

KUALITAS AIR BERSIH DAN POTENSI DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DI KABUPATEN MUARA ENIM

Clean Water Quality and Its Potential Impact on Public Health in Muara Enim Regency

Dian Novriadhy¹

¹Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Sumatera Selatan
Email: dian.novriadhy@gmail.com

Diterima: 16 Oktober 2019; Direvisi: 18 Desember 2019; Disetujui: 25 Juni 2020

ABSTRACT

Muara Enim Regency has plateau and a relatively broad flood plain so that improving the quality of water that has been utilized by the community so far is a realistic solution to meet the needs of clean water. The study aimed to identify the relationship of the physical condition of water sources to chronic diseases suffered by residents and to explore water quality factors that had the potency to influence chronic diseases in the Muara Enim Regency. The research used a descriptive statistical approach and was cross-sectional by utilizing raw data from the 2015 and 2017 Integrated Database completed with water quality testing and literature studies. The variables including the physical condition of the water source, chronic diseases suffered, and water quality parameters. Data were analyzed using proportional difference tests and mapping of causal relationships. The results showed that stroke and rheumatism were chronic diseases that could potentially be caused indirectly by the physical condition of the water source. Clean water samples are known to contain organic materials that are difficult to decompose through microbiological processes, have the iron and H₂S content that exceeds the Threshold Limit Value (TLV). The study concluded that deterioration of water sources was one of the main obstacles to supply safe and affordable clean water using the local water sources. Materials that exceed the TLV known had the potency to causing a chronic illness indirectly.

Keywords: *chronic disease, clean water provision, dissolved organic matter, physical condition of water sources*

ABSTRAK

Kabupaten Muara Enim memiliki dataran tinggi dan dataran banjir yang relatif luas sehingga peningkatan kualitas air yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat selama ini merupakan solusi realistis untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan kondisi fisik sumber air dengan penyakit kronis yang diderita oleh penduduk dan untuk mengeksplorasi faktor kualitas air yang berpotensi mempengaruhi penyakit kronis di Kabupaten Muara Enim. Penelitian ini menggunakan pendekatan statistik deskriptif dan bersifat potong lintang dengan menggunakan data mentah dari Basis Data Terpadu 2015 dan 2017 yang dilengkapi dengan pengujian kualitas air dan studi literatur. Variabel penelitian diantaranya kondisi fisik sumber air, penyakit kronis yang diderita, dan parameter kualitas air. Data dianalisis menggunakan uji perbedaan proporsional dan pemetaan hubungan sebab akibat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stroke dan rematik adalah penyakit kronis yang berpotensi disebabkan secara tidak langsung oleh kondisi fisik sumber air. Sampel air bersih diketahui mengandung bahan organik yang sulit terurai melalui proses mikrobiologis, memiliki kandungan besi dan H₂S yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Studi ini menyimpulkan bahwa kerusakan sumber air adalah salah satu kendala utama untuk memasok air bersih yang aman dan terjangkau menggunakan sumber air setempat. Bahan yang melebihi NAB diketahui memiliki potensi menyebabkan penyakit kronis secara tidak langsung.

Kata kunci: *penyakit kronis, penyediaan air bersih, senyawa organik terlarut, kondisi fisik sumber air*

PENDAHULUAN

Menyediakan air bersih yang aman dan terjangkau merupakan salah satu permasalahan strategis yang dihadapi oleh Pemerintah Kabupaten Muara Enim. Penyediaan air bersih yang aman dan terjangkau tidak hanya menjadikan tercapainya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) 6 namun juga akan menjadi titik sentral untuk pencapaian TPB lainnya seperti pengentasan kemiskinan (TPB 1) dan kesehatan yang baik (TPB 3) (Mugagga and Nabaasa, 2016). Sebagai contoh, penyakit Diare yang menempati posisi ketiga terbanyak diderita oleh penduduk Kabupaten Muara Enim sepanjang tahun 2018 (BPS Kab Muara Enim, 2019) tentunya diperkirakan berkurang jumlah kasusnya seiring dengan meningkatnya cakupan layanan air bersih yang aman dan terjangkau. Tidak terbatas dalam penanggulangan penyakit menular saja, penyediaan air bersih yang aman dan terjangkau juga bermanfaat dalam penanggulangan penyakit yang bersifat kronis (Valdivia-Rivera *et al.*, 2018).

Ketimpangan penyediaan air bersih yang aman dan terjangkau semakin jelas terlihat apabila diperbandingkan menurut jenis wilayah permukiman. Sebanyak 8,85% Rumah Tangga (RT) di Kabupaten Muara Enim pada tahun 2018 diketahui masih menggunakan sumber air tidak aman (yaitu sumur/mata air tidak terlindungi dan air permukaan) sebagai sumber utama pemenuhan air minum (BPS Kab Muara Enim, 2018). Rentang proporsi RT yang menggunakan sumber air tidak aman di tingkat kecamatan dalam Kabupaten Muara Enim mencapai kisaran 21,54% - 54,08% (TNP2K Data Terpadu PPFM, 2017).

