

Uji Toksisitas Asam Sulfat Alam Terhadap Ketahanan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Dan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dalam Media Tertutup

Hariyadi*

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Kristen Indonesia

*Penulis Korespondensi, email: hariyadikilis@gmail.com

Diterima: 15 Maret 2022; Disetujui: 14 April 2022

ABSTRAK

Tingginya konsentrasi suatu senyawa kimia di lingkungan perairan dapat menyebabkan keracunan terhadap organisme yang hidup di dalamnya. Salah satu senyawa kimia yang terdapat di lingkungan perairan adalah Asam Sulfat (H_2SO_4). Kadarnya yang tinggi di perairan diakibatkan oleh produksi SO_2 dari proses pembakaran, kemudian teroksidasi menjadi asam sulfat dalam air.

Penelitian ini bertujuan mengetahui konsentrasi asam sulfat terlarut dari perairan Danau Linow serta daya toksisitasnya terhadap respon biologi dua hewan uji yaitu Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) disamping pengaruh oksidasi buatan terhadap kadar asam sulfat. Sampel air dari Danau Linow dianalisis dalam dua parameter yaitu asam sulfat dan hydrogen sulfide. Pengamatan hewan uji meliputi prosentase mortalitas dan respon hewan uji.

Percobaan oksidasi buatan terhadap asam sulfat ditempatkan pada ember plastik dalam keadaan tertutup dengan 10liter air sampel yang berasal dari perairan Danau Linow yang telah diketahui konsentrasinya. Kemudian ditambahkan 200 ml Zn asetat sebagai pengawet H_2S . Aerator berkekuatan 150 – 160 Hz / 13,5 Watt.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow sangat beracun dan memiliki daya tosisitas yang tinggi. Dari kedua hewan uji tersebut ternyata ikan mujair lebih resisten terhadap asam sulfat daripada ikan mas.

Oksidasi buatan menggunakan aerator terhadap asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar asam sulfat dalam batas titik maksimum perlakuan 12 jam yang kemudian mengalami kenaikan kembali.

Kata kunci: Asam Sulfat, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis mossambicus*

ABSTRACT

The high concentration of a chemical compound in the aquatic environment can cause the organisms poisoning. One of the chemical compounds found in aquatic environments is Sulfuric Acid (H_2SO_4). Its high levels in the waters are caused by the production of SO_2 from the combustion process, then oxidized to sulfuric acid in water.

*This research aims to find out the concentration of dissolved sulfuric acid from the waters of Lake Linow and its toxicity to the biological response of two test animals, namely Goldfish (*Cyprinus carpio*) and Mujair Fish (*Oreochromis mossambicus*) in addition to the influence of artificial oxidation on sulfuric acid levels. Water samples from Lake Linow were analyzed in two parameters: sulfuric acid and hydrogen sulfide. Observation of test animals includes the percentage of mortality and response of test animals.*

Artificial oxidation experiments against sulfuric acid were placed on a plastic bucket in a sealed state with 10liters of sample water coming from the waters of Lake Linow whose concentration has been known. Then added 200 ml of Zn acetate as an H_2S preservative. The aerator has a power of 150 – 160 Hz / 13.5 Watts.

results showed that sulfuric acid derived from the waters of Lake Linow is highly toxic and has a high toxicity power. From the two test animals, it turned out that major fish are more resistant to sulfuric acid than goldfish.

oxidation using an aerator against sulfuric acid originating from the waters of Lake Linow greatly affects the decrease in sulfuric acid levels within the maximum point limit of 12 hours of treatment which then increases again.

Keywords : Sulfuric Acid, Cyprinus carpio, Oreochromis mossambicus

PENDAHULUAN

Senyawa kimia yang terdapat di alam akan mempengaruhi kehidupan organisme hidup. Salah satunya adalah asam sulfat (H_2SO_4). Asam sulfat terdapat hampir pada semua perairan. Biasanya danau-danau eutrop yang kaya akan asam sulfat mengandung banyak oksigen dan asam sulfida di daerah epilimnion. Gunung berapi, perairan kawah (sulfatar-sulfatar) mengandung kadar asam sulfat yang tinggi, dan dalam keadaan tanpa oksigen akan memungkinkan pembentukan asam sulfida¹.

Dalam air geotermal (panas bumi), asam sulfat kehadirannya selalu ada didapatkan 50 mg/kg dari air tersebut. Kadar asam sulfat yang tinggi terdapat di permukaan air. Asam sulfat yang berkonsentrasi tinggi dapat diakibatkan oleh produksi SO_2 banyak dari proses pembakaran kemudian teroksidasi menjadi asam sulfat dalam air².

