

TUGAS AKHIR

**IDENTIFIKASI KANDUNGAN *NATURAL ORGANIC
MATTER* (NOM) DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR
UNIT PADASAN PDAM TIRTAMARTA KOTA
YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**RIDHO NANDA FADILLAH
20513198**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KANDUNGAN *NATURAL ORGANIC MATTER* (NOM) DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR UNIT PADASAN PDAM TIRTAMARTA KOTA YOGYAKARTA

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

**RIDHO NANDA FADILLAH
20513198**

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Hudori, S.T., M.T., Ph.D.

Tanggal: 19/8/2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII:

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

Tanggal: 19/8/2024

HALAMAN PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI KANDUNGAN *NATURAL ORGANIC MATTER* (NOM) DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR
UNIT PADASAN PDAM TIRTAMARTA KOTA
YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 19 Agustus 2024

Disusun Oleh :

**RIDHO NANDA FADILLAH
20513198**

Tim Penguji :

Hudori, S.T., M.T., Ph.D.

Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

()
19/8/2024

()
19 Agustus 2024

()
19/8 24)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari terdapat penyingan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 19 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Ridho Nanda Fadillah

NIM: 20513198

PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, karunia serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan **judul Identifikasi Kandungan *Natural Organic Matter* (NOM) di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta**. Shalawat dan salam penulis curahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga dan sahabatnya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat akademis gelar sarjana teknik mahasiswa S1 Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung serta membantu dalam kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir baik dalam bentuk dukungan moral maupun materi. Dengan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kesehatan, kelancaran dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII.
3. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T, Ph.D. selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Hudori, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat serta arahan selama penelitian ini berlangsung.
5. Bapak dan Ibu selaku orang tua penulis yang sangat penulis cintai yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
6. Seluruh Pegawai PDAM Tirtamarta yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan memberikan informasi yang dibutuhkan. Serta

seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis.

Penulis mengharapkan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan memberikan manfaat kepada pembaca sebagai wawasan pengetahuan. Saran dan kritik diperlukan sebagai bagian dari perbaikan baik untuk diri saya atau karya ilmiah yang saya buat ini.

Yogyakarta, 19 Agustus 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ridho Nanda Fadillah', with a stylized, cursive script.

Ridho Nanda Fadillah

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

RIDHO NANDA FADILLAH. *Identification of Natural Organic Matter (NOM) Content at the Padasan Unit Water Treatment Plant of PDAM Tirtamarta Yogyakarta City. Supervised by Hudori, S.T., M.T., Ph.D.*

NOM is an important parameter in water quality that will result in the formation of DBPs (disinfection by product) compounds. This compound has carcinogenic properties that affect human health if consumed in the long term. The purpose of this research to determine the NOM content and the efficiency of NOM content removal from the treatment plant to the distribution pipe. The test uses the fluorescence EEM method as the main parameter measured by the fluorescence intensity in water samples. The sampling method carried out at 11 points uses the grab sampling method. The data analysis used is peak picking. The results of the fluorescence EEM test with the fluorescence intensity parameter prove that the analysis of NOM characteristics consists of several characteristics. The EEM fluorescence parameters from raw water sources are dominated by tryptophan-like, fulvic-like, and humic-like. The EEM fluorescence results in the water treatment plant (WTP) are dominated by tyrosine-like, tryptophan-like, fulvic-like, and humic-like. The EEM fluorescence results at house connections are dominated by tryptophan-like and fulvic-like. The results of the removal efficiency test of the reduction in NOM content characteristics processed by water treatment include tyrosine-like by 27%, tryptophan-like by 22%, fulvic-like by 36%, humic-like by 47%, and allochthonous by 64%.

Keywords: Fluorescence EEM, NOM, WTP.

ABSTRAK

RIDHO NANDA FADILLAH. Identifikasi Kandungan *Natural Organic Matter (NOM)* di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta. Dibimbing oleh Hudori, S.T., M.T., Ph.D.

NOM merupakan parameter penting dalam kualitas air yang berdampak akan terjadi pembentukan senyawa DBPs (*Disinfection by product*). Senyawa ini memiliki sifat karsinogenik yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan NOM dan efisiensi removal kandungan NOM di instalasi pengolahan hingga pipa distribusi. Pengujian menggunakan metode *fluorescence* EEM sebagai parameter utama yang diukur dengan *fluorescence intensity* pada sampel air. Metode pengambilan sampel yang dilakukan pada 11 titik menggunakan metode *grab sampling*. Analisis data yang digunakan yaitu *peak picking*. Hasil dari pengujian *Fluorescence* EEM dengan parameter *fluorescence intensity* membuktikan analisis karakteristik NOM terdiri dari beberapa karakteristik. Parameter *fluorescence* EEM dari sumber air baku didominasi dengan *tryptophan-like*, *fulvic-like*, dan *humic-like*. Hasil *fluorescence* EEM pada instalasi pengolahan air (IPA) didominasi *tyrosine-like*, *tryptophan-like*, *fulvic-like*, dan *humic-like*. Hasil *fluorescence* EEM pada sambungan rumah didominasi *tryptophan-like* dan *fulvic-like*. Hasil pengujian efisiensi removal penurunan karakteristik kandungan NOM diproses pengolahan air antara lain, *tyrosine-like* sebesar 27%, *tryptophan-like* sebesar 22%, *fulvic-like* sebesar 36%, *humic-like* sebesar 47%, dan *allochthonous* sebesar 64%.

Kata kunci: *Fluorescence* EEM, IPA, NOM.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PENGANTAR.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan.....	5
2.2 <i>Natural Organic Matter</i> (NOM)	6
2.3 Karakteristik <i>Natural Organic Matter</i> (NOM)	7
2.3.1 Fraksi NOM	8
2.4 Hubungan NOM Dengan Desinfeksi dalam Pembentukan DBPs	11
2.5 Karakterisasi <i>Natural Organic Matter</i> (NOM)	14
2.5.1 Spektroskopi Serapan UV-Vis.....	14
2.5.2 Parameter <i>Fluorescence Intensity</i>	14
2.5.3 <i>Dissolved Organic Carbon</i> (DOC)	16
2.5.4 Parameter Lapangan.....	17
2.6 Penelitian Terdahulu.....	19

BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.1.1 Waktu dan Lokasi.....	18
3.1.2 Studi Literatur	18
3.1.3 Alat dan Bahan	19
3.1.4 Jenis dan Variabel Penelitian.....	19
3.1.5 Pengambilan Sampel Air.....	20
3.1.6 Pengujian Sampel Air.....	22
3.1.7 Analisis Data	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan	27
4.2 Karakteristik Fisik dan Kimia	28
4.3 Karakteristik <i>Natural Organic Matter</i> (NOM)	30
4.3.1 Fluorescence EEM	30
4.3.2 Perubahan Karakteristik NOM di Instalasi Pengolahan Air	40
4.3.3 UV 254	46
4.4 <i>Dissolved Organic Carbon</i> (DOC)	48
4.5 Uji Korelasi Parameter NOM dan DOC	50
4.5 Efisiensi Removal <i>Natural Organic Matter</i> (NOM) IPA Padasan.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	61
Lampiran 1 Kondisi IPAM.....	61
Lampiran 2 Dokumentasi Sampling dan Pengujian Laboratorium.....	63
Lampiran 3 Alat dan Bahan Penelitian.....	67
Lampiran 4 Data Pengujian dan Perhitungan F-EEM.....	69
Lampiran 5 Data Pengujian UV 254.....	72
Lampiran 6 Data Pengujian DOC	73
Lampiran 7 Perhitungan Uji Korelasi	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Dimensi Instalasi Pengolahan Air Padasan	5
Tabel 2. 2 Fluorofor dalam NOM di berbagai Ex/Em Regional	16
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 3. 1 Titik Pengambilan Sampel.....	22
Tabel 3. 2 Metode Parameter Konvensional	23
Tabel 3. 3 Metode Parameter NOM dan DOC	24
Tabel 3. 4 Pedoman Derajat Hubungan.....	26
Tabel 4. 1 Pemeliharaan IPA Padasan.....	28
Tabel 4. 2 Hasil Uji Parameter Lapangan	29
Tabel 4. 3 Hasil pengujian F-EEM Dengan Metode <i>Peak Picking</i>	41
Tabel 4. 4 Hasil Adsorbansi UV 254.....	47
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian DOC	48
Tabel 4. 6 Uji Korelasi Parameter NOM dan DOC	50
Tabel 4. 7 Persentase Efisiensi Removal.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Layout</i> IPA Padasan.....	6
Gambar 2.2 Hubungan Antara Fraksi NOM	8
Gambar 2.3 Struktur Model Asam Humat	10
Gambar 2.4 Struktur Asam Fulvat	11
Gambar 2.5 Skema pembentukan DBPs	12
Gambar 2.6 Reaksi pembentukan NOM selama Proses Desinfeksi	13
Gambar 2.7 Plot Analisis <i>Fluorescence</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Lokasi IPA Padasan	18
Gambar 3.3 Layout IPA Padasan.....	21
Gambar 3.4 Peta Pipa Distribusi IPA Padasan	21
Gambar 4.1 Diagram Alir IPA Padasan.....	27
Gambar 4.2 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Blanko Perjalanan	31
Gambar 4.3 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Umbul Wadon	31
Gambar 4.4 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Sungai Kali Kuning.....	32
Gambar 4.5 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Sumur Bedoyo	33
Gambar 4.6 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM <i>Grit chamber</i>	34
Gambar 4.7 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Prasedimentasi	35
Gambar 4.8 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Sedimentasi	36
Gambar 4.9 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Filtrasi	37
Gambar 4.10 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Desinfeksi/ <i>clearwell</i>	38
Gambar 4.11 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Sambungan Rumah 1	39
Gambar 4.12 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Sambungan Rumah 2	39
Gambar 4.13 Grafik <i>Fluorescence</i> EEM Sambungan Rumah 3	39
Gambar 4.14 Grafik Karakteristik <i>Tyrosine-like</i>	41
Gambar 4.15 Grafik Karakteristik <i>Tryptophan-like</i>	42
Gambar 4.16 Grafik Karakteristik <i>Fulvic-like</i>	43
Gambar 4.17 Grafik Karakteristik <i>Humic-like</i>	43
Gambar 4.18 Grafik Karakteristik <i>Allochthonous</i>	44

Gambar 4.19 Perubahan Karakteristik NOM dari Air Baku hingga SR	46
Gambar 4.20 Grafik Pengujian UV 254.....	47
Gambar 4.21 Grafik Pengujian DOC.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kondisi IPAM.....	61
Lampiran 2 Dokumentasi Sampling dan Pengujian Laboratorium.....	63
Lampiran 3 Alat dan Bahan Penelitian.....	67
Lampiran 4 Data Pengujian dan Perhitungan <i>Fluorescence</i> EEM.....	69
Lampiran 5 Data Pengujian UV 254.....	72
Lampiran 6 Data Pengujian DOC	73
Lampiran 7 Perhitungan Uji Korelasi	74

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber pokok dari kebutuhan manusia yang dihasilkan dari beberapa sumber di permukaan bumi. Terdapat beberapa sumber air yang diolah guna kebutuhan manusia, yaitu air tanah dan air permukaan. Air baku tersebut tidak dapat secara langsung dikonsumsi dan harus melewati beberapa rangkaian pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM). Pengolahan dilakukan untuk menyesuaikan standar baku mutu air minum berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan.

Pemilihan air baku dilakukan berdasarkan 3 aspek yaitu kualitas, kuantitas, kontinuitas. Ketiganya sama pentingnya, tetapi pertimbangan kualitas sangat penting dalam penentuan instalasi pengolahan air. Pemenuhan air baku harus memenuhi kualitas air baku kategori 1 sebagai sumber air baku air minum yang mengacu pada PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup. Berdasarkan peraturan tersebut, terdapat beberapa parameter-parameter yang menjadi perhatian dari segi kualitas air baku yang mesti dipenuhi, baik itu komponen fisik, kimia, dan biologi. Namun, tidak ada perhatian terkait kadar *Natural Organic Matter* (NOM) di dalam kualitas air baku yang diambil. Hal ini karena kurangnya penelitian tentang NOM di Indonesia, yang menyebabkan kurangnya pengetahuan terhadap dampak *Natural Organic Matter* (NOM).

Berdasarkan penelitian, keberadaan kandungan organik pada air baku dapat menghasilkan DBPs (*Disinfection by Products*) yang terbentuk dari penggunaan klorin dan senyawa kimia pada proses desinfeksi (Fitria and Handayani, 2010). DBPs (*Disinfection by products*) telah menjadi fokus perhatian dalam pengolahan air karena diperkirakan mempunyai dampak buruk terhadap kesehatan. Terdapat lebih dari 600 senyawa DBPs telah diidentifikasi, diantaranya *trihalomethanes*

(THMs) dan *halogen acid* (HAAs) adalah yang paling umum (Matilainen *et al*, 2010). *Trihalomethanes* (THMs) dan asam haloasetat (HAAs) merupakan senyawa yang bersifat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker)(Fitria and handayani, 2010).

Karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM) bervariasi secara signifikan pada tiap sumber air baku. Oleh karena itu, karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM) menentukan pilihan pengolahan air baku (Ibrahim and Aziz, 2014). Berdasarkan penelitian tersebut, maka dilakukan penelitian pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan, yang mencakup air baku, instalasi pengolahan, dan pipa distribusi yang bertujuan mengetahui karakteristik kandungan *Natural Organic Matter* (NOM) pada sistem pengolahan air PDAM Tirtamarta.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar *Natural Organic Matter* (NOM) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan sampai ke pipa distribusi air kepada pelanggan PDAM. Hal ini dilakukan untuk mengurangi dampak DBPs yang terbentuk pada proses desinfeksi, yang mana memiliki sifat karsinogenik pada kesehatan manusia. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang *Natural Organic Matter* (NOM) dan acuan dalam penelitian selanjutnya. Hal ini sebagai upaya pengembangan studi air minum, khususnya di Indonesia terkait kandungan organik dalam badan air. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan menjadi perhatian untuk menanggulangi dampak dari DBPs (*Disinfection by products*) yaitu membentuk *trihalomethanes* (THMs), *halogen acid* (HAAs), dan komponen halogenetik lainnya yang bersifat karsinogenik.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang ada sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM) di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta?
2. Bagaimana efektivitas penurunan *Natural Organic Matter* (NOM) di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini :

1. Untuk menganalisis karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM) di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta.
2. Untuk mengevaluasi efektivitas penurunan *Natural Organic Matter* (NOM) di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sarana dalam menambah ilmu pengetahuan mengenai karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan.
2. Sebagai sarana untuk menambah ilmu mengenai *Natural Organic Matter* (NOM) pada air .
3. Mahasiswa dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang didapatkan pada dunia kerja.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini mengambil 11 sampel air pada beberapa titik yaitu air baku, instalasi pengolahan dan distribusi.
2. Penelitian ini berfokus pada pengujian kadar *Natural Organic Matter* (NOM) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan, yaitu *intake*, *grit chamber*, *prasedimentasi*, *sedimentasi*, *filtrasi*, dan *desinfeksi*.
3. Parameter yang diuji yaitu pH, Kekeruhan, Konduktivitas, UV 254, *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dan *Fluorescence Intensity*.

BAB II

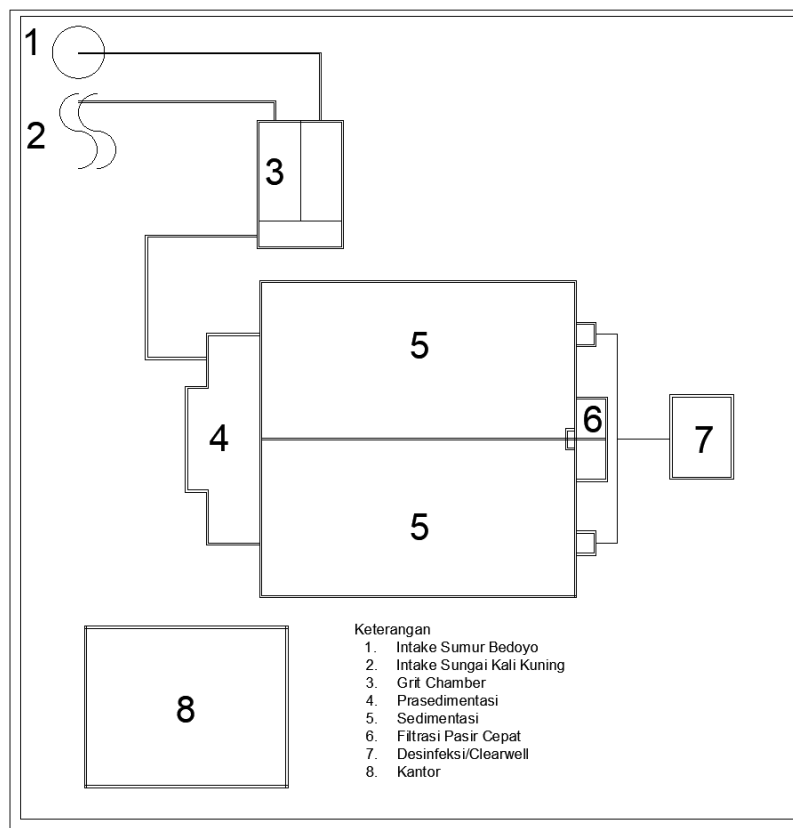
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Pengolahan Air (IPA) Padasan

IPA Padasan merupakan salah satu unit pengolahan air yang dimiliki PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta. Unit Pengolahan ini dibangun pada tahun 1969-1982 melalui program Pemerintah Pusat dengan kapasitas produksi 51,7 liter per detik. IPA Padasan memiliki 3 sumber air baku diolah yaitu Umbul Wadon, Sungai Kali Kuning, dan Sumur Bedoyo. Air baku yang diolah menjadi air siap pakai dengan melewati instalasi pengolahan sesuai dengan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan yang berisi baku mutu kualitas air minum. Instalasi pengolahan yang terdapat di IPA Padasan yaitu *grit chamber*, prasedimentasi, sedimentasi, filtrasi pasir cepat, dan desinfeksi gas klor. *Layout* Instalasi pengolahan dan dimensi kapasitas pengolahan yang dapat dilihat Pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.1

Tabel 2. 1 Dimensi Instalasi Pengolahan Air Padasan

No	Unit Pengolahan	Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)
1	<i>Grit chamber</i>	2	4	1,5	2
2	Prasedimentasi	1	20	4	4
3	Sedimentasi	2	30	15	4 - 5
4	Filtrasi	2	4	1,5	4
5	Desindeksi/Clearwell	1	8	6	4



Gambar 2. 1 Layout IPA Padasan

Pada proses filtrasi pasir cepat terdapat 5 lapisan pasir yaitu batu, krakal, kerikil, pasir kasar pasir kuarsa. Setelah melewati proses filtrasi akan dilakukan pengukuran debit dengan bak pengukur debit, yang kemudian akan berakhir di *clearwell* dan akan dilakukan injeksi gas klor dengan pompa *dosing*. Pada proses injeksi gas klor, penggunaan dosis klorin per hari sebanyak 11-13 kg/hari dengan rata-rata debit sebesar $100-105 \text{ m}^3/\text{hari}$.

