

**ANALISIS KUALITAS AIR TERPRODUKSI DESA KEDEWAN KECAMATAN
WONOCOLO KABUPATEN BOJONEGORO**

**ANALYSIS OF PRODUCED WATER QUALITY OF KEDEWAN KECAMATAN
WONOCOLO BOJONEGORO DISTRICT**

Dyah Setyaningrum¹, Harjono², Zhailatur Rizqiyah³

Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro

*dyahds@gmail.com*¹

Abstract

Mining activities for oil and natural gas have an impact on environmental pollution caused by their byproducts in the form of produced water. In some places in Indonesia this production activity is carried out in the traditional way by making culverts, one of which is located in Kedewan Village, Bojonegoro. The use of simple tools in the production process and the absence of WWTPs causes traditional mining activities to have an impact on pollution of river water quality. The recipient of vacation water in the form of produced water from this activity is the Kedungrupit River and the Kaligaling River. The purpose of this study is to analyze the concentration of wastewater produced and also analyze the concentration of river water due to mining activities. The traditional oil mining activities in Kedewan Village produce a concentration of produced water that still exceeds the quality standard according to Minister of Environment Regulation No. 19 of 2010. Parameters that were exceeded were TDS and COD. Whereas for the water quality of the Kedungrupit River and the Kaligaling River after receiving the produced water from the activities of petroleum mining are included in the category of not meeting the quality standards for class II water as attached in PP No.82 of 2001. The parameters exceeded for the class II quality standards are the COD, TDS parameters, NH₃-N, as well as, Oils and Fats. Based on the analysis of the physical and chemical parameters of produced water in the Kedewan village, it is necessary to carry out a follow-up in controlling river water pollution by building an WWTP and coordination with the local government is needed in order to issue relevant policies.

Keywords: Produced water; Oil production; Water quality; Kedewan, Bojonegoro

Abstrak

Kegiatan penambangan minyak dan gas bumi memberikan dampak pencemaran lingkungan yang disebabkan karena hasil sampingnya yang berupa air terproduksi. Di beberapa tempat di Indonesia kegiatan produksi ini dilakukan dengan cara tradisional dengan membuat gorong - gorong, salah satunya yang berada di Desa Kedewan, Bojonegoro. Pemakaian alat yang sederhana dalam proses produksi serta tidak adanya IPAL menyebabkan kegiatan penambangan secara tradisional ini memberukan dampak terjadinya pencemaran terhadap kualitas air sungai. Penerima air limbah berupa air terproduksi dari kegiatan ini adalah Sungai Kedungrupit dan Sungai Kaligaling. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis konsentrasi air limbah yang dihasilkan dan juga menganalisis konsentrasi air sungai akibat kegiatan penambangan. Kegiatan penambangan tradisional minyak bumi di Desa

Kedewan menghasilkan konsentrasi air terproduksi yang masih melebihi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010. Parameter yang terlampaui yaitu TDS dan COD. Sedangkan untuk kualitas air Sungai Kedungrupit dan Sungai Kaligaling setelah menerima air terproduksi kegiatan penambangan minyak bumi termasuk kategori tidak memenuhi baku mutu untuk air kelas II sebagaimana terlampir dalam PP No.82 Tahun 2001. Parameter yang terlampaui untuk baku mutu kelas II yaitu parameter COD, TDS, NH₃-N, serta, Minyak dan Lemak. Berdasarkan hasil analisis parameter fisika dan kimia air terproduksi di Desa Kedewan, maka perlu diadakan tindak lanjut dalam pengendalian pencemaran air sungai dengan membangun IPAL dan diperlukan adanya koordinasi dengan Pemerintah setempat agar dikeluarkan kebijakan yang terkait.

