

BIOKONSENTRASI LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu) DAN POLA KONSUMSI IKAN MUJAIR DI WILAYAH DANAU RAWAPENING

Ailsa Devina Rosahada, Budiyo, Nikie Astorina Yunita Dewanti

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Diponegoro

Email: ailsadevina.ad@gmail.com

*People near Rawapening usually make a living by doing agricultural, livestock and fishing in Rawapening. However, some of these activities can increase the copper pollution in the lake's water. On the other hand, water qualities are one of the most important factors in fishery, because it can have an effect to human's health. The aim of this research is to know the bioconcentration value of copper in *Oreochromis mossambicus* at Rawapening and maximum limit of daily consumption of fish which is safe for human. Sampling was done by purposive sampling by buying catches to fishermen directly and through collectors. Measurement of copper concentration in water and fish used the Atomic Absorption Spectrophotometry method. Concentration of copper in water at Rawapening has exceeded the quality standard of government regulation in Indonesia Number 82 of 2001 which was equal to 0.063 mg/l. Concentration of copper in *Oreochromis mossambicus* has exceeded the quality standard of Indonesia National Standard which was equal to 0.6 mg/kg. Bioconcentration of *Oreochromis mossambicus* in Rawapening was equal to 10.26. The BCF category the Cu metals fall into the category of low accumulation. The maximum daily consumption limit of catch fish in Rawapening was 3.280 g/day for adult women and 3.900 grams/day for adult men. The average consumption of Rawapening community was 218 ± 37 grams/day and the median value 225 ± 37 grams/day. This research can be concluded that copper have low category accumulation and average daily consumption of people near Rawapening remains below the safe limit.*

Keywords : Rawapening Lake, Copper, Mujair, Bioconcentration, Daily Consumption Maximum, Pattern of Consumption

PENDAHULUAN

Danau Rawapening merupakan badan air permukaan alami yang terletak di Kabupaten Semarang. Danau tersebut dikelilingi oleh empat kecamatan yaitu Kecamatan Ambarawa, Kecamatan Tuntang, Kecamatan Bawen dan Kecamatan Banyubiru. Sumber air Danau Rawapening berasal dari air hujan, air tanah, dan aliran sungai yang berasal

dari sembilan sub daerah aliran sungai (DAS). Kegiatan masyarakat yang dilakukan di sekitar Danau Rawapening seperti industri kayu, perkebunan, irigasi persawahan, pembuangan limbah cair rumah tangga, perikanan, dan pariwisata dapat menyebabkan kontaminasi logam berat Cu di perairan danau.¹

Penelitian yang dilakukan oleh Marthana di Danau Rawapening pada tahun 2014 mendapatkan hasil bahwa kandungan logam berat Cu dalam air telah melampaui baku mutu PPRI No.81 Tahun 2001 yaitu sebesar 2,032 mg/l, sedangkan baku mutu kandungan Cu untuk perairan kelas II pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 adalah sebesar 0,02 mg/l.^{2,3} Setelah dilakukan pengukuran terhadap kadar tembaga (Cu) dalam air Danau Rawapening pada tanggal 10 – 13 Maret 2018, diperoleh hasil bahwa terjadi peningkatan kandungan logam berat tembaga (Cu) di Danau Rawapening dari pengukuran yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Soeprbowati pada tahun 2011 mendapatkan hasil kandungan tembaga (Cu) pada air Danau Rawapening sebesar 0,049 mg/l menjadi 0,063 mg/l.⁴

Kontaminasi logam berat Cu di Danau Rawapening sangat berpengaruh terhadap hasil produksi ikan tangkap yang biasa digunakan masyarakat setempat sebagai mata pencaharian. Logam berat yang berada di dalam air dapat terakumulasi di dalam tubuh organisme air, akumulasi ini dapat terjadi secara langsung (masuk melalui insang dan kulit) atau biasa disebut dengan biokonsentrasi maupun secara tidak langsung atau biomagnifikasi (masuk melalui jalur oral).⁵

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan ikan yang mayoritas didapatkan oleh para pemancing di Danau Rawapening. Ikan mujair yang didapat oleh para nelayan biasanya langsung dijual

kepada masyarakat sekitar ataupun dikonsumsi sendiri.

