

HASIL PENELITIAN**PENDUGAAN KANDUNGAN MERKURI DAN SIANIDA DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BUYAT MINAHASA**Bobby J. Polii¹ & Desmi N. Sonya²¹ Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi² Alumni Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi

Abstract. Since 1900, gold mining activity has been conducted in northern Sulawesi. The activity can be grouped into (1) small-scale, and (2) large-scale activities. Both activities may increase income for local government, opportunity for labor and investment, which give positive impact to other economic activities. However, the mining activity may give negative impact to environment, such as landscape changes, destruction of watershed, potentially as a source of pollutants and other dangerous and toxic substances. Mercury (Hg) and cyanide (CN) are two of pollutants generate from mining activity. Uncontrolled uses of both (mercury and cyanide) pollutants may pollute the environment and the pollutants may accumulate into marine organism food chance.

Keywords: Mercury (Hg), Cyanide (CN), Gold mining.

PENDAHULUAN

Sungai merupakan lingkungan perairan yang sering digunakan manusia untuk berbagai keperluan, diantaranya sebagai tempat untuk membuang hasil sampingan, sehingga secara tidak langsung dapat masuk ke perairan laut. Wilayah perairan laut merupakan zona terdepan yang bertindak sebagai penerima tekanan dari berbagai aktifitas manusia, baik aktifitas di darat maupun di perairan laut, semuanya itu dapat mempengaruhi kualitas perairan. Menurut Hutabarat dan Stewart (1984), pengelolaan yang berlebihan terhadap sumber-sumber alam di daratan akan mengakibatkan kerusakan yang hebat di lautan.

DAS Buyat sebagai suatu kawasan yang terletak di antara Ratatotok dan Buyat dengan Sungai Buyat sebagai sungai utama yang melewati daerah pertambangan emas dan bermuara di Teluk Buyat. Usaha penambangan tersebut ada yang dikelola

secara tradisional dengan menggunakan merkuri, dan limbah yang dihasilkan tanpa dikelola langsung dibuang ke lingkungan. Sedangkan usaha yang dikelola secara modern dengan menggunakan sianida, dan limbah yang dihasilkan terlebih dahulu dikelola kemudian dibuang ke lingkungan. Secara tidak langsung aliran Sungai Buyat turut berperan dalam masuknya bahan pencemar berupa merkuri dan sianida yang berasal dari daerah pertambangan ke perairan Teluk Buyat.

Merkuri dan Sianida dapat mengakibatkan kerugian apabila berada dalam jumlah yang melebihi Baku Mutu Lingkungan. Kadar merkuri di perairan dapat mengkonsumsi ikan, ganggang dan tumbuhan air. Hal ini sangat berbahaya apabila manusia dikonsumsi ikan tersebut, karena secara tidak langsung manusia telah mengumpulkan merkuri sehingga dapat merusak otak dan menyebabkan cacat pada

bayi. Peningkatan kadar Sianida dapat merusak struktur membran.

Menyadari akan bahayanya pencemaran yang disebabkan adanya kandungan Merkuri dan Sianida yang berlebihan di lingkungan perairan, maka dilakukan penelitian untuk dapat mengetahui kandungan Hg dan CN di DAS Buyat dan di sekitar Teluk Buyat.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan rekomendasi mengenai kandungan Merkuri dan Sianida di DAS Buyat Kabupaten Minahasa.

Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah yang dipindahkan dari wilayah lainnya oleh pemisah topografi yang menampung dan menyimpan air hujan yang jatuh di atasnya untuk kemudian dialirkan melalui titik pelepasan di sungai yang selanjutnya ke danau atau ke laut (Sudaryanto, 1982).

Daerah aliran sungai juga dapat didefinisikan sebagai wilayah pengelolaan yang membentang dari puncak-puncak pegunungan hingga ke daerah pantai dan bahkan ke lokasi terumbu karang di luar batas alamiah suatu DAS (Brooks *dkk.*, 1994 *dalam* Asdak., 1995).

Pengelolaan DAS perlu dirumuskan dengan baik sehingga keluaran (output) yang dihasilkan dapat memberi dampak yang baik. Adanya perubahan penggunaan lahan di daerah hulu dapat memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit air dan sedimen serta material terlarut (Asdak, 1995). Hal yang sama juga terjadi di DAS Buyat dimana adanya kegiatan penambangan emas baik yang bersifat tradisional maupun modern selain berpengaruh pada debit juga dapat mengakibatkan pencemaran air akibat adanya Merkuri dan Sianida sehingga dapat menurunkan kualitas air daerah aliran sungai.

