

KARAKTERISASI AIR TERPRODUKSI INDUSTRI MIGAS SEBAGAI SUMBER DAYA AIR ALTERNATIF DI KECAMATAN MINAS, KABUPATEN SIAK, RIAU

Maulana Hardi¹, Sofia Anita² dan Ilham³

¹Mahasiswa Doktor Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Riau

²Osean Program Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

³Mahasiswa Magister Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Riau

E-mail: maul_94@yahoo.com

ABSTRACT

Oil and gas exploration activities always produce follow-up materials that is produced water with the number of millions of barrels per day. Oil field produced water has a chemical composition with different concentrations depending on the geographical location, the depth of the formation, the method of oil lifting, and the age of oil production wells. The abundant production of produced water by the oil and gas industry makes the produced water into one of the potential water resources to be utilized by the community for daily needs, but now the produced water is still considered as industrial waste that is harmful to humans and can pollute the environment. To see the potential reuse of produced water by the community, a laboratory testing was conducted to characterize chemical composition of oil field produced water in Minas area, Siak Regency, Riau Province with parameters set forth in Government Regulation No. 82 of 2001 on the Management of Water Quality and Control of Water Pollution for water class 1 (drinking water). The laboratory testing parameters performed are grouped by physical, inorganic chemistry, radioactivity, and organic chemistry including pesticides. This study also includes laboratory testing for samples from drinking water refill retail and water well located in Minas community area to analyze the quality of drinking water source in community as well as blank for quality of produced water.

The result of laboratory tests shows for samples from produced water have 17 of 46 parameters (37%) still not meet limit of standard water class 1. While the result for sample from drinking water refill retail has 4 of 46 parameters (9%) not meet limit of standard class 1 and sample from community well has 3 of 46 parameters (6%) not meet limit of standard class 1.

Keyword: Produced water, limit of standard, and laboratory testing.

PENDAHULUAN

Yang termasuk dengan air terproduksi adalah air yang berada dalam formasi di tanah dan air yang diinjeksikan ke formasi bawah tanah untuk mendorong keluar minyak bumi dan air tersebut dipisahkan dari minyak bumi di permukaan oleh fasilitas pemisahan minyak dan air (Ezechi et al., 2012). Pada tahap awal produksi minyak, kandungan air pada minyak biasanya rendah namun akan naik hingga 80% dalam beberapa tahun. Air terproduksi adalah hasil dari kegiatan eksplorasi minyak dan bumi dan jumlah air terproduksi secara global adalah mencapai 250 juta barel per hari berbanding dengan sekitar 80 juta barel minyak yang dihasilkan (Mehta, et al., 2017).

Karakteristik air terproduksi industri migas, mempunyai komposisi fisik, kandungan senyawa kimia anorganik dan organik tergantung dari lokasi geografis lapangan migas, formasi geologis. Karakter air dan juga jumlah air terproduksi juga bervariasi berdasarkan umur dari reservoir dan akan berubah dramatis bila industri migas



melakukan operasi injeksi air atau yang lebih dikenal dengan *water flooding* (Veil, et al. 2004).

Saat ini air terproduksi oleh industri migas injeksikan kembali ke formasi dengan kedalaman yang sangat jauh dari permukaan tanah atau dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan, namun sudah saatnya air terproduksi dipandang sebagai asset lingkungan yang merupakan bagian dari penyelesaian masalah sumber daya air dan bukan lagi dipandang sebagai air limbah dan bagian dari masalah lingkungan. Air terproduksi dapat membantu mengurangi tekanan pada sumber daya air alami dan membantu agar air permukaan dan air tanah dapat digunakan untuk keperluan yang lebih bernilai tinggi. Berdasarkan berbagai penelitian di luar negeri, air terproduksi migas dapat dimanfaatkan kembali dalam skala yang luas termasuk untuk irigasi, peternakan dan lahan basah, dapat dilakukan untuk penampungan air dipermukaan; dan dapat digunakan untuk proses di beberapa industri. Sebagai tambahan, air terproduksi juga dapat disimpan pada tempat penyimpanan aquifer untuk penggunaan di kemudian hari sebagai sumber air pada kemudian hari (Hagstorm et. al, 2016)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan karakterisasi komposisi kimia air terproduksi berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 of 2001, khususnya baku mutu kelas I untuk air minum, untuk melihat kemungkinan pemanfaatan air terproduksi bagi masyarakat di wilayah Minas, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi produksi Minas PT. Chevron Pacific Indonesia, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