Data Badan Pusat Statistik menunjukkan adanya perbaikan proporsi RT yang menggunakan sumber air tidak aman dalam kelompok pendapatan 40% terbawah yaitu dari 12,69% (BPS Kab Muara Enim, 2017b) menjadi 9,58% (BPS Kab Muara Enim, 2018). Namun dalam kelompok pendapatan lainnya terjadi kondisi sebaliknya. Setidaknya terdapat dua perkiraan penyebab dari fenomena tersebut. *Pertama*, RT dengan sumber air tidak aman di kelompok pendapatan 40% terbawah

berpindah ke tingkat di atasnya sedangkan RT dengan sumber air aman yang berada di atas kelompok pendapatan 40% terbawah mengalami penurunan tingkat pendapatan (pertukaran posisi). *Kedua*, keberhasilan pembangunan penyediaan air bersih yang aman dan terjangkau di kelompok pendapatan 40% terbawah tidak diiringi dengan kemampuan untuk mempertahankan kualitas pelayanan air bersih di kelompok pendapatan lainnya. Penyebab ketidakmampuan dalam mempertahankan kualitas pelayanan air bersih diantaranya faktor budaya (Omar *et al.*, 2017), deteorisasi sumber air (Onabolu *et al.*, 2011), perubahan kualitas dan kuantitas sumber air baku (Yuksel, 2015).

Kondisi Kabupaten Muara Enim yang memiliki dataran tinggi dan dataran banjir (*flood plain*) relatif luas memberikan kesulitan cukup berarti dalam pemenuhan air bersih yang aman dan terjangkau melalui ekspansi layanan pengolahan air bersih. Oleh karena itu, meningkatkan kualitas air yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat selama ini merupakan solusi realistis yang dapat diterapkan dalam jangka pendek. Namun demikian, Maryani *et al.* (2018) menemukan bahwa kualitas air bersih yang digunakan oleh masyarakat di beberapa desa sepanjang Sungai Lematang, Kabupaten Muara Enim memiliki kategori layak bersyarat untuk digunakan secara aman. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk 1) mengidentifikasi kemungkinan adanya keterkaitan kondisi fisik sumber air yang digunakan dengan penyakit kronis yang diderita penduduk serta 2) mengeksplorasi faktor-faktor kualitas air yang berpotensi mempengaruhi penyakit kronis (secara langsung/tidak langsung) yang diderita oleh masyarakat di Kabupaten Muara Enim.

BAHAN DAN CARA

Desain Penelitian, Lokasi dan Sumber Data Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui pendekatan statistik deskriptif (kualitatif) dan bersifat potong lintang. Penelitian berlokasi di empat desa dalam wilayah Kabupaten Muara Enim yaitu Desa Dangku, Desa Baturaja, Desa Kuripan dan Desa Banuayu.

Keempat desa yang menjadi lokasi penelitian terletak ditepian Sungai Lematang dimana sebagian besar masyarakatnya mengalami kesulitan mendapatkan air bersih saat musim kemarau. Secara berurutan dari hulu ke hilir adalah Desa Banuayu, Desa Kuripan, Desa Baturaja dan Desa Dangku.

Data bersumber dari data mentah Basis Data Terpadu (BDT) 2015 dan 2017 yang dikeluarkan oleh Tim Nasional Percepatan Pengentasan Kemiskinan (TNP2K). BDT berisi informasi sosial-ekonomi dan demografi (diantaranya jenis kelamin, umur, kecacatan, penyakit menahun, kepemilikan aset/fasilitas sumber air minum) yang dibangun dari hasil Pendataan Program Perlindungan Sosial tahun 2011 yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik. Secara ringkas BDT dikumpulkan melalui tahapan: 1) penyempurnaan distribusi daftar rumah tangga sementara; 2) forum konsultasi publik; 3) pengesahan data oleh Bupati/Walikota; 4) Pencacahan dan 5) Pengolahan dan perankingan oleh TNP2K. Selain data BDT, penelitian juga menggunakan hasil penelitian Maryani *et al.* (2018) dan penelusuran publikasi ilmiah relevan lainnya yang dapat terverifikasi. Adapun variabel BDT yang digunakan dalam penelitian adalah Kondisi Fisik Sumber Air dan Penyakit Kronis.

Definisi Variabel Penelitian

Kondisi Fisik Sumber Air yaitu apakah sumber air aman atau tidak aman dari sisi fisik struktur. Kelompok aman meliputi sumber air berasal dari ledeng, sumur bor, sumur terlindungi dan mata air terlindungi sedangkan kelompok tidak aman meliputi sumber air berasal dari air permukaan, sumur tidak terlindungi dan air hujan.

Penyakit kronis yaitu penyakit kronis diderita oleh masyarakat yang terdata di dalam BDT.

Kualitas Kimia Air adalah kandungan kimia terlarut dalam air yang diinterpretasikan berkualitas baik apabila memenuhi Standar berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 16/2015 dan/atau Standar Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Parameter kualitas

air yang dianalisa adalah BOD₅, COD, DO, H₂S, Besi (Fe), Sulfat (SO₄) dan Zat Organik Terlarut.