Pencemaran Limbah Pertambangan

Limbah yang dihasilkan pada pertambangan biji emas biasanya mengandung bahan kimia beracun (toksik) dari logam-logam berat dan Sianida. Pada proses pertambangan, merkuri dan sianida digunakan untuk mengikat emas. Ginting (1999) menyatakan bahwa selain unsur-unsur logam berat berbahaya, unsur utama yang harus diperhatikan dan sangat berbahaya yang selalu dikandung oleh limbah pertambangan emas adalah Merkuri dan Sianida. Ini dapat ditunjukkan oleh sifat dan kimia bahan tersebut baik dari jumlah maupun kualitasnya.

Merkuri (Hg)

Merkuri mempunyai nama Hydragyrum yang berarti perak cair. Di alam dalam jumlah besar lebih banyak ditemukan dalam mineral. Diantaranya yang dihasilkan dari bijih Sinabar (HgS). Palar (1994) mengemukakan bijih Sinabar mengandung unsur merkuri antara 0,1%-4%. Merkuri diproduksi dengan membakar merkuri sulfida (HgS) di udara (Fardiaz, 1992), dengan reaksi :



Sifat-sifat Merkuri

Secara umum merkuri berwujud cair pada suhu kamar (25⁰C) dengan titik beku paling rendah -39⁰C dan masih berwujud cair pada suhu 196⁰C, merupakan logam yang paling mudah menguap jika dibandingkan dengan logam-logam yang lain. Dapat melarutkan bermacam-macam logam untuk membentuk "alloy" yang disebut dengan "amalgam".

Di alam merkuri terdapat dalam bentuk gabungan dengan elemen lain dan jarang ditemukan dalam bentuk bebas. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa merkuri di alam terdapat dalam bentuk merkuri anorganik dan merkuri organik.

Dampak Pencemaran Merkuri

Adanya peningkatan pemakaian merkuri terutama dalam bidang pertambangan dapat meningkatkan jumlah merkuri di alam, sehingga melampaui batas baku mutu yang ditentukan. Palar (1994) menegaskan pemakaian merkuri yang semakin luas, mengakibatkan makin mudah organisme mengalami keracunan.

Secara alamiah merkuri dan logam-logam lain terdapat di lingkungan umumnya berasal dari kegiatan gunung api. Keberadaan logam selain karena adanya aktifitas gunung api juga dapat berasal dari kegiatan pertambangan. Namun demikian masuknya merkuri ke dalam lingkungan secara alami masih dapat ditolerir alam. Di alam siklus merkuri dipermudah oleh sifat volatil dan daya larut merkuri klorida di dalam air. Butcher *dkk.* (1994), menyatakan bahwa merkuri berada di lingkungan oleh karena adanya aktifitas gunung api, volatilisasi dari tanah dan permukaan laut, dan dari proses industrialisasi seperti peleburan logam dan pembakaran minyak fosil. Untuk lebih jelasnya siklus di lingkungan dapat dilihat pada Gambar 1.

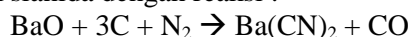
Menurut Hutagalung (1985) dalam Rompas (1995), secara alami unsur-unsur logam berat terdapat dalam air laut dalam kadar yang sangat rendah. Hal ini berarti dengan adanya bahan pencemar akan meningkatkan kadar merkuri di dalam air laut. Peningkatan kadar merkuri ini dapat mengkontaminasi ikan-ikan dan makhluk air lainnya akan dimakan ikan atau hewan air yang lebih besar atau dapat masuk melalui insang. Lebih lanjut ikan-ikan tersebut akan dikonsumsi manusia sehingga secara tidak langsung manusia telah mengumpulkan merkuri di dalam tubuhnya. Palar (1994) menyatakan masuknya merkuri ke dalam tubuh organisme hidup terutama melalui makanan, Karena hampir 90% dari bahan beracun atau logam berat (Merkuri) masuk dalam tubuh melalui makanan, sisanya masuk secara difusi atau perembesan lewat jaringan dan melalui peristiwa pernapasan.