Danau Linow di Kabupaten Minahasa propinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu jenis danau yang berasal dari kejadian vulkan. Hal ini ditandai dengan adanya sulfatar-sulfatar yang banyak ditemukan di sekitar danau, bahkan di tempat-tempat yang jauh dari danau juga dapat dijadikan indikator bahwa Danau Linow berkeasaman sangat tinggi, banyak mengandung senyawa asam sulfat dan asam sulfida.

Data dari Tim AMDAL Universitas Sam Ratulangi yang mengadakan penelitian bekerjasama dengan Pertamina dan Pengembangan Proyek Panas Bumi Lahendong tahun 1991, menyatakan bahwa derajat keasaman Danau Linow adalah tinggi antara 2-4. Hal ini dipastikan karena adanya aktifitas alam (sulfatar) yang banyak ditemukan di sekitar danau dan kadar ion SO_4 dapat mencapai 200 mg/l.

Untuk mengetahui tingkat toksisitas terhadap organisme hidup dapat dilakukan dengan uji hayati atau bioassay. Bioassay dalam laboratorium dapat menghasilkan informasi toksisitas bahan-bahan kimia secara tepat terhandalkan untuk pemantauan suatu pencemaran.

Asam sulfat bersifat toksik apabila dalam penggunaannya melebihi standar yang

telah ditentukan, gejala atau respon yang terjadi adalah gejala korosif³.

Menurut PP nomor 20 tahun 1990 tentang Baku Mutu air untuk air golongan A dan B, Konsentrasi Asam sulfat yang dianjurkan adalah 200 mg/l kadar maksimum 400 mg/l. Sedang untuk kriteria kualitas air golongan C dan D atau untuk keperluan perikanan dan pertanian tidak tercantum⁴.

Saat ini telah banyak keluhan yang disampaikan oleh para petani dan nelayan dimana ikan-ikan yang masih bisa hidup kulitnya luka-luka sedangkan populasi ikan khas Danau Linow makin berkurang. Untuk membuktikan bahwa asam sulfat merupakan salah satu faktor pencemaran perlu diadakan uji tosisitas asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow terhadap ikan. Dalam penelitian ini, hewan uji yang digunakan adalah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi asam sulfat terlarut yang berasal dari perairan Danau Linow, daya tosisitas asam sulfat, membandingkan nilai pengaruh asam sulfat terhadap dua macam hewan uji serta mengamati respon biologi yang terjadi. Penelitian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh oksidasi buatan terhadap asam sulfat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat: Tabung reaksi; Pipet Ukur; Pipet tetes; Kertas tissue; Buret; Labu erlenmeyer; Kertas grafik; Spektrofotometer; Kertas lakmus universal; Termometer; Botol Sampel; Gelas ukur; Aerator; Selang; Penyaring; Bak Aquarium 100 x 50 x 50, 40 x 25 x 25

Bahan: Sampel air (danau, sumur dan PDAM); Hewan uji; Pelet; 200 ml Zn asetat; 50 ml amino asam sulfat; 3 tetes $FeCl_3$; 1,6 ml $(NH_4)_2 HPO_4$; 5 ml conditioning reagent; Aquadest.

Pengambilan sampel secara acak dengan tujuan tertentu (Purposive random sampling) dengan kedalaman tertentu pada buangan air

limbah proyek eksplorasi Lahendong –5 dan pada perairan Danau Linow dalam satu stasiun dengan beberapa titik sampel.

Bersamaan dengan pengambilan sampel dilakukan pengukuran fisik air meliputi suhu dan pH. Air sampel untuk keperluan uji toksisitas dan oksidasi buatan diambil pula pada salah satu titik pengambilan sample yang diduga konsentrasi asam sulfatnya sangat tinggi. Semua sampel kemudian dianalisis dalam dua parameter masing-masing Asam sulfat dan Hidrogen Sulfida. Dari hasil analisis air sampel untuk keperluan uji toksisitas asam sulfat alam yang diperoleh dinyatakan sebagai perlakuan 100%, selanjutnya dibuat tingkatan konsentrasi perlakuan 95%, 75%, 50% dan 25%, dengan penambahan pelarut air sumur sebagai pengganti aquades, diambil di sekitar laboratorium. Masing-masing media berisi 10liter dengan 10 ekor hewan uji, selam pengujian air tidak diganti-ganti. Hewan uji terlebih dahulu diaklimatisasi. Selang tiga hari masa aklimatisasi diadakan penyeleksian hewan uji yang tak layak atau cacat dikeluarkan dari media. Pemberian makanan dihentikan 48 jam sebelum pengujian dilaksanakan.