Metode Pengolahan, Analisis dan Interpretasi Data

Data BDT dianalisis melalui pendekatan statistik deskriptif (Tabulasi Silang/uji beda proporsi/*Chi-square*) yang diinterpretasikan melalui metode komparasi (*Odds Ratio/OR*) sedangkan data hasil penelusuran publikasi ilmiah dianalisis dengan pendekatan hubungan kausal dan diinterpretasikan dengan pendekatan input-proses-output. Untuk meningkatkan kualitas uji statistik dipergunakan metode *Exact test* dan *Bootstrapping* dalam uji beda proporsi.

Keterbatasan Metode

Nilai koefisien korelasi dan OR dalam penelitian ini tidak dimaksudkan sebagai interpretasi determinan risiko penyakit kronis secara langsung namun dipergunakan sebagai panduan untuk memperkirakan potensi material tertentu dalam air yang memiliki keterkaitan dengan penyakit kronis berdasarkan dukungan kajian ilmiah.

HASIL

Populasi dari keempat desa penelitian di tahun 2016 sebanyak 10.305 jiwa dengan sebaran 55,99% di Desa Banuayu, 18,53% di Desa Dangku, 14,94% di Desa Baturaja dan 10,53% di Desa Kuripan (BPS Kab Muara Enim, 2017a). Bentuk permukiman di setiap desa memiliki pola yang berbeda satu dengan lainnya (Gambar 1). Berdasarkan geologi, keempat desa berdiri di atas lahan yang terbentuk dari proses fluvial.

Sebesar 1,87% penduduk dengan tingkat pendapatan 40% terbawah diketahui memiliki penyakit kronis dimana 91,40% diantaranya menderita penyakit tidak menular. Penderita penyakit kronis tidak mengalami pertambahan sepanjang dua tahun pendataan dengan pengecualian pada penderita hipertensi yang bertambah dua orang (Tabel 1).

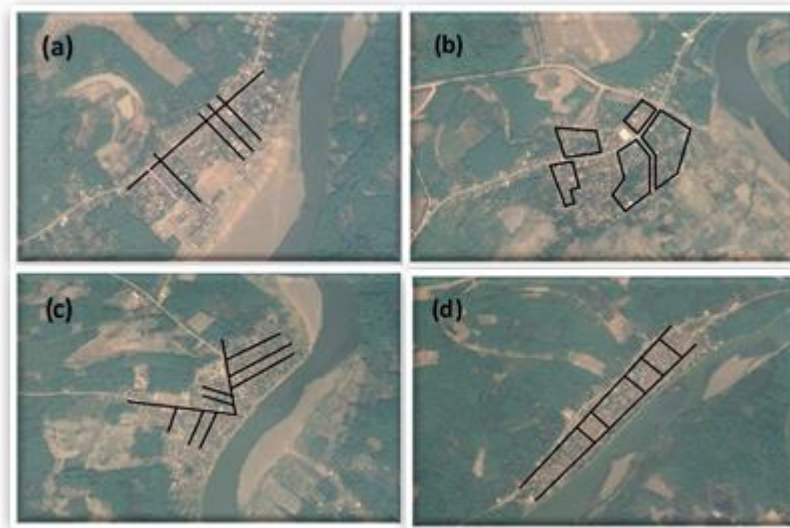
Tabel 1. Proporsi Penduduk Dengan Tingkat Pendapatan 40% Terbawah Yang Menderita Penyakit Kronis di Lokasi Penelitian

Penyakit Kronis	Penderita (jiwa)	
	2015	2017
Tidak ada Peny. Kronis	4.637	4.875
Hipertensi	24	26
Asma	20	20
Rematik	15	15
Tuberculosis	8	8
Stroke	8	8
Masalah jantung	3	3
Kanker/Tumor	2	2

Diabetes	1	1
Lainnya (gagal ginjal, paru-paru)	10	10
Total	4.728	4.968

Sumber: BDT 2015 dan 2017

Hasil tabulasi silang menunjukkan penyakit Stroke memiliki hubungan bermakna dengan Kondisi Fisik Sumber Air dalam tingkat kepercayaan $\alpha < 0,05$. Arah hubungan bersifat positif yaitu semakin tinggi keamanan fisik air maka potensi risiko mengalami Stroke akan berkurang (OR = 6,0; yaitu penduduk yang menggunakan sumber air tidak aman memiliki potensi risiko lebih tinggi dibandingkan penduduk yang menggunakan sumber air aman).