2.2 Natural Organic Matter (NOM)

Pada dasarnya, air tanah dan air permukaan mengandung bahan organik, baik itu berasal dari organik alami ataupun bahan organik yang berasal dari pencemaran dari kegiatan antropogenik. Secara garis besar, NOM dibagi menjadi 2, yaitu *Particulate Organic Carbon (POC)* yang berukuran diatas $0.45 \mu\text{m}$ dengan persentase $<10\%$ dari NOM; dan *Dissolved Organic Carbon (DOC)*. *DOC* merupakan kandungan yang terdiri dari bagian NOM yang berpengaruh terhadap kualitas air. Sebagian besar 80% komponen DOC terdiri dari materi hidrofobik dan

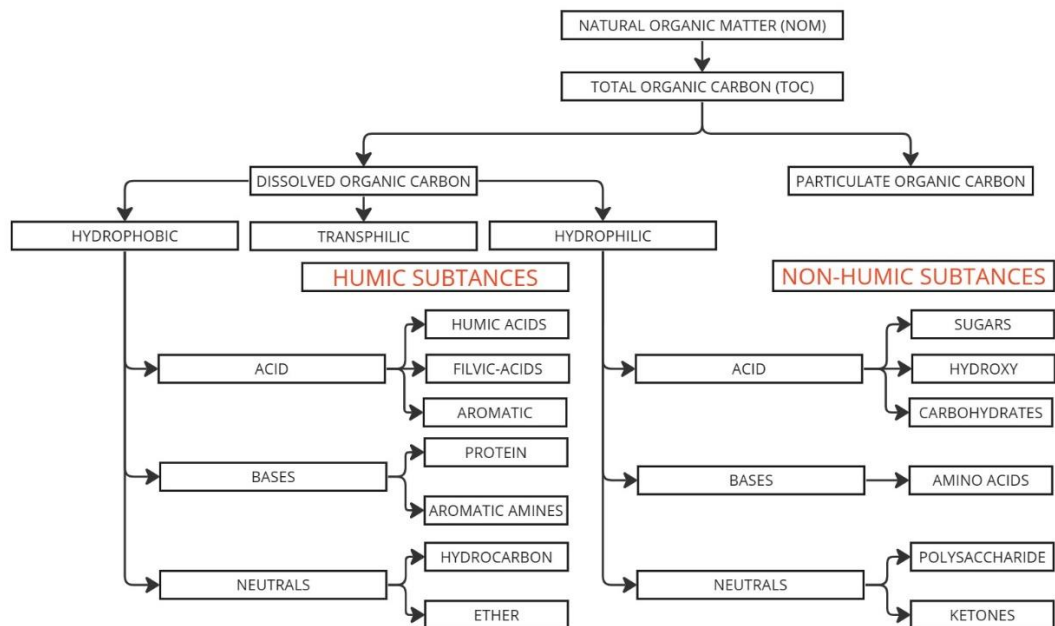
hidrofilik (Sururi *et al.*, 2009).

Natural Organic Matter (NOM) merupakan matriks kompleks bahan organik yang terdapat pada perairan secara alami. NOM terbentuk akibat interaksi antara siklus hidrologi dengan biosfer dan geosfer, sumber air baku yang diolah menjadi air minum umumnya mengandung *Natural Organic Matter* (NOM). Oleh karena itu, terdapat perbedaan antara jumlah, karakteristik, dan sifat *Natural Organic Matter* (NOM) sesuai dengan siklus biogeokimia lingkungan sekitar (Matilainen *et al.*, 2010).

2.3 Karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM)

Komponen utama *Natural Organic Matter* (NOM) adalah *Total Organic Carbon* (TOC) yang terdiri dari fraksi *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dan fraksi *Particulate Organic Carbon* (POC). Meski demikian, sebagian besar pecahan dari NOM adalah DOC, sementara POC hanya sebagian kecil. DOC pada perairan terdiri dari komponen hidrofobik dan hidrofilik, sedangkan sebagian besar DOC terdiri dari 50% komponen hidrofobik dan sisanya terbagi antara 25 – 40% komponen hidrofilik dengan berat molekul lebih rendah (Polisakarida, Asam Amino, Protein, dan lain-lain) dan sisanya komponen transfilik (Zularisam *et al.*, 2006).

Komponen hidrofobik dan komponen hidrofilik terdiri atas 3 bagian kelas yang berbeda yaitu asam, basa dan netral yang memiliki gugus kimia yang berbeda. Komponen hidrofobik kaya dengan karbon aromatik, struktur fenolik dan ikatan rangkap terkonjugasi, sedangkan komponen hidrofilik mengandung lebih banyak karbon alifatik dan nitrogen (Kim *and* Yu, M.J., 2005). Salah satu komponen asam hidrofobik yang terdapat dalam NOM yaitu senyawa asam humat dan asam fulvat, dan senyawa yang termasuk dalam komponen hidrofilik yaitu asam karboksilat dan poliuronat (Matilainen, 2007). Fraksi *Natural Organic Matter* (NOM) dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.2 Hubungan Antara Fraksi NOM

Sumber : (Ibrahim *and* Aziz, 2014)

Pada dasarnya, zat humat dalam NOM mewakili sebagian bahan organik kompleks di air dan tanah yang terbentuk dari pembusukan hewan dan tumbuhan. Komponen utama zat humat adalah asam fulvat (larut dalam air pada pH asam sampai basa) dan asam humat (tidak larut pada pH asam) yang dikenal sebagai asam hidrofobik. Dalam air alami, asam hidrofobik terdiri dari sekitar 90% asam fulvat dan 10% asam humat yang merupakan kebalikan dari zat humat yang berasal dari pencucian tanah yang sebagian besar terdiri dari asam humat dibandingkan dengan asam fulvat (Ibrahim *and* Aziz, 2014).

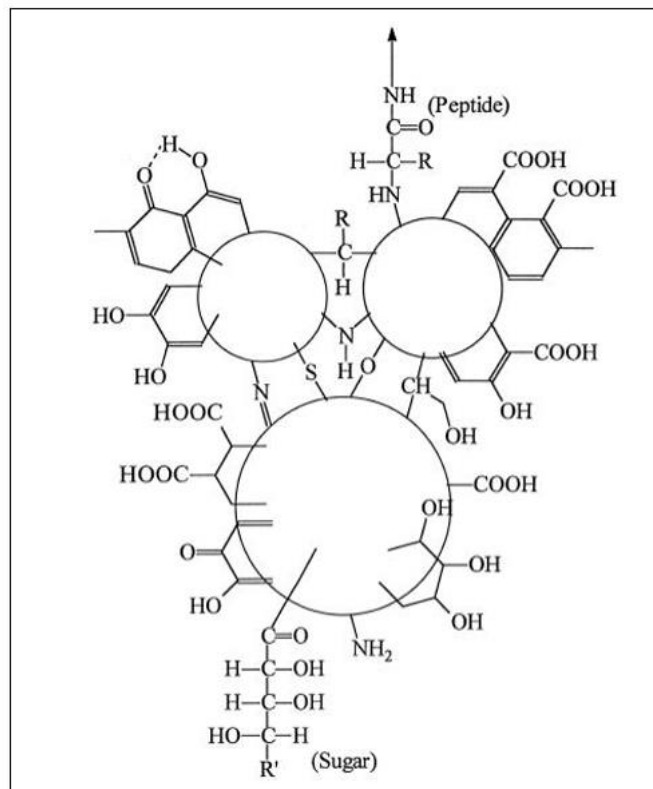
2.3.1 Fraksi NOM

NOM terdapat beberapa jenis berdasarkan asal pembentukan senyawa organik diklasifikasikan sebagai penyusun karakteristik kandungan organik antara lain zat humat, asam hidrofilik, karboksilat, asam amino, karbohidrat, dan hidrokarbon. Zat humat merupakan asam organik yang kompleks dan struktural, polielektrolit, yang memiliki warna gelap yang ditemukan di tanah,

sedimen, dan perairan alami. Zat humat terdapat 40-80% pada struktur bahan organik terlarut dalam air (Uyguner *et al.*, 2007).

Pembentukan zat humat telah dibahas dalam beberapa literatur, bahwa zat humat terbentuk dari pemecahan bahan tanaman, oksidasi dari dan proses abiotik. Berdasarkan klasifikasinya, zat humat dibagi menjadi 3 fraksi yaitu *humic acid*, *fulvic-acid*, dan *humin*. *Humic acid* merupakan senyawa yang tidak larut dalam pH asam ($\text{pH} < 2$), sedangkan *fulvic acid* larut pada semua kondisi pH (Uyguner *et al.*, 2007).

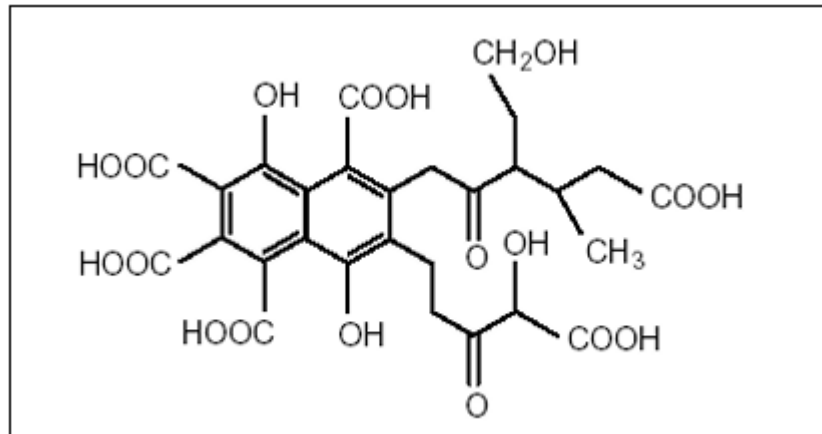
Struktur *humic-acid* sesuai dengan gambar dengan Gambar 2.3 yang terdiri dari rantai inti aromatik hidrofobik yang sangat tersubstitusi dengan gugus fungsi seperti *phenolic OH* bebas dan terikat, *struktur quinone*, nitrogen dan oksigen sebagai unit sambungan dan gugus COOH . Model ini menampilkan situs hidrofilik dan hidrofobik, karakter polielektrolit yang tinggi, dan beberapa situs yang berpotensi tersedia untuk berikatan dengan ion logam, permukaan mineral, dan senyawa organik. Struktur dan komposisi asam humat ternyata lebih kompleks dibandingkan asam fulvat. (Uyguner *et al.*, 2007)



Gambar 2.3 Struktur Model Asam Humat

Sumber : (Uyguner *et al.*, 2007)

Struktur model *fulvic-acid* mengandung struktur aromatik dan alifatik, keduanya tersubstitusi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen sesuai Gambar 2.4. Namun, struktur asam fulvat lebih alifatik dan kurang aromatik dibandingkan asam humat. Alasan tingginya kelarutan dalam air pada semua nilai pH terutama disebabkan oleh adanya asam karboksilat, gugus fenolik dan keton dalam jumlah yang cukup besar (Uyguner *et al.*, 2007).

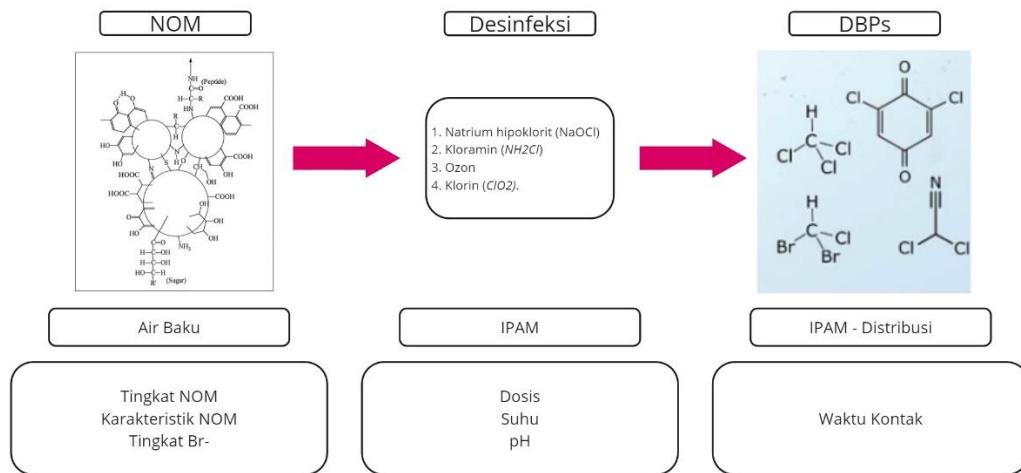


Gambar 2.4 Struktur Asam Fulvat

Sumber : (Uyguner *et al.*, 2007)

2.4 Hubungan NOM Dengan Desinfeksi dalam Pembentukan DBPs

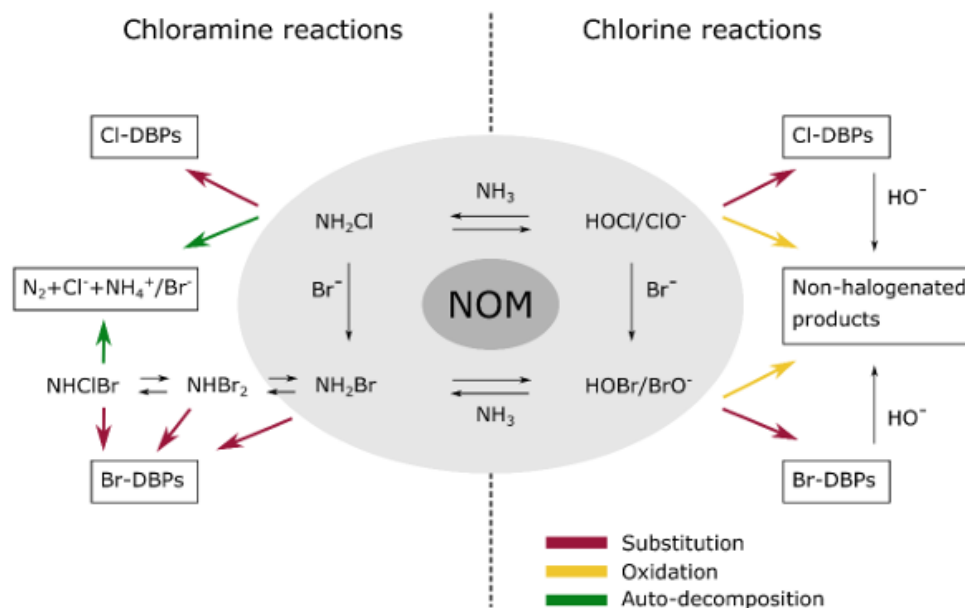
Proses pengolahan air menggunakan desinfeksi sebagai pengolahan dalam mengurangi kadar patogen berbahaya pada air dan menghambat pertumbuhan mikroba dalam sistem distribusi. Proses desinfeksi memiliki beberapa teknologi antara lain, Natrium hipoklorit (NaOCl), Kloramin (NH_2Cl), Ozone, dan Klorin (ClO_2). Proses desinfeksi memiliki dampak yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan apabila terjadi kontak dengan NOM. Berdasarkan Gambar 2.5 pembentukan DBPs dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mempercepat terjadi reaksi kimia pembentukan DBPs (Andersson, 2021).



Gambar 2.5 Skema pembentukan DBPs

Sumber : (Andersson, 2021)

Faktor penting yang mempengaruhi pembentukan DBPs terlihat pada Gambar 2.5 pilihan desinfeksi mempengaruhi pembentukan DBPs. Desinfeksi klorin dan kloramin merupakan salah satu jalur pembentukan DBPs dengan prekursor NOM. Pembentukan DBPs dengan desinfeksi klorin dan kloramin dapat terpengaruh dengan dosis dan waktu kontak, yang mana dosis yang lebih tinggi dapat menyebabkan proporsi produk akhir DBPs yang lebih besar. Sedangkan faktor waktu kontak antara kloramin dan klorin memiliki pengaruh yang berbeda. Pada klorin, meningkatnya waktu kontak biasanya menyebabkan proporsi DBPs yang lebih tinggi, sedangkan kloramin mengalami hal sebaliknya (Andersson, 2021).



Gambar 2.6 Reaksi pembentukan DBPs selama Proses Desinfeksi

Sumber : (Andersson, 2021)

Berdasarkan Gambar 2.6 konsentrasi bromida atau iodida dalam sumber air dapat mempengaruhi pembentukan produk sampingan desinfeksi yang mengandung halida. Misalnya, jika ada bromida dalam air, bromida akan dioksidasi oleh hipoklorit (HOCl) menjadi asam hipobrom (HOBr). HOBr kemudian bisa bereaksi seperti HOCl dan membentuk Br-DBP . Kloramin juga dapat membentuk Br-DBP melalui peralihan dari molekul NH_2Cl ke NH_2Br ketika bromida ada di dalam air (Andersson, 2021).

pH mempengaruhi jenis klorin yang dominan dan keseimbangan molekul bahan organik alami (NOM) tertentu, seperti disosiasi fenol menjadi fenolat yang lebih reaktif. Selain itu, pH juga mempengaruhi kondisi jalur reaksi tertentu, seperti hidrolisis, yang cenderung menghasilkan trihalometana (THM) dalam kondisi basa. Akibatnya, perubahan pH dapat meningkatkan pembentukan beberapa jenis produk sampingan desinfeksi (DBP) sambil mengurangi pembentukan jenis DBP lainnya. Suhu air mempengaruhi kecepatan pembentukan DBP. Umumnya, suhu yang lebih tinggi mempercepat laju pembentukan DBP selama proses klorinasi dan

kloraminasi. Pada suhu yang lebih hangat (sekitar 30 °C), pembentukan DBP cenderung beralih ke jenis DBP akhir selama klorinasi (Andersson, 2021).

2.5 Karakterisasi *Natural Organic Matter* (NOM)

2.5.1 Spektroskopi Serapan UV-Vis

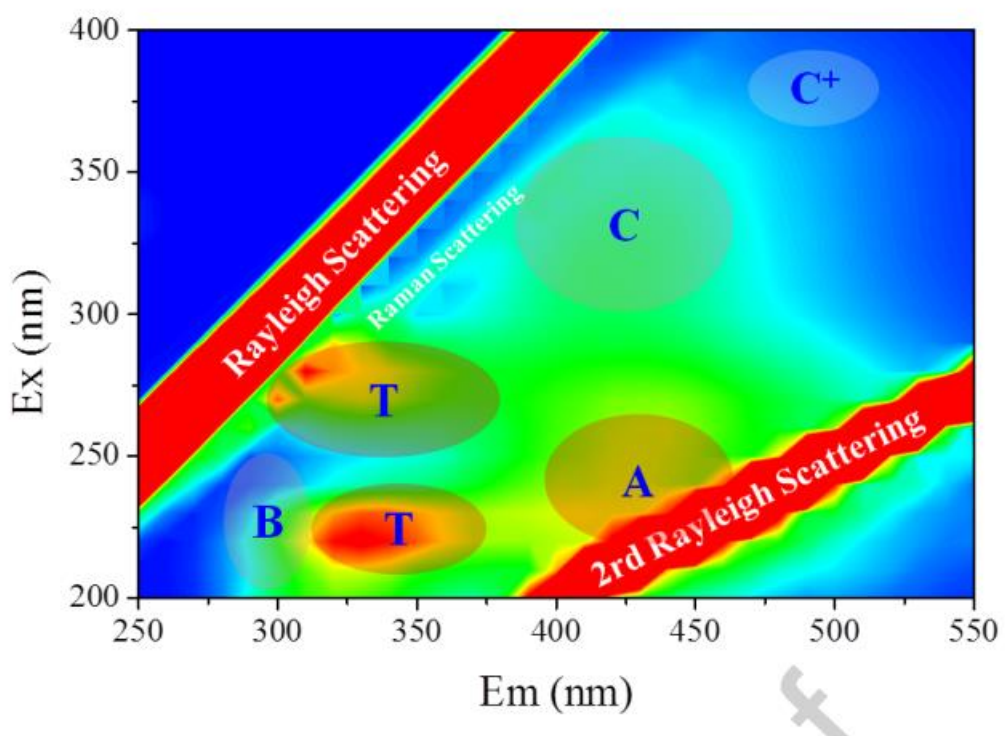
Spektroskopi serapan UV-Vis merupakan alat yang digunakan dalam studi *Natural Organic Matter* (NOM) untuk mengidentifikasi kelimpahan atau kualitas, menelusuri sumber dan menyelidiki variasi struktural penyusun NOM, karena mudah digunakan, respon cepat, biaya relatif rendah dan memiliki sensitivitas tinggi (Li *et al.*, 2017). Karena berbagai fraksi penyerap cahaya di dalamnya NOM, spektrum serapan UV-Vis aslinya biasanya tidak berciri, yang umumnya menurun kira-kira secara eksponensial dengan meningkatnya panjang gelombang. Namun, parameter tertentu dapat diuji melalui pemrosesan data spektra UV-Vis dari NOM, memberikan informasi tambahan pada kedua statis lingkungan dan proses dinamis. Parameter tersebut yaitu serapan koefisien, rasio penyerapan, kemiringan spektral, dekomposisi *Gaussian*, spektrum turunan/diferensial, spektroskopi korelasi dua dimensi (Chen *et al.*, 2021).

Absorbansi pada 254 nm (UV 254) dan rasio UV 254 terhadap *Dissolved Organic Carbon* (DOC), yaitu SUVA 254, biasanya digunakan sebagai parameter indikator aromatik kandungan zat humat. Selain itu, parameter 280/365/436 berhubungan dengan tingkat ikatan rangkap, molekuler ukuran, dan kelompok kromoforik di dalam NOM (Chen *et al.*, 2021).