Percobaan oksidasi buatan terhadap asam sulfat ditempatkan pada ember plastik dalam keadaan tertutup dengan 10liter air sampel yang berasal dari perairan Danau Linow

yang telah diketahui konsentrasinya. Kemudian ditambahkan 200 ml Zn asetat sebagai pengawet H₂S mudah menguap yang kemungkinan muncul, sebelum aerator dipasang kita harus menghubungkan selang dari tempat percobaan yang ujung-ujungnya telah dipasang batu tempat keluarnya udara dengan katup aerator. Aerator berkekuatan 150 – 160 Hz / 13,5 Watt. Pengambilan sampel dilakukan selang waktu 3, 9, 12, 24 jam. Sebelum pengambilan sampel dilakukan pengadukan menghindari kemungkinan terjadinya pengendapan, bersamaan dengan selang waktu pengambilan sampel dilakukan pengukuran pH. Sampel dianalisis dalam 2 parameter yaitu asam sulfat dan hidrogen sulfida.

Pengamatan dilakukan pada selang waktu 30 menit; 1, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 dan 96 jam. Hal-hal yang diamati yaitu: pengamatan utama yaitu prosentase mortalitas dan respon hewan uji serta pengamatan tambahan yaitu fisik media uji pH dan suhu.

HASIL PENELITIAN

Analisis Air Sampel

Hasil analisis air sampel dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Analisis Air Sampel

Air Limbah/ Stasiun titik	Konsentrasi H ₂ SO ₄ (ppm)	Konsentrasi H ₂ S (ppm)	Suhu (°C)	pH	keterangan
Limbah LHD5	176	-	45	8	
Titik I	412	-	30	2	
Titik II	214	0,026	33	2,5	
Titik III	196	0,012	33	4	Inlet
Titik IV	209	0,012	30	3	
Titik V	203	-	29	3,5	
Titik VI	211	-	28	3	
Titik VII	214	-	29	2,5	Outlet

Uji Toksisitas

Dari hasil analisa air sampel untuk keperluan uji toksisitas di ambil bersamaan dengan titik ke I, diperoleh konsentrasi asam sulfat 412 ppm dinyatakan menjadi konsentrasi 100 % dari alam. Selanjutnya diencerkan menjadi

konsentrasi 90% (370,8 ppm), 75% (309 ppm), 50% (206 ppm) dan 25% (103 ppm). Selain itu dibuat juga larutan kontrol tanpa kimia uji. Hasil lengkap uji hayati terhadap toksisitas asam sulfat dari perairan Danau Linow dalam nilai prosentase dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2: Prosentase Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Waktu pengamatan	Konsentrasi Kimia Uji											
	103 ppm		206 ppm		309 ppm		370,8 ppm		412 ppm		Kontrol	
	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
	(%)	%	(%)	%	(%)	%	(%)	%	(%)	%	(%)	%

30 Menit	-	100	-	100	-	100	-	100	10	90	-	100
1 Jam	-	100	-	100	-	100	20	80	70	30	-	100
3 Jam	-	100	100	-	100	-	100	-	100	-	-	100
6 Jam	-	100										100
9 Jam	-	100										100
12 Jam	-	100										100
24 Jam	16	74										100
48 Jam	90	10										100
72 Jam	100	-										100
96 Jam	100	-										100

Ket.: (-) = mati
(+) = hidup

Tabel 3: Prosentase Mortalitas Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Waktu pengamatan	Konsentrasi Kimia Uji											
	103 ppm		206 ppm		309 ppm		370,8 ppm		412 ppm		Kontrol	
	(-) (%)	(+) %	(-) (%)	(+) %	(-) (%)	(+) %	(-) (%)	(+) %	(-) (%)	(+) %	(-) (%)	(+) %
30 Menit	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100
1 Jam	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100
3 Jam	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100
6 Jam	-	100	-	100	33,6	63,4	70	30	100	-	-	100
9 Jam	-	100	30	70	56,6	43,4	90	10				100
12 Jam	-	100	73,3	26,7	100	-	100	-				100
24 Jam	-	100	100	-								100
48 Jam	-	100										100
72 Jam	-	100										100
96 Jam	-	100										100

Ket.: (-) = mati
(+) = hidup

Untuk menentukan nilai toksisitas, berdasarkan grafik semi logaritme menurut metode Deudroff, Sprague dan APHA yang lasim dipergunakan. Berupa grafik pemetaan mortalitas hewan uji untuk penentuan LC50. Dalam penentuan mortalitas untuk menentukan LC50, konsentrasi kimia uji diletakkan pada garis absis dan konsentrasi mortalitas dltakkan pada garis ordinat. Kemudian ditarik suatu garis dari bagian ordinat pada titik 50 % sebagai penentuan LC50. Nilai tosisitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Konsentrasi Akut Asam Sulfat terhadap Ikan Mas dan Ikan Mujair.

