

## PENGARUH LOGAM TERHADAP STATUS DARAH IKAN

Hirawati Muliani

Staf Pengajar Jurusan Biologi – FMIPA UNDIP, Kampus tembalang Semarang

---

### Abstrak

Polusi air merupakan penambahan material ke perairan yang akan mempengaruhi komposisi kimia, temperatur dan komposisi mikrobial. Beberapa jenis polusi ini, seperti benda-benda organik yang dapat membusuk, nutrisi berlebihan, padatan terlarut, bahan kimia toksik dan pencemaran termal, memiliki efek fisiologis terhadap ikan. Diantara bahan kimia toksik yang menyebabkan polusi tersebut adalah logam. Terdapat logam tertentu yang dapat mempengaruhi status darah ikan, antara lain cadmium, timbal, merkuri dan tembaga.

### Abstract

#### **Influence of metals in fish haematologic status**

Water pollution is the addition of something to the water bodies that alters its chemical composition, temperature, or microbial composition. The sorts of pollution that may have physiological effects on fish are : putrecible organic material, excessive nutrition, suspended solids, toxic chemicals and thermal pollution. Among toxic chemicals that cause pollution are metals. There were certain metal that can affect blood status on fish, those were cadmium, plumbum, mercuri, dan cuprum.

---

### PENDAHULUAN

Dari kenyataan yang ada banyak industri yang membuang limbahnya yang belum dikelola dengan baik dan banyak anggota masyarakat yang membuang limbah rumah tangganya secara sembarangan ke perairan. Hal ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas air di perairan tersebut karena mempengaruhi komposisi kimia, suhu, maupun komposisi mikrobial perairan tersebut. Dengan tercemarnya perairan tersebut maka hal ini akan membahayakan organisme yang hidup di perairan tersebut,

misalnya ikan dan dapat mempengaruhi proses fisiologisnya.

Kebugaran tubuh suatu hewan dapat dilihat dari aktivitasnya. Aktivitas suatu hewan dapat berhubungan dengan status darah hewan tersebut. Status darah dapat diamati dari kadar haemoglobin, nilai hematokrit dan jumlah eritrositnya.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka perlu kiranya dibahas mengenai perairan yang tercemar oleh logam berat yang manakah yang dapat mempengaruhi status darah ikan.

Beberapa macam polutan yang dapat mempunyai efek fisiologis pada ikan adalah :

**Benda-benda organik yang dapat membusuk.**

Benda-benda ini adalah karakteristik dari limbah domestik dan limbah industri yang tidak dapat diolah atau tidak diolah secara memadai. Diperlukan oksigen untuk dekomposisi mikrobial terhadap benda-benda organik ini.

Pengukuran kuantitatif oksigen yang diperlukan untuk dekomposisi ini disebut Biochemical Oxygen Demand (BOD). Pada saat nilai BOD tinggi karena adanya muatan organik yang besar maka kondisi oksigen terlarut akan rendah sehingga mempengaruhi fisiologi ikan.

**Nutrisi berlebihan.**

Pada lokasi dimana terdapat aliran agrikultural atau deterjen yang tidak terurai ke dalam perairan, maka pertumbuhan fitoplankton akan terstimulus karena kelebihan nutrisi, hal ini mengakibatkan terjadinya proses eutrofikasi, dimana fitoplankton sangat melimpah. Proses eutrofikasi ini menyebabkan perubahan pada oksigen terlarut di siang hari selama terjadi proses fotosintesis dan juga di malam hari karena adanya proses respirasi. Penggunaan oksigen untuk respirasi fitoplankton di malam hari dapat menyebabkan keadaan dimana oksigen terlarut menjadi sangat rendah di keesokan harinya, sehingga mempengaruhi fisiologi ikan.

**Padatan terlarut.**

Endapan lumpur dalam air dapat menjadi bagian dari padatan terlarut.

**Bahan kimia toksik.**

Bahan-bahan kimia toksik yang menyebabkan pencemaran, antara lain adalah : logam, klorin, sianida, ammonia, deterjen, pestisida, bifenil terklorinasi, hidrokarbon petroleum, asam dan basa, limbah pabrik pulp.