Ikan mujair merupakan jenis ikan omnivora sehingga di dalam ekosistem Danau Rawapening ikan tersebut berada pada tingkat trofik 1. Selain memakan tumbuhan, cacing, dan plankton, ikan mujair juga memangsa ikan-ikan yang berukuran lebih kecil dari tubuhnya. Hal tersebut menyebabkan akumulasi logam berat pada tubuh ikan mujair menjadi lebih tinggi karena terjadi penumpukkan logam yang berasal dari kandungan logam dalam tubuh biota-biota air lain. Logam berat yang masuk ke dalam ikan tersebut akan terakumulasi dalam waktu yang cukup lama.⁶

Tembaga yang terkandung di dalam tubuh ikan akan dikonsumsi manusia melalui jalur oral. Kemudian tembaga tersebut secara cepat memasuki aliran darah dan didistribusikan ke seluruh tubuh. Meskipun tembaga merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan oleh manusia untuk metabolisme dalam hemoglobin dan dapat diekskresikan melalui rambut, keringat, darah menstruasi, feses serta urine akan tetapi proses tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga logam berat tersebut dapat terakumulasi di dalam jaringan tubuh terutama pada bagian hati dan ginjal. Oleh sebab itu, apabila konsentrasi logam tembaga yang masuk ke dalam tubuh tinggi maka tembaga tersebut akan bersifat racun di dalam tubuh karena akan sulit terekskresikan.⁷

Pengukuran nilai biokonsentrasi tembaga (Cu) diperlukan untuk melihat tingkat akumulasi ikan mujair terhadap logam tembaga (Cu) di dalam tubuhnya sehingga dapat melihat tingkat pencemaran tembaga

(Cu) pada Danau Rawapening dan memperkirakan jumlah konsumsi ikan yang aman bagi masyarakat sekitar Danau Rawapening.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah studi deskriptif analitik. Pengambilan sampel dilakukan dengan tehnik *purposive sampling*. Dalam penelitian ini populasinya adalah seluruh ikan (*Oreochromis mossambicus* mujair yang terdapat di Danau Rawapening, sedangkan sampelnya adalah ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di luar karamba yang tergolong kategori dewasa (memiliki panjang 15 – 20 cm dan berat 200 – 300 gram). Pengujian kandungan tembaga (Cu) pada daging ikan menggunakan metode *Atomic Absorbption Spectrophotometry* (AAS).

Sampel air diambil menggunakan metode *grab* atau sampel sesaat pada tiga titik wilayah danau, yaitu titik wilayah Desa Bejalen, titik outlet Sungai Panjang, dan titik inlet Sungai Tuntang. Pengujian kandungan tembaga (Cu) pada daging ikan menggunakan metode *Atomic Absorbption Spectrophotometry* (AAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pad Air Danau Rawapening

Tabel 1. Titik pengambilan Sampel Air Danau Rawapening

Stasiun	Kadar Cu
Inlet Sungai Tuntang	0,02 mg/l
Outlet Sungai Panjang	0,11 mg/l
Desa Bejalen	0,06 mg/l

Hasil pengukuran kandungan logam tembaga pada air Danau

Rawapening menunjukkan bahwa kandungan tembaga pada air Danau Rawapening berkisar antara 0,02 mg/l – 0,11 mg/l, rata-rata kandungan tembaga pada air danau tersebut adalah sebesar 0,063 mg/l dan nilai mediannya sebesar 0,06 mg/l melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 yaitu sebesar 0,02 mg/l.

Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Rawapening

Tabel 2. Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pad Air Danau Rawapening

	Kadar Cu
Min	0,002 mg/kg
Max	1,57 mg/kg
Mean	0,6 mg/kg
Median	0,61 mg/kg

Hasil pengukuran kandungan logam tembaga pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Rawapening menunjukkan bahwa kandungan tembaga pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Rawapening berkisar antara 0,002 – 1,57 mg/kg. Hanya terdapat tiga ekor ikan yang tidak melebihi baku mutu tembaga dalam makanan menurut SNI yang sebesar 0,3 mg/kg. Rata-rata kandungan tembaga pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) danau tersebut adalah sebesar 0,6 mg/kg dan nilai mediannya sebesar 0,61 mg/kg melebihi baku mutu yang ditentukan oleh SNI.

