

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Meningkatnya perkembangan industri tapioka, selain dampak positifnya dirasakan oleh manusia, dapat juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Munculnya dampak negatif tersebut terutama ditimbulkan oleh limbah. Limbah padat berupa ampas dengan kandungan karbohidrat 50%, serat 8%, protein 1%, tanpa pengolahan yang baik di musim hujan menimbulkan bau yang tidak sedap. Limbah berbentuk cair yang diperoleh dari pemisahan bubur padat masih mengandung zat-zat organik yang cukup tinggi, dan kadang-kadang mengandung sianida yang jumlahnya tergantung dari bahan baku yang digunakan, dalam jumlah berlebihan pada suatu ekosistem perairan dapat bersifat toksik. Telah diketahui pula bahwa kulit ubikayu yang mengandung asam sianida di atas 100 mg per kg bahan merupakan sumber sianida yang potensial dapat mencemari bahan pertanian dan perairan di sekitarnya.

Akibat buangan limbah pabrik tapioka akan menimbulkan masalah bagi budidaya perikanan, maka pemecahan masalah ini dapat didekati antara lain dengan uji biologis toksisitas limbah tapioka terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam kondisi laboratorium.

Penggunaan ikan nila sebagai ikan uji karena beberapa hal antara lain ikan ini mempunyai kepekaan sebagai ikan

uji, dapat hidup dalam kondisi lingkungan ekstrim, hidup di perairan yang mudah terkena buangan limbah tapioka, dan disukai oleh masyarakat atau bernilai ekonomis (Wardoyo, 1984).

Perumusan Masalah

Mengingat latar belakang masalah dan hal-hal tersebut di atas peneliti bertitik-tolak pada permasalahan :

1. Sejauh mana daya bunuh limbah cair industri tapioka terhadap ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) ?
2. Apakah dengan memberikan konsentrasi limbah cair industri tapioka yang berbeda-beda sebesar 1%, 1,8%, 3,2% dan 4,2% akan diperoleh konsentrasi yang mematikan untuk 50% hewan uji dalam waktu 96 jam ?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui toksisitas akut (LC_{50} -96 jam) limbah pabrik tapioka terhadap ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*).

Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai suatu upaya untuk menambah informasi dan bahan pertimbangan dalam pengolahan limbah Pabrik Tapioka.

Hipotesis

Semakin tinggi konsentrasi limbah, mortalitas ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) akan meningkat.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum Limbah Industri Tapioka

Pengolahan ubi kayu menjadi berbagai produk ubi kayu seperti tepung tapioka, gaplek gelondong, chips, pelet, dan tepung gaplek, pada tahap pertamanya sebagian besar dilakukan oleh perusahaan kecil dengan peralatan yang sederhana. Bahan mentah berupa ubi kayu didapatkan dari petani ubi kayu yang arealnya tidak luas. Para pemilik pabrik tersebut tidak mengusahakan tanaman sendiri. Tapioka yang dihasilkan masih kasar dan hanya dijual kepada pengecer tepung tapioka untuk diproses lebih lanjut guna meningkatkan mutunya.

Selain para pengusaha pabrik kecil di Indonesia terdapat beberapa pabrik tapioka besar yang beroperasi secara nasional dan berkapasitas besar. Jenis pabrik inipun bahan mentahnya didapatkan dari para petani dan hanya sedikit yang memiliki areal pertanaman sendiri. Tapioka yang dihasilkan masih kasar dan produksi tapioka yang dihasilkan merupakan *final product* jadi sudah siap dipasarkan kepada para konsumen (Ciptadi dan Nasution, 1980).

Pada unit pengolah para pengusaha tapioka kecil masyarakat di sekitarnya sudah familiar terhadap bau busuk yang merangsang yang berasal dari pabrik tapioka. Bau tersebut berasal dari proses penjemuran tepung tapioka dan

onggok yang tidak sempurna, dan juga dari cairan limbah. Akan tetapi pada umumnya letak unit pengolahan ini dekat pusat pertanaman kasava dan terletak agak di pinggir permukiman penduduk sehingga sampai saat ini belum terdapat keluhan masyarakat akan adanya polusi.