2.5.2 Parameter *Fluorescence Intensity*

Spektroskopi fluorescence banyak digunakan untuk pengujian karakteristik NOM, fraksinya berfluoresensi ketika dieksitasi oleh sinar UV dan biru. Intensitas dan karakteristik fluoresensi bergantung pada konsentrasi dan komposisi kandungan NOM, serta faktor lain yang mempengaruhi yaitu pH, suhu, dan kekuatan ionik air. Karakterisasi ini biasanya menggunakan

pasangan panjang gelombang eksitasi-emisi untuk mengidentifikasi fluorofor berdasarkan lokasi puncak *fluorescence* pada plot kontur F-EEM. Puncak-puncak ini digunakan untuk membedakan antara *humic-like* NOM, dengan panjang emisi lebih panjang (>350 nm), dan *protein-like* NOM, dengan panjang gelombang emisi lebih pendek (350 nm). Plot kontur dalam analisis menggunakan F-EEM dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.7 Plot Analisis *Fluorescence*

Sumber: (Chen *et al.*, 2021)

NOM terdiri atas berbagai struktur fluoresensi, spektrum *fluorescence* berisi informasi *fluorescence* yang melimpah dan terjalin. Selama beberapa dekade terakhir, berbagai metode untuk menafsirkan data *fluorescence* untuk menguraikan informasi struktural *Natural Organic Matter* (NOM), diantaranya pengambilan puncak, *Fluorescence Regional Integration* (FRI), *Principal Component Analysis* (PCA), *Parallel Factor* (PARAFAC), *Self-organizing Map Analysis*, *Prior linear decomposition* (PLD) (Chen *et al.*, 2021).

Metode *peak-picking* mengidentifikasi komponen fluoresen berdasarkan puncak pasangan Ex/Em berdasarkan plot analisis pada Gambar 2.2, terdapat 6 pasang *peak fluorescence* Ex/Em di NOM : *peak B* (struktur *tyrosine-like*, 230/300 nm), *peak T* (struktur *tryptophan-like* dengan dua *aromatic ring*, 230 dan 280/340 nm), *peak A* (struktur *humic-like* dengan *aromatic rings*, 250/400-450 nm), *peak C* (struktur *humic-like* dengan dua atau lebih *aromatic rings*, 300-350/400-460 nm), dan C+ (Struktur *allochthonous* dengan dua atau lebih *aromatic rings* atau diproduksi secara mikroba zat, 380/480 nm). *Peak-picking* adalah metode sederhana yang dapat dilakukan secara *real-time* pemantauan kualitas air (Chen *et al.*, 2021).

EEM NOM dapat dilihat menjadi volume EEM yang spesifik secara regional melalui metode FRI, yang mengintegrasikan volume dibawah setiap EEM *Regional* yang memungkinkan melakukan analisis semi-kuantitatif konfigurasi dan heterogenitas. Fluorofor di NOM dapat diklasifikasikan menjadi lima gelombang puncak *regional* sepanjang batas panjang gelombang eksitasi dan emisi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 2 Fluorofor dalam NOM di berbagai Ex/Em Regional

<i>Regional</i>	<i>Ex/Em Regionals</i>	<i>Fluorophore</i>
I	<250/330 nm	<i>Aromatic proteins I, tyrosine</i>
II	<250/330-380 nm	<i>Aromatic proteins II, tryptophan</i>
III	<250/>380 nm	<i>Fulvic acid-like substances, hydrophobic acid</i>
IV	>250/250-380 nm	<i>Tyrosine/tryptophan-like and SMP-like species</i>
V	>250/>380 nm	<i>Humic acid-like organic, hydrophobic acids</i>

Sumber : (Chen *et al.*, 2021)

2.5.3 Dissolved Organic Carbon (DOC)

Dissolved Organic Carbon (DOC) merupakan kumpulan yang bersifat heterogen dan dinamis, prosedur analitis saat ini sebagian besar hanya mempelajari dari kumpulan. karbon organik memiliki peran penting dalam mengendalikan proses fisik, kimia, dan biologis serta menentukan kualitas air. C organik terlarut dapat menjadi sumber C dan nutrisi (N dan P) untuk

organisme heterotik baik di darat maupun ekosistem perairan. Nitrogen dan P umumnya mewakili <5 dan masing-masing <2% berat DOC (Chen *et al.*, 2021).

Pengukuran yang seketika yang dilakukan dengan menggunakan sensor DOC, sensor DOC in situ umumnya terdiri dari perangkat pembersih dan data logger untuk memproses dan menyimpan data yang akan digunakan. Terdapat dua jenis untuk melakukan karakterisasi DOC yaitu sensor serapan dan sensor *fluorescence*. Sensor serapan menggunakan *SCAN*, *Seabird*, dan *YSI* dengan mengukur perbedaan cahaya pada suatu medium pada rentang gelombang (190 – 750). Zat-zat yang di dalam medium menyerap radiasi dengan kecepatan yang diketahui panjang gelombang. *Fluorescence* sensor memancarkan cahaya pada panjang gelombang eksitasi tertentu (325 dan 365 nm), dan yang dihasilkan (430 – 460 nm). Dengan kalibrasi eksternal, program perangkat lunak yang dipasang pada sensor dapat mengubah absorbansi atau *fluorescence* respon terhadap konsentrasi DOC (Chen *et al.*, 2021).

2.5.4 Parameter Lapangan

Parameter lapangan merupakan parameter yang langsung diuji secara *in situ* untuk mengetahui kondisi lingkungan yang dilakukan pada sampel uji, parameter konvensional yang diuji meliputi, derajat keasaman (pH), suhu, kekeruhan, dan daya hantar listrik.

1) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) tidak dapat membuktikan keberadaan senyawa organik pada air, namun pH dapat mempengaruhi reaksi kimia, toksisitas, dan proses biokimia dalam air (Effendi, 2003). Berdasarkan baku mutu standar air minum yang mengacu pada Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 batas pH yaitu 6,5-8,5.

2) Suhu

Peningkatan suhu air dapat mempengaruhi viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi. Suhu air yang mengalami peningkatan akan menyebabkan penurunan kelarutan gas pada air, antara lain

O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 , dan sebagainya. Selain itu, peningkatan suhu dapat berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi oksigen pada air akibat dari meningkatnya kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air. Peningkatan suhu pada perairan dapat meningkatkan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Peningkatan suhu yang diikuti dengan meningkatnya kebutuhan oksigen akan menyebabkan penurunan kadar oksigen yang tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen untuk proses metabolisme dan respirasi. Selain itu, peningkatan suhu dapat menyebabkan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Effendi, 2003).

Pada dasarnya, Suhu dinyatakan dengan satuan Celcius ($^{\circ}C$) atau derajat Fahrenheit ($^{\circ}F$). pengukuran suhu pada sampel air dapat dilakukan menggunakan Termometer (Effendi, 2003).

3) Kekeruhan

Kekeruhan perairan merupakan suatu keadaan perairan di saat zat padat berupa pasir, lumpur, dan tanah liat atau partikel-partikel tersuspensi dalam air dapat berupa komponen biotik seperti *fitoplankton*. Kekeruhan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga, hal ini karena dapat menghambat penetrasi cahaya masuk ke dalam perairan yang mempengaruhi proses fotosintetik. Oleh karena itu, kekeruhan menyebabkan penetrasi cahaya tidak efektif masuk ke dalam perairan sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Apabila hal ini terjadi akan menyebabkan habitat tumbuhan air menyebabkan kematian (Tarigan, 2010).

4) Konduktivitas (Daya Hantar Listrik)

Konduktivitas (Daya Hantar Listrik) merupakan kemampuan air dalam mengalirkan arus listrik yang digambarkan secara numerik. Apabila semakin banyak kandungan garam-garam terlarut pada air yang dapat terionisasi, maka semakin tinggi nilai DHL. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan $\mu mhos/cm$ dan Siemens/cm, yang diuji menggunakan alat Konduktimeter. Konduktivitas air tanah umumnya

berkisar antara 30-2000 $\mu\text{mhos/cm}$, konduktivitas air murni berkisar antara 0-200 $\mu\text{S/cm}$, konduktivitas sungai-sungai besar berkisar antara 1000-10000 $\mu\text{S/cm}$ (Khairunnas *et al.*, 2018).

2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut penelitian-penelitian terdahulu yang melakukan identifikasi NOM sebagai hubungan dengan pembentukan DBPs pada proses pengolahan air minum dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Hasil Rangkuman
1	Ra'id, Adnan N. (2023). <i>Identifikasi Kandungan Bahan Organik Alami pada Air Minum Isi Ulang dengan Menggunakan Metode Fluorescence Excitation Emission Matrix</i> . Tugas Akhir	Penelitian ini dilakukan menggunakan metode <i>Fluorescence Excitation Emission</i> (EEM) dengan mengukur <i>fluorescence intensity</i> pada air mineral dan <i>Reverse Osmosis</i> . Air mineral yang bersumber pada mata air dan air tanah memiliki kandungan organik yang sama, sedangkan air RO yang bersumber pada mata air pegunungan dan air tanah memiliki karakteristik yang berbeda.
2	Hudori <i>et al.</i> 2021. <i>Affect of the Recycling Process on Drinking Water Treatment: Evaluation Based on Fluorescence EEM Analysis Using the Peak-Picking Technique and Self-organizing Map</i> .	Proses daur ulang diterapkan di banyak instalasi pengolahan air (IPA), meskipun proses ini dapat menimbulkan dampak buruk. Pengaruh proses daur ulang terhadap karakteristik bahan organik terlarut dievaluasi berdasarkan matriks eksitasi-emisi fluoresensi menggunakan teknik pengambilan puncak dan <i>Sel-organizing map</i> (SOM). Pada Penelitian ini, dilakukan evaluasi pada 2 IPA yaitu dengan sistem daur ulang dan tidak menggunakan sistem daur ulang. Pada kedua IPA menunjukkan efisiensi

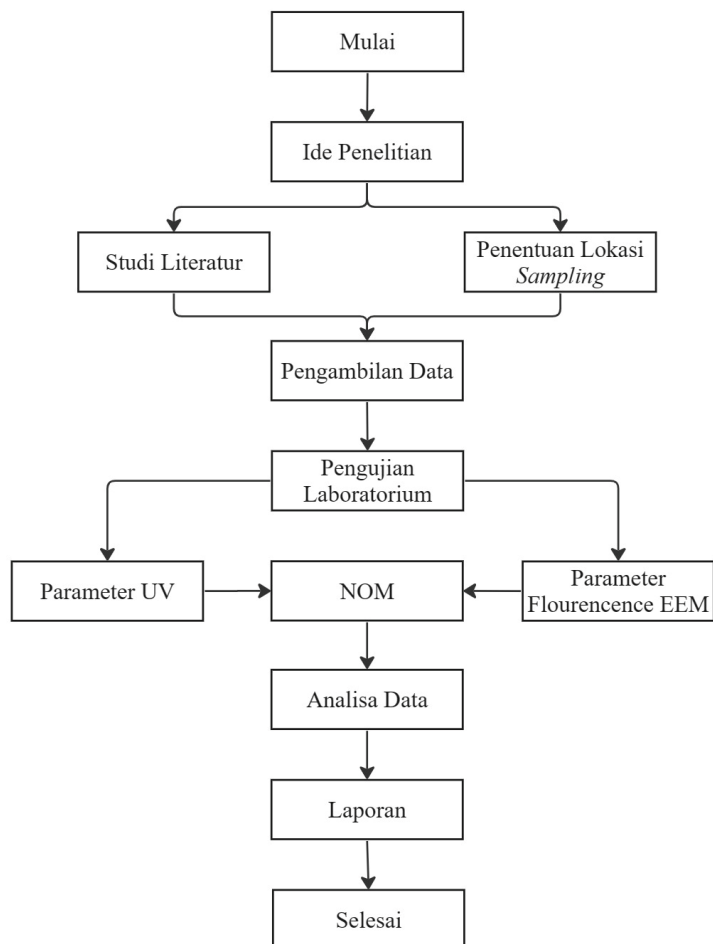
No.	Penulis	Hasil Rangkuman
		sedang selama proses koagulasi-flokulasi dalam menghilangkan DOC. Proses daur ulang menyebabkan peningkatan nilai <i>fulvic acid-like</i> , <i>humic acid-like</i> , dan <i>Tryptophan-like</i> serta <i>specific ultraviolet absorbance</i> (SUVA)
3	Park, J.W., Joe, W.H. and Maeng, S.K. (2020) 'Characterization of natural organic matter and assimilable organic carbon from an advanced full-scale drinking water treatment plant to tap', <i>Desalination and Water Treatment</i>	Penelitian ini, melakukan identifikasi perubahan kandungan NOM dan karbon organik dalam air baku hingga air keran pelanggan pada instalasi pengolahan air konvensional. Hasil pengujian memperlihatkan penghilangan kandungan NOM dengan berat molekul tinggi melalui proses koagulasi-flokulasi, yang menghasilkan pengurangan karbon organik sebesar 39%. Proses filtrasi pasir cepat dan membran ultrafiltrasi tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam hal penghilangan NOM dan AOC ($p > 0,05$). AOC secara signifikan meningkat di keran konsumen ($150\text{--}230 \mu\text{g L}^{-1}$) karena interaksi antara pipa yang sudah tua, biofilm, klorin sisa, dan NOM.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

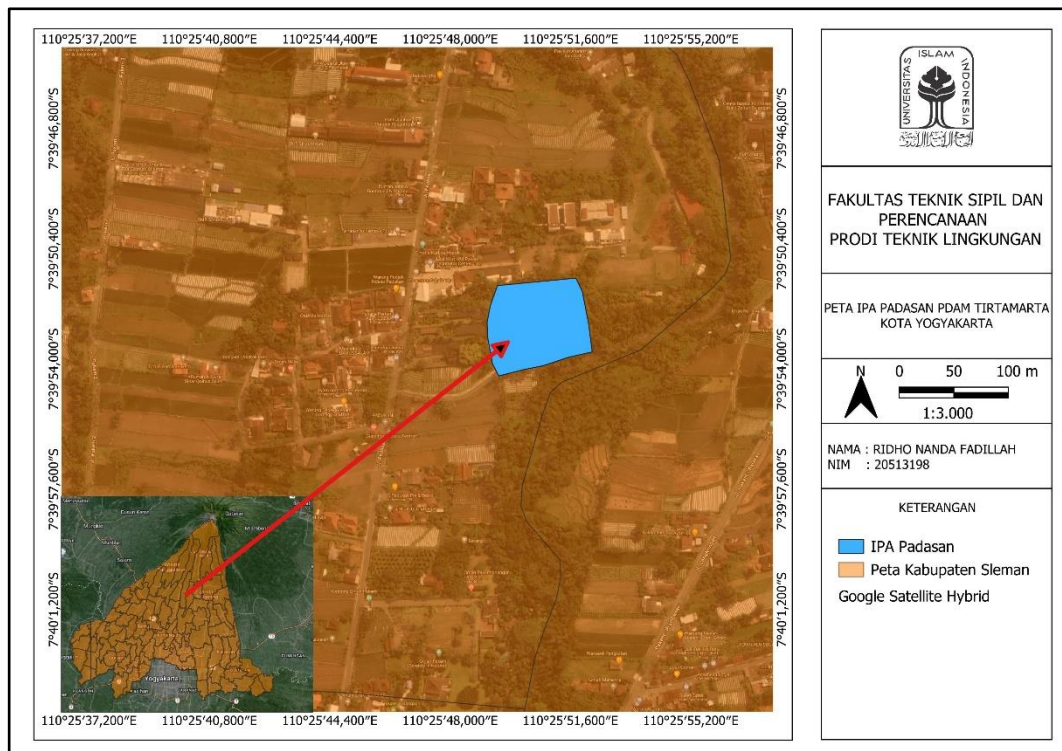
Berikut merupakan diagram alir penelitian yang berisi tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan secara sistematis. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1 Waktu dan Lokasi

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang dilaksanakan pada bulan Mei – Juli 2024, dengan fokus identifikasi kandungan kandungan *Natural Organic Matter* (NOM). Sampel air yang diambil berasal dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) unit Padasan yang merupakan salah satu pengolahan air yang dimiliki PDAM Tirtamarta. Unit IPA Padasan terletak di Area Sawah, Pakembinangun, kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman. Sampel air yang diambil meliputi beberapa titik yaitu sumber air baku yang terdiri dari 3 sumber, Instalasi pengolahan Air (IPA), dan pipa distribusi.



Gambar 3. 2 Lokasi IPA Padasan

3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan dasar teori yang digunakan sebagai referensi sesuai dengan penelitian yang dilakukan, referensi yang didapatkan akan dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian. Teori-

teori yang dikumpulkan sebagai acuan penelitian meliputi definisi terkait fokus pengujian, informasi karakteristik berupa senyawa kimia dan susunannya, metode yang digunakan, dan penelitian terdahulu yang sesuai dengan penelitian terkait. Sumber literatur berupa jurnal, buku, SNI dan Sumber lainnya.

3.1.3 Alat dan Bahan

Alat Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Botol Sampel 1,5 L
2. *Spectrofluorometer (Shimadzu RF-6000)*
3. *spektrofotometri (Hitachi UH-5300)*
4. *TOC Analyzer*
5. pH meter
6. turbidimeter
7. konduktimeter
8. Thermometer
9. kuvet

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Sampel Air
2. Aquades
3. Kertas Saring
4. *Water for Chromatography Lichrosolv (Merck)*

3.1.4 Jenis dan Variabel Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu metode kuantitatif dengan variabel utama yaitu parameter uji NOM dengan UV 254, DOC dan Fluorescence EEM. Sedangkan variabel pendukung yang digunakan yaitu parameter konvensional berupa pH, suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik. Penelitian ini dilakukan menggunakan data-data yang didapatkan pada saat pengujian dan dilakukan analisis.

3.1.5 Pengambilan Sampel Air

Sampel yang digunakan berasal dari IPA Padasan dan beberapa titik distribusi air. Sampel air yang diambil meliputi pengolahan air mulai dari air baku hingga pengolahan air yang telah didistribusikan ke pelanggan. Pengambilan sampel dilakukan pada 11 titik pengambilan sampel terdiri dari, 3 sumber air baku, 5 proses pengolahan, dan 3 sambungan rumah. Sumber air baku yang digunakan pada IPA Padasan yaitu Mata Air Umbul Wadon, Sungai Kali Kuning, dan Sumur Bedoyo. Pengambilan sampel pada unit proses diambil pada pipa outlet instalasi, instalasi pengolahan di IPA Padasan, antara lain *grit chamber*, prasedimentasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi. Layout IPA Padasan dapat dilihat pada Gambar 3.3. Sampel air pipa distribusi diambil langsung pada keran pelanggan dengan SR 1 berjarak sekitar 2 km dari IPA, SR 2 berjarak 3 km dari IPA, dan SR 3 berjarak 6 km dari IPA dengan posisi sampel yang diambil pada pipa searah dapat dilihat pada Gambar 3.4. Pengambilan sampel pada pipa distribusi diambil sejauh 6 km dari IPA, karena setelah 6 km terdapat BPT/Reservoir 2 yang terdapat injeksi klorin. Hal ini dipertimbangkan untuk memperkirakan pembentukan DBPs setelah didesinfeksi pada unit pengolahan.

Pengambilan sampel air pada instalasi dilakukan pada pipa inlet dan outlet pada tiap instalasi pengolahan, sedangkan sampel air distribusi diambil langsung melalui keran di rumah pelanggan PDAM. Metode pengambilan sampel air mengacu pada SNI 7828.2012 Bagian 5 tentang pengambilan contoh Air Minum dari Instalasi Pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan. Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling*, menggunakan botol yang telah dibilas terlebih dahulu menggunakan air sampel sebanyak 3 kali dengan volume pengambilan sampel sebanyak 1,5 liter pada tiap sampel. Pendistribusian sampel ke tempat uji dibawa menggunakan tempat yang tertutup agar terhindar dari paparan sinar matahari secara langsung. Berikut titik pengambilan sampel IPA Padasan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Lampiran 1.