Tingginya kadungan tembaga pada air Danau Rawapening disebabkan oleh beberapa faktor,

yaitu: pencemaran dari limbah bekas cucian rumah tangga yang berasal dari sabun deterjen, sabun cuci piring, cairan pemutih dan pelembut yang dibuang secara langsung ke danau; limbah perkebunan berupa sisa peptisida; limbah peternakan yang berasal dari kotoran, pakan dan minuman ternak yang menggunakan Cu untuk memenuhi kebutuhan Cu pada hewan ternak; limbah industri kayu yang menggunakan bahan pengawet kayu; limbah kotoran manusia; dan penggunaan pupuk NPK dalam pertanian di sekitar Danau Rawapening yang diduga merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya fluktuasi kandungan tembaga pada air Danau Rawapening.^{8,9,10}

Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Rawapening

Bioconcentration factor (BCF) adalah kemampuan organisme dalam mengakumulasi bahan kimia atau polutan dalam tubuhnya. BCF juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara konsentrasi polutan pada lapisan tubuh organisme (C_t) dengan konsentrasi bahan kimia pada air dimana organisme tersebut tinggal (C_w). Biokonsentrasi tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BCF = C_t \div C_w$$

Keterangan :

- C_t = polutan pada lapisan tubuh organisme
 - C_w = konsentrasi bahan kimia pada air dimana organisme tersebut tinggal
- Perhitungan nilai faktor

Tabel 3. Nilai Biokonsentrasi Logam Berat Tembaga dalam Tubuh Ikan Mujair

	BCF
Min	0,032
Max	24,92
Mean	10,26
Median	10

Hasil pengukuran perbandingan kandungan logam tembaga pada air dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Rawapening menunjukkan bahwa nilai BCF pada ikan mujair adalah berkisar antara 0,032 - 24,92 dan memiliki rata-rata BCF sebesar 10,26 mg/l. Nilai BCF tersebut termasuk ke dalam tingkatan BCF rendah karena <100 , sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat akumulasi ikan mujair di Danau Rawapening terhadap logam berat tembaga (Cu) masih dalam tingkat rendah.

Tingkat biokonsentrasi ikan terhadap tembaga (Cu) yang rendah dapat disebabkan oleh tingginya kandungan Cu pada tubuh ikan yang diikuti oleh tingginya konsentrasi Cu pada perairan Danau Rawapening. Perbandingan antara konsentrasi tembaga dalam tubuh ikan dan tembaga dalam air tersebut menunjukkan tingkat akumulasi kategori akumulasi rendah.

Tingkat akumulasi ikan mujair yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain laju *intake* ikan mujair terhadap tembaga yang rendah, laju metabolisme meningkat dan Cu dimanfaatkan dalam pembentukan hemoglobin, maupun laju ekskresi yang lebih cepat dibandingkan dengan laju absorpsi.

Konsumsi Maksimal Ikan Mujair

Batasan maksimum konsumsi ikan yang telah terakumulasi logam berat penting untuk diketahui, sehingga dapat mencegah dampak negatif bagi kesehatan manusia yang mengonsumsinya. Berdasarkan ketetapan US *Environmental Protection Agency* (USEPA), nilai referensi dosis (Rfd) digunakan sebagai penentuan batas maksimum konsumsi ikan. Batasan maksimum konsumsi ikan dihitung berdasarkan rata-rata berat badan responden. Rata-rata berat badan untuk wanita dewasa seberat 53 kg dan pria dewasa seberat 63 kg.⁷⁰ Perhitungan batas maksimum tingkat konsumsi ikan yang mengandung timbal (Cu) adalah sebagai berikut¹¹:

1. Batas Konsumsi Maksimal untuk Wanita

$$\begin{aligned}
 CR_{lim} &= \frac{RfD \times BW}{Cm} = \\
 &= \frac{0,0371mg/kg-hari \times 53 kg}{0,6 mg/kg} \\
 &= 3,28 kg/hari
 \end{aligned}$$

2. Batas Konsumsi Maksimal untuk Pria

$$\begin{aligned}
 CR_{lim} &= \frac{RfD \times BW}{Cm} = \\
 &= \frac{0,0371mg/kg-hari \times 63 kg}{0,6 mg/kg} \\
 &= 3,90 kg/hari
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa konsumsi ikan mujair yang terkontaminasi oleh tembaga yang aman bagi wanita dewasa adalah sebanyak 3.280 gram/hari dan batas aman bagi pria adalah sebanyak 3.900 gram/hari.

