



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Pengaruh Pemanasan Terhadap Karakteristik *Dissolved Organic Matter* (DOM) pada Air dengan Metode Spektrofluorometer

Nurussyifa Afrilia Hidayat
21513177

Dosen Pembimbing:
Ir. Hudori, S.T., M.T., Ph.D.

Program Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

The Effect of Heating on the Characteristics of Dissolved Organic Matter (DOM) in Water Using the Spectrofluorometer Method

Nurussyifa Afrilia Hidayat

21513177

Supervisor:

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

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

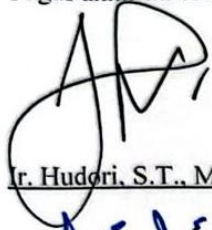
Pengaruh Pemanasan Terhadap Karakteristik *Dissolved Organi Matter* (DOM) pada Air dengan Metode Spektrofluorometer

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Nurussyifa Afrilia Hidayat

21513177

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 11 Juli 2025 dan disetujui oleh:



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

(Pembimbing)



Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., I. P. U.

(Penguji 1)



Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

(Penguji 2)



Mengesahkan,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

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

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, 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 merupakan gagasan, rumusan, dan studi 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. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 23 Juni 2025
Yang membuat pernyataan,



Nurussyifa Afrilia Hidayat
21513177

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, karunia serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan **judul Pengaruh Pemanasan Terhadap Karakteristik *Dissolved Organic Matter* (DOM) pada Air dengan Metode Spektrofluorometer**. 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 terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung serta membantu dalam penyusunan Tugas Akhir baik dalam bentuk dukungan moral maupun materi. Dengan ini saya mengucapkan terima kasih 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 Ir. 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 Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.. I. P. U. dan Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc.ES., Ph.D., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan saran terkait penelitian ini.

6. Keluarga penulis yang sangat penulis cintai, yang selalu memberikan doa dan dukungan, baik moral maupun material kepada penulis.
7. Anisa Utami, Hauralitalia, Nafisah dan Syafira, selaku teman-teman penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dengan kata-kata mutiaranya. Serta memberikan semangat setiap penulis merasa malas untuk mengerjakan tugas akhir.
8. Teman-teman bimbingan Pak Hudori, yang selalu mendukung dan menemani saat di Laboratorium. Mulai dari menemani sampling sampai pengujian di ruang instrumen.
9. Seluruh Staff dan Laboran Laboratorium Kualitas Lingkungan yang telah membimbing 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.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sleman, 26 Juni 2025

Nurussyifa Afrilia Hidayat

Pengaruh Pemanasan Terhadap Karakteristik *Dissolved Organic Matter* (DOM) pada Air dengan Metode Spektrofluorometer

Mahasiswa : Nurussyifa Afrilia Hidayat
NIM : 21513177
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Ir. Hudori, S.T., M.T., Ph.D.

Abstrak

Air merupakan komponen penting dalam kehidupan manusia, sehingga kualitas harus menjadi perhatian utama. Salah satu komponen penting yang memengaruhi kualitas air adalah *Dissolved Organic Matter* (DOM), yang dapat berubah karakteristiknya akibat perlakuan tertentu, seperti pemanasan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan karakteristik DOM dan mengetahui pengaruh dari pemanasan tersebut terhadap konsentrasi DOM pada air. Pengujian dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) UII, dengan parameter yang diuji seperti *fluorescence excitation-emission matrix* (FEEM), UV254, dan *dissolved organic carbon* (DOC). Analisis data dilakukan dengan metode *peak picking* dan uji korelasi Spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sampel air sumur, komponen *tyrosine-like* cenderung mengalami degradasi, sementara fraksi *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* tidak hanya menunjukkan penurunan tetapi juga fenomena peningkatan intensitas fluoresensi pada suhu tertentu. Pada sampel air PDAM, seluruh komponen DOM mengalami penurunan intensitas seiring peningkatan suhu, yang mengindikasikan terjadinya degradasi termal. Sementara itu, pada sampel air embung, fraksi *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* mengalami penurunan, namun komponen *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* relatif lebih stabil dan bahkan menunjukkan peningkatan intensitas fluoresensi setelah pemanasan. Adapun pada sampel air rendaman daun dan *soil organic matter*, semua fraksi DOM menunjukkan perubahan yang fluktuatif. Untuk parameter DOC, hubungan yang cukup kuat akibat pemanasan hanya terlihat pada sampel air sumur dan air rendaman daun.