Tabel 3. 1 Titik Pengambilan Sampel

No	Kode sampel	Titik Pengambilan Sampel	Kordinat
1	S-1	Umbul Wadon	-7.668005°, 110.424015°
2	S-2	Sungai Kali Kuning	-7.661143°, 110.430164°
3	S-3	Sumur Bedoyo	-7.661143°, 110.430164°
4	S-4	<i>Grit chamber</i>	-7.661143°, 110.430164°
5	S-5	Prasedimentasi	-7.664444°, 110.430442°
6	S-6	Sedimentasi	-7.664396°, 110.430711°
7	S-7	Filtasi	-7.664389°, 110.430744°
8	S-8	<i>Clearwell</i> (Desinfeksi)	-7.664382°, 110.430887°
9	S-9	SR 1	-7.692336°, 110.418521°
10	S-10	SR 2	-7.684874°, 110.419242°
11	S-11	SR 3	-7.684375°, 110.424015°

3.1.6 Pengujian Sampel Air

Pengujian sampel dilakukan berdasarkan 2 parameter yaitu parameter laboratorium sebagai fokus penelitian yaitu NOM, serta parameter konvensional yang mewakili kondisi lingkungan sampel yang diuji. Parameter konvensional berupa derajat keasaman (pH), kekeruhan, daya hantar listrik dan suhu, sedangkan parameter NOM meliputi parameter UV 254, *fluorescence EEM* dan *dissolved organic carbon (DOC)* sebagai parameter yang

menggambarkan karakteristik dari Natural Organic Matter (NOM) yang terkandung di dalam sampel air. Parameter NOM dan parameter konvensional dilakukan sebanyak 3 kali, untuk meminimalisir kesalahan hasil pengujian sampel air. Pengujian sampel air dengan parameter NOM dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sedangkan pengujian parameter *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia. Metode pengujian sampel dilakukan berdasarkan acuan teori dari buku dan jurnal yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3. 2 Metode Parameter Konvensional

No	Parameter	Metode/Alat	Satuan	Acuan
1	pH	pH Meter	-	SNI 06-6989.11-2019
2	Kekeruhan	Turbidimetri	NTU	SNI 06-6989.25-2005
3	Daya Hantar Listrik	Konduktimeter	$\mu\text{mhos/cm}$	SNI 06-6989.23-2019
4	Suhu	Konduktimeter	$^{\circ}\text{C}$	SNI 06-6989.23-2005

Tabel 3. 3 Metode Parameter NOM dan DOC

No	Parameter	Metode/Alat	Satuan	Acuan
1	UV 254	Spekrofotometer UV-Vis	-	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition Section 5910</i>
2	<i>Fluorescence EEM</i>	Spektrofluorometer	FI	<i>Wei Chen., Yu Han-Qing. (2020). Advances in the Characterization and Monitoring of Natural Organic Matter Using Spectroscopic Approaches. Water Research</i>
3	DOC	<i>Total Organic Carbon (TOC) Analyzer</i>	-	<i>Askuroini. M. (2019). Evaluasi Biodegradasi Kandungan Logam dan Dissolved Organic Carbon Limbah Tenun Desa Troso. Universitas Islam Indonesia: Daerah Istimewa Yogyakarta</i>

1. Pengukuran Absorbansi UV 254

Sampel yang diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Hitachi UH-5300) dilakukan pada suhu ruang, Serapan UV yang digunakan yaitu 200 nm hingga 400 nm.

2. Pengukuran *fluorescence Excitation Emission Matrix (EEM)*

Nilai *fluorescence EEM* dianalisis menggunakan spektrofotometer (Shimadzu RF-6000) dilakukan pada suhu ruang. Proses pemindaian eksitasi dan emisi dilakukan dengan gelombang 220 nm dan 550 nm dengan interval 5 nm pada sinyal eksitasi dan emisi berdasarkan *Excitation Emission Matrix (EEM)* Pada Gambar 2.3.

3. Pengukuran *Dissolved Organic Carbon* (DOC)

Pengujian *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dilakukan satu kali pengujian saat pelaksanaan penelitian. Pengujian sampel dilakukan menggunakan alat *Total Organic Carbon Analyzer-5000A*.

3.1.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *peak picking*. Metode *peak picking* merupakan metode dengan melakukan pengelompokan puncak yang didapatkan dari hasil eksitasi, emisi, *fluorescence intensity* dari kandungan NOM yang terdapat dalam air sampel menggunakan alat Spektrofluorometer. Setelah melakukan pengelompokan puncak dapat diketahui fraksi NOM pada air sampel termasuk ke dalam *protein-like* atau *humic-like*.

Metode *Peak peaking* menggunakan titik puncak spesifik untuk menentukan karakteristik kandungan NOM berdasarkan jenisnya. Puncak spesifik dapat dianalisis berdasarkan nilai eksitasi emisi dengan data *fluorescence* EEM untuk mengidentifikasi *peak* B (struktur *tyrosine-like*, 230/300 nm), *peak* T (struktur *tryptophan-like* dengan dua *aromatic ring*, 230 dan 280/340 nm), *peak* A (struktur *humic-like* dengan *aromatic rings*, 250/400-450 nm), *peak* C (struktur *humic-like* dengan dua atau lebih *aromatic rings*, 300-350/400-460 nm), dan C+ (struktur *allochthonous* dengan dua atau lebih *aromatic rings* atau diproduksi secara mikroba zat, 380/480 nm).

Setelah itu, data yang telah didapatkan akan dilakukan uji korelasi antara parameter *fluorescence* EEM, UV 254 dan DOC untuk mengetahui hubungan keterkaitan antara ketiga parameter tersebut. Data-data yang telah didapatkan dan dihubungkan akan dianalisis dengan menguraikan karakteristik NOM berdasarkan parameter-parameter NOM, serta parameter lapangan yang telah diuji. rumus uji korelasi dapat dihitung dengan dengan melakukan analisis menggunakan metode *Pearson Correlation* dengan *software IBM SPSS Statistics 23* dengan rumus dasar pada Persamaan berikut:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n \sum y^2] - (\sum y)^2}}$$

Keterangan :

X :Variabel Utama

Y : Variabel Pendukung

n : Jumlah Sampel

r : koefisien korelasi sampel

Setelah dilakukan analisis data menggunakan *software IBM SPSS Statistics 23* didapatkan hasil dari besaran interval koefisien adalah antara $0 < \alpha < 1$ yang artinya nilai mendekati 1 maka variabel bebas terhadap terikat kuat. Nilai interval koefisien dapat dikelompokkan mulai dari kuat atau tidak hubungannya dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3. 4 Pedoman Derajat Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber : (Jabnabillah *et al*, 2022)

Berdasarkan lokasi penelitian yang lakukan yaitu IPA Padasan yang memiliki 5 instalasi pengolahan air, maka perlu dianalisis efisiensi removal pada tiap instalasi. Fokus analisis efisiensi removal kandungan NOM pada tiap instalasi yaitu *intake*, *grit chamber*, *prasedimentasi*, *sedimentasi*, *filtrasi*, *clearwell* (desinfeksi klor). Perhitungan efisiensi removal dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$Efisiensi (\%) = \frac{Kualitas Influent - Kualitas Effluent}{Kualitas Influent} \times 100\%$$

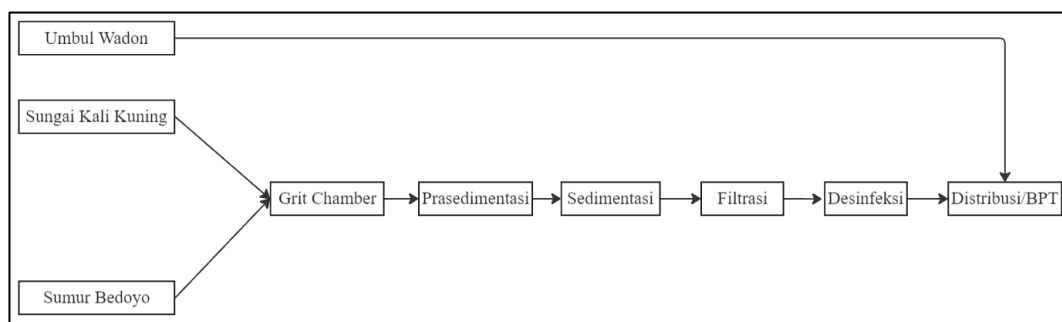
Sumber : (Rhomadhoni, 2016)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan

Instalasi pengolahan air unit Padasan merupakan salah satu IPA yang dimiliki PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta dengan kapasitas $9500 \text{ m}^3/\text{hari}$. IPA Padasan memiliki beberapa sumber dan proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Alir IPA Padasan

Diagram alir instalasi pengolahan air terdiri dari 3 sumber air baku, 5 proses pengolahan. Sumber air baku yang digunakan pada IPA Padasan yaitu Mata Air Umbul Wadon, Sungai Kali Kuning, dan Sumur Bedoyo. Pada instalasi pengolahan sumber air yang diolah berasal dari Kali Kuning dan Sumur Bedoyo, sedangkan mata air Umbul Wadon langsung dialirkan ke bak pelepas tekan dan didistribusikan. Instalasi pengolahan di IPA Padasan, antara lain *grit chamber*, prasedimentasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi.

Dalam pengolahan air terdapat beberapa instalasi yang perlu dilakukan pemeliharaan rutin, yang bertujuan untuk menjaga efektifitas kinerja instalasi. Pemeliharaan penting sebagai upaya menjaga kualitas air, Berikut data pemeliharaan IPA Padasan sebagaimana terlihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Pemeliharaan IPA Padasan

No	Titik Pengambilan Sampel	Pemeliharaan Rutin
1	<i>Intake</i> Umbul Wadon	Tidak Ada
2	<i>Intake</i> Kali Kuning	Setiap hari
3	<i>Intake</i> Sumur Bedoyo	Tidak ada
4	<i>Grit chamber</i>	3 bulan
5	Prasedimentasi	6 bulan
6	Sedimentasi	12 bulan
7	Filtrasi (SFF)	3 bulan (sesuai kondisi)
8	Clearwell (Desinfeksi)	Tidak ada pemeliharaan
9	SR 1	Tidak ada pemeliharaan
10	SR 2	Tidak ada pemeliharaan
11	SR 3	Tidak ada pemeliharaan

Intake Umbul Wadon tidak melakukan pemeliharaan karena air langsung dialirkan ke bak pelepas tekan untuk langsung didistribusikan, *intake* Kali Kuning melakukan pembersihan setiap hari pada bagian screen dari kotoran yang mengganggu pengaliran *intake*, *intake* Sumur Bedoyo tidak melakukan pemeliharaan rutin karena tempatnya tertutup, *grit chamber* melakukan pembersihan rutin 3 bulan sekali dengan memperhatikan endapan pasir, bak prasedimentasi melakukan pembersihan 6 bulan sekali dengan memperhatikan penumpukan endapan lumpur, bak sedimentasi melakukan pembersihan setiap 12 bulan sekali untuk menguras endapan lumpur, bak filtrasi melakukan pembersihan setiap 3 bulan dengan melihat debit air keluar pada viskot berkurang.

4.2 Karakteristik Fisik dan Kimia

Karakteristik fisik dan kimia sebagai parameter lapangan yang mewakili kondisi lingkungan untuk mengaitkan kondisi lingkungan dengan pembentukan *Natural Organic Matter* (NOM), parameter lapangan meliputi derajat keasaman (pH), kekeruhan, dan daya hantar listrik (DHL). Hasil pengujian parameter lapangan yang dilakukan secara insitu dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil Uji Parameter Lapangan

No	Kode sampel	Titik Sampling	Parameter Lapangan			
			pH	Kekeruhan	DHL	Suhu
			-	NTU	$\mu\text{mhos/cm}$	$^{\circ}\text{C}$
1	S-1	Blanko Perjalanan	8,15	0,08	7,70	25
2	S-2	Umbul Wadon	7,51	0,12	0,322	23,6
3	S-3	Sungai Kali Kuning	7,88	58	0,264	25,7
4	S-4	Sumur Bedoyo	7,81	11,14	0,259	24,6
5	S-5	Grit Chamber	7,71	62	0,261	25,4
6	S-6	Prasedimentasi	7,6	27,75	0,249	25
7	S-7	Sedimentasi	7,53	10,04	0,259	26,2
8	S-8	Filtasi	7,59	5,76	0,256	25,9
9	S-9	Clearwell (Desinfeksi)	7,81	4,51	0,258	25,3
10	S-10	SR 1	7,83	2,46	0,304	24,7
11	S-11	SR 2	7,67	2,48	0,310	25,3
12	S-12	SR 3	7,83	2,06	0,307	25,3

Dari sampling kualitas air yang telah dilakukan sebanyak 11 titik sampling mulai dari sumber air baku hingga pipa distribusi didapatkan nilai pH dari sampel air berkisar 7,51 – 7,88 dengan pH pada sumber air baku berkisar 7,51 -7,88; pengolahan air berkisar 7,53 – 7,81; dan pipa distribusi berkisar 7,67 – 7,83. Berdasarkan Permenkes nomor 2 tahun 2023 tentang kualitas baku air minum telah menetapkan nilai standar pH berkisar 6,5 – 8,5 sehingga dari 11 titik sampling nilai pH telah memenuhi baku mutu yang berlaku. Hubungan pH dengan suhu apabila suhu air meningkat maka nilai pH akan mengalami perubahan. Peningkatan suhu suatu larutan akan menurunkan viskositasnya dan peningkatan mobilitas ion-ion dalam larutan. Suhu dapat berpengaruh terhadap peningkatan jumlah ion karena diasosiasi molekul yang akan berpengaruh pada asam-basa (Barron *et al*, 2013).

Untuk pengujian suhu dari 11 titik sampling didapatkan hasil pengujian lapangan berkisar 23,6 °C - 26,2 °C . Pada Sumber air baku suhu Sungai Kali Kuning lebih tinggi dibandingkan dari sumber Sumur Bedoyo dan Mata Air Umbul Wadon, hal ini dipengaruhi karena air permukaan terpapar langsung oleh sinar matahari yang menyebabkan perubahan suhu. Pada instalasi pengolahan didapatkan suhu tertinggi pada instalasi pengolahan terbuka yaitu prasedimentasi, sedimentasi, dan filtrasi, sedangkan pada instalasi tertutup mendapatkan hasil suhu lebih rendah,

kecuali *Grit chamber*, karena sumber air berasal dari Sungai Kali Kuning. Kondisi instalasi yang terbuka dan tertutup akan mempengaruhi suhu air.

Untuk pengujian daya hantar listrik (DHL) dari 11 titik sampling yang didapatkan hasil pengujian lapangan berkisar 0,249 – 0,322 mikro siemens/cm, nilai DHL terendah yaitu pada bak prasedimentasi sebesar 0,249 mikro siemens/cm, sedangkan nilai tertinggi pada sumber air baku Umbul Wadon sebesar 0,322. hasil pengujian DHL tidak ada kaitannya antara hasil pengujian DHL dengan kandungan DOC yang mewakili keberadaan NOM (Ra'id, 2023).

Untuk pengujian kekeruhan dari 11 titik sampling didapatkan hasil pengujian lapangan berkisar 0,11 NTU – 62 NTU dengan nilai kekeruhan terendah yaitu sumber air baku mata air Umbul Wadon dan nilai kekeruhan tertinggi yaitu pada *grit chamber*. Dari hasil pengujian yang dilakukan setelah melewati beberapa proses pengolahan air, dan dihasilkan air pada sambungan rumah berkisar 2,06 - 20,46. Selain itu sumber air baku dari mata air Umbul Wadon didapatkan hasil nilai kekeruhan paling rendah sebesar 0,11 NTU. Hasil tersebut membuktikan bahwa air yang melewati proses pengolahan dan mata air Umbul Wadon telah memenuhi ketentuan yang berlaku berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 yang mewajibkan tingkat kekeruhan kategori air minum <3 NTU. Namun pada proses pengolahan sebelum proses desinfeksi mendapatkan nilai kekeruhan yang relatif diatas baku mutu sekitar 62 – 5,76 NTU, parameter ini diindikasikan kuat terdapat keberadaan NOM pada air baku pengolahan hingga masuk ke instalasi pengolahan.

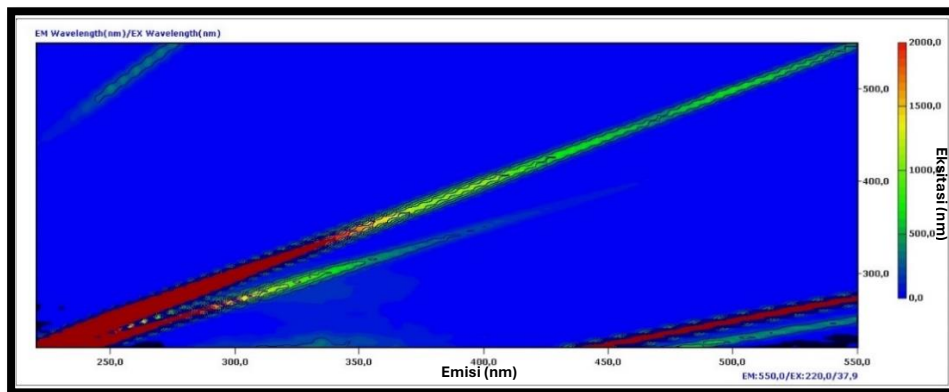
4.3 Karakteristik *Natural Organic Matter* (NOM)

4.3.1 Fluorescence EEM

Pengujian *Fluorescence Excitation Emission Matrix* (EEM) analisis sebagai parameter keberadaan NOM dengan karakteristik tertentu. Pembacaan karakteristik NOM dilakukan berdasarkan grafik emisi-eksitasi matriks berdasarkan panjang gelombang intensitas cahaya. Karakteristik kandungan organik berdasarkan jenis dan asal nya dibagi menjadi 5 karakteristik, antara lain *tyrosine-like*, *tryptophan-like*, *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*.

4.3.1.1 Sumber Air Baku

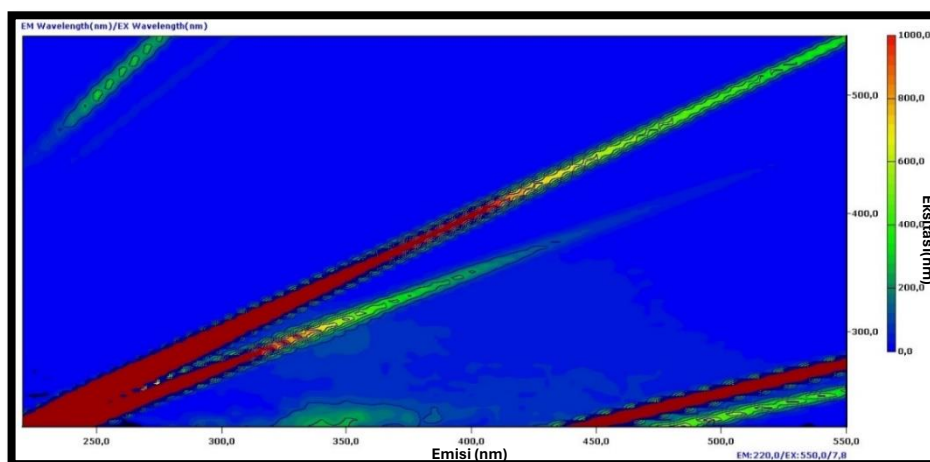
Fluorescence EEM blanko perjalanan dapat terlihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 2 Grafik *Fluorescence* EEM Blanko Perjalanan

Dari pengujian sampel blanko perjalanan yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 yang digunakan sebagai kontrol sampel untuk mengetahui adanya kontaminan pada sampel. Air yang dibawa yaitu aquades dari Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII dengan karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 158,46 dan *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 180,34. Sedangkan pada karakteristik *fulvic-like* (*peak A*), *humic-like* (*peak C*) dan *allochthonous* (*peak C+*) nilai intensitas tidak mendominasi dan tidak terlihat pada grafik fluoresensi.

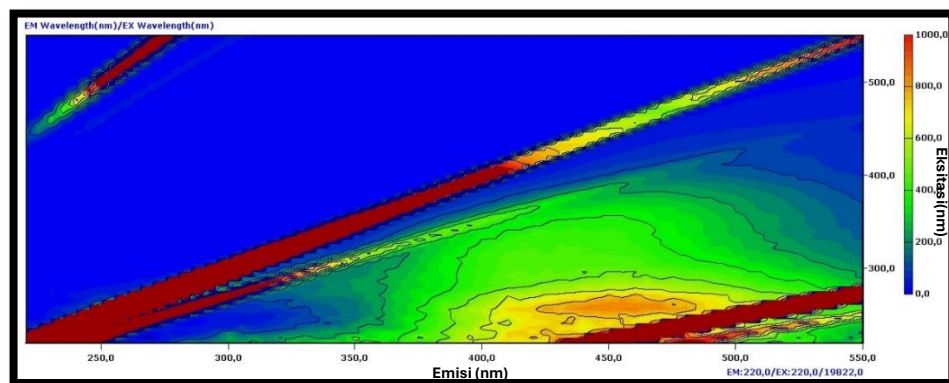
Fluorescence EEM Umbul Wadon dapat terlihat pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Grafik *Fluorescence* EEM Umbul Wadon

Dari pengujian mata air Umbul Wadon yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 yang merupakan sumber air baku yang langsung didistribusikan melalui bak pelepas tekan 1. Air Umbul Wadon didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 144,23 dan *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 180,34. Sedangkan pada karakteristik *fulvic-like* (*peak A*), *humic-like* (*peak C*) dan *allochthonous* (*peak C+*) nilai intensitas tidak mendominasi dan tidak terlihat pada grafik fluoresensi. Karakteristik NOM pada mata air Umbul Wadon tidak didominasi dengan *peak A* dan *peak B* karena kondisi mata air yang tertutup bangunan, jadi tidak didominasi organik yang berasal dari pembusukan tanaman. Namun, *peak T* dan *peak B* dapat berasal dari hewan atau organisme hidup yang ada di mata air.