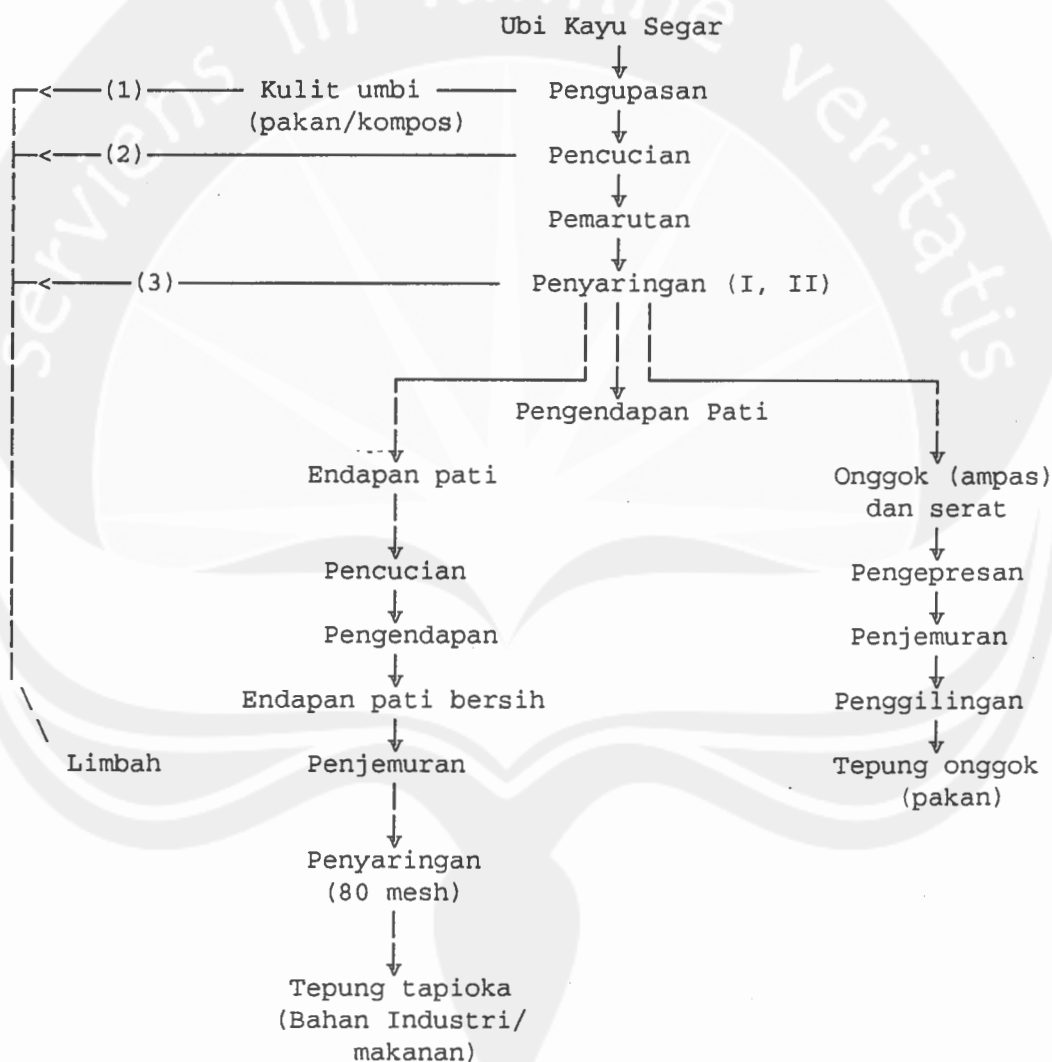
Pada beberapa unit pengolahan besar telah mulai timbul keluhan masyarakat tentang adanya polusi lingkungan akibat pembuangan limbahnya, seperti halnya kasus pada pabrik pengolahan tepung tapioka di Jawa Timur tahun 1977. Sungai tempat penggelontoran limbah pabrik tersebut yang sehari-harinya dipergunakan untuk keperluan umum penduduk setempat menjadi tercemar dengan timbulnya penyakit kulit gatal-gatal. Dicurigai penyebabnya adalah meningkatnya polusi cacing karena suburnya perairan dengan bahan organik (Ciptadi dan Suprpto, 1980).

Di daerah Bogor dan sekitarnya para petani menjual hasil ubi kayunya dalam bentuk sudah terkupas. Hasil ubi-kayu dikupas di lapang dan kulitnya ditinggal di lahan pertaniannya sehingga dapat diduga bahwa kulit ubikayu yang mengandung asam sianida di atas 100 mg per kg bahan merupakan sumber sianida yang potensial dapat mencemari lahan pertanian dan perairan di sekitarnya.