Kata Kunci: Air terproduksi; Penambangan minyak bumi; Kualitas air; Kedewan, Bojonegoro

Pendahuluan

Penambangan minyak bumi secara tradisional yang dilakukan masyarakat memberikan dampak positif berupa peningkatan produksi minyak bumi dan peningkatan pendapatan masyarakat dalam skala nasional. Akan tetapi, di lain pihak, kegiatan ini juga memiliki dampak negatif, yaitu pencemaran lingkungan. Permasalahan yang muncul dalam kegiatan penambangan sumur tua adalah limbahnya, baik berupa air limbah maupun lumpur *sludge* dan juga dampak keselamatan dan kesehatan kerja bagi para penambang karena dalam pelaksanaan menggunakan teknologi sederhana (Hedar & Budiono, 2018).

Proses produksi minyak dan gas bumi merupakan serangkaian proses yang kompleks dan melibatkan kegiatan mulai dari hulu (*upstream*) sampai dengan hilir (*downstream*). Kegiatan ini, selain menghasilkan minyak mentah (*crude oil*) juga dihasilkan air terproduksi dalam jumlah cukup besar. Air terproduksi adalah air hasil sampingan yang terbawa ke permukaan saat pengambilan minyak dan gas bumi. Menurut Igunnu & Chen (2014) limbah cair hasil eksploitasi minyak mentah yang dihasilkan adalah air dengan volume lebih dari 80%. Bahkan pada sumur minyak yang telah dimanfaatkan bertahun-tahun volumenya dapat mencapai 95%. Disebutkan pula bahwa, secara umum, rasio volume minyak dan air adalah 1:3. Faktor paling besar yang menyebabkan pencemaran. Adalah residu air yang telah dipisahkan dari minyak yang kemudian merembes dan mengalir ke sungai sehingga menurunkan kualitas air di sekitarnya (Hedar & Budiono, 2018).

Air terproduksi dapat terbentuk secara alami dan juga dapat berasal dari air yang diinjeksikan sebagai stimulan ataupun hasil *recovery* produksi. Kandungan di dalamnya termasuk air formasi, air injeksi, dan bahan kimia lainnya yang ditambahkan selama proses pemisahan minyak dan air (Blumer, 2007). Dikarenakan perbedaan kandungan ini, maka hanya dapat dilakukan penentuan konsentrasi pada beberapa komponen yang nilainya relatif besar. Menurut Ivory (2015) bahwa konstituen yang terdapat dalam air terproduksi, misalnya, kandungan garam (yang dinyatakan dalam salinitas, TDS (Total Dissolved Solid), ataupun konduktivitas listrik); kandungan minyak dan lemak (yang harus diidentifikasi melalui uji analitis dengan mengukur keberadaan senyawa kimia organik tertentu); kandungan senyawa inorganik dan organik (contohnya senyawa kimia yang menyebabkan kesadahan seperti kalsium, magnesium, sulfat, dan barium); kandungan zat aditif yang dipakai saat pengeboran dan proses operasi lainnya yang mungkin menggunakan bahan-bahan beracun, atau material radioaktif.

Menurut Rakhi N. M. & Saini (2017) bahwa jumlah air terproduksi secara global mencapai 250 juta barel per hari, sedangkan minyak yang dihasilkan hanyalah berkisar pada nilai 80 juta barel. Air terproduksi mengandung komponen padatan terlarut total (TDS) dengan nilai konsentrasi berkisar antara 3.000 - 300.000 ppm (Partuti, 2014). Dimana komponennya didominasi oleh ion natrium dan klorida. Pada kegiatan industri minyak dan gas bagian *on-shore* (darat), nilai konsentrasi TDS yang tinggi ini jika langsung dibuang ke sungai dapat menimbulkan masalah bagi biota sekitar dan juga menimbulkan korosi pada pipa - pipa logam di sekitar industri. Karakteristik dari air terproduksi industri migas, memiliki kekahsan bergantung pada komposisi fisik. Sedangkan perbedaan kandungan senyawa kimia anorganik dan organiknya didasarkan pada lokasi geografis lokasi industri, dan formasi geologis. Selain itu, karakteristik dan jumlah air terproduksi juga dipengaruhi oleh umur sumur/ reservoir dan dapat mengalami perubahan bila industri migas ini melakukan operasi injeksi air atau dikenal dengan *water flooding* (Hardi, dkk, 2017).