Fluorescence EEM Sungai Kali Kuning dapat terlihat pada Gambar 4.4

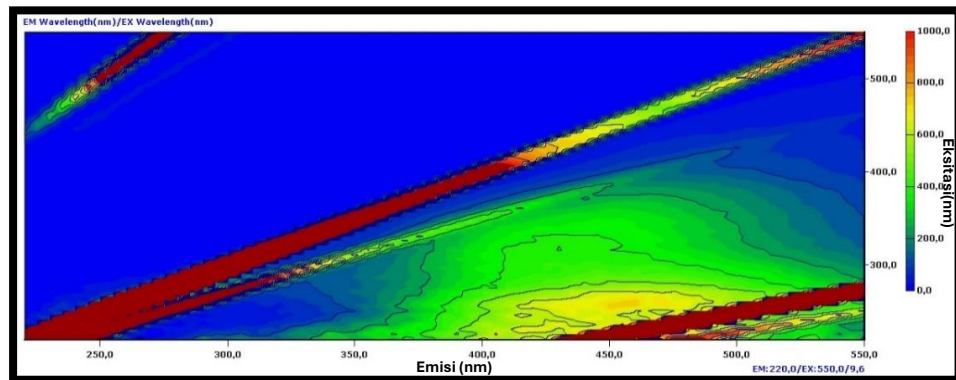


Gambar 4. 4 Grafik *Fluorescence EEM* Sungai Kali Kuning

Dari pengujian Sungai Kali Kuning yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.4 yang merupakan sumber air baku yang diolah pada instalasi pengolahan air Padasan. Air Sungai Kali Kuning didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 144,23; *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 180,34; *fulvic-like* (*peak A*) dengan nilai intensitas 781,47; *humic-like* (*peak C*) dengan nilai intensitas 470,94 dan *allochthonous* (*peak C+*) dengan nilai intensitas 242,54. Kandungan NOM di Sungai Kali Kuning mengandung karakteristik yang berbeda-beda, karena kondisi aliran sungai yang terbuka di alam yang membuat pembentukan senyawa organik yang berasal dari komponen lingkungan secara alami.

Pembentukan karakteristik *tryptophan-like* dan *tyrosine-like* berasal dari aktivitas hidup biota perairan, sedangkan karakteristik *fulvic-like*, *humic-like* dan *allochthonous* berasal dari tumbuhan yang terbawa pada aliran sungai.

Fluorescence EEM Sumur Bedoyo dapat terlihat pada Gambar 4.5

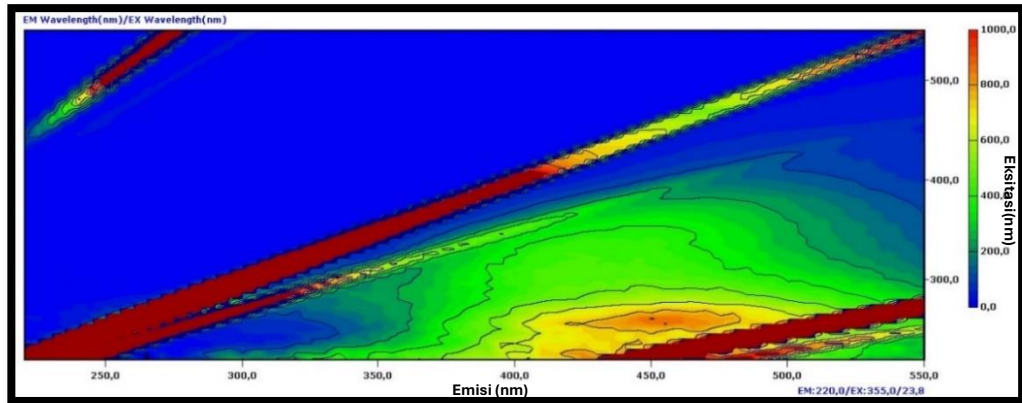


Gambar 4. 5 Grafik *Fluorescence* EEM Sumur Bedoyo

Dari pengujian Sumur Bedoyo yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.5 yang merupakan sumber air baku yang diolah pada instalasi pengolahan air Padasan. Sumur Bedoyo didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 220,18; *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 381,58; *fulvic-like* (*peak A*) dengan nilai intensitas 726,06; *humic-like* (*peak C*) dengan nilai intensitas 421,93 dan *allochthonous* (*peak C+*) dengan nilai intensitas 227,386. Karakteristik NOM di Sumur Bedoyo terdiri dari beberapa karakteristik, yang berasal dari faktor tertentu antara lain pembusukan pada tanah, pembusukan tumbuhan yang terbawa melalui resapan air, dan organisme yang hidup di dalam sumur. Karakteristik organik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* pada Sumur Bedoyo terbentuk dari proses *run off* air yang terserap melalui akuifer tanah dan terdapat pembusukan tumbuhan pada permukaan tanah atau di dalam tanah. Karakteristik organik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* terbentuk dari aktivitas organisme yang hidup pada sumur, dan juga dapat terbentuk dari pembusukan penguraian organisme baik itu hewan yang mati di dalam tanah.

4.3.1.2 Instalasi Pengolahan Air

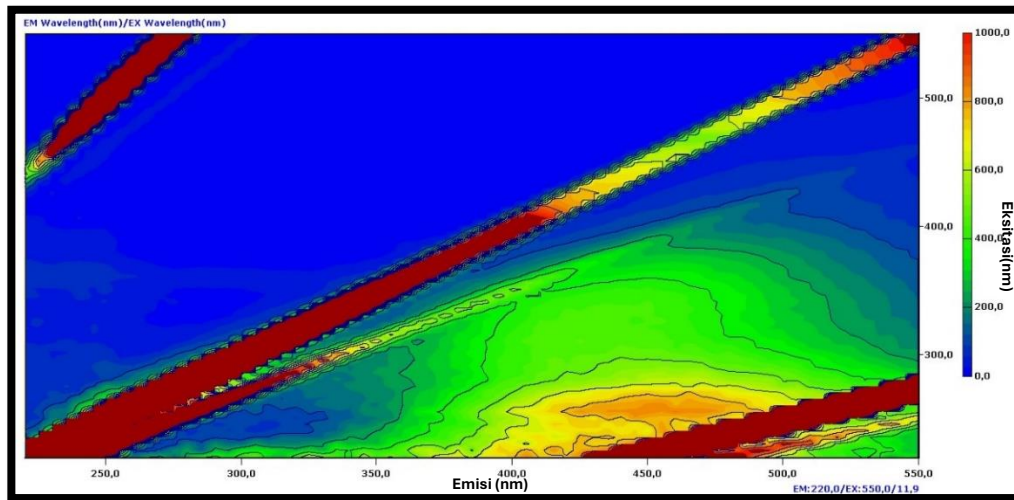
Fluorescence EEM grit chamber dapat terlihat pada Gambar 4.6



Gambar 4. 6 Grafik *Fluorescence EEM Grit chamber*

Dari pengujian instalasi *grit chamber* yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.6 yang merupakan instalasi pengolahan air Padasan. pengolahan *grit chamber* diambil pada outlet yang telah dicampur dengan Sungai Kali Kuning dan Sumur Bedoyo. *Grit chamber* didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like (peak B)* dengan nilai intensitas sebesar 210,65; *tryptophan-like (peak T)* nilai intensitas sebesar 481,20; *fulvic-like (peak A)* dengan nilai intensitas 785,30; *humic-like (peak C)* dengan nilai intensitas 470,71 dan *allochthonous (peak C+)* dengan nilai intensitas 247,82. Karakteristik NOM di *grit chamber* terdiri dari beberapa karakteristik kandungan organik alami dan mengalami peningkatan di setiap karakteristik kandungan organik. Hal ini terjadi pada bak *grit chamber*, karena bak ini tercampur 2 sumber air baku yang berasal dari Sungai Kali Kuning dan Sumur Bedoyo. Keduanya terlihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 yang didominasi dengan beberapa karakteristik NOM, itu yang menyebabkan peningkatan kandungan NOM pada instalasi *grit chamber*.

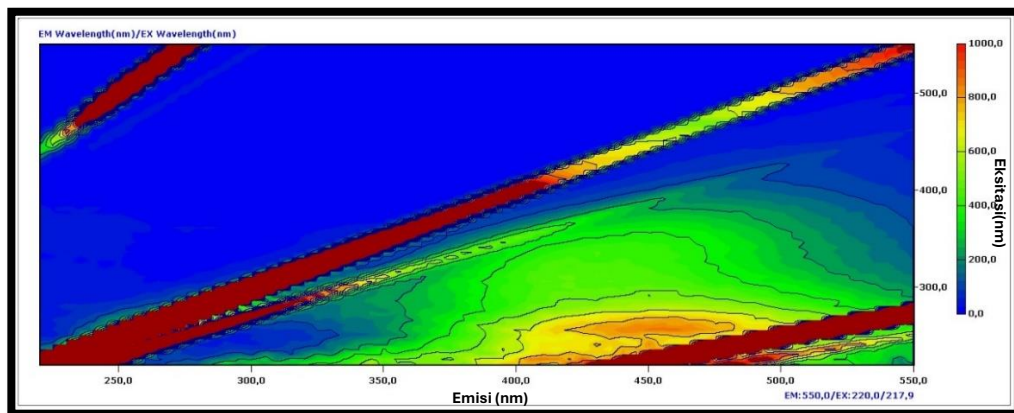
Fluorescence EEM prasedimentasi dapat terlihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Grafik *Fluorescence* EEM Prasedimentasi

Dari pengujian instalasi prasedimentasi yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.7 yang merupakan instalasi pengolahan air Padasan, yang dilakukan pengambilan sampel pada outlet prasedimentasi. Prasedimentasi didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 515,85; *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 794,99; *fulvic-like* (*peak A*) dengan nilai intensitas 788,55; *humic-like* (*peak C*) dengan nilai intensitas 484,71 dan *allochthonous* (*peak C+*) dengan nilai intensitas 245,09. Karakteristik NOM di prasedimentasi terdiri dari beberapa karakteristik kandungan organik alami mengalami peningkatan di setiap karakteristik. Terdapat peningkatan yang signifikan pada karakteristik *tyrosine-like* (*peak B*) dan *tryptophan-like* (*peak T*) yang dihasilkan dari ikan-ikan pada bak prasedimentasi menghasilkan feses atau mengalami kematian dapat dilihat pada gambar di **Lampiran 1** . Sedangkan karakteristik *fulvic-like* (*peak A*), *humic-like* (*peak C*), dan *allochthonous* (*peak C+*) mengalami peningkatan sedikit yang diindikasikan dari dedaunan yang masuk ke dalam bak dan mengalami pembusukan, karena bak dalam kondisi terbuka.

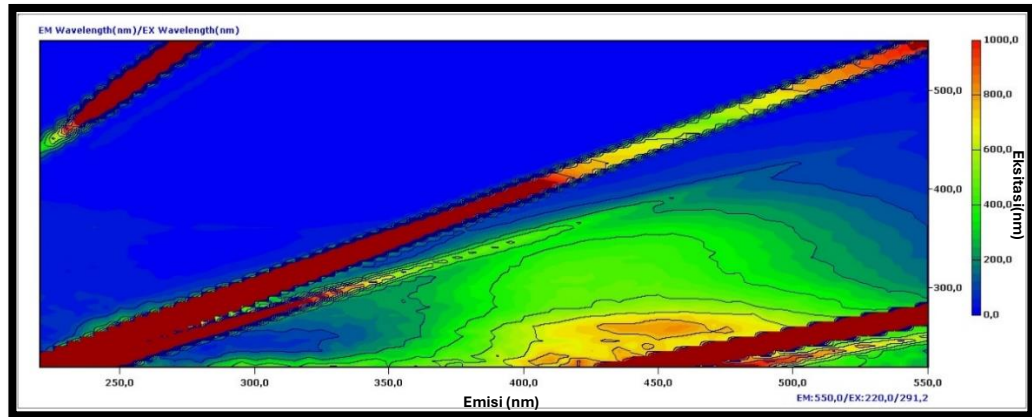
Fluorescence EEM sedimentasi dapat terlihat pada Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Grafik *Fluorescence* EEM Sedimentasi

Dari pengujian instalasi sedimentasi yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.8 yang merupakan instalasi pengolahan air Padasan, yang dilakukan pengambilan sampel pada outlet sedimentasi. Sedimentasi didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 324; *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 794,99; *fulvic-like* (*peak A*) dengan nilai intensitas 776,25; *humic-like* (*peak C*) dengan nilai intensitas 468,11 dan *allochthonous* (*peak C+*) dengan nilai intensitas 231,49. Karakteristik NOM di sedimentasi terdiri dari beberapa karakteristik kandungan organik alami mengalami peningkatan di setiap karakteristik. Terdapat peningkatan yang signifikan pada karakteristik *tyrosine-like* (*peak B*) dan *tryptophan-like* (*peak T*) yang dihasilkan dari ikan-ikan pada bak sedimentasi menghasilkan feses atau mengalami kematian dapat dilihat pada gambar di **Lampiran 1**. Sedangkan karakteristik *fulvic-like* (*peak A*), *humic-like* (*peak C*), dan *allochthonous* (*peak C+*) mengalami peningkatan sedikit yang diindikasikan dari dedaunan yang masuk ke dalam bak dan mengalami pembusukan, karena bak dalam kondisi terbuka.

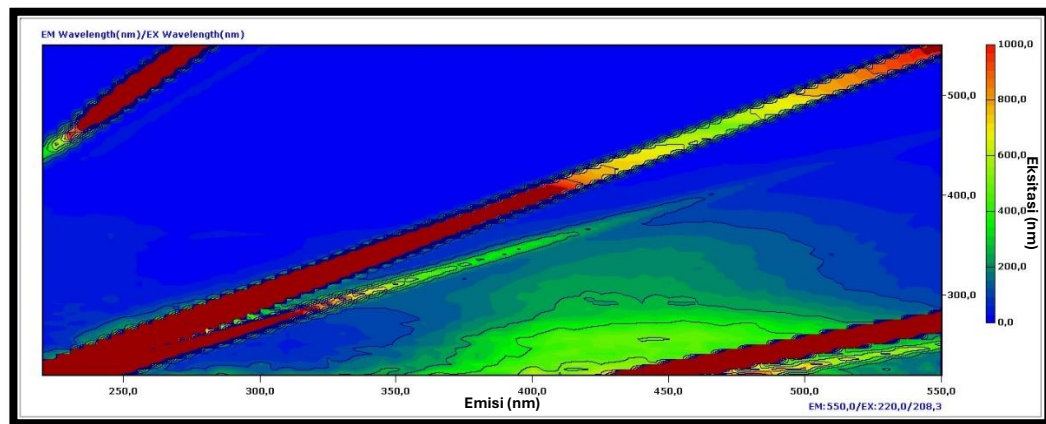
Fluorescence EEM filtrasi dapat terlihat pada Gambar 4.9



Gambar 4. 9 Grafik *Fluorescence EEM* Filtrasi

Dari pengujian instalasi filtrasi yang didapatkan pada Tabel 4.3 Gambar 4.9 yang merupakan instalasi pengolahan air Padasan, yang dilakukan pengambilan sampel pada outlet filtrasi. Filtrasi didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like (peak B)* dengan nilai intensitas sebesar 195,01 ; *tryptophan-like (peak T)* nilai intensitas sebesar 446,21; *fulvic-like (peak A)* dengan nilai intensitas 764,64; *humic-like (peak C)* dengan nilai intensitas 460,68 dan *allochthonous (peak C+)* dengan nilai intensitas 217,73. Karakteristik NOM di unit filtrasi terdiri dari beberapa karakteristik kandungan organik alami mengalami penurunan di setiap karakteristik, tetapi tidak terlalu signifikan. Terdapat penurunan yang signifikan pada karakteristik *tyrosine-like (peak B)* dan *tryptophan-like (peak T)* yang tersaring oleh media filter pasir cepat menggunakan pasir kuarsa. Sedangkan karakteristik *fulvic-like (peak A)*, *humic-like (peak C)*, dan *allochthonous (peak C+)* mengalami penurunan sedikit yang diindikasikan dari dedaunan yang masuk ke dalam bak dan mengalami pembusukan, karena bak dalam kondisi terbuka yang terlihat pada gambar di **Lampiran 1**.

Fluorescence EEM desinfeksi dapat terlihat pada Gambar 4.10

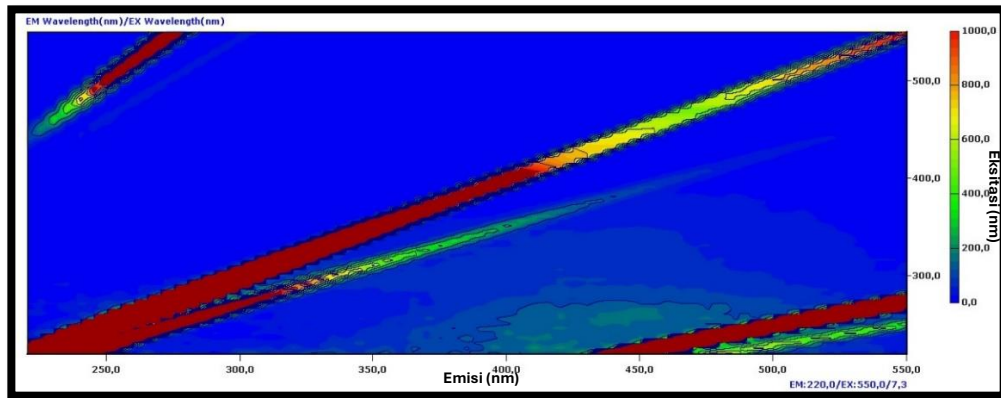


Gambar 4. 10 Grafik *Fluorescence* EEM Desinfeksi/Clearwell

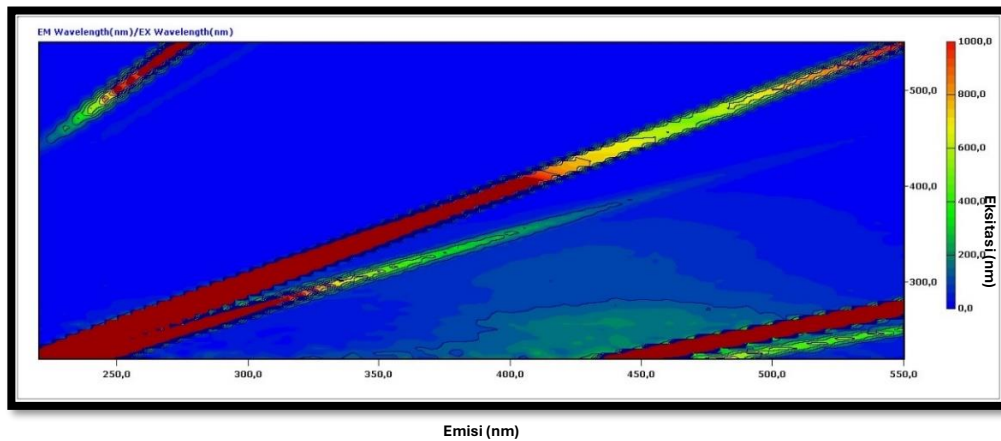
Dari pengujian instalasi desinfeksi yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.9 yang dilakukan pengambilan sampel pada proses desinfeksi setelah dilakukan klorinasi dalam 24 jam. Desinfeksi didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like* (*peak B*) dengan nilai intensitas sebesar 158,97; *tryptophan-like* (*peak T*) nilai intensitas sebesar 327,74; *fulvic-like* (*peak A*) dengan nilai intensitas 479,62; *humic-like* (*peak C*) dengan nilai intensitas 234,68 dan *allochthonous* (*peak C+*) dengan nilai intensitas 84,82. Karakteristik NOM di unit desinfeksi terdiri dari beberapa karakteristik kandungan organik alami mengalami penurunan di setiap karakteristik. Terdapat penurunan yang signifikan yang diindikasikan terjadi perubahan kandungan organik menjadi *disinfection by product* (*DBPs*), yang disebabkan kontak NOM dengan senyawa klorin berdasarkan Gambar 2.6.

