

KARAKTERISASI *NATURAL ORGANIC MATTER* (NOM) PADA INFLUEN PDAM TIRTA BINANGUN KULONPROGO, D.I. YOGYAKARTA

CHARACTERIZING OF NATURAL ORGANIC MATTER (NOM) IN INFLUENT FROM TIRTA BINANGUN WATER TREATMENT PLANT, KULONPROGO, D.I. YOGYAKARTA

Robitur Rizqo*

*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia, Oktober 2018

*Jalan Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta
e-mail: robiturizqo@gmail.com

Abstract: Natural organic matter (NOM) is an important parameter in drinking water because it plays a role in the formation of DBPs from the disinfection process. Tirta Binangun WTP Kulonprogo Regency, DIY has three main water sources, namely the Progo River, Sermo Reservoir and Clereng Springs. These sources are located in areas with land use that is still natural and sufficiently possible to have high organic/humus content (NOM). The purpose of this study is characterizing organic matter on water sources of PDAM Tirta Binangun Kulonprogo, and find out the relationship between the organic parameters. The samples were categorised as bulk samples and dissolved samples to measure dissolved material. Temperature, pH, Turbidity, and conductivity, were measured to obtain the physical characteristics of water. NOM parameters were as of COD, potassium permanganate, UV254 and UV3/4. The results showed that Sermo Reservoir Influent has the highest total organic content represented by COD=51,18 mg/L and permanganate=7,70 mg/L, dominated by aromatic compounds, and classified as humic acid and fulvic acid. Progo River Influent has organic content with COD=48,93 mg/L and permanganat=2,72 mg/L, has the highest aromatic compound content, classified as humic acid and fulvic acid. While the influent of Clereng Spring has organic content with COD=42,79 mg/L and permanganate=53 mg/L, containing aromatic compounds and classified as humic acid. The relationship between organic parameters obtained varies greatly. It caused by organic inputs or sources at each water source are also different, so many factors can influence the relationships that formed.

Keywords : *natural organic matter, influent, characterizing, organic parameters.*

Abstrak: *Natural organic matter (NOM) merupakan parameter penting dalam air minum karena berperan dalam pembentukan produk sampingan dari proses disinfeksi (DBPs). PDAM Tirta Binangun Kabupaten Kulonprogo, DIY memiliki tiga sumber air baku utama yaitu Sungai Progo, Waduk Sermo dan Mata Air Clereng. Tiga sumber air baku tersebut terletak pada wilayah dengan penggunaan lahan yang belum padat penduduk dan cukup asri sehingga cenderung memiliki kandungan organik/humus (NOM) yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan karakter natural organic matter (NOM) pada tiga sumber air baku PDAM Tirta Binangun Kulonprogo, DIY dan mengetahui hubungan antar parameter organik yang digunakan. Sampel dikategorikan sebagai *bulk* dan *dissolved* sampel. Suhu, pH, kekeruhan, dan konduktivitas, diukur untuk mendapatkan karakteristik fisik kimia air. Parameter NOM yang diuji yaitu COD, kalium permanganat, UV254 dan UV3/4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Influen Waduk Sermo memiliki kandungan organik total paling tinggi dengan nilai COD sebesar 51,18 mg/L dan permanganat sebesar 7,70 mg/L, didominasi oleh senyawa aromatik, tergolong *humic acid* dan *fulvic acid*. Kandungan organik tertinggi kedua adalah influen Sungai Progo dengan nilai COD sebesar 48,93 mg/L dan permanganat sebesar 2,72 mg/L, memiliki kandungan senyawa aromatik tertinggi, tergolong *humic acid* dan *fulvic acid*. Sedangkan influen Mata Air Clereng memiliki kandungan organik terendah dengan nilai COD sebesar 42,79 mg/L dan permanganat sebesar 1,53 mg/L, mengandung senyawa aromatik, dan tergolong *humic acid*. Hubungan antar parameter organik yang diperoleh sangat bervariasi. Hal ini disebabkan oleh karakteristik organik yang berbeda-beda pada setiap sumber. Selain itu, masukan atau sumber organik pada masing-masing sumber air juga berbeda sehingga banyak faktor yang dapat mempengaruhi hubungan yang terbentuk.*

Kata Kunci : *natural organic matter, influen, karakterisasi, parameter organik.*

1. Pendahuluan

Natural organic matter (NOM) terbentuk dari campuran heterogen senyawa organik yang secara alamiah ditemukan melimpah di perairan dan berasal dari tanaman, hewan dan mikroorganisme yang hidup maupun mati (Chow et al., 1999). Keberadaan NOM dalam berbagai sumber air akan berbeda komposisi dan sifatnya. Hal ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti geomorfologi, hidrologi, biota akuatik dan aktivitas mikroorganisme dalam air. Sururi (2018) menyatakan bahwa kehadiran NOM, menciptakan masalah serius karena penggunaan klorin secara luas dalam proses disinfeksi pada instalasi pengolahan air minum. NOM yang tidak didegradasi dalam proses disinfeksi dapat bereaksi dengan klor sehingga membentuk produk sampingan (*disinfectant by-products*), yaitu trihalometan (THM), *haloacetonitriles* (HANs) dan *haloacetic acid* (HAA) (Zainudin et al., 2016), bersifat karsinogenik, khususnya kanker dan gangguan reproduksi (Wright et al., 2004).

Menurut Sururi (2018), di negara berkembang seperti Indonesia, kandungan organik dalam sumber air biasanya diukur menggunakan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD). Namun banyak peneliti yang telah mengembangkan metode analisis dan parameter yang lebih baik untuk mengkarakterisasi NOM dalam air terutama air permukaan dan air limbah (Penru et al., 2011). Parameter organik yang sering digunakan yaitu SUVA, DOC, absorbansi UV pada panjang gelombang 254 nm, dan rasio absorbansi UV, dimana parameter ini disebut sebagai parameter pengganti (*surrogate parameter*) untuk trihalometan (AWWA, 1998; Sururi, 2018).

