PENGAMBILAN DAN PEMERIKSAAN SPESIMENAIR DANAU TOBA TERKAIT PENYAKIT BERPOTENSI KLB DI KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN SUMATERA UTARA TAHUN 2017

Amar Muntaha
Dosen STIK Bina Husada Palembang
Email :

ABSTRAK

Danau Toba merupakan danau terbesar di Indonesia dan juga merupakan danau vulkanik terbesar di dunia dan dikelilingi oleh 7 (tujuh) wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Toba Samosir, Karo, Dairi, Tapanuli Utara, Simalungun, Samosir, dan Humbang Hasundutan. Mayoritas masyarakat di 7 kabupaten tersebut, menggunakan air Danau Toba sebagai sumber baku minuman. Pencemaran air Danau Toba akan menyebabkan timbulnya penyakit berpotensi KLB. Sebagaimana diketahui, pencemar-pencemar kimia bersifat akumulatif dalam tubuh.Dampaknya tidak langsung dirasakan, tapi membutuhkan periode waktu tertentu sehingga menimbulkan penyakit-penyakit seperti gangguan syaraf, pencernaan, ginjal, kulit danlain-lain.Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter- parameter pencemar Danau Toba sebagai sumber penyakit serta melakukan analisis risiko kandungan parameter pencemar pada perairan Danau Toba di Bakara Kabupaten Humbang Hasundutan, supaya dapat dirumuskan langkah-langkah pencegahan timbulnya penyakit berpotensi KLB. Metode penelitian adalah penelitian deskriptif tentang kualitas air danau Toba dan dilanjutkan dengan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) terhadap parameter-parameter pencemar. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 30 sampel air Danau Toba yang berasal dari Keramba Jaring Apung, Permukiman Penduduk, Hotel, Tempat Wisata, danPelabuhan.Dari 30 sampel yang dianalisa, keseluruhan (100%) sampel tidak memenuhi persyaratan, dimana terdapat 7 parameter yang melewati nilai baku mutu, yaitu Besi, Seng, Khlor bebas, Fluorida, Selenium, Deterjen dan BOD. Dari analisis risiko yang dilakukan dengan metode ARKL meja terhadap parameter seng, fluorida dan khlor bebas, keseluruhan responden masih berada pada kondisi yang aman dari paparan seng dan khlor bebas sepanjang hayatnya (besaran risiko, RQ < 1) dengan mengasumsikan tidak ada perubahan signifikan pada konsentrasi dari air yang dikonsumsi dan data- data antropometriresponden.Disarankan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Humbang Hasundutan untuk memberikan informasi kondisi air Danau Toba kepada masyarakat, sehingga masyarakat dapat ikut berpartisipasi dalam menjaga kualitas perairan Danau Toba dan mempercepat dilakukannya zonasi budidaya ikan system Keramba Jaring Apung (KJA).

Kata Kunci :Pemeriksaan Spesimen air, KLB.

ABSTRAK

Toba Lake is the largest lake in Indonesia and is also the largest volcanic lake in the world and surrounded by 7 (seven) regencies namely Toba Samosir district, Karo, Dairi, North Tapanuli, Simalungun, Samosir and Humbang Hasundutan. The majority of people in the 7 districts use Toba Lake water as a raw drink. Toba Lake water pollution will cause potential outbreaks of outbreaks. As is known, that chemical pollutants is accumulative in the body. The impact is not directly felt, but requires a certain period of time so as to cause diseases such as nerve disorders, digestion, kidney, skin and others. This study aims to determine the parameters of Toba Lake pollutants as a source of disease and to carry out and analysis of the risk of content of pollutant as well as conducting a risk analysis of the content of pollutant parameters in the waters of Toba Lake in Bakara Distric, Humbang Hasundutan, so that measures can be taken to prevent potential outbreaks of KLB. The research method was a descriptive study of the water quality of Lake Toba and continued with an analysis of environmental health (ARKL) risk to pollutant parameters. The samples in this study were 30 samples of Toba Lake water that came from residential settlements

Hotels, Tourist attraction, and Ports. Of the 30 samples analyzed, the whole (100%) samples did not meet the requirements, where there were 7 parameters that passed quality standards, namely Iron, Zinc, Free chlorine, Fluoride, Selenium, Detergents and BOD. From the risk the analysis carried out by the ARKL table method on the parameters of zinc, fluoride and free chlorine, all respondents were still in a safe condition from exposure to zinc and chlorine throughout their lives (risk magnitude, RQ <1) assuming therewere no significant changes in concentration of the consumed water and anthropometric data. Corespondent recommended to the distric health office Hasundutan to provide information on Toba Lake water conditions to the community, so that the community can participate in maintaining the quality of Toba Lake waters and accelerate the conduct fish cultivation zoning floating net cage system (KJA).
Keywords : *Examination of water specimens, KLB*

PENDAHULUAN

Danau Toba merupakan danau terbesar di Indonesia dan juga merupakan danau vulkanik terbesar di dunia dengan luas 1130 km^2 dan titik terdalam 529 m (BKPEKDT). Danau Toba adalah danau oligotropik dengan ciri khas miskin akan unsur hara, memiliki waktu tinggal yang cukup lama, dan hampir tidak ada arus suhu stabil (Odum). Letaknya sangat strategis meliputi 7 (tujuh) wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Simalungun, Karo, Dairi, Tapanuli Utara, Simalungun, Samosir, dan Humbang Hasundutan (Anonimous,2012).