**Pencemaran thermal.**

Efek fisiologis suhu terhadap ikan adalah mempengaruhi keseimbangan asam basa darah, metabolisme sel dan adaptasi membran, dormansi pada suhu rendah (Heath, 1987).

**Logam**

Banyak logam dibutuhkan untuk fungsi fisiologis normal pada Mammalia, tetapi hanya dalam konsentrasi yang sangat rendah. Logam-logam ini adalah tembaga, besi, seng, yodium, mangan, kobalt, selenium dan krom. Hampir semua logam ini mempunyai fungsi yang sama pada ikan tetapi hanya dibutuhkan sedikit. (Heath, 1987).

Simkiss (1984) melaporkan bahwa logam-logam ringan seperti natrium, kalium dan magnesium merupakan logam dalam kelompok kelas A yang keterlibatannya dalam makhluk hidup menyangkut proses fisiologis. Logam kelas A ini biasanya masuk ke dalam tubuh hewan dengan cara difusi melalui membran. Sedangkan logam berat yang digolongkan ke dalam kelas B merupakan logam-logam yang terlibat dalam

proses enzimatis dan dapat menimbulkan pencemaran, misalnya tembaga, seng, kadmium, merkuri dan timah. Logam dalam golongan B ini dalam tubuh mahluk hidup biasanya terikat dengan protein (ligand binding) (Darmono, 1995).

Logam dapat masuk ke dalam perairan melalui limbah industri dan limbah tambang. Hujan asam dapat pula menyebabkan lepasnya logam dari tanah di sekitarnya (Heath, 1987).

Menurut Bryan (1984) dalam Darmono (1995), beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan racun logam berat terhadap ikan dan organisme air lainnya yaitu :

Bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut dalam air.

Pengaruh interaksi antara logam dan jenis racun lainnya.

Pengaruh lingkungan seperti suhu, kadar garam, pH, dan kadar oksigen dalam air.

Kondisi hewan, fase siklus hidup (telur larva, dewasa), besarnya organisme, jenis kelamin, dan kecukupan nutrisi.

Kemampuan hewan untuk beradaptasi terhadap racun, misalnya detoksikasi.

Ada beberapa logam yang dapat berpengaruh terhadap status darah ikan, antara lain kadmium, timah, merkuri, tembaga.

#### **Darah**

Pada umumnya ikan mempunyai volume darah yang lebih kecil daripada vertebrata lain. Pada Teleostei volume darah 2 - 4

ml/100 gram. Pada lamprey kira-kira 8,5 ml/100 gram, pada hagfish 17 ml/100 gram, pada Elasmobranchii 6 - 8 ml/100 gram. Beberapa peneliti menyatakan bahwa terdapat suatu penurunan filogenetik pada volume darah ikan. Teleostei yang lebih tinggi tingkatannya mempunyai sistem pembuluh yang lebih sempurna sehingga memerlukan darah dalam jumlah lebih sedikit untuk membawa oksigen dan material-material lainnya (Bardach et al., 1962).

Darah ikan membawa ion-ion anorganik dan sejumlah material organik seperti hormon, vitamin, dan protein plasma sebanyak 2 - 6 gram/100 ml. Protein plasma ini meliputi kedua bentuk alfa globulin seperti albumin, transferrin dan lain-lain. Protein plasma berperan dalam respon imun tertentu, menjadi buffer dan menjaga tekanan osmotik (Bond, 1979).

Konsentrasi osmotik darah ikan bervariasi sesuai dengan habitatnya dan berguna untuk osmoregulasi. Osmokonsentrasi darah Teleostei yang hidup di air tawar kurang dari 200 miliosmoles, dan pada species yang hidup di air laut lebih dari 400 miliosmoles. Sodium dan klorida adalah pendukung utama dari konsentrasi ini, sedangkan pendukung yang lebih kecil adalah potasium, kalsium, magnesium, urea dan asam-asam amino bebas. Beberapa ikan menaikkan konsentrasi NaCl untuk beradaptasi terhadap dingin, sedangkan beberapa ikan yang lain menaikkan konsentrasi komponen-komponen organik (Bond, 1979).