4.3.1.3 Sambungan Rumah

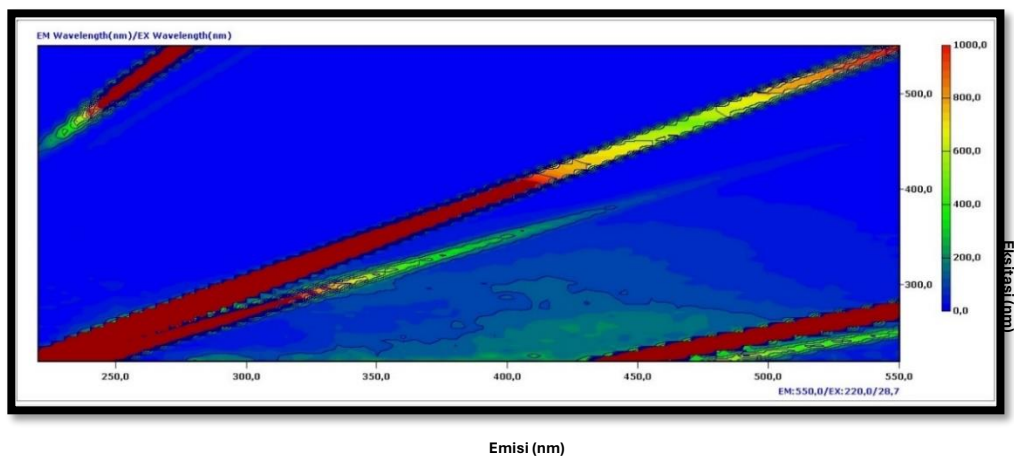
Fluorescence EEM sambungan rumah dapat terlihat pada Gambar 4.10, 4.11, 4.12.



Gambar 4. 11 Grafik *Fluorescence* EEM Sambungan Rumah 1



Gambar 4. 12 Grafik *Fluorescence* EEM Sambungan Rumah 2



Gambar 4. 13 Grafik *Fluorescence* EEM Sambungan Rumah 3

Dari pengujian pipa distribusi yang didapatkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.10, 4.11, 4.12, yang dilakukan pengambilan sampel di keran pelanggan secara langsung. Pengambilan sampel pipa distribusi dilakukan di 3 titik keran pelanggan sebagai representasi kualitas air distribusi, titik sampling diambil berdasarkan jarak antara IPA dan keran pelanggan. Pada pipa distribusi mengalami penurunan kandungan organik yang signifikan setelah dilakukan klorinasi dengan gas klor, penurunan ini diindikasikan terjadi perubahan senyawa organik menjadi *disinfection by product*. Sisa kandungan organik yang didominasi karakteristik bahan organik berupa *tyrosine-like (peak B)* dengan nilai intensitas sebesar 97,22 – 155,69; *tryptophan-like (peak T)* nilai intensitas sebesar 128 – 212,63; *fulvic-like (peak A)* dengan nilai intensitas 175,21 – 182,98; *humic-like (peak C)* dengan nilai intensitas 95,83-111,44 dan *allochthonous (peak C+)* dengan nilai intensitas 33,50 – 40,30. Karakteristik NOM di pipa distribusi dari yang terdekat hingga yang terjauh dengan jarak 6 km mengalami peningkatan dan penurunan karakteristik NOM.

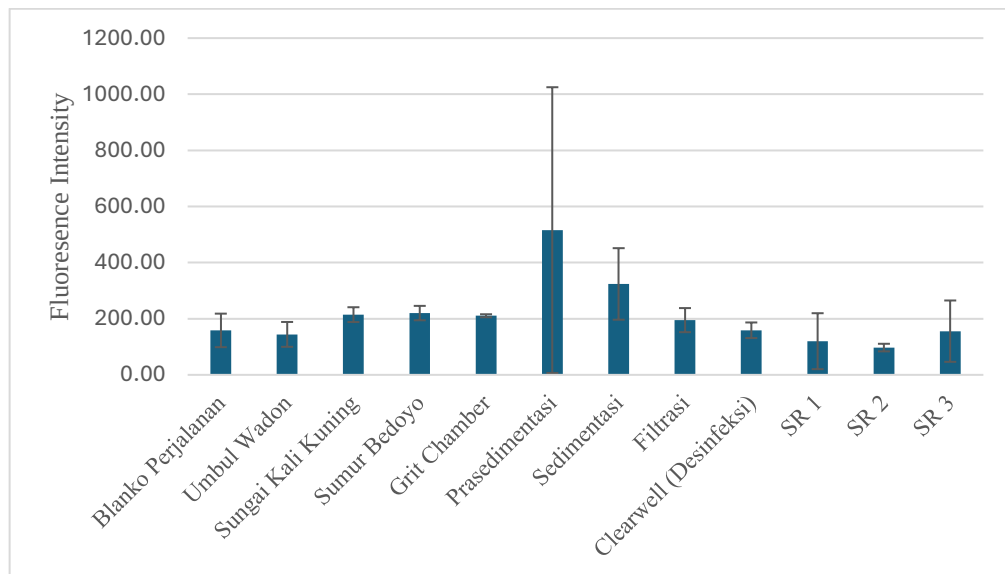
Penurunan dan peningkatan kandungan NOM pada pipa distribusi diindikasikan terjadi pembentukan DBPs. Perbedaan kandungan NOM antar tiap pipa dipengaruhi beberapa faktor yang mempercepat pembentukan DBPs, ini yang diindikasikan terjadinya peningkatan dan penurunan kandungan NOM pada pipa distribusi. Pembentukan DBPs dengan prekursor NOM dipengaruhi beberapa faktor antara lain, suhu, pH, dosis klorin dan waktu kontak (Zhang *et al.*, 2017)

4.3.2 Perubahan Karakteristik NOM di Instalasi Pengolahan Air

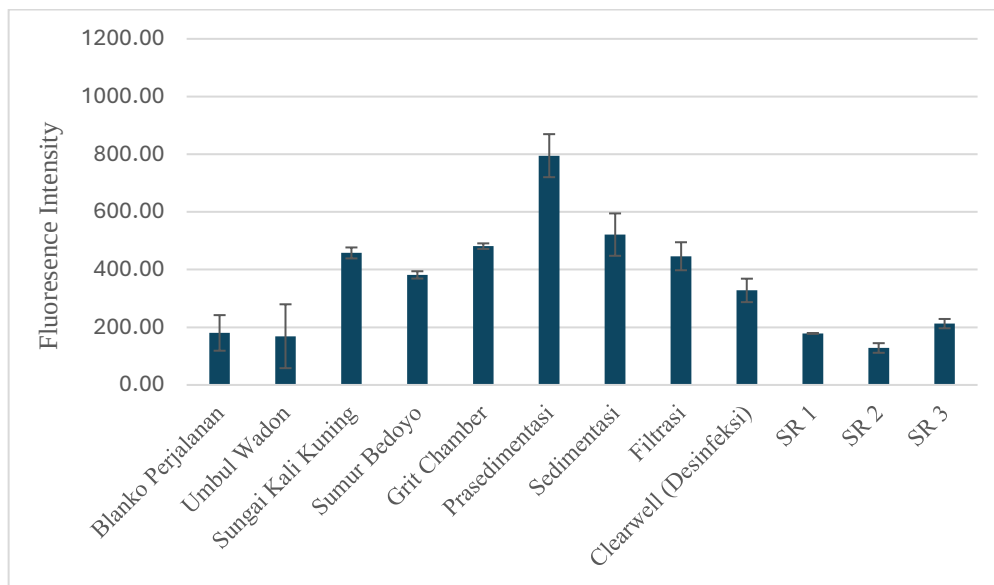
Pada Tabel 4.3 pengelompokan metode *peak picking* dengan mengambil titik puncak yang menggambarkan keberadaan NOM dengan grafik eksitasi dan emisi. Keberadaan NOM diidentifikasi dari awal pengolahan mulai dari air baku hingga pipa distribusi, ini dilakukan untuk melihat tren perubahan kandungan NOM berdasarkan karakteristik. Keberadaan NOM di setiap instalasi pengolahan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan baik dari kondisi alam maupun kondisi instalasi pengolahan.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Fluorescence EEM dengan Metode *Peak Picking*

No	Titik Sampling	Tyrosin -Like	Tryptopha n-Like	Fulvic- Like	Humic- Like	Allochthonous
1	Blanko Perjalanan	158,46	180,34	34,70	18,95	5.73
2	Umbul Wadon	144,23	168,92	79,35	46,88	20.03
3	Sungai Kali Kuning	214,65	457,70	781,48	470,94	242.54
4	Sumur Bedoyo	220,19	381,59	726,07	421,94	227.33
5	<i>Grit chamber</i>	210,65	481,21	786,30	470,71	247.83
6	Prasedimentasi	515,85	794,99	788,55	484,77	245.09
7	Sedimentasi	324,00	521,32	776,25	468,11	231.49
8	Filtrasi	195,01	446,21	764,64	460,68	217.73
9	<i>Clearwell</i> (Desinfeksi)	158,97	327,74	479,62	234,68	84.82
10	Distribusi 1	120,00	178,56	165,94	94,83	33.50
11	Distribusi 2	97,22	128,14	182,98	111,44	40.30
12	Distribusi 3	155,69	212,63	175,21	109,61	39.25



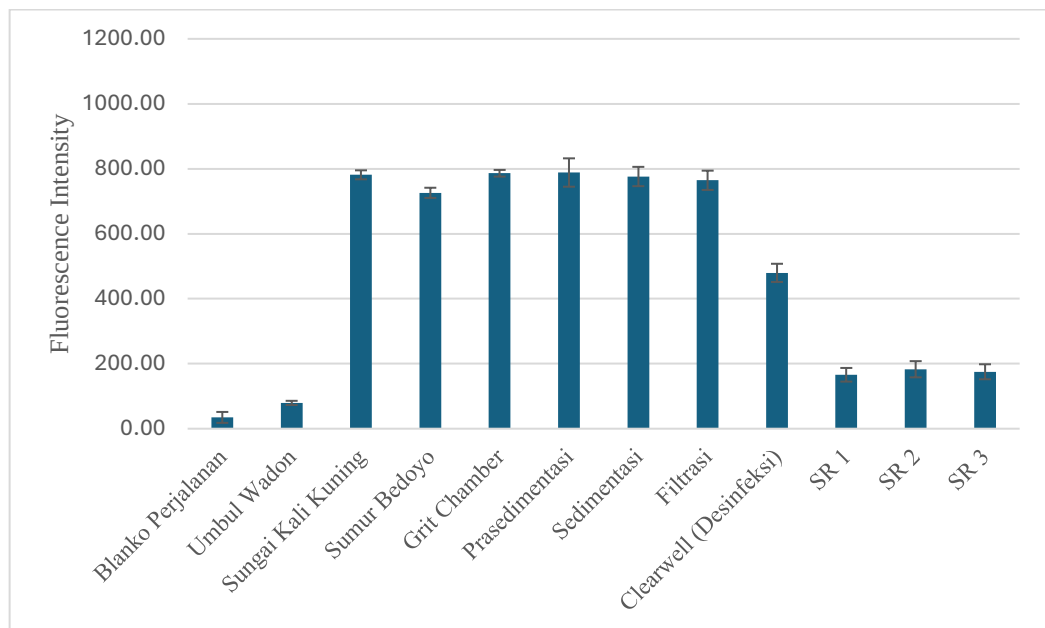
Gambar 4. 14 Grafik Karakteristik *Tyrosine-like*



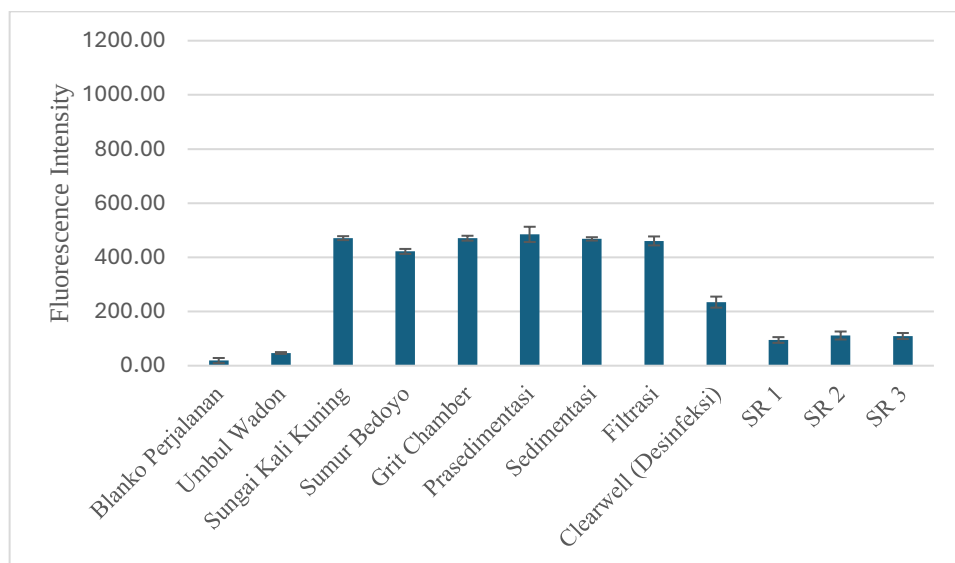
Gambar 4.15 Grafik Karakteristik *Tryptophan-like*

Pada kandungan NOM dengan karakteristik *Tyrosine-like* dan *Tryptophan-like* dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan 4.15 terlihat peningkatan dan penurunan kandungan NOM yang melewati proses pengolahan air mulai dari air baku hingga pipa distribusi. Terlihat pada grafik tersebut nilai sumber air baku hingga prasedimentasi mengalami peningkatan, ini terjadi karena adanya kandungan organik yang dihasilkan oleh makhluk hidup pada Sungai Kali Kuning dan Sumur Bedoyo yang masuk ke *Grit chamber*. Pada proses prasedimentasi mengalami peningkatan yang signifikan, karena pada bak tersebut terdapat ikan-ikan yang hidup dalam bak prasedimentasi dan sedimentasi terlihat pada gambar di **Lampiran 1**.

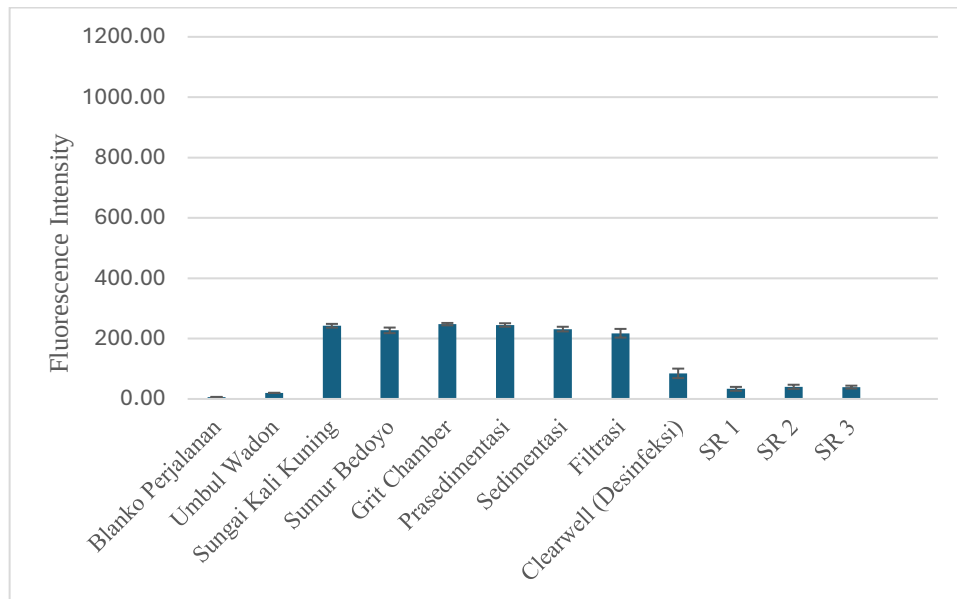
Fluorescence EEM pada karakteristik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* dapat terlihat pada Gambar 4.16, 4.17, dan 4.18.



Gambar 4.16 Grafik Karakteristik *Fulvic-like*



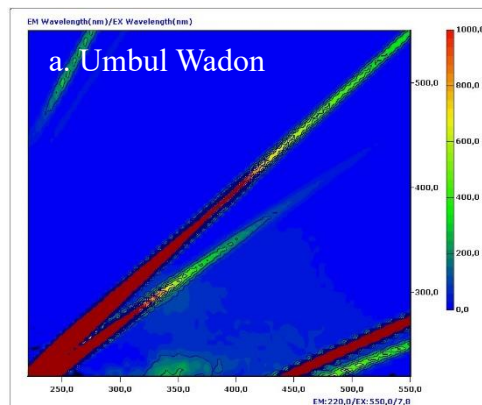
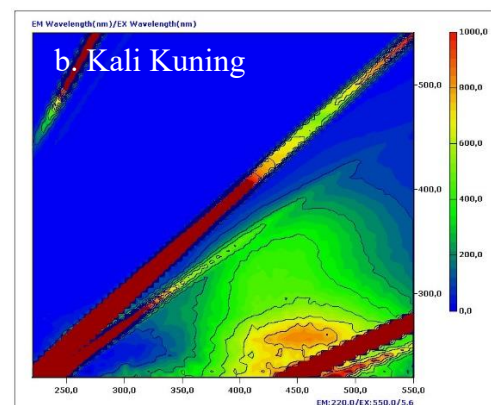
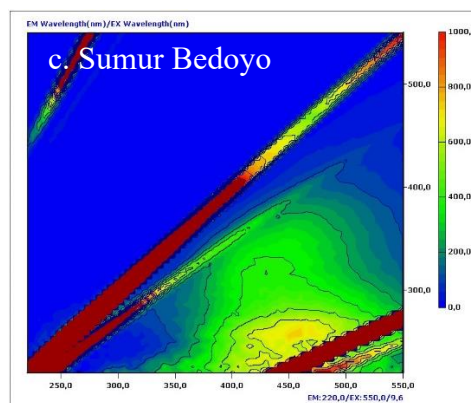
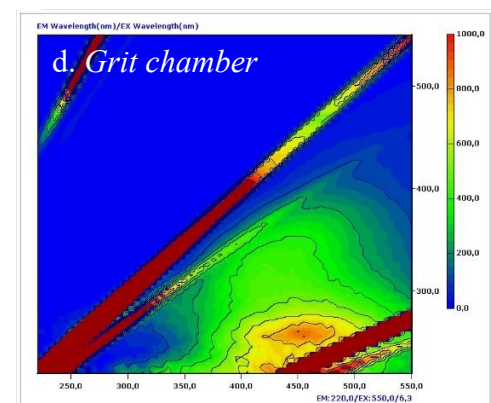
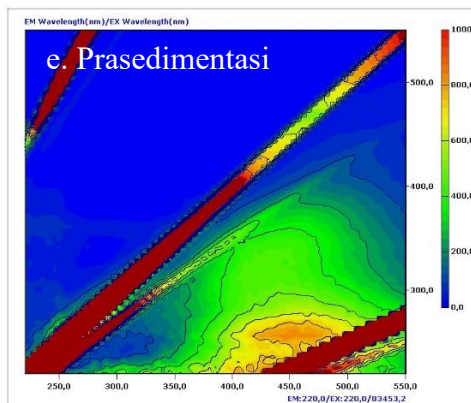
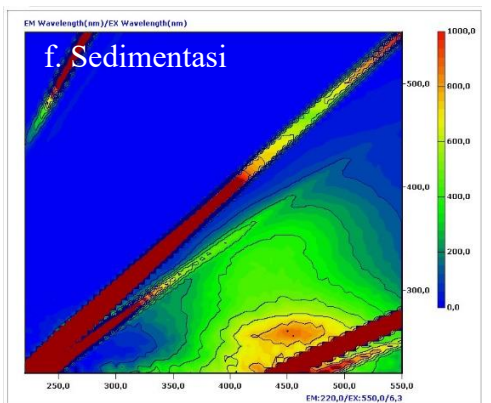
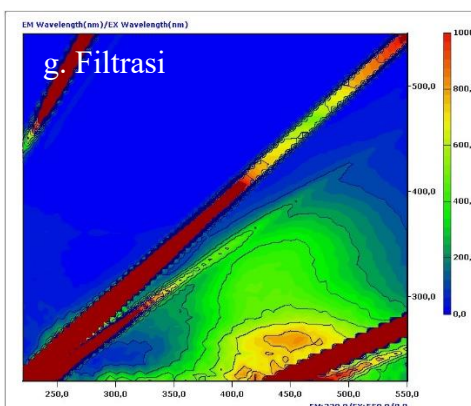
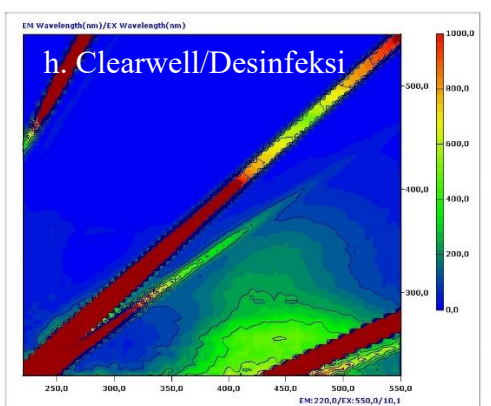
Gambar 4. 17 Grafik Karakteristik *Humic-like*