Mayoritas masyarakat di 7 kabupaten tersebut, menggunakan air Danau Toba sebagai sumber baku minuman. Sesuai dengan peruntukannya berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, Pemerintah Daerah Sumatera Utara telah menetapkan baku mutu air Danau Toba sebagai sumber air Kelas Satu (Pergub No. 1 Tahun 2009). Tiga PDAM beroperasi mengolah air DanauToba untuk disalurkan ke masyarakat yaitu PDAM Balige, PDAM Laguboti, dan PDAM Pangururan. Pencemaran air Danau Toba akan menyebabkan timbulnya penyakit berpotensi KLB. Sebagaimana diketahui, pencemar-pencemar kimia bersifat akumulatif dalam tubuh.Dampaknya tidak langsung dirasakan, tapi membutuhkan periode waktu tertentu sehingga menimubulkan penyakit- penyakit seperti gangguan syaraf, pencernaan, ginjal, kulit danlain-lain.

Selain mengambil air Danau Toba sebagai air baku, semua masyarakat membuang limbah cairnya kembali ke Danau Toba, kebanyakan tanpa diolah. Termasuk dalam limbah ini adalah yang berasal dari rumah tangga, hotel dan restaurant seperti tinja, sampah dan lain- lain. Limbah transportasi air mencemari Danau Toba dengan

ceceran oli, minyak, bahan bakar, limbah padat dan cair dari toilet kapal. Sumber pencemaran kegiatan perikanan berasal dari kegiatan pemeliharaan keramba jaring apung (KJA) yang pertumbuhannya cukup pesat.Kegiatan pertanian yang secara tidak langsung menimbulkan pencemaran dan beban kerusakan adalah residu pupuk dan pestisida yang terbawa air hujan ke perairan.Pupuk dan berbagai limbah peternakan dan perikanan menyebabkan perairan danau semakin kaya dengan nutrient atau pospat yang berlebihan.Dampaknya dapat dilihat dari air yang berbau tidak sedap dan kekeruhannya meningkat. Indikator biologis peningkatan kandungan pospat dalam air antara lain dari penurunan kandungan oksigen dalam air dan makin meluasnya tutupan enceng gondok di perairan (Anonimous, 2012).

Kabupaten Simalungun sebagai daerah yang termasuk dalam kawasan Danau Toba mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam pertambahan Keramba Jaring Apung (KJA), tempat-tempat wisata, hotel, serta kegiatan-kegiatan lainnya yang berpotensi menjadi sumber pencemar bagi perairan Danau Toba yang secara tidak langsung dapat menyebabkan timbulnya penyakit- penyakit akibat lingkungan.

Mengingat bahwa Danau Toba sebagai danau alam yang seharusnya berperan sebagai penyangga kelestarian ekosistem darat, yang dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, perlu dilakukan penelitian untuk pemetaan kualitas perairan Danau Toba khususnya di Kabupaten Simalungun, sebagai dasar untuk merumuskan langkah-langkah pencegahan timbulnya penyakit-penyakit berpotensi KLB yang diakibatkan oleh pencemaran yangterjadi.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian observasional dengan disain deskriptif untuk melihat gambaran kualitas air Danau Toba untuk parameter fisika, kimia dan kondisi kesehatan serta sanitasi masyarakat di Kawasan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan tahun 2017, dilanjutkan dengan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk melihat besaran risiko pada masyarakat yang mengkonsumsi air danau Toba di Kawasan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan. Penelitian dilakukan pada bulan Pebruari2017.

Besar sampel dalam penelitian ini sebanyak 30 sampel air Danau Toba yang berasal dari pelabuhan, keramba jaring apung (KJA), hotel, permukiman penduduk dan tempat wisata.Sampel yang diambil dianalisa

di Laboratorium Kimia BTKLPP Kelas I Medan.