PDAM Tirta Binangun Kabupaten Kulon Progo berlokasi di Wates Kulon Progo. Jumlah pengguna sambungan pipa PDAM ini cukup besar yaitu pada 2017 adalah 1.050 SR dengan jumlah pelanggan per Agustus 2017 mencapai 24.600 pelanggan. PDAM Tirta Binangun memiliki tiga sumber air baku utama yaitu Sungai Progo, Waduk Sermo dan Mata Air Clereng. Tiga sumber air baku tersebut merupakan air permukaan dan air tanah yang berada pada wilayah dengan penggunaan lahan yang belum padat penduduk dan cukup asri. Hal ini menjadikan tiga sumber air baku PDAM Kulonprogo cenderung memiliki kandungan organik dan humus (NOM) yang tinggi. Penting untuk mempelajari karakteristik NOM dari beberapa sumber air baku yang digunakan oleh PDAM, karena sejauh ini, di Indonesia tidak banyak informasi terkait keberadaan NOM dan karakteristiknya. Selain itu penggunaan klorin dalam proses disinfeksi menjadi perhatian karena paling banyak digunakan oleh perusahaan air minum di Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik NOM pada influen PDAM Tirta Binangun Kulonprogo, DIY yang terdiri dari Sungai Progo, Waduk Sermo, dan Mata Air Clereng dan mengidentifikasi hubungan antar parameter organik yang diukur. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi terkait karakteristik NOM dan rekomendasi bagi perusahaan air minum dalam mengoptimalkan unit pengolahan pada PDAM.

2. Metode Penelitian

2.1 Area Studi

PDAM Tirta Binangun Kulonprogo, DIY memiliki tiga sumber air baku yaitu Sungai Progo, Waduk Sermo, dan Mata Air Clereng, terdiri dari 10 unit IPA yang tersebar di beberapa titik. Adapun dalam penelitian ini titik pengambilan sampling terdiri dari unit Sentolo (Sungai Progo), unit Kokap/Sermo (Waduk Sermo) dan unit Sendangsari (Mata Air Clereng). Ketiganya dianggap cukup merepresentasikan sumber air baku yang digunakan. Contoh uji yang diambil adalah influen/air sebelum menuju proses pengolahan. Titik pengambilan sampel berupa keran kontrol yang tersambung langsung dari *intake*. Karakterisasi NOM dilakukan melalui pengujian parameter NOM dan pengukuran parameter fisik kimia air.

2.2 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan sebanyak sembilan kali yang terbagi dalam dua periode waktu yaitu 2– 29 Mei 2018 dan 7 – 15 Agustus 2018, dilakukan pada pagi hingga siang hari. Pengujian

sampel dilakukan dalam dua kondisi yaitu *bulk* dan *dissolved* sampel. Pengukuran *dissolved* dilakukan dengan menyaring sampel air menggunakan Whatman *filter paper cellulose nitrate membrane* dengan diameter 47 mm dan *pore* 0,45 μm .

2.2.1 Parameter fisik kimia air

Pengukuran parameter fisik kimia air dilakukan untuk mengetahui kondisi awal sumber air. Parameter yang diukur dan metode yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisik kimia air

No	Parameter	Acuan Pengujian
1	Daya Hantar Listrik	SNI 06-6989.1-2004
2	Kekeruhan	SNI 06-6989.25-2005
3	Suhu	SNI 06-6989.23-2005
4	pH	SNI 06-6989.11-2004

2.2.2 Parameter NOM

Tabel 2. menunjukkan parameter NOM yang diuji, terdiri dari COD, KMnO_4 , UV254 dan rasio UV3/4. COD dan KMnO_4 menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengoksidasi organik dalam air, merepresentasikan total organik (TOM). UV absorbansi 254 nm mewakili keberadaan NOM dalam bentuk senyawa aromatik (Korshin et al., 2009). Sedangkan rasio UV $\frac{3}{4}$ menunjukkan tingkat humifikasi suatu sampel air. Semakin rendah nilai rasio, maka semakin tinggi tingkat humifikasi, aromatisasi dan *molecular weight* dari *organic matter* yang diukur (Sururi et al., 2018). Selain itu juga menunjukkan klasifikasi *humic substances* (*humic acid* dan *fulvic acid*) berdasarkan nilai rasio yang diperoleh (Artinger et al., 2000). Pengukuran UV absorbansi menggunakan Spektrofotometer Shimadzu Pharmaspec UV-1700 UV-Visible.

Tabel 2. Parameter NOM

No	Parameter	Acuan Pengujian
1.	UV254	<i>Standard Methods Section 5910</i>
2.	UV3/4	<i>Standard Methods Section 5910</i> dengan modifikasi.
4.	COD	SNI 6989.2 - 2009
5.	Kalium Permanganat	SNI 06-6989.22-2004

2.3 Analisis Data

Karakterisasi NOM dianalisis secara deskriptif berdasarkan masing-masing parameter dan faktor-faktor yang mempengaruhi NOM dalam sumber air. Analisis korelasi dihitung menggunakan persamaan linier regresi sederhana untuk mengetahui tingkat korelasi yang terbentuk melalui nilai koefisien determinasi atau R^2 .