Kata kunci: *Dissolved Organic Matter*, DOM, FEEM, pemanasan

The Effect of Heating on the Characteristics of Dissolved Organic Matter (DOM) in Water Using the Spectrofluorometer Method

Student : Nurussyifa Afrilia Hidayat
Student Number : 21513177
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Ir. Hudori, S.T., M.T., Ph.D.

Abstract

Water is an essential component of human life; therefore, its quality must be a primary concern. One of the crucial factors affecting water quality is Dissolved Organic Matter (DOM), which can undergo alterations in its characteristics due to specific treatments, such as heating. This study aims to analyze the changes in DOM characteristics and to find out what effect the heating has on the concentrations of DOM in water. The research was conducted at the Environmental Quality Laboratory, Faculty of Civil Engineering and Planning (FTSP), UII, using several parameters, including fluorescence excitation-emission matrix (FEEM), UV254 absorbance, and dissolved organic carbon (DOC). Data analysis was carried out using the peak picking method and spearman rank test. Results show that, in well-water samples, tyrosine-like components tend to degrade, whereas fulvic-like, humic-like, and allochthonous fractions not only decrease but also exhibit increased fluorescence intensity at certain temperatures. In tap-water (PDAM) samples, all DOM fractions decline steadily as temperature rises, indicating thermal degradation. For pond-water samples, tyrosine-like and tryptophan-like fractions decrease, while fulvic-like, humic-like, and allochthonous fractions remain comparatively stable and even display heightened fluorescence after heating. Leaf-leachate and soil-organic-matter samples show fluctuating changes across all DOM fractions. Regarding DOC, a strong temperature–DOC relationship is evident only in well-water and leaf-leachate samples.

Key words: Dissolved Organic Matter, DOM, FEEM, heating

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
Abstrak.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I 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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Dissolved Organic Matter</i> (DOM)	4
2.2 Karakteristik <i>Dissolved Organic Matter</i> (DOM)	4
2.3 Karakterisasi <i>Dissolved Organic Matter</i> (DOM)	5
2.3.1 <i>Fluorescence Excitation-Emission Matrix</i> (FEEM).....	6
2.3.2 Absorbansi UV254	7
2.3.3 <i>Dissolved Organic Carbon</i> (DOC).....	8
2.3.4 Parameter Fisik-Kimia.....	8
2.4 Efek Pemanasan pada Karakteristik DOM.....	9
2.5 Penelitian Terdahulu	10
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.3 Analisis Data.....	15
3.4 Alat dan Bahan	15