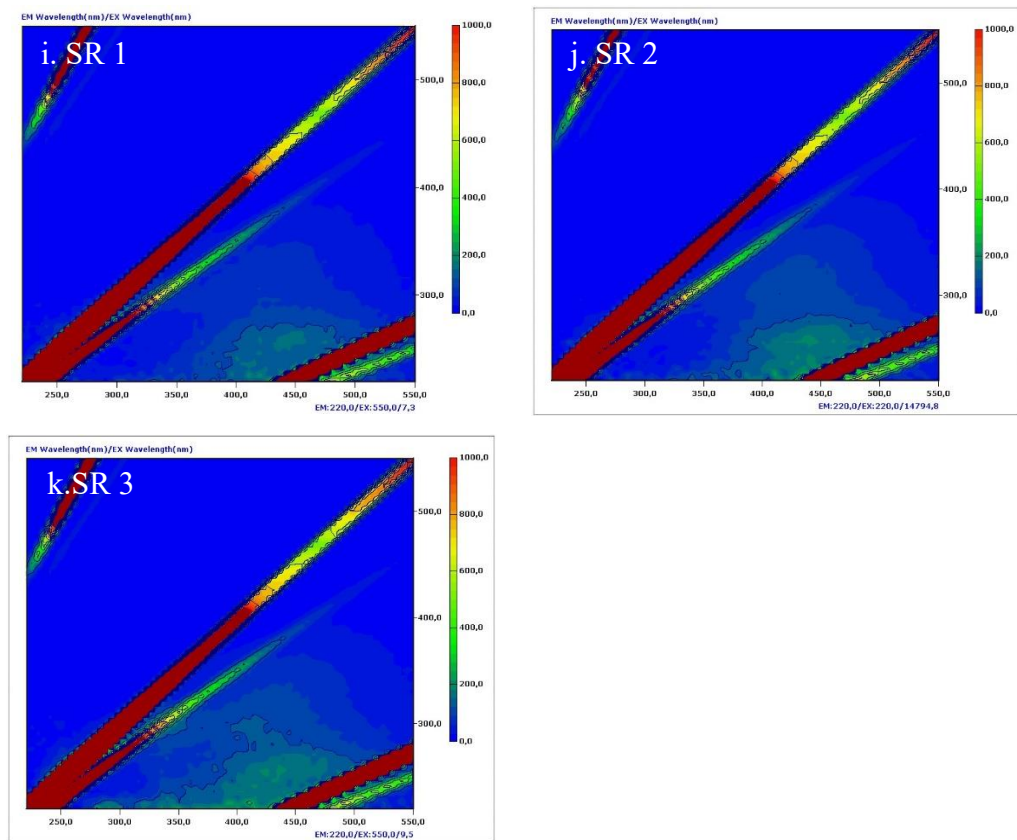


Gambar 4. 18 Grafik Karakteristik *Allochthonous*

Pada kandungan NOM dengan karakteristik *fulvic-like*, *humic-like* dan *Allochthonous* dapat dilihat pada Gambar 4.16, 4.17 dan 4.18 penurunan kandungan NOM yang melewati proses pengolahan. Terlihat pada grafik tersebut nilai sumber air baku hingga desinfeksi mengalami penurunan, tetapi tidak signifikan, ini dapat dipengaruhi dengan kondisi pengolahan terbuka atau pembusukan tumbuhan yang terbawa dari air baku. Terjadi penurunan signifikan pada proses desinfeksi, ini diindikasikan terjadi kontak klorin dengan NOM yang akan mengalami pembentukan DBPs. Dari proses pengolahan air yang dimulai dari *intake* air baku hingga siap didistribusikan mengalami perubahan yang dipengaruhi faktor-faktor alami.

Perubahan karakteristik NOM pada pengolahan air IPA Padasan mulai dari air baku hingga sambungan rumah. Kenaikan dan penurunan karakteristik NOM dipengaruhi faktor-faktor tertentu baik teknis maupun alami. Berikut perubahan karakteristik NOM pada tiap sampel sebagaimana Gambar 4.19.





Gambar 4. 19 Perubahan Karakteristik NOM dari Air Baku hingga SR

Berdasarkan perubahan kandungan NOM pada Gambar 4.19 terjadi tren penurunan NOM setelah melewati proses desinfeksi hingga dialirkan ke pipa distribusi. Perubahan ini dapat memperkirakan perubahan kandungan NOM menjadi DBPs. Berdasarkan tren penurunan kandungan NOM pada tiap karakteristik terjadi pembentukan senyawa DBPs antara lain, *tyrosine-like* (peak B) sebesar 62,04 ; *tryptophan-like* (peak T) sebesar 234,4; *fulvic-like* (peak A) sebesar 513,7 ; *humic-like* (peak C) sebesar 323.04 dan *allochthonous* (peak C+) sebesar 168,26.

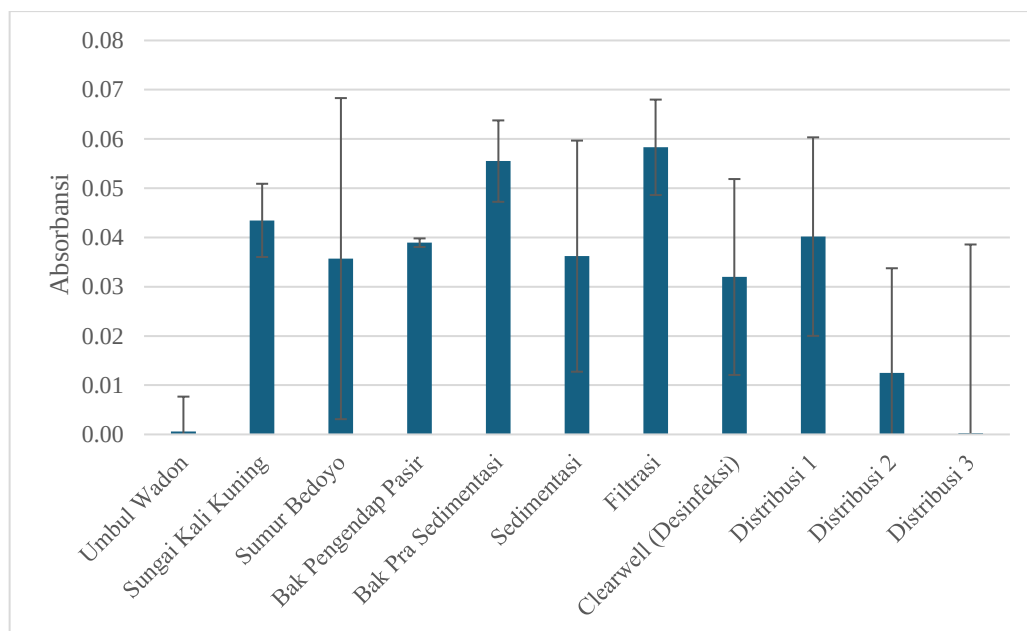
4.3.3 UV 254

UV 254 nm digunakan untuk mengukur kandungan bahan organik dalam air. Metode ini bekerja dengan menyalakan cahaya *ultraviolet* pada panjang gelombang 254 nm melalui sebuah sel kaca yang berisi contoh air. Detektor pada sisi lain sel ini mengukur intensitas cahaya yang terserap oleh bahan organik dalam contoh air. Data pengujian yang didapatkan dengan melihat nilai

intensitas parameter UV 254 sebagai parameter organik. Berdasarkan penelitian Chen and Yu (2021) absorbansi 254 nm (UV 254) dan UV 254 terhadap organik terlarut biasanya sebagai parameter indikatif aromatik kandungan zat *humic*. Berikut hasil pengujian parameter UV 254 sebagaimana terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Absorbansi UV 254

No	Titik Sampling	Nilai Absorbansi
1	Blanko Perjalanan	-0,02
2	Umbul Wadon	0,00
3	Sungai Kali Kuning	0,04
4	Sumur Bedoyo	0,04
5	<i>Grit Chamber</i>	0,04
6	Prasedimentasi	0,06
7	Sedimentasi	0,04
8	Filtasi	0,06
9	Clearwell (Desinfeksi)	0,03
10	SR 1	0,04
11	SR 2	0,01
12	SR 3	0,00



Gambar 4. 20 Grafik Pengujian UV 254

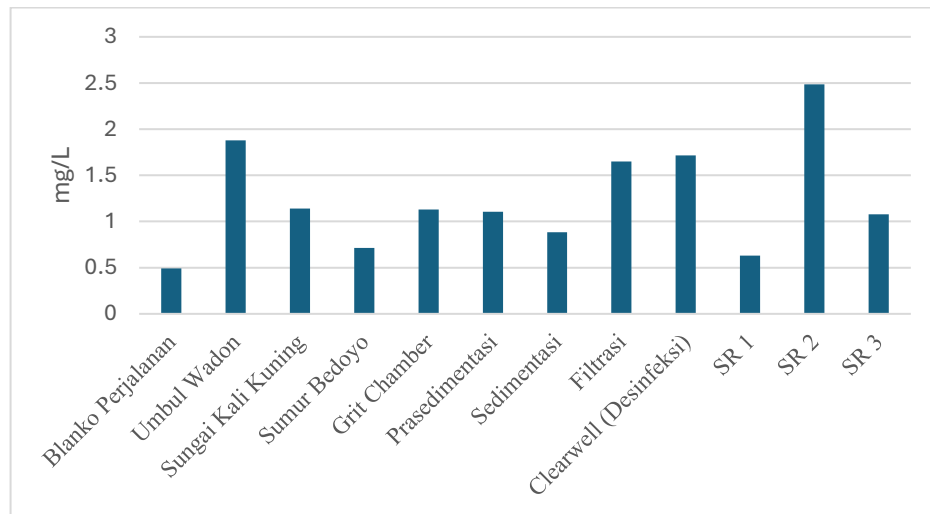
Dari tabel 4.3 dan 4.14 menunjukkan peningkatan dan penurunan nilai adsorbansi UV 254 pada beberapa instalasi pengolahan, yang dipengaruhi oleh kondisi IPA Padasan. Peningkatan terjadi pada unit prasedimentasi dan filtrasi, yang dipengaruhi dengan jenis instalasi yang terbuka. Kandungan organik dapat terbentuk dari tumbuhan yang masuk pada unit pengolahan dan mengalami dekomposisi lalu terbentuk kandungan organik alami dalam air.

4.4 *Dissolved Organic Carbon (DOC)*

Pengujian *Dissolved Organic Carbon (DOC)* dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia dengan membawa sampel secara langsung. Sampel yang dibawa untuk diuji sudah melewati tahapan penyaringan sampel, kemudian sampel dikirimkan pada pihak laboratorium terpadu. Pengujian parameter DOC dilakukan menggunakan alat *TOC Analyzer*, yang melakukan pembacaan kadar DOC pada tiap sampel yang berjumlah 12 sampel. Berikut hasil pengujian parameter DOC sebagaimana terlihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.21.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian DOC

No	Titik Sampling	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	Blanko Perjalanan	0,491	mg/L	TOC
2	Umbul Wadon	1,879	mg/L	TOC
3	Sungai Kali Kuning	1,142	mg/L	TOC
4	Sumur Bedoyo	0,713	mg/L	TOC
5	<i>Grit Chamber</i>	1,13	mg/L	TOC
6	Prasedimentasi	1,104	mg/L	TOC
7	Sedimentasi	0,885	mg/L	TOC
8	Filtrasi	1,651	mg/L	TOC
9	Clearwell (Desinfeksi)	1,716	mg/L	TOC
10	SR 1	0,631	mg/L	TOC
11	SR 2	2,486	mg/L	TOC
12	SR 3	1,078	mg/L	TOC



Gambar 4. 21 Grafik Pengujian DOC

Pengujian dilakukan pada 11 titik sampel ditambah 1 sebagai blanko perjalanan yang digunakan sebagai kontrol kualitas. Dari 12 sampel yang diuji didapatkan hasil yang tidak bagus, karena hasil pengujian TOC sangat berbanding terbalik dengan parameter *fluorescence* EEM dan UV 254. Apabila dilihat dari segi kadar DOC yang dibandingkan dengan grafik *fluorescence* EEM terlihat perbandingan yang berbeda, antara parameter *fluorescence* EEM yang memiliki kandungan NOM yang tinggi, tetapi parameter DOC terlihat rendah. Berdasarkan penelitian Anderson *et al.*, (2021), pengujian DOC dapat dikaitkan dengan keberadaan NOM, yang mana DOC merupakan senyawa organik yang bersifat asam di perairan. Berdasarkan hal itu, semestinya nilai DOC dan NOM saling berdampingan atau saling berkorelasi. Hal ini membuktikan data yang dihasilkan tidak dapat dipercaya, mungkin terjadi akibat beberapa faktor, yaitu proses pengawetan, proses pengujian, atau *human error*. Dari proses pengawetan yang mengacu pada SNI 6898.57.2008 tentang pengambil contoh air permukaan, dianjurkan melakukan penyimpanan maksimum 7 hari, tetapi pengujian yang dilakukan 17 hari setelah sampel dikirimkan. Hal tersebut dapat diindikasikan sebagai penyebab data yang dihasilkan tidak sesuai atau tidak dapat mewakili keberadaan NOM.

Berdasarkan hasil pengujian DOC dapat dijadikan hasil untuk mengetahui banyaknya kandungan NOM dalam air. DOC merupakan bagian dari penyusun

NOM sekitar 90% dari struktur NOM. Baku mutu kandung total organik sesuai dengan Permenkes No. 2 Tahun 2023 sebesar 0,0007 mg/L. Apabila hasil pengujian DOC pada Tabel 4.5 dibandingkan dengan standar baku mutu total organik karbon, maka kandungan organik tidak memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan kadar DOC tersebut, maka diperlukan pengolahan tambahan untuk mengurangi kandungan organik pada air baku.

4.5 Uji Korelasi Parameter NOM dan DOC

Uji korelasi merupakan teknik analisis data yang dilakukan secara kuantitatif dengan melakukan analisis keterkaitan antara suatu variabel dan variabel lain, untuk mengetahui besaran keterkaitan antar variabel. Pada penelitian ini dilakukan uji korelasi menggunakan metode uji korelasi pearson dengan bantuan *software IBM SPSS Statistics 23*. Analisis uji korelasi dilakukan dengan acuan pedoman derajat hubungan pada Tabel 3.4. Berikut 3 variabel yaitu *fluorescence* EEM, UV 254, dan DOC yang telah dilakukan uji korelasi sebagaimana terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Uji Korelasi Parameter NOM dan DOC

Parameter NOM		Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Tingkat Hubungan
<i>Tyrosine-like</i>	UV 254	0,518	0,058	Sedang
<i>Tryptophan-like</i>	UV 254	0,739	0,006	Kuat
<i>Fulvic acid-like</i>	UV 254	0,809	0,001	Sangat Kuat
<i>Humic acid-like</i>	UV 254	0,803	0,002	Sangat Kuat
<i>Allochthonous</i>	UV 254	0,772	0,003	kuat
<i>Tyrosine-like</i>	DOC	-0,274	0,389	Tidak berkorelasi
<i>Tryptophan-like</i>	DOC	-0,216	0,501	Tidak berkorelasi
<i>Fulvic acid-like</i>	DOC	-0,132	0,682	Tidak berkorelasi
<i>Humic acid-like</i>	DOC	-0,143	0,657	Tidak berkorelasi
<i>Allochthonous</i>	DOC	-0,189	0,556	Tidak berkorelasi
UV 254	DOC	-0,114	0,724	Tidak berkorelasi

Pada Tabel 4.4 di atas nilai signifikan pada variabel *fluorescence* EEM dan UV 254, pada tiap karakteristik *fluorescence* EEM yaitu *tyrosine-like*, *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* mendapatkan nilai kisaran 0,001 – 0,006 , artinya $0,001 - 0,006 < 0,05$ dengan demikian variabel *fluorescence* EEM dengan

karakteristik *tyrosine-like*, *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* dengan variabel UV 254 memiliki hubungan atau berkorelasi. Sedangkan pada karakteristik tryptophan-like dengan UV 254 mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,85, yang artinya keduanya tidak terpercay memiliki korelasi. Pada tabel ini kita juga bisa mengetahui bahwa *pearson correlation* pada *fluorescence* EEM dan UV-254, korelasi akan dilakukan dengan karakteristik NOM dengan UV 254 antara lain, *tyrosine-like* mendapat nilai 0,518 yang artinya memiliki hubungan sedang, *tryptophan-like* mendapat nilai 0,739 yang artinya memiliki hubungan kuat, *fulvic-like* mendapat nilai 0,809 yang artinya memiliki hubungan sangat kuat, *humic-like* mendapat nilai 0,803 yang artinya memiliki hubungan sangat kuat, dan *allochthonous* mendapat nilai 0,772 yang artinya memiliki hubungan kuat, dengan derajat hubungan antara kedua variabel ini yaitu berkorelasi sedang hingga sangat kuat dan bentuk hubungan antara kedua variabel ini adalah positif yang berarti berarti kandungan NOM pada pengujian 2 parameter sejajar atau sama. Menurut Penelitian Chen (2021), berdasarkan karakterisasi *Natural Organic Matter* (NOM) dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya *fluorescence* EEM dan UV 254 memiliki keterkaitan antar variabel.

Pada variabel NOM dengan parameter *fluorescence* EEM dan UV 254 dengan variabel DOC, mendapatkan nilai signifikansi diantaranya, *tyrosine-like* mendapat nilai 0,389; *tryptophan-like* mendapat nilai 0,501; *fulvic-like* mendapat nilai 0,682; *humic-like* mendapat nilai 0,657; *Allochthonous* mendapat nilai 0,556 dan UV 254 mendapatkan nilai 0,724 . Berdasarkan hasil tersebut nilai signifikansi $> 0,05$ yang berarti artinya hubungan korelasi variabel NOM pada parameter *fluorescence* EEM dan UV 254 dengan variabel DOC tidak memiliki hubungan atau keterkaitan. Berdasarkan nilai signifikansi korelasi data DOC tidak validasi dijadikan data parameter DOC. Selain itu, *pearson correlation* antara parameter *fluorescence* EEM dan UV 254 dengan parameter TOC mendapat nilai pada kisaran -0,114 hingga -0,274. Berdasarkan hasil tersebut nilai *pearson correlation* tidak sesuai dengan pedoman derajat hubungan pada Tabel 3.4 yang memiliki batas 0,00 – 1,00 yang artinya tidak ada hubungan antara variabel tersebut.

4.5 Efisiensi Removal *Natural Organic Matter (NOM)* IPA Padasan

Efisiensi removal dilakukan untuk mengetahui kinerja instalasi pengurangan kandungan pencemar mulai dari inlet hingga outlet instalasi. Perhitungan efisiensi removal dilakukan dengan mengetahui data pengujian kualitas inlet dan outlet instalasi pengolahan. Hasil perhitungan efisiensi removal yang dilakukan mulai dari inlet air baku sampai melewati beberapa instalasi proses hingga air didistribusikan ke pelanggan. Berikut hasil persentase removal sebagaimana terlihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Persentase Efisiensi Removal

No	Proses Pengolahan	Efisiensi Removal	Tyrosine-Like	Tryptophan-Like	Fulvic-Like	Humic-Like	Allochthonous
1	<i>Intake/Air Baku</i>	Inlet	217,42	419,64	753,77	446,44	234,93
2	<i>Grit chamber</i>	% Removal	3%	0%	0%	0%	0%
		outlet	210,65	481,21	786.30	470,71	247,83
3	Prasedimentasi	% Removal	0%	0%	0%	0%	0%
		outlet	515,85	794,99	788.55	484,77	245,09
4	Sedimentasi	% Removal	37%	34%	2%	3%	6%
		outlet	324,00	521,32	776.25	468,11	231,49
6	Filtrasi	% Removal	40%	14%	1%	2%	6%
		outlet	195,01	446,21	764.64	460,68	217,73
7	Clearwell (Desinfeksi)	% Removal	18%	27%	37%	49%	61%
		outlet	158,97	327,74	479.62	234,68	84,82
8	SR	outlet IPA	124,30	173,11	174.71	105,29	37,68
Total			27%	22%	36%	47%	64%

Efisiensi removal pada instalasi *grit chamber* penurunan terjadi pada bagian *tyrosine-like* dan UV 254 yaitu 3 – 4%, sedangkan pada parameter lain mengalami kenaikan, yang artinya kinerja penurunan NOM tidak efektif pada proses ini. Hal ini dipengaruhi beberapa faktor antara lain kondisi *grit chamber* yang kotor atau ada sampah organik yang terbawa dari Kali Kuning.