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik fisik kimia sampel air

Hasil pengukuran parameter fisik kimia masing-masing sampel air dapat dilihat pada Tabel 3. Masing-masing sumber air menunjukkan nilai yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi dan karakter sumber air yang diuji. Tinggi rendahnya nilai parameter fisik kimia sumber air dapat dipengaruhi oleh masukan organik sumber air, musim, kondisi sekitaran badan air, dan waktu pengujian masing-masing parameter.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Parameter fisik kimia sampel air

Sampel	Kekeruhan	Suhu	DHL	pH
	NTU	°C	µmhos/cm	
Influen Sungai Progo	10,26 - 53	26,5 - 29,1	228 - 325	6 - 7,7
Influen Waduk Sermo	1,23 - 4,40	27 - 30,7	165 - 210	6,2 - 8,1
Influen Clereng	0,34 - 0,705	28,9 - 29,7	501 - 694	5,4 - 7

Sumber : Data primer, 2018

Influen Sungai Progo memiliki nilai kekeruhan paling tinggi dengan suhu dan pH yang berada pada kisaran normal perairan. Tingginya nilai kekeruhan pada influen Sungai Progo disebabkan oleh banyaknya partikel-partikel besar dan koloid pada sungai. Selain itu pengaruh musim mengakibatkan cukup signifikannya peningkatan nilai kekeruhan pada bulan Mei hingga Agustus, terutama pada influen Sungai Progo. Diduga hal ini disebabkan oleh kedalaman air pada *intake* yang surut sehingga pipa sambungan *intake* dekat dengan sedimen. Influen Waduk Sermo dan influen Mata Air Clereng memiliki nilai kekeruhan yang cenderung fluktuatif namun tidak signifikan dengan suhu dan pH yang juga berada pada kisaran normal perairan. Nilai pH pada influen Clereng cenderung paling rendah dibanding sumber air lainnya karena secara alamiah pH air tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah dibawahnya. Selain itu nilai daya hantar listrik mata air Clereng paling tinggi karena dipengaruhi oleh ion dan garam-garam mineral dari lapisan batuan yang dilewati oleh air sebelum menuju permukaan.

3.2 Karakteristik NOM

Hasil pengukuran parameter organik menunjukkan hasil yang berbeda pada tiap sumber air karena organik yang direpresentasikan tiap parameter juga berbeda. Tabel 4. menunjukkan hasil pengukuran COD dan KMnO_4 masing-masing sumber air pada kondisi *bulk* dan *dissolved*.

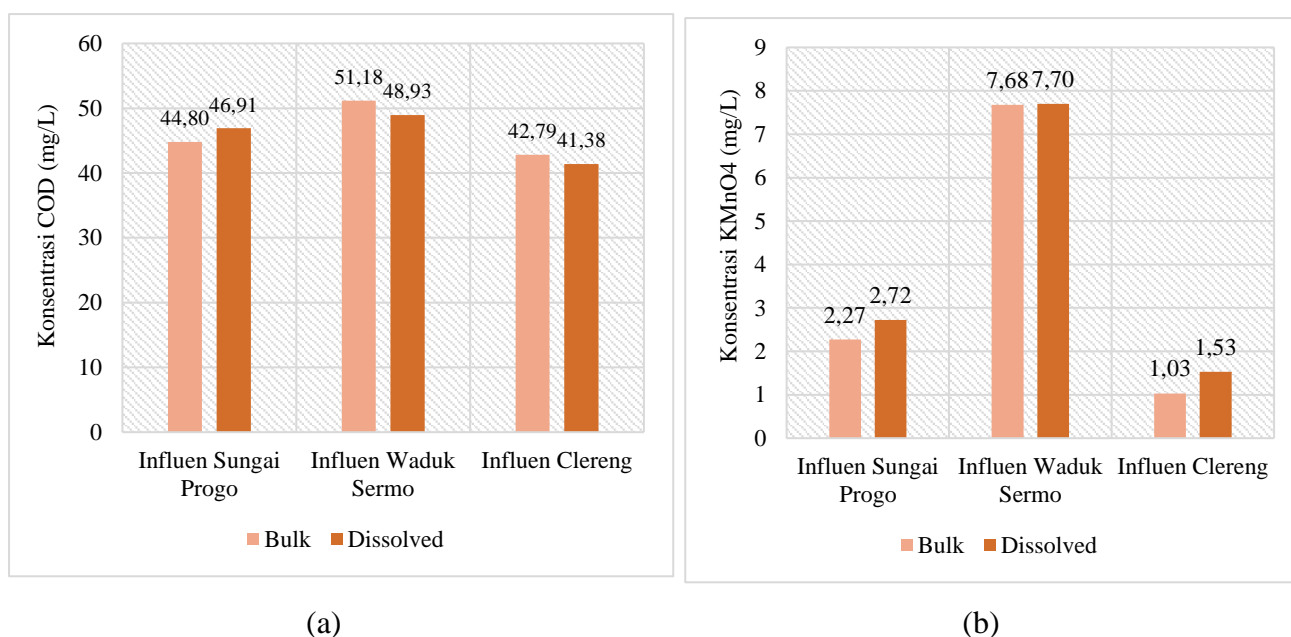
Tabel 4. Hasil Pengujian COD dan KMnO_4

Sampel	COD (mg/L)		KMnO_4 (mg/L)	
	Bulk	Dissolved	Bulk	Dissolved
Influen Sungai Progo	12,25 - 99,14	15,17 - 91,38	0,002 - 7,485	0,727 - 6,850
Influen Waduk Sermo	32,16 - 84,94	12,76 - 84,65	4,206 - 15,230	2,756 - 19,928
Influen Clereng	14,36 - 79,88	18,69 - 74,46	0,000 - 3,217	0,002 - 4,061

Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan tabel diketahui bahwa rentang nilai COD dan KMnO_4 antar sumber air bervariasi, baik dalam kondisi *bulk* maupun *dissolved*. Nilai COD yang diperoleh lebih tinggi dibanding nilai KMnO_4 karena COD mampu mengoksidasi organik dan anorganik lebih banyak (Effendi, 2003). Hasil pengukuran menunjukkan adanya pengaruh musim terhadap nilai COD dan KMnO_4 dimana data cenderung menurun pada bulan Agustus. Hal ini dipengaruhi oleh proses degradasi organik yang terjadi dalam air dimana semakin banyak intensitas cahaya yang masuk ke badan air (Thurman, 1985) maka semakin banyak organik yang terdegradasi karena musim yang panas/kering.