Penghitungan analisis risiko dilakukan terhadap parameter-parameter yang melebihi nilai ambang batas dengan cara menghitung asupan (intake), dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{C \ x \ R \ x \ f_e \ x \ D_t}{W_b \ x \ t_{avg}}$$

Keterangan :

I = asupan (*intake*), jumlah *risk agent* yang masuk ke dalam tubuh manusia (mg/kg x hari)
C = konsentrasi *risk agent* (mg/L)
R = laju asupan (L/hari)
fe= frekuensi pajanan (hari/tahun)
Dt= durasi pajanan, *real time* atau 30 tahun untuk pajanan yang terjadi di tempat tinggal
Wb = berat badan responden (kg)
tavg= periode waktu rata-rata (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogen, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen)

Untuk mengetahui tingkat risiko (RQ) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$I = \frac{C \ x \ R \ x \ f_e \ x \ D_t}{W_b \ x \ t_{avg}}$$

Hasil perhitungan RQ dapat menunjukkan tingkat risiko kesehatan masyarakat akibat mengkonsumsi air yang mengandung parameter tercemar.Apabila RQ ≤ 1 menunjukkan pajanan masih berada di bawah batas normal dan penduduk yang mengkonsumsi air tersebut aman dari risiko kesehatan sepanjang hidupnya.Sedangkan bila RQ > 1, menunjukkan pajanan berada di atas batas normal dan penduduk yang mengkonsumsi air tersebut memiliki risiko kesehatan oleh parametrer yang bersangkutan sepanjang hidupnya.

HASIL PENELITIAN

No	Keterangan Sampel	Parameter YangTidak Memenuhi BakuMutu
1	Titik 1 Belakang Mess Pemda, Desa Sinambela Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N02^{O}19,41'E098^{O}49,57'	Khlor Bebas, BOD
2	Titik 2 Belakang Mess Pemda, Desa Sinambela Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02^{O}19,44'E098^{O}49,53'	Khlor Bebas, Zn,Fluorida
3	Titik 3 Belakang Mess Pemda, Desa Sinambela Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02^{O}19,43'E098^{O}49,57'	Khlor Bebas, Zn,Fluorida
4	Belakang rumah bapak A. Sinambella, Desa Sinambela Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02^{O} 19,32' E	Khlor Bebas, BOD, Deterjen

No	Keterangan Sampel	Parameter YangTidak Memenuhi BakuMutu
	098O49,66’	
5	Belakang Rumah Bapak S.Manik, Desa Sinambela Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O19,31’E098O49,68’	Khlor Bebas
6	Belakang Rumah Bapak A. Simanullang, Desa Simangulampe Kecamatan Baktiraja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O19,12’E098O49,97’	Khlor Bebas
7	Belakang Rumah Bapak J. Simanullang, Desa Simangulam Pekecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O19,13’E098O49,98’	Khlor Bebas, Fluorida, BOD
8	Belakang Rumah Bapak A. Simanullang, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,12’ E 098O49,97’	Seng, Khlor Bebas
9	Belakang Rumah Bapak J. Simanullang, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,13’ E 098O49,98’	Kobalt, Khlor Bebas
10	Belakang Rumah Bapak M. Simanullang, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,16’ E 098O49,99’	Khlor Bebas, BOD
11	Belakang Rumah Bapak P. Simanullang, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,10’ E 098O49,95’	Seng, Khlor Bebas
12	Belakang Rumah Bapak M. Simanullang, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,09’ E 098O49,94’	Khlor Bebas
13	Belakang Rumah Bapak Robert, Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 21,04’ E 098O49,22’	Khlor Bebas, Zn, Fluorida
14	Belakang Puskesmas, Desa Sinambela Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,41’ E 098O49,50’	Khlor Bebas, Zn
	Keramba Jaring Apung, Desa Simangulampe	Khlor Bebas, Zn

No	Keterangan Sampel	Parameter YangTidak Memenuhi BakuMutu
15	Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,16' E 098O50,41'	
16	Keramba Jaring Apung, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,21' E 098O50,42'	Khlor Bebas, Zn, Deterjen
17	Keramba Jaring Apung, Desa Simangulampe Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,18' E 098O50,41'	Khlor Bebas, Fluorida
18	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,77' E 098O49,96'	Khlor Bebas, Zn, Fluorida
19	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,76' E 098O49,002'	Khlor Bebas, Zn, Fluorida
20	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,78' E 098O49,01'	Khlor Bebas, Zn
21	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,77' E 098O49,11'	Khlor Bebas, Fluorida
22	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,78' E 098O49,05'	Fe, Khlor Bebas, Fluorida
23	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,77' E 098O49,09'	Khlor Bebas
24	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,78' E 098O49,08'	Fe, Khlor Bebas
25	Keramba Jaring Apung Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,79' E 098O49,14'	Zn, Khlor Bebas, Fluorida
26	Titik 1 Pelabuhan Onan Lobu, Desa Marbun Toruan Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,61' E 098O49,41'	Co, Khlor Bebas, BOD
27	Titik 2 Pelabuhan Onan Lobu, Desa Marbun Toruan Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,61' E 098O49,41'	Zn, Khlor Bebas

No	Keterangan Sampel	Parameter YangTidak Memenuhi BakuMutu
28	Titik 3 Ppelabuhan Onan Lobu, Desa Marbun Toruan Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 19,63' E 098O49,41'	Zn, Khlor Bebas
29	Titik 1 Hotel Batu Gajah, Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,77' E 098O48,99'	Zn, Se, Khlor Bebas
30	Titik 2 Hotel Batu Gajah Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Kabupaten Humbang Hasundutan N 02O 20,78' E 098O49,97'	Zn, Khlor Bebas, Fluorida

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa di atas, terlihat bahwa parameter yang tidak memenuhi syarat nilai baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air adalah parameter Besi, Seng, Khlor bebas, Fluorida, Selenium, Deterjen dan BOD. Untuk pembahasan dari masing-masing parameter kita lihat pada penjelasan sebagaiberikut:

1. Besi

Pencemaran besi yang terdapat dalam perairan Danau Tobadi Kabuapten Humbang Hasundutan disebabkan oleh kandungan besi yang memang sudah ada dalam air tanah, dan juga kontribusi dari industri yang ada di sekitaran Danau Toba. Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan.Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat tranfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasiFe.

Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mualapabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus.Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telurbusuk.

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa.Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terfarutnya > 1,0mg/l.

Pada Hemokromatesis primer besi yang diserap dan disimpan dalam jumlah yang berlebihan di dalam tubuh.

Feritin berada dalam keadaan jenuh akan besi sehingga kelebihan mineral ini akan disimpan dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu hemosiderin. Akibatnya terjadilah sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes.Hemokromatis sekunder terjadi karena transfusi yang berulang-ulang.Dalam keadaan ini besi masuk ke dalam tubuh sebagai hemoglobin dari darah yang ditransfusikan dan kelebihan besi ini tidek disekresikan.

Zat besi (Fe) adalah merupakan suatu komponen dari berbagai enzim yang mempengaruhi seluruh reaksi kimia yang penting di dalam tubuh meskipun sukar diserap (10-15%).Besi juga merupakan komponen dari hemoglobin yaitu sekitar 75%, yang memungkinkan sel darah merah membawa oksigen dan mengantarkannya ke jaringantubuh.

Kelebihan zat besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, *cardiomyopathies*, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitam – hitaman, sakit kepala, gagal hati,hepatitis,mudah emosi, hiperaktif, hipertensi, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, *myasthenia gravis*, nausea, nevi, mudah gelisah dan iritasi, parkinson, rematik, sikoprenia, sariawan perut, *sickle-cell anemia*, keras kepala, *strabismus*, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatis. Besi (Fe) dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan haemoglobin sehingga jika kekurangan besi (Fe) akan mempengaruhi pembentukan haemoglobin tersebut. Besi (Fe) juga terdapat dalam serum protein yang disebut dengan *"transferin"* berperan untuk mentransfer besi (Fe) dari jaringan yang satu ke jaringan lain. Besi (Fe) juga berperan dalam aktifitas beberapa enzim seperti sitokrom dan flavo protein. Apabila tubuh tidak mampu mengekskresikan besi (Fe) akan menjadi akumulasi besi (Fe) karenanya warna kulit menjadi hitam. Debu besi (Fe) juga dapat diakumulasi di dalam alveori menyebabkan berkurangnya fungsi paru- paru. Kekurangan besi (Fe) dalam diet akan mengakibatkan defisiensi yaitu kehilangan darah yang berat yang sering terjadi pada penderita tumor saluran pencernaan, lambung dan pada menstruasi. Defisiensi besi (Fe) menimbulkan gejala anemia seperti kelemahan, fatigue, sulit bernafas waktu berolahraga, kepala pusing, diare, penurunan nafsu makan, kulit pucat, kuku berkerut, kasar dan cekung serta terasa dingin pada tangan dankaki.

1. Seng

Logam Zn termasuk sebagai mineral mikronutrien, artinya logam ini dibutuhkan sebagai nutrien yang essensial oleh organisme dalam jumlah yang relatif sedikit.Kadar Zn yang tinggi dapat bersifat racun, dan dapat menyebabkan gangguan metabolisme Fe dan Cu, gejala teratoma, seminoma serta choriopithelioma. Semakin rendahpH maka akan semakin banyak gugus basa lemah yang terprotonisasi pada permukaan akibatnya terjadi penurunan jumlah serapan ion logam Zn dikarenakan kemampuan untuk menyerap ion logam Zn semakinlemah.

Limbah yang biasa mengandung logam berat berasal dari pabrik kimia, listrik, dan elekronik, logam dan penyepuhan elektro (electroplating), kulit, metalurgi dan cat serta bahan pewarna.Limbah padat permukiman juga mengandung logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam perairan kebanyakan berasal dari kegiatan manusia. Akan tetapi logam berat di dalam lingkungan tidak dengan sendirinya membahayakan kehidupan makhluk hidup.Logam berat membahayakan apabila masuk ke dalam sistem metabolisme makhluk dalam jumlah melebihi ambang batas.Ambang batas untuk tiap macam logam berat dan untuk tiap jeniis makhluk hidup berbeda-beda.Pemasukan logam berat ke dalam sistem metabolisme manusia dan hewan dapat secara langsung atau tidak langsung.Pemasukan secara langsung terjadi bersamaan dengan air yangdiminum.