Peralatan dan Bahan Kimia

The equipment used in this research are a set of sampling tools, *Ice Box*, *glass* dan *HDPE containers*, volumetric glass, peralatan filtrasi, Analitical, Oven, *COD Reactor* HACH DR200, *Multi Meter* (pH-Ion-DO), HACH 40D, *Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)* Perkin Elmer 8300 DV, *Gas Chromatograph-Ionize Detector (GC-FID)* Agilent 7890, *Ion Chromatograph* Dionex ICS3000, *VIS Spectofotometer* HACH DR 2800.

Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan kimia yang mempunyai kualitas untuk pengujian laboratorium atau *pure analysis* (PA) antara lain air deionisasi, asam nitrat, asam klorida, asam sulfat, Kloroform, Heksan, HACH reagent untuk pengujian parameter dengan menggunakan spektrofotometer, larutan standar tertelusur atau *standard refernce material* (SRM) untuk pembuatan kurva kalibrasi, larutan standar berakurasi atau certified reference material (CRM) untuk jaminan mutu pengujian.

Pengambilan Contoh Air Terproduksi

Contoh air terproduksi diambil dari *water injection pump* (WIP) di stasiun penampung minyak bumi atau *Gathering Station* (GS) di 6 lokasi produksi dengan 3 penampungan dalam waktu 3 bulan (Maret-April 2017). Untuk mendapatkan data dengan kualitas yang baik, pengambilan contoh air, penggunaan wadah dan pengawetan menggunakan metode dan persyaratan yang ada pada Standard Method SM 1060. Pengiriman contoh air ke laboratorium dilakukan pada hari yang sama dan diterima tidak dari batas waktu yang dipersyaratkan pada metode pengujian laboratorium. Dalam penelitian ini juga digunakan blanko pengambilan contoh air dan blanko laboratorium memastikan tidak adanya kontaminasi selama pengiriman dan proses pengujian laboratorium.



Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan di laboratorium terakreditasi ISO 17025 yaitu Technology Support Laboratory Minas-Duri (LP-531-IDN), Laboratorium Lingkungan ALS Indonesia (LP-091-IDN) berlokasi di Sentul, Jawa Barat dan Laboratorium Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) di Lebak Bulus, Jakarta Selatan.

Batasan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian laboratorium untuk contoh air sesuai parameter yang disyaratkan pada PP. 82/2011 kelas 1 untuk kualitas air minum, kecuali untuk parameter suhu, dissolved oxygen (DO), fecal coli, dan total coli. Untuk contoh air minum masyarakat (air depot isi ulang dan air sumur) parameter radioaktif juga tidak dikukuhkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian laboratorium untuk air terproduksi, sebanyak 17 parameter masih belum memenuhi baku mutu pada PP 82/2001 kelas 1 untuk kualitas air minum.

Tabel 1. Parameter uji yang tidak masuk baku mutu pada air terproduksi migas

No.	Parameter	Unit	Baku Mutu	Konsentrasi*	Standar Deviasi*
1.	TDS	mg/L	1000	2247	34,7
2.	BOD	mg/L	2	107	27,3
3.	COD	mg/L	10	142	18,9
4.	Fosfat	mg/L	0,2	0,42	0,37
5.	Amonia	mg/L	0,5	3,25	0,55
6.	Barium	mg/L	1	1,45	0,21
7.	Boron	mg/L	1	6,49	0,52
8.	Selenium	mg/L	0,01	0,03	0,01
9.	Besi	mg/L	0,03	0,14	0,04
10.	Klorida	mg/L	600	871	124
11.	Sianida	mg/L	0,02	0,044	0,07
12.	Fluorida	mg/L	0,5	5,48	1,78
13.	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,24	0,23
14.	Belerang H ₂ S	mg/L	0,002	0,24	0,10
15.	Minyak Lemak	mg/L	1	16	5,3
16.	MBAS	mg/L	0,2	0,28	0,20
17.	Fenol	mg/L	0,001	1,69	0,34