Gambar 1. Pola permukiman (a) Desa Dangku, (b) Desa Baturaja, (c) Desa Kuripan dan (d) Desa Banuayu (citra satelit bersumber dari *google earth*; dikutip dari Maryani *et al.* (2018))

Tabel 2. Korelasi Penyakit Kronis Dengan Kondisi Fisik Sumber Air di Lokasi Penelitian

	Persentase jumlah penderita dalam Kelompok Tingkat Pendapatan 40% Terbawah		<i>chi-square (sig.)</i>	<i>Correlation</i>	<i>Odds Ratio (OR)</i>
	Kondisi Fisik Sumber Air Aman	Tidak aman			
Hipertensi					
Tidak	99,5	99,2	0,764 (t.s)	0,103	1,6
Ya	0,5	0,8			
Rematik					
Tidak	99,7	99,2	3,694 (*)	0,028	2,7
Ya	0,3	0,8			
Asma					
Tidak	99,6	99,6	0,022 (t.s)	0,002	1,0
Ya	0,4	0,4			
Tuberculosis					
Tidak	99,8	99,8	0,017 (t.s)	0,002	1,0
Ya	0,2	0,2			
Stroke					
Tidak	99,9	99,4	5,663 (**)	0,035	6,0
Ya	0,1	0,6			
Lainnya					
Tidak	99,8	99,8	0,011 (t.s)	0,002	1,0
Ya	0,2	0,2			

Keterangan: t.s. : tidak signifikan

* : signifikan pada level 0,1

** : signifikan pada level 0,05

Penyakit kronis Rematik juga memiliki hubungan bermakna dengan Kondisi Fisik Sumber Air namun dalam tingkat kepercayaan lebih rendah yaitu $\alpha < 0,1$ dengan arah hubungan bersifat positif (OR = 2,7). Nilai korelasi kedua jenis penyakit kronis tersebut dengan Kondisi Fisik Sumber Air relatif rendah. Selain Stroke dan Rematik, uji statistik tidak menemukan adanya hubungan bermakna antara jenis penyakit kronis tertentu dengan Kondisi Fisik Sumber Air (Tabel 2).

Disisi lain, kualitas kimia air dari sumber air yang aman dapat dikatakan layak minum bersyarat. Hal ini dikarenakan empat dari tujuh parameter kualitas air diketahui melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) baku mutu air minum dengan rincian: Parameter BOD₅ terjadi di dua titik sampel (33,33%), parameter H₂S di lima titik (83,33%), Besi di dua titik (33,33%) dan Zat Organik terlarut di empat titik (66,67%). Keseluruhan sampel setidaknya memiliki satu parameter kualitas air yang melampaui NAB (Tabel 3).

Tabel 3. Kualitas Air Sumur Terlindungi di Lokasi Penelitian

Parameter Uji	Standar	Lokasi Pengambilan Sampel Air					
		Dangku 2	Dangku 3	Baturaja 2	Kuripan n 1	Kuripan 2	Banuayu #
BOD ₅ *	Maks. 3 mg/L	1,77	3,05	0,39	3,00	3,10	2,50
COD*	Maks. 25 mg/L	23,47	1,81	12,09	19,70	23,00	16,40
DO*	Min. 4 mg/L	7,43	6,80	8,10	6,50	6,00	5,50
H ₂ S*	Maks. 0,002 mg/L	0,0010	0,0043	0,0045	0,0040	0,0040	0,0050
Besi (Fe)**	Maks. 0,3 mg/L	0,87	0,23	1,62	0,30	0,20	0,10
Sulfat (SO ₄)**	Maks. 250 mg/L	8,44	<1,40	<1,40	4,50	6,80	2,60
Zat Organik**	Maks. 10 mg/L	5,80	16,55	29,13	13,00	6,50	17,00

Keterangan: * Standar berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 16/2015
 ** Standar Permenkes Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010
 # dikutip dari Maryani *et al.* (2018)

PEMBAHASAN

Secara umum ada tiga jalur dimana kualitas sumber air dapat mempengaruhi kesehatan manusia salah satunya melalui mekanisme *intake* bahan kimia beracun yang terlarut dalam air (Boelee *et al.*, 2019). Sumber bahan kimia beracun tersebut dapat berasal dari aktivitas manusia atau pun dari proses alamiah. Meskipun dalam penelitian ini tidak dibuktikan secara langsung hubungan antara penyakit kronis yang diderita dengan bahan kimia tertentu dari air yang dikonsumsi, hasil uji kualitas air dari sumur terlindungi tersebut patut untuk diwaspadai.

Five day Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) merupakan indikator standar untuk menunjukkan seberapa banyak oksigen dibutuhkan dalam penguraian bahan organik terlarut (*Dissolved Organic Matter*/DOM) melalui proses mikrobiologi (Penn, Pauer and Mihelcic, 2009). Di sisi lain, *Chemical Oxygen Demand* (COD) menunjukkan konsumsi oksigen terlarut yang dibutuhkan dalam oksidasi DOM melalui proses kimiawi (Boyles, 1997). Rasio BOD₅/COD sendiri merupakan indikator dari derajat *biodegradable* DOM (Jouanneau *et al.*, 2014). Hasil perhitungan menunjukkan rasio BOD₅/COD di Dangku 3 >0,6 sedangkan di titik sampel lainnya <0,3. Hal ini menunjukkan bahwa DOM di Dangku 3 termasuk kategori mudah terurai melalui proses mikrobiologi sedangkan di titik

sampel lainnya termasuk kategori DOM sulit terurai (Zaher and Hammam, 2014).