Sumber cemaran logam berat Zn dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah berupa pencemar. Adanya aktivitas pembuangan limbah rumah tangga, limbah pertanian yang banyak menggunakan pupuk pestisida, peningkatan aktivitas di industri serta adanya aktivitas pembuangan limbah domestik lain yang mengandung logam berat Seng (Zn). Air limbah industri air yang dihasilkan oleh industri, baik akibat proses pembuatan atau produksi yang dihasilkan industri tersebut maupun proses lainnya. Limbah non domestik adalah limbah yang berasal dari pabrik, industri,pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain.

2. Khlorin

Khlorin dan senyawa yang berasal dari khlorin dapat menemukan jalan mereka ke sungai dan danau meskipun air limbah dari pabrik dan dari rumah tangga dengan air yang mengandung khlor atau dimana pemutih telah digunakan.Jika hadir dalam jumlah yang berlebihan, dapat membahayakan kehidupan air, baik secara langsung atau melalui akumulasi senyawa dalam rantai makanan.Dalam beberapa studi,

ternyata orang yang meminum air yang mengandung khlorin berlebih memiliki kemungkinan lebih besar untuk terkena kanker kandung kemih, dubur ataupun usus besar.Sedangkan bagi wanita hamil dapat menyebabkan melahirkan bayi cacat dengan kelainan otak atau urat saraf tulang belakang, berat bayi lahir rendah, kelahiran prematur atau bahkan dapat mengalami keguguran kandungan. Selain itu pada hasil suatu studi, efek khlorin pada binatang ditemukan pula kemungkinan kerusakan ginjal danhati

Sumber dari khlorin tersebut kemungkinan berasal dari limbah-limbah peternakan, pertanian, kotoran manusia khususnya urin, dan industri di sekitar perairan Danau Toba. Selain itu Khlor dapat berasal dari peresapan septic tank yang berdekatan dengan perairan, dimana bahan khlor yang dilepaskan oleh tinja dan urin melalui proses perombakan menghasilkan klor organik yang pada akhirnya merembes ke dalam perairan Danau Toba. Penggunaan pestisida juga mempunyai peranan yang sangat besar dalam menghasilkan limbah khlor karena pestisida yang mengandung khlor organik sangat mudah terlarutkan oleh perairan sehingga berpotensi sebagai sumber pencemar khlor.

3. Fluorida

Sumber yang paling umum dari pencemaran fluoride adalah batubara, yang melepaskan fluorida ketika dibakar.Bagi manusia, pencemaran fluoride dapat menjadi masalah ketika orang terkena volume tinggi fluorida sebagai hasilnya.Asupan yang berlebihan fluoride dapat menyebabkan fluorosis, kondisi medis yang merusak tulang dangigi.

4. BOD

BOD (Biochemiscal Oxygen Demand) merupakan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan pencemar yang terdapat dalam perairan.BOD merupakan indikator pencemaran suatu perairan.Dengan meningkatnya nilai BOD menunjukkan perairan semakin tercemar.

5. Selenium

Selenium bersifat toksik apabila dikonsumsi berlebihan.Pada hewan domestik, kelebihan selen dapat menyebabkan “penyakit alkali”, yaitu kerusakan tulang dan kuku akibat penyerapan selenium dalam jumlah banyak.Pada manusia, kelebihan selen dapat memicu terjadinya “selenosis” dengan gejala kerusakan pencernaan dan saraf.

6. Deterjen

Tingginya kadar deterjen tersebut kemungkinan disebabkan masuknya cemaran sabun atau zat pembersih lainnya ke dalam sumber air. Harus dilakukan tata cara pembersihan

menggunakan deterjen untuk menghindari masuknya cemaran deterjen ke dalam sumber air.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Dari tujuh parameter yang melebihi nilai ambang batas, dilakukan analisis risiko terhadap parameter Seng (Zn), Khlor Bebas (Cl_2) dan Fluorida (F) karena diketahui Seng (Zn), Khlor Bebas (Cl_2) dan Fluorida (F) telah memiliki nilai Dosis Respon (RfD), sehingga memungkinkan untuk dilakukan analisis risiko. Analisis Risiko yang dilakukan adalah dengan metode Analisis Risiko Meja, dimana nilai-nilai yang dimasukkan adalah nilai default, nilai yang sudah dibakukan, sehingga kita tidak perlu melakukan pengukuran langsung di lapangan.Nilai yang diperoleh langsung dari lapangan hanyalah nilai konsentrasi dari Seng (Zn), Khlor Bebas (Cl_2) dan Fluorida(F).