3.5	Jenis dan Variabel Penelitian.....	16
3.6	Persiapan Sampel Air	16
3.7	Proses Pemanasan.....	19
3.8	Pengujian Sampel Air.....	19
3.8.1	Parameter Fisik-Kimia.....	19
3.8.2	<i>Fluorescence</i> EEM	22
3.8.3	Absorbansi UV254	23
3.8.4	<i>Dissolved Organic Carbon</i> (DOC).....	23
3.9	Analisis Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Pengujian Parameter Fisik-Kimia Air	27
4.2	Pengujian Parameter DOM.....	29
4.2.1	<i>Fluorescence</i> EEM	29
4.2.2	Absorbansi UV254	51
4.2.3	<i>Dissolved Organic Carbon</i> (DOC).....	57
4.3	Uji Korelasi.....	61
BAB V PENUTUP		64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....		66
LAMPIRAN		74
RIWAYAT HIDUP		82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 3.1 Pengambilan dan Perlakuan Sampel.....	18
Tabel 3.2 Metode Pengukuran Parameter Fisik-Kimia	20
Tabel 3.3 Referensi Metode Pengujian Parameter DOM dan DOC.....	21
Tabel 3.4 Panjang Gelombang Ex/Em untuk Intensitas Fluoresensi.....	23
Tabel 3.5 Tingkat Hubungan <i>Spearman Rank Correlation</i>	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Fisik dan Kimia pada Sampel.....	27
Tabel 4.2 Hasil Absorbansi UV254.....	52
Tabel 4.3 Hasil Pengujian DOC	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi DOM.....	5
Gambar 2.2 Plot Petunjuk Analisis Puncak Ex/Em.....	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Titik Pengambilan Sampel.....	17
Gambar 4.1 Grafik FEEM Blanko.....	30
Gambar 4. 2 Grafik FEEM Air Sumur	31
Gambar 4.3 Perubahan Intensitas <i>Tyrosine-Like</i> pada Air Sumur	32
Gambar 4.4 Perubahan Intensitas <i>Tryptophan-Like</i> pada Air Sumur.....	32
Gambar 4.5 Perubahan Intensitas <i>Fulvic-Like</i> pada Air Sumur	33
Gambar 4.6 Perubahan Intensitas <i>Humic-Like</i> pada Air Sumur.....	34
Gambar 4.7 Perubahan Intensitas <i>Allochthonous</i> pada Air Sumur	35
Gambar 4.8 Grafik FEEM Sampel Air PDAM	36
Gambar 4.9 Perubahan Intensitas <i>Tyrosine-like</i> pada Air PDAM.....	37
Gambar 4.10 Perubahan Intensitas <i>Tryptophan-like</i> pada Air PDAM.....	37
Gambar 4.11 Perubahan Intensitas <i>Fulvic-like</i> pada Air PDAM	38
Gambar 4.12 Perubahan Intensitas <i>Humic-like</i> pada Air PDAM.....	38
Gambar 4.13 Perubahan Intensitas <i>Allochthonous</i> pada Air PDAM.....	39
Gambar 4.14 Grafik FEEM Sampel Air Embung	40
Gambar 4.15 Perubahan Intensitas <i>Tyrosine-like</i> terhadap pada Air Embung.....	41
Gambar 4. 16 Perubahan Intensitas <i>Tryptophan-like</i> pada Air Embung	41
Gambar 4.17 Perubahan Intensitas <i>Fulvic-like</i> pada Air Embung	42
Gambar 4.18 Perubahan Intensitas <i>Humic-like</i> pada Air Embung.....	42
Gambar 4.19 Perubahan Intensitas <i>Allochthonous</i> pada Air Embung.....	43
Gambar 4.20 Grafik FEEM Sampel Air Rendaman Daun	44
Gambar 4.21 Perubahan Intensitas <i>Tyrosine-like</i> pada Air Rendaman Daun.....	45