Air terproduksi yang dibuang ke lingkungan, harus memenuhi standar regulasi yang berlaku di Indonesia yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 19 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/ atau Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi. Sedangkan untuk kualitas air sungai di sekitarnya akan dikaitkan dengan baku mutu pada PP No 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air agar dapat dimanfaatkan bagi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis konsentrasi air limbah yang dihasilkan dan juga menganalisis konsentrasi air sungai akibat kegiatan penambangan secara tradisional di Desa Kedewan, Bojonegoro. Bersamaan dengan adanya regulasi tersebut diharapkan akan memberikan efek yang baik bagi keseimbangan lingkungan disekitar daerah penambangan minyak dan gas.

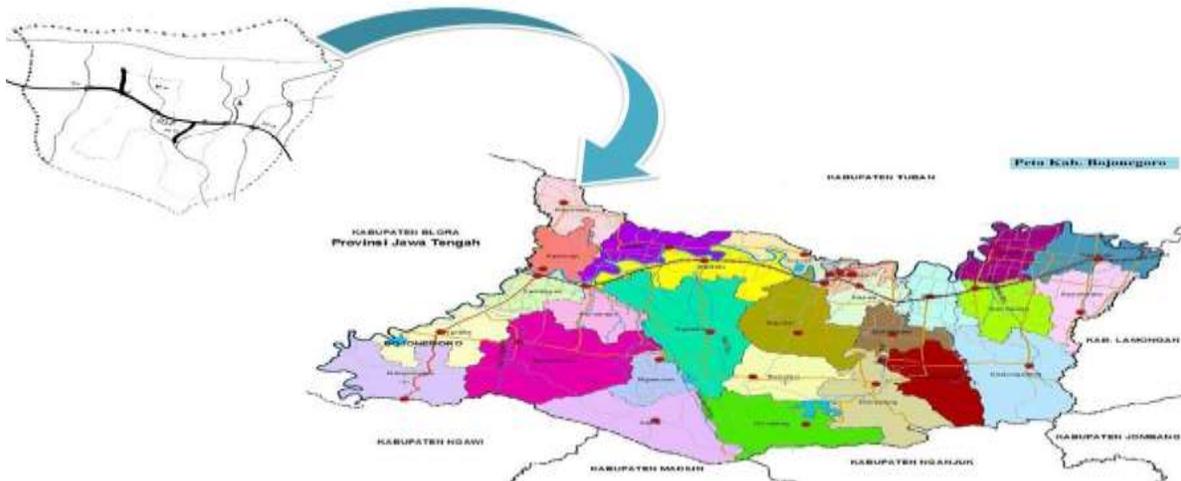
Metode

Penelitian dilakukan di lokasi sumur produksi minyak dan gas bumi secara tradisional di Desa Kedewan, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro (Gambar 1). Pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan dengan dua bagian besar, yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Sumber data primer diperoleh melalui observasi di lapangan dan wawancara kepada informan. Sedangkan data sekunder dimaksudkan untuk memberikan tambahan penguatan data penelitian yang diperoleh dari studi kepustakaan.

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan *purposive sampling*. Teknik sampling ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan dengan pemilihan titik sampling yang dianggap dapat mewakili sampel secara keseluruhan. Penentuan titik sampling ini mempertimbangkan kemudahan akses, waktu, dan aliran sungai baik daerah *upstream* (sebelum terkena dampak eksploitasi) maupun *downstream* (setelah terkena dampak kegiatan penambangan).

Pada penelitian ini titik sampling yang dilakukan adalah pada gorong - gorong sumur tradisional, Sungai Kedungrupit, dan Sungai Kaligaling. Kedua Sungai ini merupakan titik temu antara anak sungai yang terkontaminasi oleh air terproduksi dari sumur minyak di Desa Kedewan, Bojonegoro. Pengiriman hasil sampling air ke laboratorium dilakukan pada hari yang sama. Penelitian awal dilakukan dengan pengambilan sampel air sungai di 3 (tiga) titik yang telah ditentukan pada saat survey. Sampling dilakukan pada siang hari. Sampel air dimasukkan ke dalam botol polietilen, diawetkan dengan asam pekat sebanyak 0,3 ml. Selanjutnya diberi label (meliputi titik pantau, plot, tanggal, jam, dan suhu), kemudian disimpan dalam ice box yang berisi pecahan es batu dan ditutup rapat. Sampel dibawa ke laboratorium untuk di analisis kualitas airnya. Untuk mendapatkan hasil dengan kualitas yang