*rata-rata dari tiap gathering station (GS)

Berdasarkan pengelompokan jenis pengujian laboratorium, terdapat 17 parameter belum memenuhi baku mutu yaitu kelompok fisik (TDS), kimia anorganik (BOD, COD, fosfat, amonia, barium, boron, selenium, besi, klorida, sianida, florida, klorin bebas, belerang H₂S), dan senyawa organik (minyak lemak, MBAS, dan Fenol).

Total padatan terlarut (TDS) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kandungan garam anorganik dan sebagian kecil senyawa organik yang ada di dalam air, kandungan utamanya biasanya adalah ion kalsium, magnesium, natrium, kalium, natrium bikarbonat, hydrogen karbonat, klorida, sulfat, dan nitrat. Belum ada data yang tersedia tentang efek kesehatan terkait dengan kandungan TDS di air minum. Hasil penelitian awal epidemiologi menunjukkan konsentrasi rendah TDS dalam air minum memiliki efek menguntungkan, walaupun efek sampingnya telah ada dilaporkan jumlah terbatas. Air yang mengandung konsentrasi TDS di bawah 1000 mg/L umumnya masih dapat diterima



konsumen. Namun, Keberadaan TDS dalam air mungkin tidak disukai karena dapat menghasilkan rasa pada air (WHO, 2003).

Kandungan fosfor pada senyawa fosfat adalah nutrisi vital untuk merubah sinar matahari menjadi energi yang dapat digunakan, dan essensial bagi pertumbuhan sel. Dampak dari kandungan fosfat di air dengan bantuan sinar matahari adalah memicu perkembangan alga secara pesat. Perkembangan alga terutama perkembangan alga yang berbahaya atau *harmful alga blooms* (HABs) menjadi isu yang berkembang di Amerika Serikat dan seluruh dunia. HABs mempunyai dampak negatif yang signifikan terhadap kualitas air, kesehatan manusia, hewan dan terhadap ekonomi. Beberapa HABs dapat menghasilkan racun yang berbahaya bagi manusia dan hewan. Racun ini dapat jadi resiko dan tantangan bagi sistem penyaluran air minum. (EPA, 2016).

Amonia dapat menimbulkan rasa yang kurang enak juga mempunyai efek toksik pada manusia pada konsentrasi tinggi. Bila amonia yang masuk ke dalam tubuh adalah dalam bentuk garam ammonium, efek dari anion harus dipertimbangkan. Sebagai contoh untuk ammonium klorida dapat mempengaruhi metabolisme dengan merubah kesetimbangan asam-basa, mengganggu toleransi tubuh pada glukosa, dan mengurangi sensitivitas jaringan terhadap insulin (WHO, 2003).

Dampak untuk parameter kimia anorganik terutama logam berat, dapat memberikan dampak signifikan bagi kesehatan dan juga dampak bagi lingkungan. Logam berat apabila memasuki ke dalam badan air secara langsung dapat menyebabkan dampak khusus pada makhluk hidup, seperti kasus minamata, kerusakan sitem syaraf, pengaruh pada perkembangan janin, karsinogenik dan gangguan fungsi kekebalan tubuh, sehingga dapat dikatakan seluruh logam berat dapat menjadi racun saat terakumulasi di dalam tubuh dalam waktu yang lama. (Sekarwati et al., 2015).