Waktu uji Dan tingkat uji	Nilai konsentrasi toksisitas akut	
	Ikan mas	Ikan mujair
LC50 – 30 Menit	-	-
LC50 – 1 Jam	394	-
LC50 – 3 Jam	103	-
LC50 – 6 Jam	-	334
LC50 – 9 Jam	-	285

LC50 – 12 Jam	-	152
LC50 – 24 Jam	-	103
LC50 – 48 Jam	58	-
LC50 – 72 Jam	45	-

Hasil penelitian ini secara nyata menunjukkan bahwa daya toksisitas asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linoww lebih besar terhadap ikan mas dari pada ikan mujair. Dengan kata lain, ikan mujair memiliki daya resistensi yang tinggi dibandingkan dengan ikan mas terhadap perlakuan sama yang diberikan.

Pengukuran kualitas air yang dilakukan pada media uji adalah suhu dan pH. Suhu media berkisar antara 20 °C – 24 °C. Sedangkan suhu ruangan berkisar 24 °C – 27 °C. Derajat keasaman setiap perlakuan berbeda-beda. Konsentrasi 412 ppm, pH berkisar 2 – 3; konsentrasi 370,8 ppm, pH berkisar 2,5 – 3; konsentrasi 309 ppm, pH berkisar 2,5 – 3; konsentrasi 206 ppm, pH berkisar 3,5 – 4 dan

konsentrasi 103 ppm, pH berkisar 4,5 – 5. pH mengalami kenaikan diduga akibat oksidasi asam sulfat pengaruh aerasi selama pengujian berlangsung.

Hasil pengamatan terhadap tingkah laku atau respon biologis hewan uji terlihat bahwa, pada perlakuan konsentrasi 206 – 412 ppm, hewan uji dalam media menunjukkan gerakan melompat – lompat, dengan gerakan renang tidak terarah, kemudian terdiam dengan bertambahnya waktu uji. Ketika diberikan sentuhan halus dengan batangan yang terbuat dari kaca ternyata belum mati. Pada saat-saat kritis seperti ini mulailah mengalami pendarahan pada celah insang, pangkal-pangkal sirip, daerah yang mengandung pembuluh darah kapiler, kulit mulai terkelupas dan kemudian mati yang disertai dengan keluarnya lendir yang cukup banyak, mata keputih-putihan terlihat agak menonjol, insang merah pucat, tutup insang sedikit mengembang dan mulut terbuka.

Telaah Oksidasi

Hasil analisa air sampel dengan parameter asam sulfat, asam sulfida dan pengukuran pH selama percobaan oksidasi buatan menggunakan aerator terhadap asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow, didapati hasil seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Asam Sulfat, Asam Sulfida dan Pengukuran pH pada Percobaan Pengaruh oksidasi Buatan Menggunakan Aerator terhadap Asam Sulfat Yang Berasal Dari Perairan Danau Linow.

Jam Pengambilan Sampel	Konsentrasi (PPM)		pH
	H ₂ SO ₄	H ₂ S	
0 Jam	412	-	2
3 Jam	163	-	2,5
9 Jam	148	0,002	3
12 Jam	121	0,010	3
24 Jam	134	0,017	3

Dari hasil penelitian percobaan pengaruh oksidasi buatan menggunakan aerator, didapati bahwa ternyata hal itu berpengaruh dalam proses penurunan Asam Sulfat, dan munculnya asam sulfida. Penurunan kadar asam sulfat pada penelitian ini dihasilkan pada batas maksimum waktu pengoksidasian, kemudian mengalami kenaikan kembali, sedangkan asam sulfida terus mengalami kenaikan.

Pembahasan

Toksitasitas asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow terhadap hewan uji dalam penelitian ini dinyatakan oleh LC50 dalam selang waktu uji 30 menit – 72 jam. Dari hasil ini terlihatlah perbedaan sangat nyata kemampuan hewan uji terhadap daya toksisitas asam sulfat tersebut. Asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow tergolong senyawa beracun yang memiliki daya toksik tinggi. Dalam penelitian ini, kemungkinan terakumulasinya asam sulfat dalam proses metabolisme sebagian besar melalui oral (mulut) sedang yang melalui kulit relatif kecil.

Perubahan temperatur media uji relatif kecil sehingga pengaruhnya dianggap sangat kecil pula. PH media uji berkisar 2 – 5 sangat berpengaruh sekali menjadi penentu untuk pemasukan atau pengotoran asam sulfat terhadap substrat (hewan uji).