Efisiensi removal pada proses prasedimentasi terjadi kenaikan tiap parameter, yang artinya kinerja instalasi dalam penurunan NOM tidak bekerja atau tidak efektif. Peningkatan terjadi diindikasikan dari beberapa faktor yaitu kondisi bak yang terbuka dan dedaunan dapat masuk ke dalam bak dan mengalami pembusukan dan ikan-ikan yang mengeluarkan feses.

Efisiensi removal pada proses sedimentasi mengalami penurunan kandungan NOM, tetapi tidak terlalu efektif yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pada karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* penurunan kandungan sebesar 34 – 37 %, faktor yang mempengaruhi terbentuknya NOM adanya ikan-ikan di dalam bak sedimentasi dan serangga yang mati di dalam bak. Sedangkan *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* terjadi penurunan NOM tidak efektif hanya sebesar 3 – 6 %, faktor yang mempengaruhi kondisi bak yang terbuka.

Efisiensi removal pada proses filtrasi mengalami penurunan kandungan NOM, tetapi tidak terlalu efektif yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* penurunan kandungan sebesar 14 – 40 %, Sedangkan *fulvic-like*, *humic-like* dan *allochthonous* terjadi penurunan NOM tidak efektif hanya sebesar 3 – 6 %, faktor yang mempengaruhi kondisi bak yang terbuka dan banyaknya sampah dedaunan yang masuk pada unit filtrasi.

Efisiensi removal pada proses desinfeksi mengalami penurunan kandungan NOM yang signifikan pada tiap karakteristik. Pada karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* penurunan kandungan sebesar 18 – 27 %, sedangkan *fulvic-like* penurunan terjadi sebesar 37%, *humic-like* penurunan terjadi sebesar 49 % dan *allochthonous* terjadi penurunan sebesar 61%, penurunan NOM secara signifikansi pada unit desinfeksi diindikasikan terjadi pembentukan DBPs akibat kontak desinfeksi klorin dengan NOM.

Berdasarkan tabel 4.7 terlihat persentase NOM mulai dari air baku hingga pipa distribusi mengalami penurunan, tetapi tidak efektif di proses prasedimentasi. Penurunan NOM setelah melewati proses pengolahan antara lain yaitu *tyrosine-like* sebesar 27%, *tryptophan-like* sebesar 22%, *fulvic-like* sebesar 36%, *humic-like* sebesar 47%, dan *allochthonous* sebesar 64%. Apabila dilihat penurunan NOM sebelum proses desinfeksi dengan klor tidak efektif untuk mendegradasi NOM, ini akan menjadi penyebab terbentuknya DBPs pada pipa distribusi. Pengurangan NOM menjadi perhatian dalam pengolahan air sebelum melewati proses desinfeksi yang dapat mengalami pembentukan DBPs. Diperlukan proses pengolahan kandungan organik alami untuk mencegah pembentukan NOM pada pipa distribusi. Berdasarkan penelitian Anderrson (2021), pembentukan DBPs pada pipa distribusikan dipengaruhi faktor kualitas air yaitu pH, waktu kontak, dan suhu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan juga analisis yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada IPA Padasan memiliki kandungan NOM dengan karakteristik yang bermacam-macam meliputi *tyrosine-like*, *tryptophan-like*, *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*. Air baku IPA Padasan didominasi dengan karakteristik *tryptophan-like*, *fulvic-like*, dan *humic-like*. Di setiap unit instalasi didominasi dengan *tyrosine-like*, *tryptophan-like*, *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*. Pada sambungan rumah didominasi dengan *tryptophan-like* dan *fulvic-like*.
2. Efisiensi removal IPA Padasan mulai dari air baku hingga didistribusikan mengalami penurunan kandungan NOM. Penurunan NOM pada tiap karakteristik yaitu *tyrosine-like* sebesar 27%, *tryptophan-like* sebesar 22%, *fulvic-like* sebesar 36%, *humic-like* sebesar 47%, dan *allochthonous* sebesar 64%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat penulis berikan sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat diidentifikasi terbentuknya DBPs yaitu *Trihalomethanes* (THMs), *Halogen acid* (HAAs), dan komponen halogenetik lainnya yang bersifat karsinogenik, karena berdasarkan hasil terdapat kadar NOM pada unit pengolahan setelah ketika memasuki proses desinfeksi.

2. Dilakukan evaluasi bak pengolahan pada bak prasedimentasi dan bak sedimentasi, tidak dianjurkan menggunakan ikan pada bak sebagai kontrol, karena akan menghasilkan senyawa organik. Apabila diperlukan kontrol air menggunakan ikan, bisa menggunakan bak sendiri sebagai bak kontrol.
3. Pemeliharaan perlu diperhatikan setiap hari, karena beberapa proses pengolahan dalam kondisi terbuka dapat dilakukan pembersihan setiap hari, untuk mengeluarkan sampah dedaunan yang akan menyebabkan terbentuknya kandungan NOM.
4. Saran pengolahan tambahan diperlukan pengolahan untuk mengurangi kandungan organik, karena berdasarkan hasil yang didapatkan penurunan kandungan organik sebelum proses desinfeksi tidak efektif. Saran penambahan pengolahan dengan adsorpsi karbon aktif atau proses koagulasi dan flokulasi menggunakan koagulan sebelum bak sedimentasi.

Daftar Pustaka

- Anderson, L.E. *et al.* (2023) 'A review of long-term change in surface water natural organic matter concentration in the northern hemisphere and the implications for drinking water treatment', *Science of the Total Environment*, 858(May 2022), p. 159699. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159699>.
- Andersson, A. (2021) 'Uncharted Waters Linköping Studies in Arts and Sciences No. 805 Non-target analysis of disinfection by-products in drinking water', (805).
- Barron, J.J. and Ashton, C. (2013) 'Conductivity Measurement - A REAGECON TECHNICAL PAPER', *A Practical Guide to Accurate Conductivity Measurements*, 7(3), pp. 1–5. Available at: http://www.camlabworld.com/originalimages/sitefiles/Tech_papers/TempCondMeas.pdf.
- Chen, W. and Yu, H.Q. (2021) 'Advances in the characterization and monitoring of natural organic matter using spectroscopic approaches', *Water Research*, 190, p. 116759. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116759>.
- Fitria, D. and Handayani, L. (2010) 'Studi Two Staged Coagulation Untuk Menurunkan Kandungan Organik Pada Air Baku Air Minum Kota Padang', *TeknikA*, 1(33), pp. 94–106.
- Hudori, H. *et al.* (2021) 'Effect of the recycling process on drinking water treatment: Evaluation based on fluorescence EEM analysis using the peak-picking technique and self-organizing map', *Water (Switzerland)*, 13(23). Available at: <https://doi.org/10.3390/w13233456>.
- Ibrahim, N. and Aziz, H.A. (2014) 'Trends on Natural Organic Matter in Drinking Water Sources and its Treatment', *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 2(3), pp. 94–106. Available at: <https://doi.org/10.12983/ijres-2014-p0094-0106>.

- Jabnabillah, F. and Margina, N. (2022) 'Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Motivasi Belajar Dengan Kemandirian Belajar Pada Pembelajaran Daring', *Jurnal Sintak*, 1(1), pp. 14–18.
- Khairunnas and Gusman, M. (2018) 'Analisis Pengaruh Parameter Konduktivitas, Resistivitas dan TDS Terhadap Salinitas Air Tanah Dangkal pada Kondisi Air Laut Pasang dan Air Laut Surut di Daerah Pesisir Pantai Kota Padang', *Jurnal Bina Tambang*, 3(4), pp. 1751–1760.
- Kim, H.C. and Yu, M.J. (2005) 'Characterization of natural organic matter in conventional water treatment processes for selection of treatment processes focused on DBPs control', *Water Research*, 39(19), pp. 4779–4789. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.09.021>.
- Li, P. and Hur, J. (2017) 'Utilization of UV-Vis spectroscopy and related data analyses for dissolved organic matter (DOM) studies: A review', *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 47(3), pp. 131–154. Available at: <https://doi.org/10.1080/10643389.2017.1309186>.
- Matilainen, A. (2007) *Removal of Natural Organic Matter in different Stage of.pdf*.
- Matilainen, A., Vepsäläinen, M. and Sillanpää, M. (2010) 'Natural organic matter removal by coagulation during drinking water treatment: A review', *Advances in Colloid and Interface Science*, 159(2), pp. 189–197. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2010.06.007>.
- Ra'id, A.N. (2023) 'Ta/tl/2023/1644'.
- Rhomadhoni, M. (2016) 'Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam Menurunkan Parameter Kimia terhadap Bau di Salah Satu Rumah Sakit Swasta di Madiun', *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(2), pp. 132–137.
- Sururi, M.R., Hartarti, E. and Husyaeri, R. (2009) 'Studi Kinetika Proses Adsorpsi NOM pada Air Permukaan dengan Zeolit dan Karbon Aktif', *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 1(2), pp. 107–116. Available at: <https://doi.org/10.20885/jstl.vol1.iss2.art2>.
- Tarigan, M.S. and . E. (2010) 'Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara', *MAKARA of Science Series*, 7(3). Available at: <https://doi.org/10.7454/mss.v7i3.362>.

- Uyguner, C.S., Bekbolet, M. and Swietlik, J. (2007) 'Natural organic matter: Definitions and characterization', *Control of Disinfection By-Products in Drinking Water Systems*, (January), pp. 253–277.
- Zhang, B. *et al.* (2017) 'Evaluation of DBPs formation from SMPs exposed to chlorine, chloramine and ozone', *Journal of Water and Health*, 15(2), pp. 185–195. Available at: <https://doi.org/10.2166/wh.2016.136>.
- Zularisam, A.W., Ismail, A.F. and Salim, R. (2006) 'Behaviours of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment - a review', *Desalination*, 194(1–3), pp. 211–231. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.10.030>.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kondisi IPAM



a. Umbul Wadon



b. *Intake* Kali Kuning



c. *Intake* Sumur Bedoyo



d. *Grit chamber*



e. Prasedimentasi



f. Sedimentasi



g. Filtrasi



h. *Clearwell*/Desinfeksi



i. Ikan-Ikan pada Bak



j. Dedaunan pada Bak Filtrasi

Lampiran 2 Dokumentasi Sampling dan Pengujian Laboratorium



a. Pengambilan Sampel *Intake*
Umbul Wadon



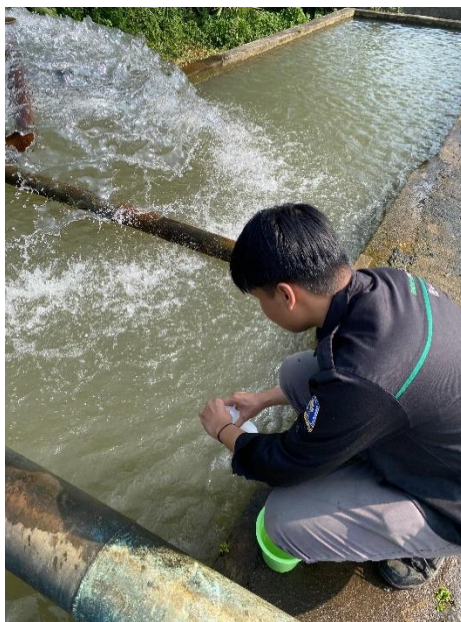
b. Pengambilan Sampel *Intake*
Kali Kuning



c. Pengambilan Sampel *Intake*
Sumur Bedoyo



d. Pengambilan Sampel *Grit*
chamber



e. Pengambilan Sampel
Prasedimentasi



f. Pengambilan Sampel
Sedimentasi



g. Pengambilan Sampel Filtrasi



h. Pengambilan Sampel
Clearwell/Desinfeksi



i. Pengambilan Sampel SR 1



j. Pengambilan Sampel SR 2



k. Pengambilan Sampel SR 2



l. Pengujian Lapangan/Insitu



m. Pengujian Karaktererisasi
NOM

Lampiran 3 Alat dan Bahan Penelitian



a. pH Meter



b. Konduktimeter



c. Turbidimeter



d. Pompa saring, Kertas Saring, Botol Duran



e. Spektrofluorometer



f. Spektrofotometri

Lampiran 4 Data Pengujian dan Perhitungan *Fluorescence* EEM

No	Kode sampel	Titik Sampling		Tyrosin-Like	Tryptophan-Like	Fulvic-Like	Humic-Like	Allochthonous
			EX	230	230 & 280	250	300 - 350	380
1	BP	Blanko Perjalanan		227.436	238.493	26.681	16.395	6.251
2	S-1	Umbul Wadon		95.918	79.786	72.34	44.008	20.108
3	S-2	Sungai Kali Kuning		196.83	477.789	781.548	476.554	248.471
4	S-3	Sumur Bedoyo		249.082	388.099	715.728	431.774	237.18
5	S-4	<i>Grit chamber</i>		214.693	490.766	784.042	479.902	252.203
6	S-5	Prasedimentasi		198.184	388.389	738.165	455.504	239.98
7	S-6	Sedimentasi		236.696	447.241	770.672	461.497	227.257
8	S-7	Filtrasi		209.408	429.991	781.762	458.506	218.792
9	S-8	Clearwell (Desinfeksi)		128.1	304.13	447.29	211.323	75.248
10	S-9	SR 1		61.307	113.892	184.145	106.373	39.619
11	S-10	SR 2		81.654	112.035	203.772	121.718	45.324
12	S-11	SR 3		66.483	142.051	174.558	114.034	42.099

No	Kode sampel	Titik Sampling		Tyrosin-Like	Tryptophan-Like	Fulvic-Like	Humic-Like	Allochthonous
			EX	230	230 & 280	250	300 - 350	380
1	BP	Blanko Perjalanan		123.98	151.27	23.36	10.97	4.53
2	S-1	Umbul Wadon		153.76	190.58	80.65	50.46	19.55
3	S-2	Sungai Kali Kuning		244.95	444.41	767.59	462.81	236.11
4	S-3	Sumur Bedoyo		199.94	386.51	744.07	420.39	226.06
5	S-4	<i>Grit chamber</i>		204.57	475.82	777.35	461.81	244.30
6	S-5	Prasedimentasi		1103.08	1502.62	812.28	511.63	244.04
7	S-6	Sedimentasi		470.28	565.55	749.72	469.09	226.77
8	S-7	Filtrasi		146.72	409.94	730.36	445.40	202.76
9	S-8	Clearwell (Desinfeksi)		181.97	317.45	495.27	244.07	76.28
10	S-9	SR 1		235.11	310.08	142.95	85.60	26.70
11	S-10	SR 2		106.01	136.75	155.36	94.51	32.58
12	S-11	SR 3		277.64	330.98	152.48	96.97	33.73

No	Kode sampel	Titik Sampling		Tyrosin-Like	Tryptophan-Like	Fulvic-Like	Humic-Like	Allochthonous
			EX	230	230 & 280	250	300 - 350	380
1	BP	Blanko Perjalanan		123.98	151.27	23.36	10.97	4.53
2	S-1	Umbul Wadon		153.76	190.58	80.65	50.46	19.55
3	S-2	Sungai Kali Kuning		244.95	444.41	767.59	462.81	236.11
4	S-3	Sumur Bedoyo		199.94	386.51	744.07	420.39	226.06
5	S-4	<i>Grit chamber</i>		204.57	475.82	777.35	461.81	244.30
6	S-5	Prasedimentasi		1103.08	1502.62	812.28	511.63	244.04
7	S-6	Sedimentasi		470.28	565.55	749.72	469.09	226.77
8	S-7	Filtrasi		146.72	409.94	730.36	445.40	202.76
9	S-8	Clearwell (Desinfeksi)		181.97	317.45	495.27	244.07	76.28
10	S-9	SR 1		235.11	310.08	142.95	85.60	26.70
11	S-10	SR 2		106.01	136.75	155.36	94.51	32.58
12	S-11	SR 3		277.64	330.98	152.48	96.97	33.73

Lampiran 5 Data Pengujian UV 254

No	Kode sampel	Titik Sampling	Day 1	Day 2	Day 3	Rata-Rata	Standar Deviasi
1	BP	Blanko Perjalanan	-0.0261	-0.0149	-0.0280	-0.0230	0.007078842
2	S-1	Umbul Wadon	-0.0309	-0.0192	-0.0171	-0.0224	0.007435725
3	S-2	Sungai Kali Kuning	0.0465	-0.0161	0.0310	0.0205	0.032602198
4	S-3	Sumur Bedoyo	0.0131	0.0117	0.0133	0.0127	0.00087178
5	S-4	<i>Grit chamber</i>	0.0068	0.0181	0.0229	0.0159	0.008265793
6	S-5	Prasedimentasi	0.0424	0.0494	0.0057	0.0325	0.023471898
7	S-6	Sedimentasi	0.0238	0.011	0.0048	0.0132	0.009689169
8	S-7	Filtrasi	0.0263	0.0215	0.0581	0.0353	0.019890701
9	S-8	Clearwell (Desinfeksi)	0.0288	-0.0115	0.0096	0.0090	0.020157463
10	S-9	SR 1	0.0292	-0.0074	0.0297	0.0172	0.021276826
11	S-10	SR 2	0.0276	-0.049	-0.0102	-0.0105	0.038301088
12	S-11	SR 3	-0.0136	-0.0088	-0.0458	-0.0227	0.020119973

Lampiran 6 Data Pengujian DOC

No	Kode sampel	Titik Sampling	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	BP	Blanko Perjalanan	0.491	mg/L	TOC
2	S-1	Umbul Wadon	1.879	mg/L	TOC
3	S-2	Sungai Kali Kuning	1.142	mg/L	TOC
4	S-3	Sumur Bedoyo	0.713	mg/L	TOC
5	S-4	<i>Grit chamber</i>	1.13	mg/L	TOC
6	S-5	Prasedimentasi	1.104	mg/L	TOC
7	S-6	Sedimentasi	0.885	mg/L	TOC
8	S-7	Filtrasi	1.651	mg/L	TOC
9	S-8	Clearwell (Desinfeksi)	1.716	mg/L	TOC
10	S-9	SR 1	0.631	mg/L	TOC
11	S-10	SR 2	2.486	mg/L	TOC
12	S-11	SR 3	1.078	mg/L	TOC

Lampiran 7 Perhitungan Uji Korelasi

		Tyrosine-Like	Tryptophan-like	Fulvic-like	Humic-Like	Allochthonous	UV254	TOC
Tyrosine-Like	Pearson Correlation	1	.920**	.637*	.659*	.663*	.518	-.274
	Sig. (2-tailed)		.000	.026	.020	.019	.085	.389
	N	12	12	12	12	12	12	12
Tryptophan-like	Pearson Correlation	.920**	1	.867**	.878**	.870**	.739**	-.216
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.006	.501
	N	12	12	12	12	12	12	12
Fulvic-like	Pearson Correlation	.637*	.867**	1	.996**	.985**	.809**	-.132
	Sig. (2-tailed)	.026	.000		.000	.000	.001	.682
	N	12	12	12	12	12	12	12
Humic	Pearson Correlation	.659*	.878**	.996**	1	.994**	.803**	-.143
	Sig. (2-tailed)	.020	.000	.000		.000	.002	.657
	N	12	12	12	12	12	12	12
Allochthonous	Pearson Correlation	.663*	.870**	.985**	.994**	1	.772**	-.189
	Sig. (2-tailed)	.019	.000	.000	.000		.003	.556
	N	12	12	12	12	12	12	12
UV254	Pearson Correlation	.518	.739**	.809**	.803**	.772**	1	-.114
	Sig. (2-tailed)	.085	.006	.001	.002	.003		.724
	N	12	12	12	12	12	12	12
TOC	Pearson Correlation	-.274	-.216	-.132	-.143	-.189	-.114	1
	Sig. (2-tailed)	.389	.501	.682	.657	.556	.724	
	N	12	12	12	12	12	12	12