Limbah pabrik tepung tapioka bersifat kaya akan bahan organik seperti pati, serat, protein, gula dan sebagainya. Komponen limbah ini merupakan bagian sisa pati yang tidak terekstrak serta komponen non pati yang terlarut dalam

air karena tepung tapioka adalah komponen pati yang hampir murni (Greenfield, 1971).

Seperti yang terlihat pada Gambar 1, terdapat empat macam limbah dari proses pengolahan tapioka yaitu kulit umbi (1), air bekas cucian umbi (2), air bekas pengendapan



Gambar 1. Skema aliran bahan pada pengolahan tepung tapioka (Ciptadi dan Nasution, 1980)

(3), dan air bekas pencucian pati (4). Dari prosesnya maka dapat diperkirakan bahwa kulit umbi merupakan sumber sianida yang potensial, air bekas cucian itu mengandung kotoran berupa tanah, serpihan kulit, sianida dan mungkin pati terlarut. Selanjutnya komponen air bekas pengendapan pati diperkirakan terdiri dari tanah, protein, serat, gula, sianida dan pati terlarut. Sedangkan komponen air bekas pencucian endapan pati diperkirakan sebagian besar mengandung pati terlarut.

Tinjauan Umum Tentang Ubikayu

Tanaman ketela pohon atau ubikayu dalam dunia tumbuh-tumbuhan dinamakan *Manihot utilisima* POHL atau *Manihot esculenta* CRANTZ. Dalam dunia perdagangan ubikayu mempunyai banyak nama misalnya *Cassava* (Inggris), *Yuca* (Spanyol), *Mandioka* (Portugal), *Manioc* (Perancis), Di samping itu masih terdapat beberapa nama lagi misalnya *Cassava* (Belanda) sedangkan di Jawa Tengah dan Jawa Timur disebut *Kaspe*, *Telo Puhung*, di Jawa Barat disebut *Sampeu*, *Dangdeur* dan *Singkong* (Ayres, 1972).

Tanaman ubikayu termasuk famili Euphorbiaceae. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0 - 1500 meter dari permukaan laut dan pada daerah sekitar 39° Lintang Utara sampai dengan 30° Lintang Selatan. Tanaman

ubikayu tidak memerlukan tanah yang subur, asalkan gembur agar hasil dapat memuaskan dan tempat yang terlalu banyak air tidak baik bagi tanaman ini. Waktu bertanam biasanya dilaksanakan pada permulaan musim hujan yaitu pada bulan Oktober - Nopember (Phillis, 1974).

Mula-mula petani ubikayu itu menanam terutama untuk mencukupi kebutuhan sendiri akan bahan pangan, akan tetapi dengan berkembangnya teknologi pengolahan ubikayu, maka kemudian sebagian hasilnya juga dibuat tepung tapioka atau gapek dengan maksud untuk dijual.

Ubikayu mempunyai kadar gizi yang relatif lebih baik dari pada kentang kecuali kadar proteinnya. Umbi merupakan bagian yang terpenting dari tanaman ubikayu, karena dapat diolah menjadi gapek dan tapioka ataupun dikonsumsi secara langsung. Tapioka diekspor dalam berbagai bentuk seperti tepung, *chip* dan *pellet*.

Komposisi ubikayu tergantung kepada faktor iklim, pemeliharaan, kesuburan tanah, varietas dan umur. Faktor yang mempengaruhi kadar HCN dalam ubikayu adalah varietas, keadaan tanah, iklim, umur, cara bertanam dan pemberian *colchicine* pada stek. Kadar HCN dalam umbi dipengaruhi oleh perlakuan dan masa simpan terhadap umbi.

Sianida di dalam Ubikayu

Di samping terdapatnya kandungan nutrisi dan komponen lainnya, sejumlah kecil cyanogen terdapat pula di dalam hampir semua tanaman. Senyawa ini terdapat di dalam tanaman terutama dalam bentuk glukosida cyanogen. Terdapat tiga jenis glikosida yang pasti telah diidentifikasi di dalam spesies tanaman pangan antara lain:

1. Amygladalin, mulai pertama diketahui terdapat dalam biji *bitter almond* dan juga terdapat di dalam buah-buahan lainnya.
2. Dhurrin, terdapat di dalam biji sorghum dan serealia lainnya.
3. Linamarin, atau phasolumatin, glukosida leguminosa, dalam biji tanaman *linea (flex)*, dalam daun ubikayu dan umbinya.