Gambar 4.22 Perubahan Intensitas <i>Tryptophan-like</i> pada Air Rendaman Daun.....	45
Gambar 4.23 Perubahan Intensitas <i>Fulvic-like</i> pada Air Rendaman Daun.....	46
Gambar 4.24 Perubahan Intensitas <i>Humic-like</i> pada Air Rendaman Daun.....	46
Gambar 4.25 Perubahan Intensitas <i>Allochthonous</i> pada Air Rendaman Daun.....	47
Gambar 4.26 Grafik FEEM pada Sampel <i>Soil Organic Matter</i>	48
Gambar 4.27 Perubahan Intensitas <i>Tyrosine-like</i> pada <i>Soil Organic Matter</i>	49
Gambar 4.28 Perubahan Intensitas <i>Tryptophan-like</i> pada <i>Soil Organic Matter</i>	49
Gambar 4.29 Perubahan Intensitas <i>Fulvic-like</i> pada <i>Soil Organic Matter</i>	50
Gambar 4.30 Perubahan Intensitas <i>Humic-like</i> pada <i>Soil Organic Matter</i>	50
Gambar 4.31 Perubahan Intensitas <i>Allochthonous</i> pada <i>Soil Organic Matter</i>	51
Gambar 4.32 Grafik UV254 pada Air Sumur.....	54
Gambar 4.33 Grafik UV254 pada Air PDAM.....	55
Gambar 4.34 Grafik UV254 pada Air Embung.....	55
Gambar 4.35 Grafik UV254 pada Air Rendaman Daun	56
Gambar 4.36 Grafik UV254 pada <i>Soil Organic Matter</i>	56
Gambar 4.37 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air Sumur.....	58
Gambar 4.38 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air PDAM.....	58
Gambar 4.39 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air Rendaman Daun.....	59
Gambar 4.40 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air Embung	59
Gambar 4.41 Grafik Hubungan Suhu dan DOC <i>Soil Organic Matter</i>	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan Bahan	74
Lampiran 2 Dokumentasi	75
Lampiran 3 Data Hasil Perhitungan FEEM	76
Lampiran 4 Data UV254	79
Lampiran 5 Data DOC	80
Lampiran 6 Uji Korelasi	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan populasi dan padatnya aktivitas manusia dalam beberapa dekade terakhir telah membawa sejumlah tantangan yaitu pencemaran lingkungan (Ahmad, 2009). Terutama Indonesia, sebagai negara berkembang yang menggunakan sungai, danau, kolam, dan kanal untuk memenuhi berbagai kebutuhan, seperti minum, mandi, dan mencuci. Umumnya, segala aktivitas manusia menghasilkan limbah, dimana limbah tersebut akan dibuang ke badan air (Fayomi et al., 2019). Salah satu bentuk pencemaran yang timbul adalah peningkatan kandungan bahan organik terlarut, seperti *Dissolved Organic Matter* (DOM) yang dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air (Rajendiran et al., 2023). Kondisi ini menyebabkan mikroorganisme membutuhkan lebih banyak oksigen untuk mendegradasi bahan organik tersebut (Crapart et al., 2021).

Limbah dari aktivitas manusia juga berpengaruh terhadap peningkatan DOM, yang merupakan senyawa organik yang larut dalam air hasil degradasi sisa tumbuhan dan hewan yang menghasilkan senyawa seperti asam humat, asam fulvat, dan protein (Du et al., 2020). Pada perairan yang terpengaruh oleh urbanisasi dan industrialisasi, perubahan karakteristik DOM dapat diamati melalui sifat optik dan komposisi molekulnya (Chu & Liao, 2024). Oleh karena itu, kandungan DOM dalam perairan perlu dibatasi keberadaannya karena dapat mempercepat proses eutrofikasi yang memicu pertumbuhan alga secara berlebihan (Boyer et al., 2006). Saat alga mati dan terurai, kadar oksigen di air akan berkurang sehingga dapat menurunkan kualitas air untuk konsumsi manusia (Yao et al., 2024).

Berdasarkan penelitian yang ada, keberadaan DOM dalam air baku dapat menimbulkan berbagai masalah sepanjang proses pengolahan, mulai dari pengambilan air baku hingga distribusinya (Yuthawong et al., 2023). Masalah tersebut mencakup peningkatan kebutuhan dosis koagulan, penyumbatan membran, dan pembentukan produk sampingan desinfeksi (*Disinfection By-Products* atau DBPs) (Hudori et al., 2021). Selain itu, DOM juga berdampak negatif pada aspek estetika kualitas air, seperti perubahan warna, munculnya bau, dan rasa yang tidak diinginkan (Zeeshan et al., 2025). Kondisi ini tidak hanya meningkatkan kebutuhan dosis koagulan dan *volume* lumpur yang dihasilkan, tetapi juga mendorong pertumbuhan biologis dalam sistem distribusi air (Hidayah et al., 2019).