Temuan tersebut memiliki implikasi negatif terhadap status kesehatan masyarakat setidaknya dengan dua alasan. *Pertama*, DOM tersebut sejatinya merupakan senyawa yang mudah terurai melalui proses mikrobiologis namun kondisi air yang dipenuhi zat toksik menyebabkan mikroba tidak dapat tumbuh berkembang optimal (Hach, Klein(Jr.) and Gibbs, 1997) sehingga nilai BOD₅ terlihat rendah dari seharusnya (*underestimated*). Bias tersebut salah satunya dapat dipicu oleh kehadiran senyawa *polyketides* yang diketahui memiliki kemampuan antibakteri (Longnecker and Kujawinski, 2011).

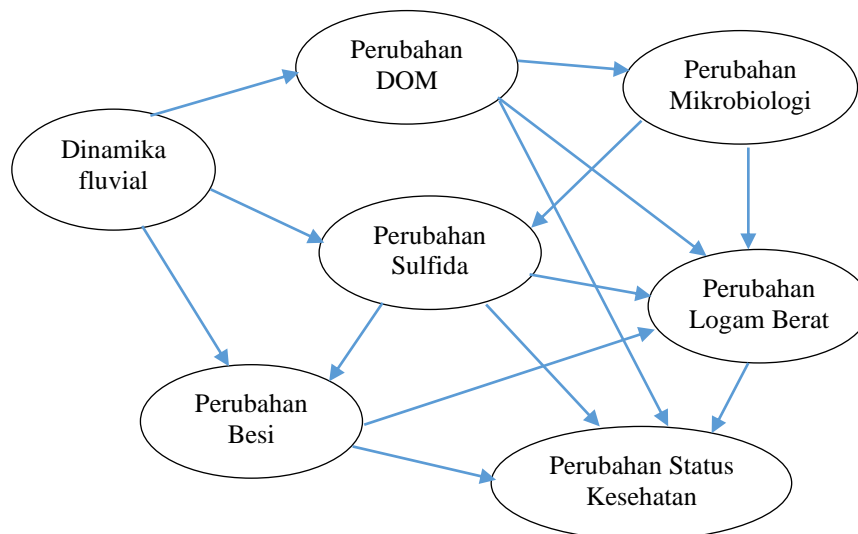
DOM yang tidak terurai secara mikrobiologis dapat berfungsi sebagai *chelating agent* dan mengikat logam berat yang bersifat toksik (Wang and Mulligan, 2006). Dalam kondisi terikat, logam berat tersebut tidak memiliki efek negatif terhadap kesehatan namun setelah masuk ke dalam pencernaan dapat mengalami pelepasan diakibatkan reaksi biokimia di dalam tubuh. Akumulasi logam berat dalam jangka panjang pada akhirnya menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia (Yang *et al.*, 2019).

Kedua, DOM tersebut merupakan bahan yang tidak terdegradasi oleh aktivitas mikrobiologis – semisal senyawa

hidrokarbon - namun dapat terurai melalui proses biokimia di dalam tubuh dimana senyawa kimia hasil penguraiannya tersebut bersifat toksik bagi tubuh. Secara umum, 20% DOM merupakan kumpulan senyawa karbohidrat, asam karboksilat, asam amino, hidrokarbon dan asam-asam organik lainnya sedangkan 80% lainnya terdiri dari senyawa humus (*humic acid* dan *fulvic acid*) (Wang and Mulligan, 2006).

Keberadaan senyawa humus disertai kandungan besi dan sulfur yang tinggi perlu untuk diwaspadai. Gontijo *et al.* (2017) menemukan bahwa kandungan senyawa humus yang tinggi akan menyebabkan ion besi tetap berbentuk fase koloid dan meningkatkan mobilitas Arsenik (As) bebas dalam air. Di sisi lain, senyawa humus dalam air tidak selalu berdampak negatif untuk kesehatan manusia. Pada kasus tertentu, senyawa humus dapat mempercepat proses penguraian polutan organik di dalam air (Lipczynska-Kochany, 2018).

Koloid besi yang tidak stabil dapat membentuk kerak di jalur perpipaan atau dalam bak penampungan air minum dan mengikat logam berat lainnya. Logam berat yang terikat dalam kerak besi tersebut berpotensi terlepas dan kembali larut ke dalam air minum seiring dengan terurainya kerak besi apabila terjadi perubahan kadar sulfat. Logam berat yang diketahui berkorelasi kuat dengan kerak besi diantaranya Mangan (Mn), Nikel (Ni), Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) (Sun *et al.*, 2017). Namun, efek sulfat terhadap penguraian kerak besi dan pelepasan logam berat juga dipengaruhi oleh kondisi biofilm yang ada (Yang *et al.*, 2014). Perubahan kadar sulfat di lokasi penelitian merupakan keniscayaan dikarenakan permukiman berdiri di atas lapisan pasir yang terbentuk dari proses fluvial. Dinamika fluvial diketahui berpengaruh terhadap penyebaran polutan (Colica *et al.*, 2019).