Penyusun seluler darah ikan adalah eritrosit dan leukosit. Eritrosit mendapatkan warna



karakteristiknya dari hemoglobin yang tersusun dari globin yaitu protein yang tidak berwarna dan pigmen heme yang berwarna merah kuning yang mengandung zat besi. Molekul hemoglobin pada Elasmobranchii dan Teleostei terbentuk dari 4 rantai kompleks (tetrametrik) dan mempunyai berat molekul 61.000 – 70.000; sedangkan hemoglobin pada lamprey lebih menyerupai myoglobin, yaitu hemoglobin pada jaringan otot yang monomerik dan mempunyai berat molekul 18.200. pada beberapa species ikan ditemukan lebih dari 1 jenis hemoglobin. Hemoglobin membawa oksigen dengan mengikatnya pada zat besi fero pada heme. Kombinasi tersebut reversibel, tergantung pada tekanan parsial oksigen. Ada beberapa ikan yang tidak mempunyai hemoglobin, yaitu chaenichthyid di Antartika dan larva leptocephalus belut (Bond, 1979).

Eritrosit ikan bernukleus dan berbentuk oval, hanya sedikit species yang mempunyai eritrosit berbentuk hampir bukat. Lamprey mempunyai eritrosit berbentuk bulat dengan diameter ( 9 mikron. Elasmobranchii mempunyai eritrosit besar, dengan panjang 20 – 27 mikron dan lebar 14 – 20 mikron. Eritrosit Teleostei pada umumnya mempunyai panjang 12 – 14 mikron dan lebar 8,5 – 9,5 mikron. Terdapat hubungan terbalik antara ukuran dan jumlah eritrosit. Jumlah eritrosit pada *Gobius exanthematus* 0,425.106/mm<sup>3</sup>. *Trematomus* mempunyai jumlah eritrosit 0,66.106mm<sup>3</sup> sampai 0,80.106mm<sup>3</sup>. Kebanyakan Teleostei mempunyai jumlah eritrosit 1.106/mm<sup>3</sup> sampai 3.106/mm<sup>3</sup> dengan mayoritas di bawah 2.106/mm<sup>3</sup>, tetapi beberapa species

ikan air laut yang aktif mempunyai jumlah eritrosit 4.106mm<sup>3</sup> sampai 6.106mm<sup>3</sup> (Bond, 1979).

Prosentase darah yang terdiri dari eritrosit disebut hematokrit, yang berkorelasi dengan jumlah eritrosit. Elasmobranchii mempunyai nilai hematokrit kurang dari 25%. Kebanyakan Teleostei mempunyai nilai hematokrit 20 – 30%. Beberapa Teleostei air laut seperti *Mugil cephalus* dan *Thunnus thynnus* mempunyai nilai hematokrit ( 42% (Bond, 1979).

Konsentrasi hemoglobin pada darah ikan biasanya 7 – 10 gram/100 ml (Bond, 1979). Anemia adalah keadaan dimana konsentrasi hemoglobin dalam darah rendah secara abnormal, dan hal ini dapat disebabkan karena pengurangan jumlah eritrosit ataupun karena jumlah hemoglobin yang tidak memenuhi syarat (Heath, 1987; Guyton, 1983).

Pada kebanyakan ikan, jumlah leukosit 0,15.106/mm<sup>3</sup>. Kisaran jumlah leukosit pada suatu species dapat besar, contohnya pada *Cyprinus carpio* jumlah leukosit diantara 0,032.106/mm<sup>3</sup> hingga 0,146.106/mm<sup>3</sup>. Leukosit terdiri dari granulosit, trombosit, limfosit dan monosit. Trombosit berperan dalam pembekuan darah, trombosit membawa suatu bahan kimia yang merubah prothrombin menjadi thrombin. Pada jenis ikan air laut trombosit berjumlah lebih banyak daripada jenis-jenis leukosit lain. Granulosit terdiri dari 3 macam, yaitu neutrophil, eosinophil dan basophil. Basophil jarang terdapat pada ikan kecuali pada sedikit species ikan air laut. Eosinophil tidak selalu

ada. Neutrophil umum terdapat pada kebanyakan spesies. (Bond, 1979)

Granulosit bersifat fagosit, berperan dalam memerangi penyakit dan jumlahnya meningkat bila ikan diinfeksi oleh bakteri. Limfosit terdapat pada makrofag fagositik dan sel plasma. Limfosit kecil aktif memproduksi protein. Limfosit dapat menyusun lebih dari 90% leukosit pada ikan karper dan ikan trout (Bond, 1979).