Apabila dilihat dari nilai rerata COD dan KMnO_4 (Gambar 1.) pada masing-masing sumber air, maka diperoleh hasil bahwa terdapat kecenderungan organik tertinggi pada influen Waduk Sermo, kemudian diikuti influen Sungai Progo dan influen Mata Air Clereng. Hal ini dikarenakan air permukaan memiliki kandungan organik lebih tinggi dibanding air tanah (Thurman, 1985). Tingginya organik pada air permukaan dipengaruhi oleh masukan atau sumber dari organik itu sendiri dan waktu tinggal (*residence time*). Selain itu, adanya inlet sungai yang masuk ke waduk diduga ikut berkontribusi dalam menambah kandungan organik pada waduk (Hidayah et al., 2016).



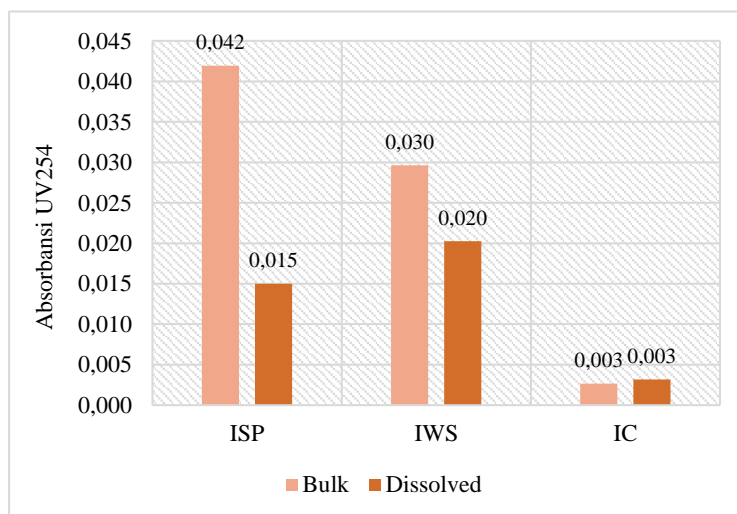
Gambar 1. (a) Perbandingan rata-rata nilai COD, (b) perbandingan rata-rata nilai KMnO₄

Berdasarkan Gambar 3. diketahui bahwa nilai rata-rata COD dan KMnO₄ pada kondisi *bulk* dan *dissolved* relatif tidak jauh berbeda. Hasil rata-rata menunjukkan selisih yang tidak signifikan. Hal ini berarti bahwa kandungan organik yang paling mendominasi adalah organik terlarut (*dissolved organic*).

Tabel 5. Hasil pengukuran UV254*

Sampel	UV254	
	Bulk	Dissolved
Influen Sungai Progo	0,000 - 0,090	0,000 - 0,030
Influen Waduk Sermo	0,000 - 0,056	0,000 - 0,040
Influen Clereng	0,000 - 0,035	0,000 - 0,012

*diuji menggunakan Spektrofotometer Shimadzu Pharmaspec UV-1700 UV-Visible
Sumber : Data Primer, 2018



Keterangan :

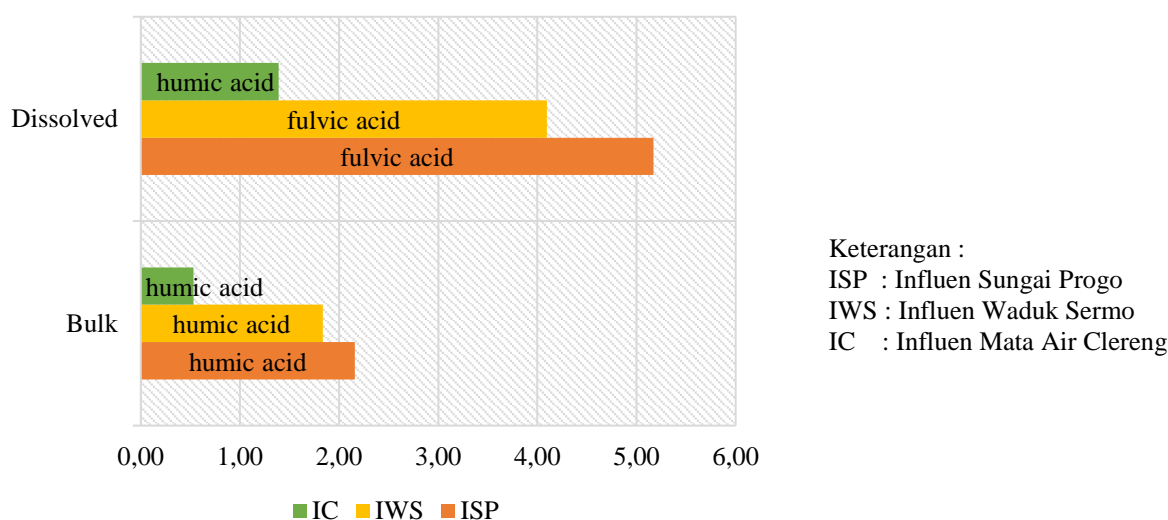
ISP : Influen Sungai Progo

IWS : Influen Waduk Sermo

IC : Influen Mata Air Clereng

Gambar 2. Perbandingan rata-rata absorbansi UV254 pada kondisi *bulk* dan *dissolved*