Gambar 2. Jalur hipotesis gangguan kesehatan sebagai dampak kualitas air di lokasi penelitian

H₂S dapat dihasilkan melalui proses termal atau pun mikrobiologi dan merupakan senyawa yang bersifat reaktif. H₂S merupakan gas yang bersifat beracun bagi makhluk hidup (Ventura Spagnolo *et al.*, 2019) meskipun dalam kasus dan jumlah tertentu tetap memiliki manfaat bagi kesehatan (Gopalakrishnan *et al.*, 2019). H₂S bersifat reaktif dengan logam berat. Oleh karenanya dapat digunakan untuk

menghilangkan cemaran logam berat (Huang *et al.*, 2019). Pun demikian, kehadiran H₂S terlarut dalam air minum tidak disukai. Hal ini dikarenakan H₂S menimbulkan bau busuk dan apabila dalam air tersebut terdapat logam berat maka akan terbentuk partikel endapan yang dapat terakumulasi dalam tubuh.

Data dalam penelitian ini tidak cukup untuk pembuktian langsung antara penyakit kronis yang diderita dengan konsumsi air

minum yang memiliki kandungan Besi, Sulfida dan DOM melampaui NAB namun setidaknya dapat diperkirakan pola hubungannya (Gambar 2). Besi memang memiliki hubungan terhadap kejadian Stroke namun faktor risikonya menurun seiring dengan kehadiran logam lainnya (Wen *et al.*, 2019). Hal serupa juga diketemukan dalam kaitan besi sebagai faktor risiko kejadian rematik dimana efek besi dapat bermakna apabila kehadiran besi tersebut secara nyata meningkatkan kadar Cu dan Zn dalam serum (Ma *et al.*, 2019).

Pada akhirnya untuk menjamin penyediaan air bersih yang aman dan terjangkau di lokasi penelitian, pemangku kepentingan perlu mengurangi DOM, kandungan Besi dan H₂S seoptimal mungkin. Pengolahan bertingkat terdiri dari koagulasi/flokulasi, sedimentasi, filtrasi pasir cepat, ozonasi dan filtrasi karbon aktif biologis (BAC) merupakan cara paling efektif dalam mengurangi DOM (Krzeminski *et al.*, 2019). Besi di dalam air setidaknya memiliki tiga bentuk berdasarkan sifat kelarutannya, sifat kimia alamiahnya dan bentuk mineral (Khatri, Tyagi and Rawtani, 2017). Kandungan Besi dapat dikurangi melalui penggunaan bahan penyerap (sorpsi) (Biela and Kučera, 2016), elektrokoagulasi (Hashim *et al.*, 2017) atau koagulasi konvensional. Adapun untuk cemaran H₂S, pemangku kepentingan dapat memanfaatkan aerasi sederhana atau yang lebih efektif lagi dengan menggunakan kombinasi oksidasi dan sinar ultraviolet (Tzvi and Paz, 2019). Mempertimbangkan sumber air di lokasi penelitian berada di atas tanah hasil proses fluvial maka deteriorasi sumber air dimungkinkan terus terjadi sepanjang waktu dan bersifat musiman. Oleh karenanya pengolahan air permukaan untuk penyediaan sumber air merupakan langkah terbaik.

Hasil penelitian ini harus diinterpretasikan dengan kehati-hatian. Penelitian ini tidak secara spesifik menentukan senyawa apa saja yang menyusun DOM. Telah dipahami bahwa DOM terbentuk dari penguraian sisa makhluk hidup, hasil metabolisme (Penn, Pauer and Mihelcic, 2009) dan diagenesis (yaitu proses yang menggambarkan

perubahan fisik dan kimia dalam sedimen yang disebabkan oleh meningkatnya suhu dan tekanan saat mereka terkubur di kerak bumi) (Shen *et al.*, 2015). Setiap proses diagenesis meninggalkan jejak khas sehingga kandungan DOM antar wilayah geografis tidak serta merta dapat disejajarkan.

Dalam penelitian ini kualitas kimia air dari sumber air tidak aman tidak diuji namun diperkirakan relatif lebih buruk dibandingkan dengan kualitas air dari sumber air yang aman. Hal ini didasari pada keyakinan bahwa cincin dinding batu bata dalam sumur terlindungi memiliki kemampuan dalam memfiltrasi logam-logam terlarut (Elgamouz *et al.*, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian menyimpulkan bahwa Kondisi Fisik Sumber Air yang tidak aman berpotensi meningkatkan risiko terjadinya penyakit Stroke dan Rematik di lokasi yang diteliti. Mekanisme peningkatan risiko menderita penyakit stroke dan rematik terjadi secara tidak langsung melalui variasi kandungan mineral dan DOM dalam air yang ditengarai dipengaruhi oleh Kondisi Fisik Sumber Air. Deteriorasi sumber air di lokasi penelitian merupakan salah satu hal utama yang menghambat penyediaan air bersih yang aman dan terjangkau.