Analisis Risiko Seng (Zn)

A. Hasil AnalisaSeng

NilaiMaksimum : 0.64317 mg/L NilaiMinimum : 0.00344mg/L
NilaiRata-Rata : 0.10029 mg/L

Langkah pertama untukmelakukan analisis risiko adalah dengan menghitung nilai Intake (I) denganmenggunakan rumus :

$$I = \frac{C \; x \; R \; x \; f_e \; x \; D_t}{W_b \; x \; t_{avg}}$$

Keterangan :

I = asupan (*intake*), jumlah *risk agent*(merkuri) yang masuk ke dalam tubuh manusia (mg/kg x hari)
C = konsentrasi *risk agent,* (mg/L)
R = laju asupan (L/hari)
fe = frekuensi pajanan (hari/tahun)
Dt= durasi pajanan, *real time* atau 30 tahun untuk pajanan yang terjadi di tempat tinggal
Wb = *berat badan responden (kg)*
tavg= periode waktu rata-rata (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogen, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen)

Untuk menentukan besaran risiko, Risk Quotion (RQ) didapatkan dengan membandingkan nilai I dengan nilai dosis respon (RfD) dari Seng (Zn) yaitu 0.3

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

RQ <1 : belum ada risiko
RQ >1 : sudah muncul risiko

B. Analisis Risiko Untuk Penduduk Berjenis KelaminLaki-Laki

Dengan menggunakan rumus di atas, didapatkan nilai I dan RQ untuk penduduk berjenis kelamin laki-laki sebagai berikut:

1. Konsentrasi max : RQ = 0.069
2. Konsentrasi min : RQ = 0.00205
3. Konsentrasi rata-rata : RQ = 0.01096

Dari hasill di atas, terlihat bahwa untuk ketiga konsentrasi Seng yang dihasilkan, diperoleh nilai RQ < 1 yang menunjukkan belum munculnya risiko kesehatan diakibatkan paparan parameter seng pada perairan Danau Toba. Berarti dapat disimpulkan, pada

masyarakat berjenis kelamin laki-laki dengan berat badan 60 kg, belum akan muncul risiko akibat paparan seng dengan konsentrasi maksimum 0.64317 mg/L jika mengkonsumsi air danau toba sebanyak 2 liter per hari selama 30 tahun. Estimasi kapan risiko baru muncul dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathrm{Dt} = \frac{RfDxW_b x t_{avg}}{CxRxf_e}$$

$$= \frac{0{,}3\ x\ \ 60x\ 10950}{0.64317\ x\ 2x\ 350}$$
$$= \mathbf{437\ \ tahun}$$

Ini berarti, efek dari paparan seng baru akan muncul 437 tahun ke depan. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkingan batas umur, dapat disimpulkan bahwa penduduk dengan jenis kelamin laki-laki denganberat badan 60 kg masih aman dari efek keracunan seng sepanjang hayatnya.

C. Analisis Risiko Untuk Penduduk Berjenis Kelamin Perempuan

Dengan menggunakan rumus, didapatkan nilai I dan RQ untuk penduduk berjenis kelamin perempuan sebagai berikut :

1. Konsentrasi max : RQ = 0.091
2. Konsentrasi min : RQ = 0.00048
3. Konsentrasi rata-rata : RQ = 0.01425

Dari hasill di atas, terlihat bahwa untuk ketiga konsentrasi Seng yang dihasilkan, diperoleh nilai RQ < 1 yang menunjukkan belum munculnya risiko kesehatan diakibatkan paparan parameter seng pada perairan Danau Toba. Berarti dapat disimpulkan, pada masyarakat berjenis kelamin perempuan dengan berat badan 45 kg, belum akan muncul risiko akibat paparan seng dengan konsentrasi maksimum 0.64317 mg/L jika mengkonsumsi air danau toba sebanyak 2 liter per hari selama 30 tahun. Estimasi kapan risiko baru muncul dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathrm{Dt} = \frac{RfDxW_b x t_{avg}}{CxRxf_e}$$

$$= \frac{0{,}3\ x\ \ 45x\ 10950}{0.64317\ x\ 2x\ 350}$$
$$= \mathbf{328\ \ tahun}$$

Ini berarti, efek dari paparan seng baru akan muncul 328 tahun ke depan. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkingan batas umur, dapat disimpulkan bahwa penduduk dengan jenis kelamin perempuan dengan berat badan 45 kg masih aman dari efek keracunan seng sepanjang hayatnya.

Analisis Risiko Khlor Bebas Cl2

A. Hasil Analisa Cl2

Nilai Maksimum : 0.121 mg/L

Nilai Minimum : 0.058 mg/L

Nilai Rata : 0.083 mg/L

Langkah pertama untuk melakukan analisis risiko adalah dengan

menghitung nilai Intake (I)
dengan menggunakan rumus berikut :

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

RQ <1 : belum ada risiko

RQ >1 : sudah muncul risiko

B. Analisis Risiko Untuk Penduduk Berjenis Kelamin Laki-Laki

Dengan menggunakan rumus di atas, didapatkan nilai I dan RQ untuk penduduk berjenis kelamin laki-laki sebagai berikut :