Hematokrit kadang-kadang disebut "packed cell volume" dan diukur dengan cara memusingkan sampel darah pada suatu sentrifus dan volume relatif sel terkumpul kemudian diukur. Untuk menghitung kadar hemoglobin, darah dianalisis setelah sel-selnya dihemolisis untuk melepaskan hemoglobin dalam larutan. Eritrosit dan leukosit dihitung dalam hemositomer yang sama digunakan untuk menghitung eritrosit dan leukosit manusia (heath, 1987; Guyton 1983).

Pembentukan sel-sel darah terjadi pada beberapa tempat. Eritrosit terutama terbentuk pada ginjal dan limpa. Leukosit terbentuk pada ginjal kebanyakan Teleostei, tetapi pada Elasmobranchii terbentuk pada organ Leydig. organ Leydig umumnya terdapat pada sepanjang oesofagus Elasmobranchii, tetapi pada ikan-ikan yang lain mungkin terdapat pada mesentrium, darah orbital, mening, dan dasar cranium. Pada beberapa species trombosit dibentuk dalam limpa (Bond, 1979).

Pengaruh Logam Terhadap Status Darah Ikan

#### Kadmium

Kadmium dapat menyebabkan anemia pada Mammalia karena kadmium dapat menghambat absorpsi zat besi dari usus, mekanisme ini juga terjadi pada ikan. Kadmium juga dapat menyebabkan abnormalitas pada bentuk sejumlah besar eritrosit. Hal ini memungkinkan terjadinya suatu kelainan pada organ pembentuk darah. Pendedahan pada kadmium juga menyebabkan peningkatan enzim delta amino asam levulinat dehidratase dalam ginjal, jadi awal sintesis hemoglobin tidak dihambat walaupun pada akhirnya terjadi anemia (Heath, 1987).

Setelah induksi anemia pada flounder, Larsson et al (1976) mendapatkan bahwa setelah 1 tahun diletakkan kembali pada air yang tidak terkontaminasi oleh kadmium anemia dapat diadukan, tetapi ternyata metabolisme tetap terganggu. Hal ini diduga karena kadmium telah menimbulkan kerusakan permanen pada sel-sel pensекреksi insulin dalam pankreas.

#### Timah

Timah dapat menyebabkan anemia pada Mammalia dengan cara menghambat sintesis haemoglobin dan memperpendek lama hidup dari eritrosit yang bersirkulasi. Timah menghambat enzim delta amino asam levulinat dehidratase (ALA-D) yang diperlukan pada tahap awal sintesis hemoglobin pada jaringan hemopoietik. Penghambatan enzim ini oleh timah sedikit



spesifik. Kespesifikan seperti ini jarang terjadi, sehingga pengukuran ALA-D pada eritrosit manusia diperlukan untuk memastikan diagnosa keracunan timah (Heath, 1987).

Pada ikan trout yang didedahkan pada timah dengan konsentrasi 10,75 dan 300 mikrogram/liter selama 30 hari menunjukkan terjadi anemia pada konsentrasi 300 mikrogram/liter. Setelah diamati ternyata hal ini disebabkan oleh karena adanya penghambatan 86% aktivitas enzim delta amino asam levulinat dihidratase, sedangkan pada konsentrasi timah yang lebih rendah hanya terjadi penghambatan aktivitas enzim sebesar 74% dan 21%. Karena pada penghambatan aktivitas enzim sebesar 74% tidak terjadi efek pada sintesis haemoglobin maka hal ini menunjukkan bahwa enzim delta amino asam levulinat dehidratase itu mempunyai kapasitas cadangan yang besar sehingga secara esensial fungsi normalnya tetap dijalankan walaupun hanya terdapat 25% aktivitas enzim (heath, 1987).