Organik aromatik yang dipresentasikan oleh UV254 pada masing-masing sumber menunjukkan hasil yang bervariasi (Tabel 5). Dalam kondisi *bulk* dan *dissolved*, influen Sungai Progo memiliki nilai absorbansi paling tinggi maka cenderung banyak mengandung senyawa organik aromatik. Apabila diambil nilai rata-rata absorbansi, diketahui bahwa nilai rata-rata *bulk* lebih besar dibandingkan *dissolved*. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya penurunan nilai absorbansi setelah sampel air dilakukan penyaringan (Gambar 2). Dalam Penru et al. (2011) dijelaskan bahwa pada air permukaan, organik terlarut bersifat hidrofobik dan kaya akan senyawa aromatik dan direpresentasikan sebagai asam humat. Hasil pengukuran menunjukkan influen Sungai Progo dan Waduk Sermo memiliki nilai absorbansi yang lebih tinggi dibandingkan influen Mata Air Clereng, maka dari itu senyawa organik aromatik lebih dominan pada air permukaan dibanding air tanah.



Gambar 3. Hasil pengukuran rasio UV3/4 pada kondisi *bulk* dan *dissolved*

Hasil pengukuran rasio UV3/4 dapat dilihat pada Gambar 5. Menurut Artinger et al. (2000), nilai rasio kurang dari 3,5 menggolongkan organik sebagai *humic acid*, sedangkan nilai rasio lebih dari 3,5 menggolongkan organik sebagai *fulvic acid*. Maka dari itu, senyawa organik pada tiga influen sumber air tergolong *humic acid* pada kondisi *bulk*. Namun, pada kondisi *dissolved* terjadi perubahan nilai rasio yaitu meningkat setelah dilakukan penyaringan. Influen Sungai progo dan Waduk Sermo mengalami perubahan *humic substances* yaitu menjadi *fulvic acid*, namun tidak berlaku bagi influen Mata Air Clereng. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa organik terlarut cenderung bersifat *fulvic acid* dimana memiliki *molecular weight* dan fraksi yang lebih kecil dibandingkan dengan *humic acid* (Boggs et al., 1985).

Menurut Boggs et al. (1985) karakter *humic substances* dalam air tanah berbeda dari yang ada di dalam tanah dan air permukaan. Zat-zat humat air tanah lebih bersifat alifatik, kurang aromatik, rendah humus, dan memiliki berat molekul yang lebih rendah daripada yang ada di tanah dan air permukaan. Namun, pernyataan tersebut tidak sejalan dengan hasil pengukuran yang diperoleh, dimana secara rata-rata nilai rasio air permukaan lebih tinggi dibanding air tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa pada air permukaan yaitu influen Sungai Progo dan Waduk Sermo, keduanya memiliki tingkat humifikasi dan *molecular weight* yang lebih kecil dibandingkan influen Mata Air Clereng. Kondisi ini dapat dikaitkan pada sumber terestrial di sekitar mata Air Clereng.

3.3 Perbandingan antar parameter NOM

COD dan permanganat merepresentasikan organik paling tinggi pada influen Waduk Sermo baik dalam kondisi *bulk* maupun *dissolved*. Sementara itu, kandungan organik paling rendah ditunjukkan oleh Influen Clereng, baik dalam kondisi *bulk* maupun *dissolved*. Parameter UV254 menunjukkan

bahwa influen Sungai Progo memiliki kandungan senyawa aromatik paling tinggi dibanding sumber air lainnya pada kondisi *bulk*. Kandungan senyawa aromatik pada influen Sungai Progo berasal dari *allochthonous* NOM, yaitu dari dekomposisi tumbuhan yang terbawa aliran air hujan. NOM pada air permukaan sebagian besar berasal dari vegetasi darat dan tanah di sekitaran badan air. Sumber *allochthonous* menunjukkan zat humat pada air dengan *molecular weight* dan fraksi aromatik yang lebih tinggi dibanding sumber *autochthonous*. Hal ini sesuai dengan tingginya nilai absorbansi pada influen Sungai Progo dibandingkan dengan waduk dan mata air sehingga influen Sungai Progo cenderung tinggi akan zat humat.

Berbeda halnya dengan influen Clereng, nilai absorbansi yang ditunjukkan relatif lebih rendah dan memiliki perbedaan yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan waduk dan sungai. Namun, pada pengukuran UV3/4, nilai rasio influen Mata Air Clereng menunjukkan fraksi paling *humic*, baik dalam kondisi *bulk* maupun *dissolved*. Hasil ini diduga karena adanya pengaruh tumbuhan terestrial di sekitaran mata air dan kedalaman mata air yang menyebabkan NOM didominasi oleh tumbuhan dan dedaunan yang masuk ke badan air dan merilis organik dalam jumlah yang tinggi. Pada pengukuran UV3/4, ketiga sumber air memiliki kecenderungan yang sama yaitu terdiri dari *humic acid* pada kondisi *bulk* dan *fulvic acid* pada kondisi *dissolved* (kecuali mata air). Kecenderungan ini menunjukkan bahwa ketiga sumber air memiliki potensi untuk bereaksi dengan klorin karena pada kondisi tertentu zat humat akan bereaksi dengan klorin dan memicu terbentuknya trihalometan (Singer, 1999). Selain itu dalam Newfoundland (2011) dijelaskan bahwa gugus cincin pada senyawa aromatik ditemukan bereaksi dengan oksidan dan membentuk senyawa halogen *DBPs* (THM dan HAA). Dalam penelitian ini, sumber air yang memiliki potensi tertinggi untuk bereaksi dengan klorin adalah mata air berdasarkan pengukuran UV3/4 dan sungai berdasarkan pengukuran UV254.

3.4 Hubungan antar parameter NOM

Bentuk korelasi dikategorikan berdasarkan rentang nilai R^2 yang diperoleh. Korelasi dapat berbentuk korelasi negatif dan positif, dilihat berdasarkan tren garis linier yang cenderung naik atau turun.