Berbagai bahan makanan di Indonesia yang biasa dikonsumsi mengandung glukosida sianogen antara lain:

1. Ubikayu (*Manihot utilisima*), terdapat baik di dalam umbi ataupun daunnya.
2. Kacang kretek (*Phaseolus lunatus*).
3. Melinjo (*Gnetum gnemon*), terdapat baik di dalam buah ataupun daunnya.
4. Rebung, pucuk anak bambu muda (*Dendroca asper*).
5. Pucung (*Pangium edule*), terdapat di dalam daun dan buah.

6. Terong (*Solanum melongens*).

7. Biji saga (*Adenanthera pavonisa*).

Berbagai faktor yang mempengaruhi kandungan sianida di dalam ubikayu yaitu varietas, keadaan tanah, iklim, umur, cara bertanam, dan pemberian colchicine pada stek guna mempercepat pertumbuhan. Kadar sianida di dalam ubi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor tersebut dan dipengaruhi oleh perlakuan dan masa simpan ubi.

Kadar HCN yang tinggi pada ubikayu yang tergolong jenis pahit seringkali menyebabkan kematian bagi orang yang memakannya. Dalam umbi segar HCN terikat dalam persenyawaan yang disebut linamarin atau 2-(-d-glucopyranosyloxy) iso butironitrile-d-glucosida, manihotoxine dan phaseolunatin. Ada yang berpendapat bahwa glucosida ini terdapat dalam lendir yang ada pada daging dan kulit umbi. Jika umbi diiris akan mengakibatkan kantong-kantong yang berisi linamarin pecah sehingga enzim linase akan lebih muda menghidrolisa linamarin menjadi HCN dan glukosida.

Toksisitas

Toksisitas adalah tingkat daya racun suatu bahan yang dapat merusakkan atau menimbulkan bahaya terhadap bagian organ atau fungsi organ suatu organisme. Tujuan pengukuran toksisitas dalam lingkungan terkontrol adalah untuk menentukan bahaya relatif dari suatu bahan beracun (toksikan). Pengukuran ini tidak dilihat dari potensinya, akan tetapi

dilihat dari penampakan kuantitatifnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran toksisitas adalah waktu dedah (*exposure time*), cara pendedahan dan sifat kimia-fisika bahan beracun (Cassaret, 1975; Rand dan Pettrocelli, 1985) serta jenis dan stadia organisme yang terkena bahan beracun tersebut (Duursma dan Marchand, 1974); Rand dan Pettrocelli, 1985).

Salah satu cara untuk menentukan toksisitas adalah dengan mengkaji besarnya (dalam persen) kematian organisme uji. Caranya adalah dengan menggunakan uji-uji toksisitas bahan uji terhadap organisme-uji, yaitu konsentrasi terkecil pada saat kematian 100 % organisme-uji. Untuk menentukan toksisitas suatu bahan beracun sering digunakan tingkat kematian populasi 50 % organisme-uji pada berbagai waktu dedah (Cassaret, 1975, Butler, 1978, Anonymus, 1983).

Persistensi Daya Racun (Bioaktivitas)

Paruh hidup suatu bahan beracun menurut proses biologi adalah waktu yang dipergunakan untuk mengurangi setengah daya racunnya (Glass, 1973), yang biasanya dinyatakan dengan *lethal time* (LT_{50}) (Anonymus, 1983). Waktu paruh bioaktivitas suatu bahan beracun dapat ditentukan dengan menentukan toleransi ikan atau organisme lain dalam air media yang telah tercemari bahan beracun itu dalam waktu tertentu. Hubungan antara umur media-uji dengan

toleransi organisme-uji akan menentukan nilai LT_{50} (umur media-uji yang diperlukan untuk membunuh 50 % populasi organisme-uji) (Anomymous, 1983; Rand dan Petrocelli, 1985).

Pengujian Daya Racun pada Ikan

Menurut BROWN (1973 dan BUIKEMA dkk., 1982) dalam pengujian daya racun, ikan uji dapat dipaparkan ke dalam media uji yang berisi bahan beracun dengan empat teknis yang berbeda. Berdasarkan sistem pemaparan ini secara teknis dapat dibedakan menjadi sebagai berikut:

1. Pengujian dengan cara statis
 - a. Ikan uji dipaparkan di dalam air tergenang.
 - b. Bahan uji dimasukkan ke dalam air (sebagai media pengencer) untuk mendapatkan konsentrasi uji yang diinginkan.
 - c. Media uji selama pengujian tidak diganti.
2. Pengujian dengan cara resirkulasi
Media uji dipompa melalui suatu alat (filter) agar kualitas air tetap baik, tanpa adanya penurunan konsentrasi.
3. Pengujian dengan cara penggantian media uji
Media uji diganti secara periodik (biasanya 24 jam sekali) dengan konsentrasi uji yang dibuat baru.