Dampak dari paparan senyawa sianida atau HCN secara lama dalam konsentrasi tinggi dapat menstimulasi sistem saraf pusat yang kemudian diikuti oleh depresi, kejang-kejang, lumpuh dan kematian. Garam sianida dan larutan sianida memiliki tingkat toksisitas yang lebih rendah dibandingkan HCN karena masuk ke tubuh hanya melalui saluran pernapasan. Namun demikian, ketoksikannya dapat dianggap sebanding dengan HCN karena menghasilkan HCN (Pitoy M., 2014).

Klorin terkenal sebagai senyawa desinfektan karena efektif pada konsentrasi rendah, murah, dan membentuk residual jika diinginkan pada dosis yang tepat. Kemampuan desinfeksi klorin berasal dari sifat propertisnya sebagai oksidator kuat. Klorin mengoksidasi enzim yang berfungsi sebagai proses metabolisme pada mikroorganisme. Klorin merupakan senyawa oksidator kuat yang berbahaya jika masuk ke dalam tubuh manusia. (Fuadi, 2012).

Dampak mengkonsumsi air mengandung senyawa sulfida (H_2S) dapat menyebabkan penurunan pH di dalam rongga mulut dan berikatan secara kovalen dengan beberapa komponen-komponen epitel serta beraksi secara kimia dengan protein di dalam rongga mulut. Jika paparan terjadi dalam jangka waktu yang lama maka rongga mulut mempunyai waktu untuk menetralsir suasana asam sehingga partikel-partikel kecil akan lepas dan permukaan gigi akan mulai hilang (Wibowo, 2012).

Nilai BOD dan COD didalam air menunjukkan banyaknya kandungan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik di dalam air. Kedua parameter tersebut adalah parameter kimia sebagai indikator tinggi atau rendahnya senyawa organik pada air. Kandungan senyawa organik yang tinggi pada air dapat menyebabkan masalah kesehatan bila dikonsumsi secara langsung terkait jenis senyawa organik yang terkandung. Pada air terproduksi umumnya terdapat berbagai jenis senyawa organik yang berasal dari lingkungan bumi seperti yang dapat bersifat toksik bagi manusia dan makhluk hidup lainnya seperti fenol, benzena, toluena, dan xylene.



Kandungan senyawa organik pada air terproduksi yang tidak memenuhi baku mutu adalah kandungan minyak lemak, MBAS, dan fenol. Selain mempengaruhi nilai estetika air, kandungan senyawa organik juga dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan yang serius, terutama senyawa fenol dengan konsentrasi tinggi jika dikonsumsi dapat terakumulasi di tubuh dan bersifat racun. Senyawa fenol di dalam tubuh dapat merusak protoplasma atau sel-sel darah, menyebabkan gangguan motoris berupa gangguan otak, trombosis vena, dan neurolisis kimiawi. Fenol juga dapat menimbulkan nekrosis kulit dan apabila terkena mata dapat menimbulkan iritasi kornea. Selain itu dapat menyebabkan efek sistemik pada umumnya yaitu nyeri kepala, diare, lemah, pusing, penglihatan kabur, muntah dan panas (Suprasetyo dan Setiarso, 2016).



Gambar 1. Diagram komposisi air terproduksi migas

Dari hasil pengujian laboratorium contoh air minum masyarakat berdasarkan PP 82/2001 kelas 1, pada air minum dari depot isi ulang terdapat 4 parameter yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu selenium, besi, nitrat, dan MBAS. Sedangkan untuk pengujian contoh air sumur masyarakat terdapat 3 parameter yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu belerang, belerang, dan nitrat.

Tabel 2. Parameter uji yang tidak masuk baku mutu pada air minum depot isi ulang

No.	Parameter	Unit	Baku Mutu	Konsentrasi
1.	Selenium	mg/L	0,01	0,02
2.	Besi	mg/L	0,03	0,25
3.	Nitrat	mg/L	10	11,02
4.	MBAS	mg/L	0,2	0,32

Tabel 3. Parameter uji yang tidak masuk baku mutu pada air sumur masyarakat

No.	Parameter	Unit	Baku Mutu	Konsentrasi
1.	Selenium	mg/L	0,01	0,02
2.	Belerang H ₂ S	mg/L	0,002	0,021
3.	Nitrat	mg/L	10	21,96

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau jurnalistik dan sebagainya.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.