Saran

Untuk menjamin keamanan dan keterjangkauan penyediaan air bersih, pemangku kepentingan disarankan untuk mengoptimalkan pengolahan air permukaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Muara Enim yang telah mendanai penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Sri Maryani, M. Agust Nurwahyudi, Achmad Ubaidillah dan Efriandi atas bantuannya dalam pengembangan konsep.

DAFTAR PUSTAKA

- Biela, R. and Kučera, T. (2016) Efficacy of Sorption Materials for Nickel, Iron and Manganese Removal from Water, in *Procedia Engineering*, pp. 56–63. doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.012.
- Boelee, E., Geerling, G., van der Zaan, B., Blauw, A. and Vethaak, A. D. (2019) Water and health: From environmental pressures to integrated responses, *Acta Tropica*. Elsevier, 193(March), pp. 217–226. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.03.011.
- Boyles, W. (1997) *The Science of Chemical Oxygen Demand, Technical information series Booklet 9*.
- BPS Kab Muara Enim (2017a) *Kecamatan Rambang Dangku Dalam Angka 2017*.
- BPS Kab Muara Enim (2017b) *Statistik Kesejahteraan Rakyat kabupaten Muara Enim 2017*.
- BPS Kab Muara Enim (2018) *Statistik Kesejahteraan Rakyat kabupaten Muara Enim 2018*.
- BPS Kab Muara Enim (2019) *Kabupaten Muara Enim Dalam Angka*. BPS Muara Enim.
- Colica, A., Benvenuti, M., Chiarantini, L., Costagliola, P., Lattanzi, P., Rimondi, V., et al. (2019) From point source to diffuse source of contaminants: The example of mercury dispersion in the Paglia River (Central Italy), *CATENA*, 172, pp. 488–500. doi: 10.1016/j.catena.2018.08.043.
- Elgamouz, A., Tijani, N., Shehadi, I., Hasan, K. and Al-Farooq Kawam, M. (2019) Characterization of the firing behaviour of an illite-kaolinite clay mineral and its potential use as membrane support, *Heliyon*, 5(8), p. e02281. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02281.
- Gontijo, E. S. J., Watanabe, C. H., Monteiro, A. S. C., da Silva, G. A., Roeser, H. M. P., Rosa, A. H., et al. (2017) Effects of Fe(III) and quality of humic substances on As(V) distribution in freshwater: Use of ultrafiltration and Kohonen neural network, *Chemosphere*, 188, pp. 208–217. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.08.143.
- Gopalakrishnan, P., Shrestha, B., Kaskas, A. M., Green, J., Alexander, J. S. and Pattillo, C. B. (2019) Hydrogen sulfide: Therapeutic or injurious in ischemic stroke?, *Pathophysiology*, 26(1), pp. 1–10. doi: 10.1016/j.pathophys.2018.10.005.
- Hach, C. C., Klein(Jr.), R. L. and Gibbs, C. R. (1997) *Introduction to Biochemical Oxygen Demand, Technical Information Series Booklet 7*.
- Hashim, K. S., Shaw, A., Al Khaddar, R., Pedrola, M. O. and Phipps, D. (2017) Iron removal, energy consumption and operating cost of electrocoagulation of drinking water using a new flow column reactor, *Journal of Environmental Management*, 189, pp. 98–108. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.12.035.
- Huang, Z., He, K., Song, Z., Zeng, G., Chen, A., Yuan, L., et al. (2019) Alleviation of heavy metal and silver nanoparticle toxicity and enhancement of their removal by hydrogen sulfide in *Phanerochaete chrysosporium*, *Chemosphere*, 224, pp. 554–561. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.02.190.
- Jouanneau, S., Recoules, L., Durand, M. J., Boukabache, A., Picot, V., Primault, Y., et al. (2014) Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review, *Water Research*. Elsevier Ltd, 49(1), pp. 62–82. doi: 10.1016/j.watres.2013.10.066.
- Khatri, N., Tyagi, S. and Rawtani, D. (2017) Recent strategies for the removal of iron from water: A review, *Journal of Water Process Engineering*, 19, pp. 291–304. doi: 10.1016/j.jwpe.2017.08.015.
- Krzeminski, P., Vogelsang, C., Meyn, T., Köhler, S. J., Poutanen, H., de Wit, H. A., et al. (2019) Natural organic matter fractions and their removal in full-scale drinking water treatment under cold climate conditions in Nordic capitals, *Journal of Environmental Management*. Elsevier, 241(May), pp. 427–438. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.02.024.
- Lipczynska-Kochany, E. (2018) Humic substances, their microbial interactions and effects on biological transformations of organic pollutants in water and soil: A review, *Chemosphere*, 202, pp. 420–437. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.03.104.
- Longnecker, K. and Kujawinski, E. B. (2011) Composition of dissolved organic matter in groundwater, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(10), pp. 2752–2761. doi: 10.1016/j.gca.2011.02.020.
- Ma, Y., Zhang, X., Fan, D., Xia, Q., Wang, M. and Pan, F. (2019) Common trace metals in rheumatoid arthritis: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 56, pp. 81–89. doi: 10.1016/j.jtemb.2019.07.007.
- Maryani, S., Novriadhy, D., Ubaidillah, A., Nurwahyudi, M. A. and Efriandi (2018) *Penerapan Teknologi Air Bersih di Kalangan Masyarakat Muara Enim*.
- Mugagga, F. and Nabaasa, B. B. (2016) The centrality of water resources to the realization of Sustainable Development Goals (SDG). A review of potentials and constraints on the African continent, *International Soil and Water Conservation Research*. Elsevier, 4(3), pp. 215–223. doi: 10.1016/j.iswcr.2016.05.004.
- Omar, Y. Y., Parker, A., Smith, J. A. and Pollard, S. J. T. (2017) Risk management for drinking water safety in low and middle income countries - cultural influences on water safety plan (WSP) implementation in urban water utilities, *Science of the Total Environment*. The Authors, 576, pp. 895–906. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.131.
- Onabolu, B., Jimoh, O. D., Igboro, S. B., Sridhar, M. K. C., Onyilo, G., Gege, A., et al. (2011) Source to point of use drinking water changes and knowledge, attitude and practices in Katsina State, Northern Nigeria, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 36(14–15), pp. 1189–1196. doi: 10.1016/j.pce.2011.07.038.