Pola Konsumsi Masyarakat Sekitar Danau Rawapening

Tabel 4. Banyak Konsumsi Ikan Mujair Masyarakat Danau Rawapening (gram)

	Jumlah Konsumsi
Min	75±37
Max	300±37
Mean	225±37
Median	218±37

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat sekitar Danau Rawapening mengonsumsi ikan mujair antara 200 gram – 1200 gram dalam sehari. Nilai median dari konsumsi ikan mujair dalam sehari adalah sebesar 218±37 gram/hari dan nilai rata-ratanya sebesar 225±37 gram/hari. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan jumlah konsumsi harian maksimal yang sebesar 3.280 gram/ hari bagi wanita dewasa dan 3.900 gram/hari bagi pria dewasa, jumlah rata-rata konsumsi masyarakat di sekitar Danau Rawapening tersebut dapat dikatakan masih dalam batas aman

Namun meskipun asupan harian ikan yang mengandung tembaga tersebut masih dalam batas aman, konsumsi makanan yang terkontaminasi tembaga (Cu) dalam jangka panjang di bawah persyaratan yang telah direkomendasikan dapat menyebabkan beberapa penyakit seperti anemia, neutropenia, dan demineralisasi tulang pada anak yang kekurangan gizi. Selain itu menurut WHO pajanan tembaga lewat oral sebesar 0,011 mg/kg dapat menimbulkan gejala

gangguan gastrointestinal seperti mual, muntah, diare, dan nyeri perut. Gejala tersebut mulai timbul ketika paparan terjadi selama kurun waktu 1 – 2 minggu.⁷

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan tembaga (Cu) pada air Danau Rawapening memiliki nilai rata-rata sebesar 0,063 mg/l dan nilai median sebesar 0,06 mg/l yang telah melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 untuk perairan kelas II yang dimanfaatkan untuk budidaya ikan. Selain itu kandungan tembaga (Cu) pada ikan mujair di Danau Rawapening juga telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh SNI yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 0,6 mg/kg dan nilai median sebesar 0,61 mg/kg.

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Rawapening memiliki tingkat akumulasi rendah terhadap tembaga (Cu), hal tersebut dapat dilihat dari nilai biokonsentrasi tembaga pada ikan mujair hasil tangkapan dari Danau Rawapening yaitu sebesar 10,26 yang termasuk ke dalam tingkat biokonsentrasi rendah.

Batas konsumsi maksimal terhadap daging ikan mujair hasil tangkapan dari Danau Rawapening adalah sebanyak 3.280 gram/hari untuk wanita dewasa dan 3.900 gram/hari untuk pria dewasa. Pola konsumsi masyarakat sekitar Danau Rawapening terhadap ikan mujair dari Danau Rawapening memiliki

nilai rata-rata sebesar 218±37 gram/hari dan median sebesar 225±37 gram/hari.

Saran dalam penelitian ini adalah konsumsi ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) masih dalam batas aman, sehingga kebiasaan makan tersebut dapat dilanjutkan namun dengan catatan kondisi tersebut dapat berubah sewaktu-waktu tergantung kepada beban pencemaran yang terdapat di Danau Rawapening.

DAFTAR PUSTAKA

1. Soeprbowati TR, Suedy SWA. Status Trofik Danau Rawapening dan Solusi Pengelolaannya. *Sains Mat.* 2010;18(4):158–69.
2. Marthana WSM, Soeprbowati TR, Izzati M. Bioakumulasi Timbal (Pb) oleh *Hydrilla verticillata* L.f. Royle di Danau Rawapening, Ambarawa Semarang. Vol. 22, *Jurnal Sains dan Matematika.* 2014. p. 52–9.
3. Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta; 2001.
4. Soeprbowati TR. Variabilitas Keanekaragaman dan Distribusi Vertikal Diatom Danau Rawapening. *Sains dan Matematika.* 2011;19(3).
5. Connel DW, Miller GJ. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.* Jakarta: Universitas Indonesia Press; 2006.

6. Mukhtasor. Pencemaran di Pesisir Laut. Jakarta: Pradnya Paramita; 2007
7. WHO. Copper in Drinking-water. America (NY). 2011;3:23.
8. Parmiko IPM, Siaka I made, Suarya P. Kandungan Logam Cu dan Zn dalam Tanah dan Pupuk serta Bioavailabilitasnya dalam Tanah Pertanian di Daerah Bedugul. Jurnal Kimia. 2014;8(1):91–6.
9. Zainal A. Pentingnya Mineral Tembaga (Cu) dalam Tubuh Hewan. Wartazoa. 2007;17(2):93–9.
10. Parmiko IPM, Siaka I made, Suarya P. Kandungan Logam Cu dan Zn dalam Tanah dan Pupuk serta Bioavailabilitasnya dalam Tanah Pertanian di Daerah Bedugul. Jurnal Kimia. 2014;8(1):91–6.
11. Us-Epa. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 1: Risk assessment and fish consumption limits, 3rd edition. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. 2000;1(4305):823-NaN-00–008.