Dalam rantai makanan ion metil merkuri yang mudah termakan organisme akan larut dalam lipida selanjutnya ditimbun dalam jaringan lemak pada ikan, tanpa menunjukkan gangguan merkuri. Anonymous (1994) ikan dapat menimbun metil merkuri dalam jaringan lemak sampai kadar 3000 kali dari kadar yang berada dalam air tanpa menderita sakit.

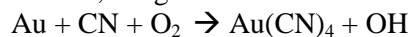
Merkuri yang masuk ke manusia baik melalui rantai makanan maupun melalui pernapasan dapat menghambat enzim *Glutathione reductase* dan *Seric phosphoglucoase isomerase* serum dengan mengikat gugus -SH (sulfhidril) dan apabila terakumulasi merusak otak, ginjal dan hati. Kerusakan jangka panjangnya dapat merusak system saraf pusat yang dapat memberikan efek yang sangat berbahaya, selain itu juga dapat mengakibatkan rusaknya kromosom yang menyebabkan cacat bawaan.

Sianida (CN)

Sianida adalah senyawa sianida (CN) yang dikenal sebagai racun yang mudah terbakar (Slamet, 1994). Menurut Sudarmadji *dkk.* (1976), sianida mempunyai berat molekul 27,06, nilai terhirup dapat menyebabkan pingsan dan bahkan kematian. Sianida terbentuk dari reaksi antara nitrogen (N) dan karbon (C) pada temperatur tinggi. Jika N direaksikan pada campuran barium oksida dan karbon, maka akan dihasilkan barium sianida dengan reaksi :



Senyawa sianida didapat sebagai ion sianida tersendiri dan kompleks sianida. Sianida pada umumnya digunakan pada industri dan pertambangan, terutama digunakan untuk membersihkan logam dan mengikat emas, dengan reaksi :



Pencemaran Sianida

Sianida berada di dalam air selain berasal dari lingkungan, juga berasal dari

buangan pertambangan yang menggunakan sianida dalam proses produksinya. Anonymous (1999) menyatakan sekurang-kurangnya satu tambang emas di Amerika Serikat menggunakan 125 ton sianida untuk mencuci 5000 ton bijih emas yang kemudian dibuang ke sungai.

Tingkat racun dari sianida di dalam air tergantung dari konsentrasi sianida. Gintings (1995), bahan berbahaya dan beracun dalam konsentrasi tertentu bila termakan manusia dapat membahayakan kesehatan bahkan mengancam kehidupan.

Sianida dalam bentuk HCN merupakan zat yang beracun (Anonymous, 1999). HCN banyak ditemukan dalam lingkungan industri dan dalam proses pertambangan sianida yang dihasilkan dapat berupa ion sianida (CN) dalam larutan "licing". Ion sianida CN mempunyai kemampuan menghambat kerja enzim dalam tubuh yang peka terhadap sianida. Enzim sitokrom oksidase sangat peka terhadap sianida (Anonymous, 1994).

METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Buyat dan Teluk Buyat Desa Buyat dan di laboratorium. Analisis sample air dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Dan Pengembangan Industri dan Laboratorium Ilmu Lingkungan Jurusan Budidaya Fakultas Pertanian UNSRAT. Pengambilan sample air dilakukan di DAS Buyat pada empat titik yang berbeda yaitu titik pertama pada bagian sungai utama di daerah persawahan, titik yang kedua di muara anak sungai, titik yang ketiga di bagian tengah sungai utama, titik keempat di muara sungai utama, dan pengambilan sampel juga dilakukan di sekitar Teluk Buyat pada empat titik yang berbeda, yaitu titik pertama 100 m dari muara sungai utama, titik kedua pada 500 m dari titik pertama, titik ketiga 500 m dari titik pertama ke arah kiri dan titik keempat 500 m dari titik pertama ke arah kanan (Lihat Lampiran 1). Pengambilan sample air

dilakukan sebanyak 4 kali dengan interval waktu selama 1 (satu) minggu dengan lama penelitian selama 2 (dua) bulan.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan : Botol dengan pemberat, SCT Meter, DO Meter, pH Meter, Erlenmeyer, Pengaduk magnet, Bejana, Gelas ukur, Pipet, Botol gelas/plastik, Spektrofotometer serapan atom, Label, Alat tulis menulis, dan Perahu.

Bahan yang digunakan : Sampel air, NaOH, HNO₃ Asam Sulfat, Asam Nitrat, SnCl₂, dan Aquades.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini :

- a. Hg, analisis sampel dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian dan Perindustrian Manado.
- b. CN, analisis sampel dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan Jurusan Budidaya Fakultas Pertanian UNSRAT.