baik, maka metode yang digunakan saat sampling air, pemakaian wadah, dan pengawetannya, dilakukan dengan mengacu pada metode Standar 1060.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Analisis air ini dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air terproduksi hasil kegiatan sumur minyak di Desa Kedewan. Adapun parameter yang diujikan sebagai penentu kualitas air beserta metode pengujian disajikan pada tabel 1. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan pengelolaan yang tepat untuk instalasi pengolahan air terproduksi serta sebagai bahan evaluasi dalam pembuatan regulasi yang akan diberlakukan oleh Pemerintah Daerah maupun Pemerintah Kabupaten Bojonegoro.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Terproduksi beserta Metode Pengujian yang Digunakan

Parameter	Satuan	Instrumentasi	Analisis
Suhu	°C	Termometer	In situ
pH	-	pH meter	In situ
TDS	mg/ l	Metode Gravimetri	Laboratorium
Minyak/ Lemak	mg/ l	Metode Gravimetri	Laboratorium
COD	mg/ l	Metode Reflux	Laboratorium
Amonia (NH ₃ -N)	mg/ l	Metode Spektrofotometri	Laboratorium

Hasil dan Pembahasan

Ditinjau dari letak geografis, Desa Kedewan merupakan salah satu Desa yang berada di Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro. Desa Kedewan terletak di dataran tinggi atau pegunungan dengan luas wilayah 298 Ha. Lahan sekitar 1796 Ha digunakan sebagai, hutan lindung, hutan rakyat, tanah bengkok, tanah titi sara, dll. Desa Kedewan berjarak sekitar 53 Km dari Kabupaten/ Kota Bojonegoro.

Parameter yang diamati adalah temperatur, pH, COD, TDS, NH₃-N, serta kadar minyak dan lemak. Untuk parameter fisik seperti temperatur dan pH dilakukan secara in situ, artinya pengukuran dilakukan di titik sampling. Sedangkan untuk parameter kimia dilakukan uji secara laboratorium di PPSDM Cepu. Hasil analisis kualitas air limbah kilang minyak sumur

tua di Desa Kedewan dikaitkan dengan baku mutu air limbah menurut Permen Lingkungan Hidup Nomor 19 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/ atau Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas Bumi. Hasil analisis pada titik sampling gorong-gorong yang merupakan lokasi terdekat dari kegiatan pengolahan minyak bumi, disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Titik Sampling Gorong-gorong
Desa Kedewan terhadap Permen LH No 19 Tahun 2001

No	Parameter	Unit	Baku Mutu	Hasil Analisis
			Permen LH No 19 Tahun 2001	(Gorong-Gorong)
1	Temperatur	°C	45	37
2	pH	-	6-9	8
3	COD	mg/ L	300	340
4	TDS	mg/ L	4000	8014
5	NH ₃ -N	mg/ L	10	5
6	Minyak Lemak	mg/ L	25	9

Parameter yang diuji antara lain, yaitu temperatur, pH, amonia, dan minyak lemak. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa masih ada beberapa parameter yang nilainya di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan nilai COD dan TDS telah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan. Sehingga dapat mengganggu ekosistem di sekitarnya.