1. Konsentrasi max : RQ = 0.039
2. Konsentrasi min : RQ = 0.019
3. Konsentrasi rata-rata : RQ = 0.027

Dari hasill di atas, terlihat bahwa untuk ketiga konsentrasi Seng yang dihasilkan, diperoleh nilai RQ < 1 yang menunjukkan belum munculnya risiko kesehatan diakibatkan paparan parameter Cl2 pada perairan Danau Toba. Berarti dapat disimpulkan, pada masyarakat berjenis kelamin laki-laki dengan berat badan 60 kg, belum akan muncul risiko akibat paparan Cl2 dengan konsentrasi maksimum 0.121 mg/L jika mengkonsumsi air danau toba sebanyak 2 liter per hari selama 30 tahun. Estimasi kapan risiko baru muncul dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathrm{Dt} = \frac{RfDxW_b xt_{avg}}{CxRxf_e}$$

$$= \frac{0{,}1\ x\ \ 60x\ 10950}{0.121\ x\ 2x\ 350}$$

$$= \mathbf{775\ tahun}$$

Ini berarti, efek dari paparan Cl2 baru akan muncul 775 tahun ke depan. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkingan batas umur, dapat disimpulkan bahwa penduduk dengan jenis kelamin laki-lakidengan berat badan 60 kg masih aman dari efek keracunan Cl2 sepanjang hayatnya.

C. Analisis Risiko Untuk Penduduk Berjenis Kelamin Perempuan

Dengan menggunakan rumus, didapatkan nilai I dan RQ untuk penduduk berjenis kelamin perempuan sebagai berikut :

1. Konsentrasi max : RQ = 0.051
2. Konsentrasi min : RQ = 0.025
3. Konsentrasi rata-rata : RQ = 0.035

Dari hasill di atas, terlihat bahwa untuk ketiga konsentrasi Cl2 yang dihasilkan, diperoleh nilai RQ < 1 yang menunjukkan belum munculnya risiko kesehatan diakibatkan paparan parameter Cl2 pada perairan Danau Toba. Berarti dapat disimpulkan, pada masyarakat berjenis kelamin perempuan dengan berat badan 45 kg, belum akan muncul risiko akibat paparan Cl2 dengan konsentrasi maksimum 0.121 mg/L jika mengkonsumsi air danau toba sebanyak 2 liter per hari selama 30 tahun. Estimasi kapan risiko baru

muncul dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Dt} = \frac{RfDxW_b xt_{avg}}{CxRxf_e}$$

$$= \frac{0{,}1\ x\ \ 45x\ 10950}{0.121\ x\ 2x\ 350}$$
$$= \mathbf{581\ \ tahun}$$

Ini berarti, efek dari paparan Cl2 baru akan muncul 581 tahun ke depan. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkingan batas umur, dapat disimpulkan bahwa penduduk dengan jenis kelamin perempuan dengan berat badan 45 kg masih aman dari efek keracunan Cl2 sepanjang hayatnya.

Analisis Risiko Fluorida (F)

A. Hasil Analisa F

Nilai Maksimum : 0.91 mg/L

Nilai Minimum : 0.22 mg/L

Nilai Rata : 0.50 mg/L

Langkah pertama untuk melakukan analisis risiko adalah dengan menghitung nilai Intake (I) dengan menggunakan rumus berikut :

$$I = \frac{C\ x\ R\ x\ f_e\ x\ D_t}{W_b\ x\ t_{avg}}$$

Untuk menentukan besaran risiko, Risk Quotion (RQ) didapatkan dengan membandingkan nilai I dengan nilai dosis respon (RfD) dari F yaitu 0.6.

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

RQ <1 : belum ada risiko

RQ >1 : sudah muncul risiko

B. Analisis Risiko Untuk Penduduk Berjenis Kelamin Laki-Laki

Dengan menggunakan rumus di atas, didapatkan nilai I dan RQ untuk penduduk berjenis kelamin laki-laki sebagai berikut :

1. Konsentrasi max : RQ = 0.048
2. Konsentrasi min : RQ = 0.0117
3. Konsentrasi rata-rata : RQ = 0.027

Dari hasill di atas, terlihat bahwa untuk ketiga konsentrasi F yang dihasilkan, diperoleh nilai RQ < 1 yang menunjukkan belum munculnya risiko kesehatan diakibatkan paparan parameter F pada perairan Danau Toba. Berarti dapat disimpulkan, pada masyarakat berjenis kelamin laki-laki dengan berat badan 60 kg, belum akan muncul risiko akibat paparan F dengan konsentrasi maksimum 0.91 mg/L jika mengkonsumsi air danau toba sebanyak 2 liter per hari selama 30 tahun. Estimasi kapan risiko baru muncul dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Dt} = \frac{RfDxW_b xt_{avg}}{CxRxf_e}$$

$$= \frac{0{,}6\ x\ \ 60x\ 10950}{0.91\ x\ 2x\ 350}$$
$$= \mathbf{618\ \ tahun}$$

Ini berarti, efek dari paparan F baru akan muncul 618 tahun ke depan. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkingan batas umur,

2dapat disimpulkan bahwa penduduk dengan jenis kelamin laki-laki dengan berat badan 60 kg masih aman dari efek keracunan F sepanjang hayatnya.