Tabel 6. Korelasi antar parameter NOM (*bulk*)

<i>Bulk</i>	COD	KMnO ₄	UV254	UV3/4
COD	1			
KMnO ₄	-0,9841 ISP			
	-0,0681 IWS	1		
	-0,1538 IC			
UV254	0,0791 ISP	-0,1352 ISP		
	0,4449 IWS	0,1547 IWS	1	
	-0,5245 IC	0,1116 IC		
UV3/4	-0,0033 ISP	0,1352 ISP	-0,380 ISP	
	-0,008 IWS	0,1547 IWS	0,291 IWS	1
	-0,6284 IC	0,1116 IC	0,9204* IC	

*korelasi kuat

Tabel 6. menunjukkan bahwa pada kondisi *bulk* terdapat korelasi yang kuat antara UV254 dan UV3/4 pada influen Clereng. Artinya nilai UV254 berbanding lurus dengan nilai rasio UV3/4, semakin besar nilai absorbansi UV254, maka semakin besar juga nilai rasio dari UV3/4.

Tabel 7. Korelasi antar parameter NOM (*dissolved*)

<i>Dissolved</i>	COD		KMnO ₄		UV254		UV3/4	
COD	1							
KMnO ₄	-0,1023	ISP						
	-0,8517	IWS	1					
	-0,4617	IC						
UV254	0,066	ISP	-0,4701	ISP				
	-0,3104	IWS	0,2175	IWS	1			
	0,9075*	IC	-0,6249	IC				
UV3/4	0,1721	ISP	0,4701	ISP	0,0198	ISP		
	-0,6552	IWS	0,2175	IWS	0,8155*	IWS	1	
	-0,1767	IC	0,6249*	IC	-0,0039	IC		

*korelasi kuat

Sementara itu, pada kondisi *dissolved* terdapat korelasi yang kuat COD-UV254, KMnO₄-UV3/4 dan UV254-UV3/4. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Albrektienè et al (2012), bahwa pada kondisi *dissolved* korelasi yang terbentuk antara COD dan UV254 sangat kuat. COD mengoksidasi bahan organik secara keseluruhan yang didalamnya terkandung senyawa organik yang beragam seperti aromatik, alifatik, dan lain-lain yang masing-masing persentasi kandungannya tidak diketahui. Kemudian, UV254 hanya mendeteksi senyawa aromatik pada sampel air. Dengan demikian semakin tinggi kandungan bahan organik, maka semakin besar pula potensi terdeteksinya senyawa aromatik pada pengukuran menggunakan UV254.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Influen Waduk Sermo memiliki kandungan bahan organik total paling tinggi yang direpresentasikan melalui pengujian COD dan permanganat, bahan organik didominasi oleh senyawa aromatik yang terlarut, tergolong *humic acid* dan *fulvic acid*. Kandungan organik pada influen Waduk Sermo berasal dari massa badan air waduk itu sendiri (*autochthonous*). Influen Sungai Progo memiliki kandungan organik total tertinggi kedua dengan nilai absorbansi UV254 paling tinggi sehingga kandungan senyawa aromatiknya paling tinggi pula. Senyawa organik yang terkandung merupakan *humic acid* dan *fulvic acid*, berasal dari *pedogenic* atau dekomposisi tumbuhan di sekitarnya (*allochthonous*) dan juga dipengaruhi oleh faktor antropogenik. Influen Mata Air Clereng memiliki kandungan organik total dan senyawa aromatik terendah, tergolong *humic acid*. Kandungan bahan organik pada influen Mata Air Clereng berasal dari dekomposisi tumbuhan di sekitarnya (*allochthonous*).
2. Hubungan antar parameter NOM yang diperoleh sangat bervariasi. Hal ini disebabkan oleh karakteristik organik yang berbeda-beda pada setiap sumber. Selain itu, masukan atau sumber organik pada masing-masing sumber air juga berbeda sehingga banyak faktor yang dapat mempengaruhi hubungan yang terbentuk.

4.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait karakteristik *natural organic matter* untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih representatif.
2. Pengujian kandungan *natural organic matter* dilakukan dalam kondisi *dissolved* saja karena kandungan organik dalam air didominasi oleh *dissolved organic*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 4th edition. *American Public Health Association*, Washington DC. 1193 p.
- American Public Health Association. (2011). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition. *Water Environment Federation*. ISBN-13: 978-0875530130
- American Water Works Association (AWWA). (1998). Isolation, Fractionation and Characterization of Natural Organic Matter In Drinking Water. *AWWA Research Foundation* 6666 Quincy Avenue Denver.
- Albrektienė, R., Mindaugas Rimeika, Elena Zalieckienė, Valentinas Šaulys & Alvydas Zagorskis. (2012). Determination of Organic Matter by UV Absorption in the Ground Water. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20:2, 163-167
- Artinger, R., G. Buckau, S. Geyerb, P. Fritz, & M. Wolf, J.I. (2000). Characterization of groundwater humic substances: influence of sedimentary organic carbon. *Applied Geochemistry* 15, 97 ± 116
- Baghoth, S.A. (2012). Characterizing Natural Organic Matter in Drinking Water Treatment Processes and Trains. UNESCO-IHE Institute for Water Education, The Netherlands.
- Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak. (2010). Pendayagunaan SDA, hal 32. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Barrett, Sylvia E., Stuart W. Krasner, & Gary L. Amy. (2000). Natural Organic Matter and Disinfection By-Products: Characterization and Control in Drinking Water - An Overview. *ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington*.
- Barus, T. A. 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Fakultas MIPA. Medan : USU.
- Bharata, B. (2017). “Kenaikan Tarif Air Bersih, PDAM Tunggu Izin Bupati, 9 September 2017 dalam Sorot Kulonprogo : Melihat Dari Sudut Yang Berbeda”, <http://kulonprogo.sorot.co/berita-4889-kenaikan-tarif-air-bersih-pdam-tunggu-izin-bupati.html>, (diakses tanggal 12 Februari 2018).
- Boggs, Sam, Jr., David Livermore, & Martin G. Seltz. (1985). Humic Substances in Natural Waters and Their Complexation with Trace Metals and Radionuclides : a Review. Arqonne National Laboratory, Arqonne, Illinois University of Chicago.
- Boyd, C. E. (1998). Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359 p.
- Chen, J., Eugene J. LeBoeuf, Sunkyung Choi, & Baohua Gu. (2002). Spectroscopic Characterization of Structural and Functional Properties of Natural Organic Matter Fractions. *Chemosphere Volume 48, Issue 1*, 59-68.
- Chow, C.W.K., et al. (1999). The impact of the character of natural organic matter in conventional treatment with alum. *Water Sci. Technol.* 40(9), 97-104.
- Cool, G., Alexandre Lebel, Rehan Sadiq, & Manuel J. Rodriguez. 2014. Impact of catchment geophysical characteristics and climate on the regional variability of dissolved organic carbon (DOC) in surface water. *Science of the Total Environment* 490: 947–956.
- Dinas Pekerjaan Umum. (2010). Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo – Opak – Serang. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Eaton A. (1995). Measuring UV-absorbing organic: a standard method. *Journal of American Water Works Association*. 2: 86-90.