Konsentrasi TDS merupakan gambaran salinitas atau kandungan garam pada air terproduksi dengan kadar bervariasi, berkisar 1.000 mg/ L – 400.000 mg/ L (Guerra, dkk, 2011). Pelepasan air terproduksi dengan kadar garam tinggi akan mengakibatkan kerusakan tanaman dan kehidupan sekitarnya. Selain itu juga akan merusak aliran air bersih yang dalam keseharian dimanfaatkan oleh masyarakat. Permasalahan utama pada tingginya salinitas air terproduksi menurut Neff (2002) disebabkan oleh tingginya kandungan natrium dan klorida terlarut. Selain itu juga karena terdapat kandungan kalsium, magnesium, dan potasium terlarut meskipun dengan kadar yang kecil. Lebih lanjut, berdasarkan laporan Guerra, dkk (2011) bahwa jika kandungan mineral air dengan natrium tinggi akan bersaing dengan kalsium, magnesium, dan potasium maka akar tanaman akan kesulitan dalam proses penyerapannya. Selain itu juga dapat menyebabkan kerusakan kation lain pada tanah dan menyebabkan struktur tanah menjadi buruk sehingga menghambat infiltrasi air di dalam tanah.

Parameter lainnya yang melebihi baku mutu adalah kandungan senyawa organik air terproduksi. Senyawa organik ini dapat berasal dari minyak yang terdispersi dan atau tersuspensi di dalam air. Parameter yang dijadikan sebagai indikator tinggi atau rendahnya senyawa/ senyawa organik pada perairan adalah nilai COD. Nilai COD tinggi dalam air terproduksi dapat bersifat toksik bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Jenis senyawa organik yang paling umum dari limbah minyak bumi adalah misalnya, fenol, benzena, toluena, dan xylene (Hardi, dkk, 2017).

Untuk kualitas air sungai di sekitar lokasi produksi minyak juga diteliti dan selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air pada PP No 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Sungai yang dijadikan sampel adalah di daerah Sungai Kedungrupit dan Sungai Kaligaling agar dapat dimanfaatkan masyarakat. Untuk baku mutu karena belum ditetapkan kelas airnya, maka digunakan baku

mutu air kelas II. Baku mutu kelas II ini peruntukannya untuk prasarana/ sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut. Hasil pengujian kualitas air sungai disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Analisis Titik Sampling Sungai Kedungrupit dan Sungai Kaligaling Desa Kedewan terhadap PP No. 82 Tahun 2001 No 19 Tahun 2001

No	Parameter	Unit	Baku Mutu	Hasil Analisis	
			Kelas II	Sungai Kedungrupit	Sungai Kaligaling
1	Temperatur	°C	±3	30	29
2	pH	-	6 - 9	7,8	7,3
3	COD	mg/ L	25	264	38,2
4	TDS	mg/ L	1000	3106	419
5	NH ₃ -N	mg/ L	(-)	2,59	1,15
6	Minyak dan Lemak	µg/ L	1000	76000	995

Temperatur air merupakan pembatas bagi organisme akuatik. Fluktuasi temperatur air sungai dapat dipengaruhi oleh temperatur udara sekitar dan intensitas paparan sinar matahari terhadap badan air, pertukaran panas antara air dengan udara di sekelilingnya. Semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai badan air maka akan membuat suhu air sungai semakin tinggi (Suryanti, dkk, 2013). Hal ini juga diperkuat oleh Rahman, dkk (2016) bahwa secara umum suhu optimal untuk perkembangan plankton adalah 20 °C – 30 °C. Hasil analisis dari perairan ini adalah masih di bawah baku mutu air, namun sudah mendekati ambang batas.

Nilai pH pada kedua sungai tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar dan masih berada dalam kisaran baku mutu air yang telah ditetapkan. Sebagai salah satu parameter kualitas air, nilai pH dapat digunakan sebagai control tipe dan laju kecepatan reaksi. Untuk menjaga keseimbangan kehidupan di perairan, maka nilai pH harus dijaga. Keseimbangan nilai pH dipengaruhi oleh alkalinitas, konsentrasi total unsur basa yang terkandung dalam air. Selain itu, juga dipengaruhi oleh kesadahan air. Dengan pH yang optimal, maka kehidupan air juga dapat terjaga.