## Merkuri

Ikan winter flounder bass mengalami anemia jika dikenakan pada merkuri anorganik selama 60 hari. Merkuri cenderung berakumulasi dalam ginjal Teleostei dan diduga menghambat uropodfirinogen 1 sintetase, yaitu suatu enzim yang berperan dalam bersintesis heme. Merkuri juga mereduksi deformabilitas membran eritrosit yang dapat menyebabkan terjadinya destruksi awal eritrosit (heath, 1987).

Metil merkuri tampak kurang efektif dalam menyebabkan anemia walaupun metilmerkuri lebih toksik. Ketika ikan rainbow trout dikenakan pada air yang tercemar metilmerkuri 15 mikrogram/liter selama 75 sampai 119 hari, metilmerkuri ini berakumulasi di seluruh tubuhnya sebesar 3-12 mg/kg berat badan tetapi tidak ada efek hematologis yang terlihat. Metil merkuri pada ikan berikatan secara reversibel dengan hemoglobin dalam eritrosit dan reaksinya adalah dengan gugus-SH pada molekul hemoglobin, jadi mempunyai efek dalam pengikatan oksigen oleh hemoglobin, walaupun hal ini belum diketahui (Heath, 1987).

## Tembaga

McKim et al (1970) mengamati bahwa tembaga menaikkan nilai hematokrit kadar hemoglobin, dan jumlah eritrosit pada ikan trout yang didedahkan selama 60 hari pada konsentrasi jauh di bawah lethal konsentrasi 50. Dalam 21 hari nilai hematokrit kembali ke normal dan pada bulan ke 11 pendedahan yang terus menerus kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit juga kembali ke normal. Warwood (1980) juga melaporkan kenaikan nilai hematokrit pada ikan trout yang dikenakan pada tembaga, tetapi menduga bahwa perubahan ini terjadi karena adanya perpindahan air dari plasma ke sel otot sehingga terjadi hemokonsentrasi.

Studi McKim et al (1970) mendapatkan hal yang berlawanan, yaitu terjadi sedikit peningkatan air plasma. Karena tembaga digunakan untuk sintesis hemoglobin, maka

sedikit kelebihan tembaga dapat merupakan stimulator.

Pada mamalia kelebihan tembaga dapat menyebabkan anemia hemolitik dengan cara menghambat glikolisis dalam eritrosit, mendenaturasi hemoglobin, dan mengoksidasi glutathion. Karena eritrosit ikan mempunyai kapasitas aerobik yang lebih besar daripada Mammalia, maka mungkin eritrosit ikan tidak sesensitif eritrosit mamalia (Heath, 1987); Frandson, 1980).

#### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Beberapa logam berpengaruh terhadap status darah ikan.

Logam kadmium, timah dan merkuri menyebabkan anemia sedangkan tembaga menaikkan status darah ikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Bardach, J.E., Lagler, K.F., Miller, R.M., 1962 Ichthyology. John Wiley and Sons, New York.

Bond, C.E., 1979. Biology of Fishes., Saunders College Publishing, Philadelphia.

Darmono, 1995, Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup., Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.

Frandson, R.D., 1990. Anatomi dan Fisiologi ternak. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Guyton, 1983., Fisiologi. Penerbit E.G.C., Jakarta.

Heath, A.G., 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press, Boston.

Larsson, A., B. Bengtsson, O. Svanberg, 1976. Some haematological and biochemical effects of cadmium on fish, in Effects of Pollutants on Aquatic organisms. Lockwood, A.P.M., Ed., Cambridge University press, Cambridge.

McKim, J., G.M. Christensen, E.P. Hunt. 1970. Changes in the blood of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) after short and long-term exposure to copper. J. Fish Res. Bd. Can.

Warwood, K.G., 1980. Changes in hematocrit of rainbow trout exposed to various combinations of water hardness, pH, and copper. Trans Am. Fish Soc.