4. Pengujian dengan cara pengaliran

Media uji mengalir masuk dan keluar bejana uji secara terhenti-henti atau terus menerus.

Karena biaya yang tinggi dan waktu pembuatan yang cukup lama sistem pengujian mengalir jarang dipakai. Pengujian dengan cara statis bila dilakukan dengan benar, dapat menghasilkan data yang akurat seperti halnya dengan pengujian cara pengaliran, akan tetapi memberikan hasil lebih cepat dengan biaya lebih murah. Pengujian statis, dengan pembuatan pengenceran konsentrasi uji yang tepat dan seksama, akan memberikan hasil yang lebih baik dari pada dengan cara pengaliran yang konsentrasi ujinya tidak diketahui dengan tepat.

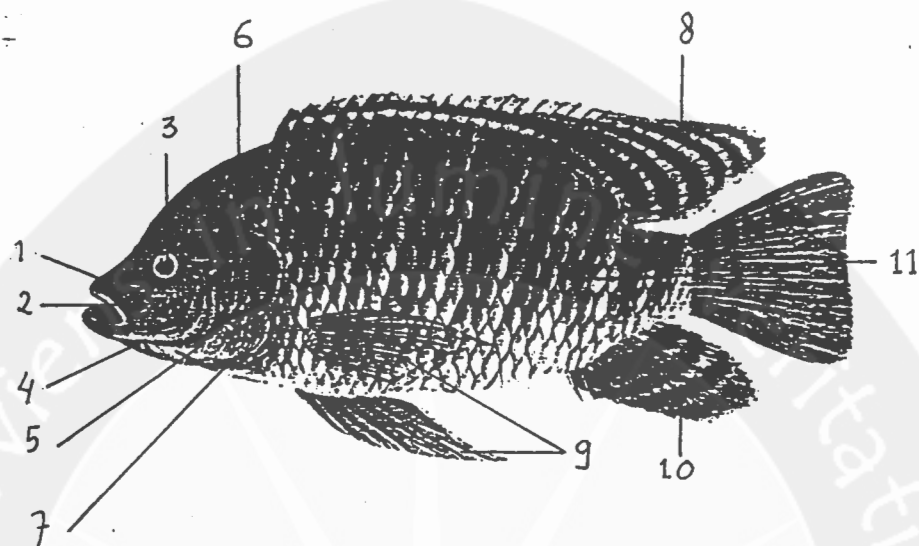
Biologi Ikan Nila Merah

Ikan nila (*Oreochromis sp.*) merupakan jenis ikan yang pertama kali didatangkan ke Bogor pada tahun 1969 dari Taiwan (Ditjen Perikanan, 1991). Ikan nila sudah tersebar ke benua Amerika, Eropa, dan Asia termasuk Indonesia. Di Indonesia jenis ikan ini sudah tersebar di seluruh propinsi. Ikan nila merah merupakan hasil persilangan antara *Oreochromis mossambicus* dengan *O. aureus*, dan didatangkan ke Indonesia dari Philippina pada tahun 1981.

Trewavas (1982) mengklasifikasikan ikan nila sebagai berikut :

Phylum : Chordata
Class : Pisces
Sub-class : Teleostei
Ordo : Percomorphi
Family : Cichlidae
Genus : Oreochromis
Species : *Oreochromis niloticus*, Linn.

Ciri-ciri ikan nila merah antara lain warna tubuh kemerahan-merahan, tubuh agak pipih dan dorsal lebih tinggi dari ikan mujair (Arsyad dan Hardini, 1989). Ciri lainnya terdapat berkas garis vertikal berwarna putih pada tubuh dan sirip caudal, sedangkan pada sirip dorsal dan sirip anal garis-garisnya memanjang. Selain itu mempunyai mata yang tampak menonjol agak besar dan di pinggirannya berwarna hijau kebiruan; letak mulut terminal atau di ujung tubuh; posisi sirip perut terhadap sirip dada adalah thoracic; garis rusuk terputus menjadi dua bagian, letaknya memanjang di atas sirip dada; jumlah sisi pada garis rusuk 34 buah; tipe sisik adalah ctenoid atau sisik sisir; bentuk sirip ekor berpinggiran tegak (Sugiarto, 1986).