Nilai COD di dalam air menunjukkan jumlah total kandungan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik yang berada di dalam air dengan proses kimiawi. Senyawa organik yang dimaksud, baik berupa senyawa yang dapat didegradasi secara biologi (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologi (*non biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Hasil dari analisis yang ditunjukkan pada tabel 3, memberikan pengertian bahwa nilai COD di kedua sungai masih sangat melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Kandungan senyawa organik yang tinggi pada air dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi ekosistem di sekitarnya apabila dikonsumsi secara langsung. Di lain sisi, semakin banyak oksigen yang dikonsumsi dalam proses oksidasi, maka jumlah oksigen yang terlarut dalam air semakin berkurang (Hedar & Budiono, 2018). Sehingga dapat membahayakan ekosistem yang ada di dalamnya.

Menurut Hedar & Budiono (2018) bahwa bahan - bahan terlarut dan koloid yang berasal dari garam - garam anorganik dan sejumlah senyawa organik di dalam air, biasanya berupa

ion-ion, disebut sebagai padatan terlarut total (TDS). Dari hasil analisis diketahui bahwa nilai konsentrasi TDS di Sungai Kedungrupit melebihi baku mutu air kelas II. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh badan air yang menerima sumber pencemar dari air terproduksi dengan kandungan garam anorganik yang tinggi. Tingginya konsentrasi TDS yang tinggi dan kondisi sungai yang tidak terlalu luas, sehingga kemampuannya untuk mengencerkan bahan pencemar masih terbatas juga dapat menjadi kemungkinan penyebab lainnya. Berdasarkan penulisan (Hardi, dkk, 2017) belum ada data yang tersedia tentang efek kesehatan terkait kandungan TDS dalam air. Namun, kandungan TDS tidak disukai dikarenakan dapat menghasilkan rasa pada air.

Kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ dengan konsentrasi tinggi dalam air, dapat dapat menimbulkan rasa yang kurang enak dan juga mempunyai efek toksik pada manusia. Kandungan amonia dalam air diketahui dapat mempengaruhi berbagai jenis organism seperti vertebrata, invertebrata, alga dan mikroba, sehingga efek ini dapat mengubah struktur dan fungsi dari ekosistem (Zhang, dkk, 2018). Hasil analisis di kedua sungai daerah penambangan tradisional Desa Kedewan menunjukkan nilai yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Jika amonia masuk ke dalam tubuh, maka akan terbentuk garam amonium dan dapat menyebabkan perubahan kesetimbangan asam basa, mengganggu toleransi tubuh, pada glukosa, dan mengurangi sensitivitas jaringan terhadap insulin (Hardi, dkk, 2017).

Minyak di air dapat berupa minyak yang terapung di permukaan, minyak yang terdispersi secara mekanik, teremulsi, terlarut, dan minyak yang melekat pada permukaan (Nuryatini & Wiloso, 2010). Minyak dan lemak merupakan sekelompok padatan yang tidak menguap dan mengalami emulsi, mengakibatkan air dan minyak bercampur. Sehingga terlihat mengapung di atas permukaan air dan membuat air terlihat kecoklatan. Minyak dan lemak merupakan senyawa organik yang sukar untuk diuraikan oleh bakteri (Hedar & Budiono, 2018). Dari hasil pengamatan pada Sungai Kedungrupit, memiliki nilai minyak dan lemak yang melebihi baku mutu kelas II. Hal ini dikarenakan oleh ceceran dan tumpahan minyak mentah selama proses produksi pengangkatan minyak mentah dengan penggunaan timba secara tradisional. selain itu juga karena tidak adanya proses pengolahan air limbah sebelum dibuang ke sungai disekitar. Selain itu juga dikarenakan proses alami, yaitu minyak dan lemak yang terperangkap pada benda – benda disekitar sungai, seperti ranting pohon dan batuan di sungai. Menurut (Hedar & Budiono, 2018), dampak yang nyata dari adanya cemaran minyak dan lemak di permukaan air adalah terhalangnya penetrasi sinar matahari, sehingga mengurangi laju fotosintesis di dalam air, sehingga akan mengurangi masukan oksigen dari udara. Penguraian minyak dan lemak dengan kondisi kurang oksigen ini, akan menyebabkan bau tengik pada air.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Analisis terkait parameter fisika dan kimia air terproduksi dari gorong – gorong kegiatan penambangan minyak bumi secara tradisional di Desa Kedewan, sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2010 menghasilkan konsentrasi yang melebihi baku mutu, yaitu TDS dan COD.
2. Kualitas air sungai Kedungrupit dan Sungai Kaligaling setelah menerima air terproduksi hasil kegiatan penambangan minyak bumi secara tradisional, termasuk dalam kategori

yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001. Parameter yang melebihi baku mutu, yaitu COD, TDS, NH₃-N, serta, Minyak dan Lemak.