Tingkah laku atau respon biologis antara lain kegelisahan berenang dan melompat-lompat kemungkinan diakibatkan oleh rangsangan saraf dalam rongga olfactoricus yang banyak mengandung indera peka terhadap zat kimia yang larut dalam air.

Pendarahan yang terjadi pada celah-celah insang dan pangkal-pangkal sirip diakibatkan pecahnya pembuluh-pembuluh darah kapiler di sekitar tempat tersebut. Kita ketahui darah mempunyai fungsi utama dalam proses pengangkutan oksigen oleh hemoglobin darah yang dikenal oksihemoglobin.

Menurut Ariens, Mutscher dan Simonis (1978), jika darah ditambah ozon, klorat, nitrit, sulfanomida, sulfur dan lain-lain, atau zat pengoksidasi lainnya, akan terbentuk methemoglobin pada persenyawaan ini. Besi yang ada dalam hemoglobin berbentuk ferro (Fe²⁺) dioksidasi menjadi bentuk ferri (Fe³⁺) secara otomatis hemoglobin tidak dapat lagi mengikat oksigen. Apabila mengalami kejenuhan, aktifitas hidup pun akan terhenti⁵.

Selain methemoglobin, ada juga yang disebut sulfhemoglobin. Terjadi jika senyawa yang mengandung sulfur, termasuk asam sulfat dan zat pembentuk methemoglobin (contoh asetanilid atau turunannya) bersama-sama dipergunakan. Akan menyebabkan darah berkeasaman tertentu sehingga tidak lagi mempunyai kemampuan untuk mengikat oksigen. Organisme atau hewan uji mengalami saat-saat kritis ini lama-kelamaan akan mengalami kematian.

Kulit berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap banyaknya zat yang terlarut dalam air. Asam sulfat bekerja sebagai korosif kuat, dapat pula mengubah harga pH lokal yang kuat dan keratin kulit, disertai rusaknya selaput lendir (mucosa) yang menimbulkan pembengkakan. Ini disebabkan adanya penyerapan air yang lama kelamaan kulit akan terkelupas. Lendir pun banyak keluar dari selaput lendir yang rusak pada seluruh permukaan tubuh.

Oksidasi buatan sangat berpengaruh sekali dalam proses penurunan kadar asam sulfat dari perairan Danau linow. Mula-mula asam sulfida tidak terdapat. Setelah proses oksidasi buatan menggunakan aerator berlangsung selama 9 jam mulailah nampak, walaupun skalanya kecil sekali yang selanjutnya mengalami kenaikan selama percobaan berlangsung.

Penurunan kadar asam sulfat terjadi pada batas titik maksimum perlakuan jam ke- 12 yang kemudian mengalami kenaikan. Dalam penelitian ini asam sulfat selain dapat membentuk asam sulfida, diduga dapat berikatan dengan unsur-unsur atau senyawa-senyawa lainnya yang ada dalam badan air tersebut. Hal ini ditandai dengan adanya kenaikan pH dari 2 menjadi 3 kemudian konstan, penmurunan kadar asam sulfat yang tidak sebanding dengan asam sulfida muncul.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Danau Linow dapat dikategorikan sebagai salah satu danau asam di Indonesia.

Kandungan asam sulfatnya antara 196 – 412 ppm. Derajat keasamannya berkisar 2 – 4 sedangkan suhu berkisar 28 °C – 33 °C.

2. Pengujian biologis terhadap ikan mas dan ikan mujair sangat efektif dalam pemantauan pencemaran. Ternyata asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow sangat beracun dan memiliki daya tosisitas yang tinggi. Ikan mujair lebih resisten terhadap asam sulfat daripada ikan mas. Dapat dipastikan populasi kedua jenis ini, tidak terdapat lagi di Danau Linow.
3. Oksidasi buatan menggunakan aerator terhadap asam sulfat yang berasal dari perairan Danau Linow sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar asam sulfat dalam batas titik maksimum perlakuan 12 jam yang kemudian mengalami kenaikan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tangka F. dan OM. *Limnologi Dasar*. Universitas Sam Ratulangi; 1995.
2. Shappard D. SG. *Methods for The Analisis of Geothermal and Vulcanic and Gases*. Lower hutt; 1983.
3. T. D. *Farmakologi Dan Terapi*. Gaya Baru Jakarta; 1987.
4. Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah No 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air. *Lembaran Negara Republik Indones*. 1990;(20).
5. Ariens, E.J., E. Mutschler. AMS. *Allgemeine Toksikologi*. (Verlag EEGT, ed.).