- Edzwald, J.K. (2011). Water Quality and Treatment: A Handbook on Drinking Water Sixth Edition. *Journal American Water Works Association*. Chapter 3, 58-59.
- Effendi, Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air – Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. PT Kanisius Yogyakarta.
- Filella, Montserrat. (2009). Freshwaters : which NOM matters?. *Environmental Chemistry Lett*, 7:21–35
- Garvey, E.A., & Tobiason, J.E. (2003). Relationships between measures of NOM in Quabbin Watershed. *Journal AWWA*, 95(11), pp. 73-84.
- Hamilton, Stacey. (2014). Characterisation and Treatability of Natural Organic Matter in Groundwaters Used for Drinking Water. Department of Chemistry: Curtin University
- Hidayah, S. N., Niniek Widyorini, & Pujiono Wahyu Purnomo. (2016). Analisis Kesuburan Perairan Waduk Jatibarang Berdasarkan Distribusi Dan Kelimpahan Bakteri Heterotrofik. *Journal of Management of Aquatic Resources*. Volume 5, Nomor 4, Tahun 2016, Halaman 443-452.
- Hua, G & Steven Yeats. (2010). Control of Trihalomethanes in Wastewater Treatment. *Florida Water Resources Journal*, Edisi April 2010.
- ISO 5667-3. (2003). Water quality-Sampling - Part 3: Guidance on the preservation and handling of water samples. *International Organization for Standardization*.
- Jacangelo, Joseph G., Jack DeMarco, Douglas M. Owen & Stephen J. Randtke. (1995). Selected processes for removing NOM: an overview. *Journal American Water Works Association* : January 1995.
- Jeffries, M. & Milss, D. (1996). Freshwater Ecology, Principles, and Applications. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 285 p.
- Jogja, Sahabat Rakyat. (2017). *PDAM Tirta Binangun Kulon Progo Pasang Jaringan Air Bersih Untuk Warga Miskin, 17 Juli 2017*, <https://jogja.sahabatrakyat.com/ragam/pdam-tirta-binangun-kulon-progo-pasang-jaringan-air-bersih-untuk-warga-miskin>, (diakses tanggal 12 Februari 2018).
- Korshin, G., Christopher W.K. Chow, Rolando Fabris, & Mary Drikas. (2009). Absorbance spectroscopy-based examination of effects of coagulation on the reactivity of fractions of natural organic matter with varying apparent molecular weights. *Water Research* 43, 1541-1548.
- Kulonprogo Regency. (2005). Atlas : Final Report. *Regional Development and Poverty Reduction Program*. RDPRP
- Leenheer, J.A. & Croue, J.-P. (2003). Characterizing Dissolved Aquatic Organic matter: Understanding the unknown structures is key to better treatment of drinking water. *Environmental Science Technology* 37(1), 19A-26A.
- Li, Chi-Wang., Korshin, Gregory, V Benjamin, & Mark M. (1998). Monitoring DBP formation with differential UV spectroscopy. *American Water Works Association. Journal*; Aug 1998; 90, 8; ProQuest pg. 88.
- Libretexts Chemistry. (2015). “Oxidation of Organic Molecules by KMnO_4 ”, [https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry/Supplemental_Modules_\(Organic_Chemistry\)/Reactions/Oxidation_and_Reduction_Reactions/Oxidation_of_Organic_Molecules_by_KMnO4](https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry/Supplemental_Modules_(Organic_Chemistry)/Reactions/Oxidation_and_Reduction_Reactions/Oxidation_of_Organic_Molecules_by_KMnO4) (diakses tanggal 8 Oktober 2018).
- Matilainen, A., Egil T. Gjessing, Tanja Lahtinen, Leif Hed, Amit Bhatnagar, & Mika Sillanpää. (2011). An Overview of the methods used in the characterisation of natural organic matter (NOM) in relation to drinking water treatment. *Chemosphere* 83, 1431-1442.