3. Berdasarkan hasil analisis parameter fisika dan kimia air terproduksi di Desa kedewan, maka perlu diadakan tindak lanjut dalam pengendalian pencemaran air sungai dengan membangun IPAL dan diperlukan adanya koordinasi dengan Pemerintah setempat agar dikeluarkan kebijakan yang terkait.

Daftar Pustaka

- . (2010). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi*. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- . (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Sekretariat Tim Koordinasi Pengelolaan Sumberdaya Air, Direktorat Pengairan dan Irigasi Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas).
- Blumer, D. J. (2007). Chapter 10. Properties of produced Water. In J. R. Fanchi, & L. W. Lake, *Petroleum Engineering Handbook Vol. 1 General Engineering* (pp. 465-497). United States of America: Society of Petroleum Engineers.
- Guerra, K., Dahm, K., & Dundorf, S. (2011). *Oil and Gas Produced Water Management and Beneficial Use in the Western United States*. Denver, US: Department of the Interior Bureau of Reclamation.
- Hardi, M., Anita, S., & Ilham. (2017). Karakterisasi Air Terproduksi Industri Migas sebagai Sumber Daya Air Alternatif di Kecamatan Minas, Kabupaten Siak, Riau. *Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan (SENPLING)* (pp. 95-101). Pekanbaru: Universitas Riau.
- Hedar, Y., & Budiono. (2018). *Pengaruh Kegiatan Penambangan Tradisional Minyak Bumi pada Sumur Tua terhadap Kualitas Air Sungai (Studi Kasus Penambangan Tradisional Minyak Bumi di Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro)*. Semarang: Master Thesis Universitas Diponegoro.
- Igunnu, E. T., & Chen, G. Z. (2014). Produced Water Treatment Technologies. *International Journal of Low-Carbon Technologies Volume 9*, 157–177.
- Ivory, D. (2015). Prospek Pemanfaatan Air Terproduksi. *Teknik Kimia Institut Teknolgi Bandung*, 01-09.
- Neff, J. M. (2002). Chapter 1: Produced Water. In J. M. Neff, *Bioaccumulation in Marine Organisms: Effect of Contaminants from Oil Well Produced Water* (pp. 1-35). Elsevier Science.

- Nuryatini, & Wiloso, E. I. (2010). Uji Metode Analisis Minyak Terdispersi dalam Air. *Jurnal Teknologi Indonesia Vol. 33 No. 1* , 20-26.
- Partuti, T. (2014). Efektivitas Resin Penukar Kation untuk Menurunkan Kadar Total Dissolved Solid (TDS) dalam Limbah Air Terproduksi Industri Migas. *Jurnal Integrasi Proses Volume 5 Nomor 1* , 1-7.
- Rahman, E. C., Masyamsir, & Rizal, A. (2016). Kajian Variabel Kualitas Air dan Hubungannya dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Waduk Darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan Volume VII No 1* , 93-102.
- Rakhi N. M., & Saini, D. (2017:105). Efficient Removal of Heavy Metals from Oil-field Produced Water: A Review of Currently Available Techniques. *Journal Archieves of Petroleum & Environmental Biotechnology Volume 2017 Issue 01* , 1-11.
- Suryanti, Rudiyaniti, S., & Sumartini, S. (2013). Kualitas Perairan Sungai Seketak Semarang Berdasarkan Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton. *Journal of Management of Aquatic Resources* , 34-45.
- Zhang, L., Xu, E. G., Yabing, L., L, H., & Doris, E. V. (2018). Risk Ecological Posed by Ammonia Nitrogen (AN) and Un-ionized Ammonia (NH₃) in Seven Major River Systems of China. *Chemosphere* , 136-144.