Analisis Data

Data hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu kualitas air golongan C dan golongan D sesuai PP No. 20 Tahun 1990, serta baku mutu air laut untuk biota laut sesuai Kep Men KLH Nomor-02/MENKLH/1988.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Merkuri

Kandungan merkuri yang sudah terdeteksi di Sungai Buyat dengan kisaran antara, 0,00032 mg/l – 0,00049 mg/l. Adanya merkuri di lokasi ini disebabkan karena adanya kegiatan pertambangan rakyat di bagian hulu sungai, di wilayah Ratatotok, dimana aliran sungai ini jika ditinjau dari sumbernya berasal dari wilayah Ratatotok dan bermuara di Sungai Buyat. Nurhasan (1993) mengelompokkan sumber pencemar merkuri dalam dua bagian besar yaitu berasal dari alam dan yang berasal dari pertambangan. Lebih lanjut ditegaskan

Wittman (1979) dalam Connell *dkk.* (1995), masuknya logam ke dalam lingkungan perairan dapat berasal dari kegiatan pertambangan, cairan limbah rumah tangga, aliran air perkotaan, limbah dan buangan industri, dan aliran pertanian.

Adapun kandungan merkuri yang sudah terdeteksi di teluk Buyat telah melebihi baku mutu lingkungan, yaitu berada pada kisaran antara 0,00021 mg/l – 0,001295 mg/l. Adanya merkuri pada lokasi ini diduga karena adanya distribusi dari Sungai Buyat, akibat adanya kegiatan pertambangan di hulu Sungai Buyat. Menurut Bryan (1976) dalam Connell *dkk.* (1995), masuknya logam dalam lingkungan laut secara alamiah berasal dari pasokan di daerah pantai, pasokan dari laut dalam, dan pasokan yang melampaui lingkungan dekat pantai.

Kegiatan pertambangan rakyat secara umum diketahui sebagai penyumbang merkuri terbesar di lingkungan. Selain itu kegiatan pertambangan rakyat secara tidak langsung dapat mengakibatkan rusaknya bentang alam dan vegetasi yang ada di atasnya. Pengelolaan bijih emas pada kegiatan pertambangan rakyat secara garis besar terbagi dalam dua proses, yaitu proses fisika dan proses kimia. Proses secara kimia dengan menggunakan merkuri, dan merkuri dapat terlepas ke lingkungan. Adapun tahapan pengelolaan emas pada pertambangan rakyat secara garis besar dapat dibagi dalam 3 tahapan: 1) pencucian; 2) penyaringan; dan 3) pembakaran. Dari tahapan pengolahan emas, tahap pencucian yang lebih berperan dalam masuknya merkuri ke lingkungan, terutama lingkungan perairan (sungai dan laut).

Merkuri di perairan melalui proses metilasi dapat berubah bentuk menjadi senyawa organik yang dikenal sebagai metil merkuri (CH_3Hg) dan dimetil merkuri $\{(\text{CH}_3)_2\text{Hg}\}$. Merkuri yang sudah berubah bentuk menjadi senyawa organik ini dapat terakumulasi dalam rantai makanan.

Terdeteksinya merkuri baik di daerah aliran sungai maupun di teluk Buyat perlu mendapat perhatian yang lebih serius, mengingat semakin lama kadar merkuri di perairan tersebut akan semakin meningkat, dan selanjutnya dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ikan yang terkontaminasi langsung dengan merkuri selama pertumbuhannya masih mengandung merkuri di dalam tubuhnya pada konsentrasi yang rendah yaitu 0,005-0,075 ppm (Fardiaz, 1992). Lebih lanjut berdasarkan penelitian yang dilakukan Polii (1999) konsentrasi merkuri pada daging ikan di sekitar teluk Buyat sebesar 4,019 ppb.

Merkuri yang masuk ke dalam manusia pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan efek yang berbahaya terhadap kesehatan. Merkuri dilaporkan sebagai perusak kromosom (Anonimous 1994). Hal ini dapat menyebabkan cacat bawaan pada bayi, yang dikenal dengan penyakit Minamata. Keracunan merkuri menyebabkan 111 orang menjadi cacat dan 43 orang diantaranya meninggal (Slamet, 1992). Terakumulasinya merkuri dalam rantai makanan akan membahayakan manusia yang mengkonsumsi ikan yang telah mengandung merkuri sehingga secara tidak langsung dapat membahayakan kehidupan generasi mendatang.