Gambar 2. Karakter kimia air minum depot isi ulang



Gambar 3. Karakter kimia air sumur masyarakat

KESIMPULAN

Berdasarkan 46 parameter pengujian laboratorium yang disyaratkan pada PP 82/2001 untuk golongan 1 (air minum), untuk air terproduksi industri migas di wilayah Kecamatan Minas, masih terdapat 17 parameter (37%) belum memenuhi baku mutu. Sedangkan untuk kualitas air masyarakat, untuk air minum dari depot isi ulang mempunyai 9 parameter yang belum masuk dalam baku mutu (9%) dan untuk air yang dari sumur masyarakat masih mempunyai 3 parameter yang belum masuk baku mutu (7%).

UCAPAN TERIMA KASIH

M. Hardi mengucapkan terima kasih kepada PT. Chevron Pacific Indonesia untuk sumbuhan yang luar biasa terhadap penelitian ini dan Laboratorium ALS Indonesia sebagai laboratorium lingkungan terpercaya. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih atas arahan Prof. Dr. Ir. Yusni Ikhwan Siregar, M.Sc., dan Prof. Dr. Mirna Ilza, MS. pada Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

1. Casley D.M.G., Glass W.I. 1998. Cyanide Poisoning: Pathophysiology and Treatment Recommendations. *Journal Occp. Med.* Vol 48, No.7.
2. C.E. and Veil J.A. 2009. Produce water Volume and Management Practice in the United States. Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, Illinois.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritikan atau tindakan suksesi masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

- Environmental Protection Agency (EPA), 2016. Harmful Algal Blooms and Drinking Water. EPA: 810-F-16-006
- Maadi A., 2012. Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus: Jaringan Distribusi Air Bersih IPA Cilandak). Fakultas Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia.
- Magstrom, E. L. Lyles C., Pattanayek M., DeShields B., Berkman M. P., 2016. Produce Water—Emerging Challenges, Risks, and Opportunities. *Environmental Claims Journal*, Vol 28, No 2.
- Mehta R.N. and D. Saini, 2017. Efficient Removal of Heavy Metals from Oil-field Produced Water: A Review of Currently Available Techniques. *Journal Archives of Petroleum & Environmental Biotechnology*, Volume 2017, Issue 01.
- Pitoi M.M., 2014. Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka). *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE* 4 (1) 1-4.
- Sekarwati N., Murachman B., Sunarto. 2013. Dampak logam Berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) Pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Air Sumur dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendaliannya di Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal Ekosains*, Vol. VII, No. 1, Maret 2015.
- Supradyo A., Pirin Setiarso, 2016. Penentuan Fenol Pada Air Sungai Secara *Cyclic Stripping Voltammetry* Dengan menggunakan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi Zeolit. *Prosiding Seminar Kimia dan Pembelajarannya*, ISBN: 978-602-0951-12-6, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negri Surabaya.
- Ullrich, A., Markus, P. G., Elcock, D., Redweik, R. J. 2004. Describing Produced Water from Production of Crude oil, Natural Gas, and Coal Bed Methane. A White Paper.
- Wibisono Eko M. 2012. Pengaruh Kadar Sulfur Pada Air Sumur Terhadap Erosi Gigi Pada Masyarakat Di Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo. *Bagian Ilmu Kesehatan Gigi*, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember.
- World Health Organization, 2003. Ammonia in Drinking-water. *Guidelines for Drinking-water Quality*, 2nd ed. Vol. 2 Health Criteria and Other Supporting Information WHO.
- World Health Organization, 2003. Total dissolved solids in Drinking-water. *Guidelines for Drinking-water Quality*, WHO/SDE/WSH/03.04/16.