C. Analisis Risiko Untuk Penduduk Berjenis Kelamin Perempuan

Dengan menggunakan rumus, didapatkan nilai I dan RQ untuk penduduk berjenis kelamin perempuan sebagai berikut:

1. Konsentrasi max : RQ = 0.065
2. Konsentrasi min : RQ = 0.015
3. Konsentrasi rata-rata : RQ = 0.036

Dari hasill di atas, terlihat bahwa untuk ketiga konsentrasi F yang dihasilkan, diperoleh nilai RQ < 1 yang menunjukkan belum munculnya risiko kesehatan diakibatkan paparan parameter F pada perairan Danau Toba. Berarti dapat disimpulkan, pada masyarakat berjenis kelamin perempuan dengan berat badan 45 kg, belum akan muncul risiko akibat paparan F dengan konsentrasi maksimum 0.91 mg/L jika mengkonsumsi air danau toba sebanyak 2 liter per hari selama 30 tahun. Estimasi kapan risiko baru muncul dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathrm{Dt} = \frac{RfDxW_b x t_{avg}}{CxRxf_e}$$

$$= \frac{0{,}6\ x\ \ 45x\ 10950}{0.91\ x\ 2x\ 350}$$

$$= \mathbf{464\ \ tahun}$$

Ini berarti, efek dari paparan F baru akan muncul 464 tahun ke depan. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkingan batas umur, dapat disimpulkan bahwa penduduk dengan jenis kelamin perempuan dengan berat badan 45 kg masih aman dari efek keracunan F sepanjang hayatnya.

Manajemen Risiko

Untuk responden yang nilai RQ nya tidak melebihi 1 harus dilakukan langkah-langkah antisipasi untuk mencegah supaya risiko tidak muncul. Karena dengan tidak adanya langkah-langkah manajemen risiko, suatu saat responden yang belum terkena risiko akan mengalami risiko kesehatan.

Bentuk-bentuk manajemen risiko yang dapat kita lakukan untuk mengantisipasi agar risiko jangan muncul adalah dengan menurunkan konsentrasi parameter yang melewati nilai baku mutu dengan menerapkan beberapa teknologi sederhana maupun canggih seperti dengan menggunakan eceng gondok sebanyak 500 gr/L selama 9 hari ke dalam air seperti yang pernah diteliti oleh Shelga Sapta Lahenda, Ellyke, Khoiron dari Universitas Jember.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di kawasan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisa fisika dan kimia pada perairan Danau Toba di wilayah Kabupaten Humbang Hasundutan, parameter yang tidak memenuhi nilai baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air adalah parameter Besi, Seng, Khlor bebas, Fluorida, Selenium, Deterjen dan BOD.
2. Berdasarkan hasil analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) yang dilakukan terhadap parameter Seng (Zn), Fluorida (F) dan Khlor Bebas (Cl2), didapatkan bahwa penduduk yang mengkonsumsi air Danau Toba masih berada pada kondisi aman dari dampak kesehatan akibat paparan kedua parameter tersebut (besar risiko, RQ < 1).
3. Pencemaran perairan Danau Toba di wilayah Kabupaten Humbang Hasundutan diduga berasal dari limbah domestik hotel dan permukiman penduduk berupa tinja dan limbah deterjen, limbah pertanian yang menggunakan pupuk dan pestisida, limbah industri dan transportasi air berupa tumpahan minyak, oli, cat, serta limbah yang dihasilkan dari keramba jarring apung berupa sisa pakan ikan.

SARAN

Bagi Dinas Kesehatan Kabupaten Humbang Hasunduan diharapkan dapat menginformasikan kepada masyarakat tentang kondisi air mereka, khususnya yang konsentrasi melewati nilai ambang batas yang dipersyaratkan serta risiko kesehatan yang akan terjadi di kemudian hari jika terus mengkonsumsi air tersebut, melalui sosialisasi dalam bentuk pertemuan dengan tokoh-tokoh masyarakat setempat serta menginformasikan bentuk-bentuk manajemen risiko yang bisa dilakukan untuk mengantisipasi munculnya risiko, yaitu dengan mengurangi laju asupan konsumsi air perharinya, dan dengan menurunkan konsentrasi parameter pencemar pada air melalui metode penambahan eceng gondok sebanyak 500 gr/L selama 9 hari.

Bagi masyarakat agar tidak lagi mengkonsumsi air tersebut, atau dicampur dengan air dari sumber lain yang kualitasnya bagus.

DAFTAR PUSTAKA

1. Slamet, J.S., 2009. Kesehatan Lingkungan, Yogyakarta, Gajah Mada University Press.

2. Louvar, F.L.; Louvar, B.D., 1998, Health and Environmental Risk Analysis: Fundamental with Application, volume 2, New Jersey, Prentice Hall PTR.
3. Rahman, A., 2005. Prinsip-Prinsip Dasar, Metode, Teknik, dan Prosedur Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Bahan Ajar Pelatihan Aspek-Aspek Kesehatan Masyarakat dalam AMDAL (Purwokerto, 23-26 November 2005), Jakarta, Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
4. US.EPA, 2003. Health Effects Support Document for Merkuriese, Washington DC, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water