Sianida

Kandungan sianida yang terdeteksi di daerah aliran Sungai Buyat berada pada kisaran antara 0,004 mg/l – 0,029 mg/l. Adanya Sianida di daerah ini bersasal dari kegiatan pertambangan di daerah hulu sungai. Kandungan Sianida yang terdeteksi di teluk Buyat berada pada kisaran antara 0,088 mg/l – 0,144 mg/l, kandungan sianida tertinggi pada jarak 100 meter dari muara Sungai Buyat dengan kedalaman 5 meter. Adanya Sianida di lokasi ini karena distribusi dari Sungai Buyat, dan adanya pembuangan limbah melalui pipa-pipa ke laut.

Sianida yang terkenal sebagai senyawa beracun dapat terakumulasi pada ikan terutama pada organ hati dan perut, yang terdapat dalam air sebagai HCN. Hasil penelitian yang dilakukan Polii *dkk.* (1999) konsentrasi sianida tertinggi terdapat pada hati dan perut ikan sebesar 2,770 mg/l. Terakumulasinya sianida dalam rantai makanan bila sampai kepada manusia dapat menimbulkan keracunan dan merusak organ hati.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Di DAS Buyat telah terdeteksi kandungan merkuri dengan kisaran 0,00032 mg/l – 0,00049 mg/l, sedangkan Sianida yang telah terdeteksi berada pada kisaran antara 0,004 mg/l – 0,029 mg/l.
2. Kandungan merkuri dan sianida yang terdapat di Sungai Buyat masih dibawah nilai baku mutu merkuri (0,002 mg/l) dan sianida (0,02 mg/l) di air untuk perikanan dan peternakan serta untuk pertanian dan industri berdasarkan PP No. 20 Tahun 1990. kandungan sianida di Teluk Buyat masih dibawah nilai baku mutu (<0,5 mg/l) sedangkan kandungan merkuri di Teluk Buyat sudah melebihi baku mutu air laut untuk biota laut (0,0001 mg/l) sesuai Kep Men KLH Nomor KEP-02/MENKLH/I/1988.

SARAN

Perairan di Buyat sudah terdeteksi adanya kandungan merkuri dan sianida, sehingga perlu adanya upaya-upaya untuk mencegah peningkatan kandungan merkuri dan sianida di DAS Buyat.

REFERENSI

Anonimous. 1994. Kursus Analisis Limbah Industri Angkatan Ke II Staf Akademik PTN Indonesia Bagian Timur. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Dan

- Kebudayaan. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Anonimous. 1999. Kajian Kelayakan Pembuangan Limbah Tailing Ke Laut Di Perairan Teluk Buyat Sulawesi Utara. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam (PPLH-SDA). Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Anonimous. 1999. Kursus Singkat Analisis Pencemaran Lingkungan Laut. Staf Akademik PTN-INTIM. Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Butcher, S. S., J. C. Robert., H. O. Gordon., & Gordon, V.W. 1994. Global Biogeochemical Cycles. Academic Press. San Diego. California.
- Connell, D. W., & Gregory, J.M. 1995. Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.
- Ginting, A. R. 1999. Perkimiaian Pada Ekstraksi Emas dan Detoksifikasi Limbah. Hal. 24-37 *dalam* A.R. Ginting (Ed). Proceeding: Penempatan Tailing Di Dasar Laut. Kantor Wilayah Departemen Pertambangan Dan Industri Propinsi Sulawesi Utara. Bekerjasama Dengan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi.
- Gintings, S. 1995. Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Hutabarat, S. dan Stewart, E. M. 1984. Pengantar Oceanografi. UI Press. Jakarta.
- Nurhasan. 1983. Pencemaran Merkuri. Warta Balai Industri Semarang. Semarangt. Hal 1-4.
- Palar, H. 1994. Pencemaran & Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta. Jakarta.

- Rompas, R. J. 1995. Kemampuan Tumbuhan Air Tumpe (*Monochoria vaginalis*) Menyerap Logam Berat Hg dan Zn. Tesis Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Slamet, S. J. 1994. Kesehatan Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1976. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sudaryanto, 1982. Aspek Sumber Daya Alam (SDA) Dalam Pengembangan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Bogor.