- Mardianto, A. M. (2018). *Kajian Hidrogeologi Mata Air Clereng, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Miskah, Ir. Hj. Siti., Billy Tumanggor, & Freddy P Sinambela. 2015. Penambahan $K_2Cr_2O_7$ terhadap Waktu Awal Penyalaan pada Biobriket dari Campuran Batubara dan Tongkol Jagung. *Jurnal Teknik Kimia No.3*, Volume 21.
- Mukarromah, Rosyida. (2016). Analisis Sifat Fisis dalam Studi Kualitas Air di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo. FMIPA. Semarang : UNNES.
- Mulyanto. (1992). *Lingkungan Hidup untuk Ikan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta : PT Dharma Karsa Utama
- Musikavong, C., Phantipa Chaimongkol, Chaisri S., & Suraphong Wattanachira. (2008). Relationship between Trihalomethane Formation Potential and Surrogate Parameters for Dissolved Organic Matter in Reservoir Water and Treated Wastewater in Thailand. *KKU Res J* 13 (9): Oktober 2008.
- Newfoundland and Labrador. (2011). Study on Characteristics and Removal of Natural Organic Matter in Drinking Water Systems in Newfoundland and Labrador. Department of Environment and Conservation Water Management Division.
- Penru, Y., F. Xavier Simon, Andrea R. Guastall, Santiago Esplugas, Joan Loren, & Sylvie Baig. (2011). Characterization of natural organic matter from Mediterranean coastal seawater. *IWA Specialty Conference on Natural Organic Matter*, Costa Mesa, CA, USA.
- Pokja Sanitasi Kabupaten Kulon Progo. (2012). *Buku Putih Sanitas Kabupaten Kulon Progo*. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Program Percepatan Pembangunan Sanitasi (PPSP).
- Reckhow, Dave. (2015). *Natural Organic Matter in Water Formation in Watersheds and Removal in Water Treatment*. University of Massachusetts: *STEM Digital Water Quality*.
- Richardson, S.D., Plewa, M.J., Wagner, E.D., Schoeny, R., & DeMarini, D.M. (2007). Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research. *Mutat. Res. – Rev. Mutat.* 636, 178–242.
- Rodríguez, Francisco J., Patrick Schlenger & María García-Valverde. (2013). A comprehensive structural evaluation of humic substances using several fluorescence techniques before and after ozonation. Part I: Structural characterization of humic substances. *Science of the Total Environment* 476–477 (2014) 718–730.
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science*, Fifth Edition, Mc-Graw-Hill, New York.
- Senesi, N. (1990). Molecular and quantitative aspects of the chemistry of fulvic acid and its interactions with metal ions and organic chemicals. Part II: the fluorescence spectroscopy approach. *Anal Chim Acta* 1990;232:77–106.
- SNI 6989.1. (2004). Air dan air limbah – Bagian 1: Cara uji daya hantar listrik (DHL). Indonesia: BSN.
- SNI 6989.22. (2004). Air dan air limbah - Bagian 22: Cara uji nilai permanganat secara titrimetri. Indonesia: BSN.
- SNI 6989.23. (2005). Air dan air limbah – Bagian 23: Cara uji suhu dengan termometer. Indonesia: BSN.
- SNI 6989.25. (2005). Air dan air limbah – Bagian 25 : Cara uji kekeruhan dengan nefelometer. Indonesia: BSN.
- SNI 6989.2. (2009). Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Indonesia: BSN.

- Stevenson, F. J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2nd ed. Brisbane: John Wiley and Sons, Inc.
- Spokane Aquifer Joint Board. (2018). Residence Time of Groundwater. Local Water Utilities United for Safe Drinking Water. <https://www.spokaneaquifer.org/>, (diakses tanggal 12 Februari 2018).
- Sudarmadji & Widyastuti. (2014). Dampak dan Kendala Wisata Waduk Sermo dari Aspek Lingkungan Hidup dan Risiko Bencana. *Jurnal Teknosains* Volume 3 No. 2, Halaman 81-166.
- Suhartati, Tati. (2017). Dasar-dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. Bandar Lampung: AURA - Anugrah Utama Raharja.
- Supratman, Unang. (2010). *Elusidasi Struktur Senyawa Organik*. Bandung: Widya Padjajaran.
- Sururi, Mohammad Ranga, Dwina Roosmini & Suprihanto Notodarmojo. (2018). Chromophoric and liability quantification of organic matters in the polluted rivers of Bandung watershed, Indonesia. *MATEC Web of Conferences* 154, 02002.
- Swietlik, J., & E. Sirorska. (2004). Application of fluorescence spectroscopy in the studies of natural organic matter fractions reactivity with chlorine dioxide and ozone. *Water Research* 38 (17): 3791-3799.
- Syafrani. (1994). *Studi Lingkungan Perairan Sungai Siak Bagian Hilir dari Pencemaran Bahan Organik (Studi Kasus di Kecamatan Siak Indrapura)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tebbut, T. H. Y. (1992). *Principles of Water Quality Control*. Fourth edition. Pergamon Press, Oxford. 251 p.
- Thurman, E. M. (1985). *Organic geochemistry of natural waters*. Vol. 2. Springer Science & Business Media.
- USEPA. (2001). *National Primary Drinking Water Standards*. United States Environmental Protection Agency, EPA 816-F-01-007.
- Vitner, Yon. (1999). *Kandungan Bahan Organik dan Indeks Kualitas Air di Waduk Ir. H. Juanda, Purwakarta, Jawa Barat*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Wright JM., Schwartz J, & Dockery DW. (2004) The effect of disinfection by-products and mutagenic activity on birth weight and gestational duration. *Environmental Health Perspective*, 112: 920–925
- Yamashita, Y., Nagamitsu Maie, Henry Briceño & Rudolf Jaffé. (2010). Optical characterization of dissolved organic matter in tropical rivers of the Guayana Shield, Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 115.
- Zainudin, M. F., Hassimi A.H., & Siti Rozaimah S.A. (2016). Characterization of Trihalomethanes (THMs) Levels in Surface Water, Domestic and Industrial Wastewater. *Journal Environmental Science Technology* 9, 268-276.