- Penn, M. R., Pauer, J. J. and Mihelcic, J. R. (2009) Biochemical Oxygen Demand, *Environmental and Ecological Chemistry. Encyclopedia of Life Support System (EOLSS)*.
- Shen, Y., Chapelle, F. H., Strom, E. W. and Benner, R. (2015) Origins and bioavailability of dissolved organic matter in groundwater, *Biogeochemistry*, 122(1), pp. 61–78. doi: 10.1007/s10533-014-0029-4.
- Sun, H., Shi, B., Yang, F. and Wang, D. (2017) Effects of sulfate on heavy metal release from iron corrosion scales in drinking water distribution system, *Water Research*, 114, pp. 69–77. doi: 10.1016/j.watres.2017.02.021.
- TNP2K Data Terpadu PPFM (2017) *Junlah Rumah Tangga menurut Sumber Air Minum dengan Status Kesejahteraan 40% Terendah di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan, Data Terpadu PPFM*. Available at: <http://bdt.tnp2k.go.id/sebaran/>.
- Tzvi, Y. and Paz, Y. (2019) Highly efficient method for oxidation of dissolved hydrogen sulfide in water, utilizing a combination of UVC light and dissolved oxygen, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. Elsevier, 372(December 2018), pp. 63–70. doi: 10.1016/j.jphotochem.2018.12.005.
- Valdivia-Rivera, S., Martínez-Cano, A. K., Aguirre-García, G. and Lizardi-Jiménez, M. A. (2018) Hydrocarbon water-pollution related to chronic kidney disease in Tierra Blanca, a perfect storm, *Environment International*, 121, pp. 1204–1209. doi: 10.1016/j.envint.2018.10.036.
- Ventura Spagnolo, E., Romano, G., Zuccarello, P., Laudani, A., Mondello, C., Argo, A., *et al.* (2019) Toxicological investigations in a fatal and non-fatal accident due to hydrogen sulphide (H₂S) poisoning, *Forensic Science International*, 300, pp. e4–e8. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.04.026.
- Wang, S. and Mulligan, C. N. (2006) Effect of natural organic matter on arsenic release from soils and sediments into groundwater, *Environmental Geochemistry and Health*, 28(3), pp. 197–214. doi: 10.1007/s10653-005-9032-y.
- Wen, Y., Huang, S., Zhang, Y., Zhang, H., Zhou, L., Li, D., *et al.* (2019) Associations of multiple plasma metals with the risk of ischemic stroke: A case-control study, *Environment International*, 125(December 2018), pp. 125–134. doi: 10.1016/j.envint.2018.12.037.
- Yang, F., Shi, B., Bai, Y., Sun, H., Lytle, D. A. and Wang, D. (2014) Effect of sulfate on the transformation of corrosion scale composition and bacterial community in cast iron water distribution pipes, *Water Research*, 59, pp. 46–57. doi: 10.1016/j.watres.2014.04.003.
- Yang, S., Zhao, J., Chang, S. X., Collins, C., Xu, J. and Liu, X. (2019) Status assessment and probabilistic health risk modeling of metals accumulation in agriculture soils across China: A synthesis, *Environment International*, 128, pp. 165–174. doi: 10.1016/j.envint.2019.04.044.
- Yuksel, I. (2015) Water management for sustainable and clean energy in Turkey, *Energy Reports*. Elsevier Ltd, 1, pp. 129–133. doi: 10.1016/j.egy.2015.05.001.
- Zaher, K. and Hammam, G. (2014) Correlation between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatment Plants in Egypt to Obtain the Biodegradability Indices, *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 13(1), pp. 42–48.