Gambar 2. Morfologi Ikan Nila

Keterangan :

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Fovea nasalis | 7. Operculum |
| 2. Rima oris | 8. Pinna dorsalis |
| 3. Membrana nictitans | 9. Pinna abdominalis |
| 4. Pre operculum | 10. Pinna analis |
| 5. Sub operculum | 11. Pinna caudalis |
| 6. Inter operculum | |

(Sumber Sugiarto, 1986)

Persyaratan Kualitas Air dalam Budidaya Ikan Nila Merah

Menurut Effendi (1978) salah satu faktor yang sangat menentukan dalam kehidupan dan pertumbuhan ikan adalah faktor kualitas air, di samping faktor makanan dan keadaan biologis ikan yang bersangkutan. Sebagai makhluk yang hidup di air maka kehidupan tidak terlepas dari kualitas air

sebagai media hidupnya yang meliputi : faktor kimia, fisika, dan biologi. Beberapa parameter kualitas air yang sangat menentukan adalah : oksigen terlarut, derajat keasaman, suhu, salinitas, nitrit, nitrat dan kandungan amoniak.

Suhu

Ikan dan organisme lainnya yang hidup di suatu perairan, mempunyai adaptasi yang berbeda-beda terhadap suhu air. Secara umum ikan akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu antara 20 - 30 °C (Koesbiono, 1984). Berdasarkan penelitian Coche (1982), temperatur air yang optimum bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan nila berkisar antara 25 - 30 °C.

pH

Derajat keasaman (pH) suatu perairan menunjukkan suasana air tersebut bereaksi asam atau basa, pH air akan sangat berpengaruh terhadap ikan di lingkungan perairan. Pada keadaan pH di bawah 5 dapat menyebabkan ikan mati lemas karena terjadi penggumpalan lendir pada insang. Jika pH lebih besar dari 9 dapat mempengaruhi ikan yaitu berkurangnya nafsu makan. Toleransi jasad perairan terhadap pH air bervariasi tergantung pada banyak faktor antara lain suhu, kandungan oksigen terlarut serta jenis dan daur hidup jasad perairan tersebut (Pescod, 1973). Secara umum

nilai pH air yang layak bagi produksi ikan adalah antara 6,5 - 9,0 (Boyd, 1979; Swingle, 1969) dan dalam budidaya ikan nila pH optimum berkisar antara 7 - 8 (Coche, 1982).

Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan gas yang sangat esensial bagi pernafasan, dan merupakan salah satu komponen utama dalam metabolisme ikan dan organisme perairan lainnya (Boyd, 1979). Kekurangan oksigen terlarut dalam air dapat mengganggu kehidupan ikan dan udang termasuk kecepatan pertumbuhannya (Cholik, 1990). Sebaliknya jika kandungan oksigen terlalu tinggi atau lewat jenuh pada suatu perairan akan membahayakan ikan karena akan terjadi gelembung-gelembung udara pada pembuluh darah (Watanabe, 1982 dalam Ayusta, 1982).

Keperluan organisme akan oksigen sangat bervariasi tergantung dari species, stadia dan aktivitasnya. Ikan nila, menurut Boyd, (1979) dapat hidup dalam perairan dengan kandungan O₂ tidak kurang dari 3 ppm. Secara umum kadar O₂ dalam budidaya ikan adalah 2 ppm dengan asumsi tidak ada bahan-bahan toksik yang masuk (Pescod, 1973).

Ammonia dan Nitrogen

Menurut (Boyd, 1979), ammonia-nitrogen di dalam perairan terdapat dalam bentuk terionisasi dan tidak terionisasi. Markens dan Dowing (1979, dalam Boyd, 1979) mengemu-

kakan bahwa ammonia tidak terionisasi toksik terhadap ikan dan ketoksisannya meningkat ketika kandungan O_2 terlarut rendah. Pescod (1973) menyatakan bahwa agar kehidupan ikan tidak terganggu maka kandungan ammonia di perairan sebaiknya kurang dari 1 ppm; bagi ikan nila kandungan amoniak 2,4 ppm masih dapat ditoleransi (Stickney, 1980 dalam Chervinski, 1982).

Total Kesadahan

Total kesadahan adalah total garam-garam Ca dan Mg yang terkandung dalam suatu perairan. Kesadahan antara 20 - 150 mg/l $CaCO_3$ eq adalah baik untuk menunjang kehidupan kebanyakan species ikan air tawar (Stickney, 1979).