1997), menjelaskan bahwa pada anggota Teleostei ternyata insang berjumlah 4 pasang, masing-masing terletak di lateral pharynx. Bangunan ini terletak di dalam rongga insang tertutup oleh apparatus opercularis. Insang pada ikan berfungsi sebagai organ yang melangsungkan lalu lintas transfer oksigen dan karbondioksida antara lingkungan akuatik dan jaringan tubuh. Untuk menentukan tingkatan pengaruh pencemaran di lingkungan akuatik, kerusakan branchia ikan dapat dikategorikan berdasarkan tingkatan-tingkatan perubahan anatomi lamella secundariae branchialis dan filamentum branchialis (Tandjung, 1982).

Kerusakan branchia dari tingkat ringan hingga berat dirumuskan berdasarkan metode Tandjung (1982), sebagai berikut:

- Tingkat 1 : Edema pada lamella, menandakan telah terjadi kontaminasi tapi belum ada pencemaran.
- Tingkat 2 : Hiperplasia pada pangkal lamella, merupakan gejala pencemaran.
- Tingkat 3 : Fusi dua lamella (pencemaran tingkat awal).
- Tingkat 4 : Hiperplasia hampir pada seluruh lamella secundariae branchialis, telah terjadi pencemaran.
- Tingkat 5 : Rusaknya atau hilangnya struktur filamentum branchialis (pencemaran berat).

Menurut Robert (1989), membagi tiga jenis respon yang berbeda dari insang terhadap zat yang berupa *irritant*, yaitu: edema pada lamellae, hiperplasia pada lamellae dan fusi pada lamellae. Gambaran awal pada insang terhadap zat *irritant* adalah terjadinya *swelling* (pembengkakan) atau hipertropi sel-sel lamellae dan peningkatan ketebalan lamellae.

Insang cukup peka terhadap perubahan keadaan lingkungan dimana menurut Hughes (1976), insang ikan yang terkena bahan pencemar akan mengalami perubahan pada kadar tertentu. Epitelium tersebut ada yang menipis dan memanjang. Selain itu lamella secundaria mengalami penebalan dan berfusi (bergabung) satu sama lain. Hal ini disebabkan karena adanya proliferasi pada sel-sel epiteliumnya, terutama pada ujung-ujung lamella dan batas antara lamella-lamella.