Sebagian besar masyarakat Indonesia masih mengandalkan metode merebus air untuk memastikan air layak dikonsumsi (Daniel et al., 2023), terlepas dari sumber airnya. Kebiasaan ini telah berlangsung lama. Perebusan dianggap sebagai metode desinfeksi alami yang efektif untuk membunuh mikroorganisme patogen tanpa menggunakan bahan kimia (Purwantiningsih et al., 2020). Selain itu, praktik merebus air memiliki kemampuan untuk meningkatkan kualitas air dengan mengurangi senyawa-senyawa yang dapat memengaruhi rasa, bau, dan warna. Proses ini dapat membantu menciptakan air yang lebih bersih dan segar untuk dikonsumsi, menunjukkan bahwa merebus air berperan aktif dalam mengolah air agar lebih layak dikonsumsi untuk kebutuhan air minum sehari-hari.

Berdasarkan penelitian Baker (2005) menyebutkan fenomena *thermal quenching*, dimana perubahan suhu dapat menurunkan intensitas fluoresensi pada air. Pemanasan air yang terjadi selama proses perebusan dapat berkontribusi pada penghilangan bahan organik melalui mekanisme degradasi termal. Oleh karena itu, pemanasan ini juga mungkin berpotensi memengaruhi konsentrasi dan karakteristik DOM. Hal ini menjadi peluang untuk mengetahui apakah proses perebusan dapat turut memengaruhi karakteristik DOM.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik DOM pada air, terutama pada kondisi air setelah mengalami proses pemanasan dan apa pengaruhnya terhadap konsentrasi DOM di dalamnya. Kajian ini menawarkan perspektif baru, mengingat penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada karakterisasi DOM tanpa secara spesifik memperhatikan efek pemanasan sebagai variabel kunci. Relevansi penelitian ini semakin nyata karena masyarakat Indonesia memiliki kebiasaan merebus air untuk konsumsi sehari-hari, yang dapat memengaruhi kualitas dan karakteristik air. Oleh karena itu, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi penting dalam aplikasi praktis pengelolaan kualitas air serta memperluas wawasan tentang DOM untuk mendukung pengembangan penelitian lebih lanjut di masa mendatang.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang ada sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan karakteristik *Dissolved Organic Matter* (DOM) sebelum dan setelah mengalami pemanasan?
2. Bagaimana pengaruh pemanasan terhadap konsentrasi *Dissolved Organic Matter* (DOM) pada air?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis perubahan karakteristik *Dissolved Organic Matter* (DOM) pada air sebelum dan setelah pemanasan.
2. Untuk menganalisis pengaruh pemanasan terhadap konsentrasi *Dissolved Organic Matter* (DOM) pada air.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sarana untuk menambah ilmu pengetahuan mengenai *Dissolved Organic Matter* (DOM) di lingkup studi pengolahan air.
2. Sebagai sarana untuk meningkatkan perhatian terhadap pentingnya dampak keberadaan *Dissolved Organic Matter* (DOM) dalam air.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini akan menggunakan berbagai jenis sampel air, meliputi air dari PDAM, air sumur, air permukaan, air rendaman daun, serta *soil organic matter*.
2. Penelitian ini berfokus pada pengujian konsentrasi dan karakteristik *Dissolved Organic Matter* (DOM).
3. Parameter lainnya yang akan diuji yaitu suhu, pH, kekeruhan, *Fluorescence Excitation Emission Matrix* (FEEM), UV254, dan *Dissolved Organic Carbon* (DOC).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Dissolved Organic Matter (DOM)*

Dissolved Organic Matter (DOM) merupakan bagian dari *Natural Organic Matter (NOM)*, adalah campuran kompleks dan heterogen dari senyawa organik yang berasal dari berbagai sumber (Sururi et al., 2020). Di perairan, senyawa yang membentuk DOM mampu mengendalikan proses ekologi dengan mempengaruhi pH, menjadi substrat untuk reaksi yang akan dimediasi oleh mikroba dan mempengaruhi ketersediaan nutrisi (Aiken, 2014).

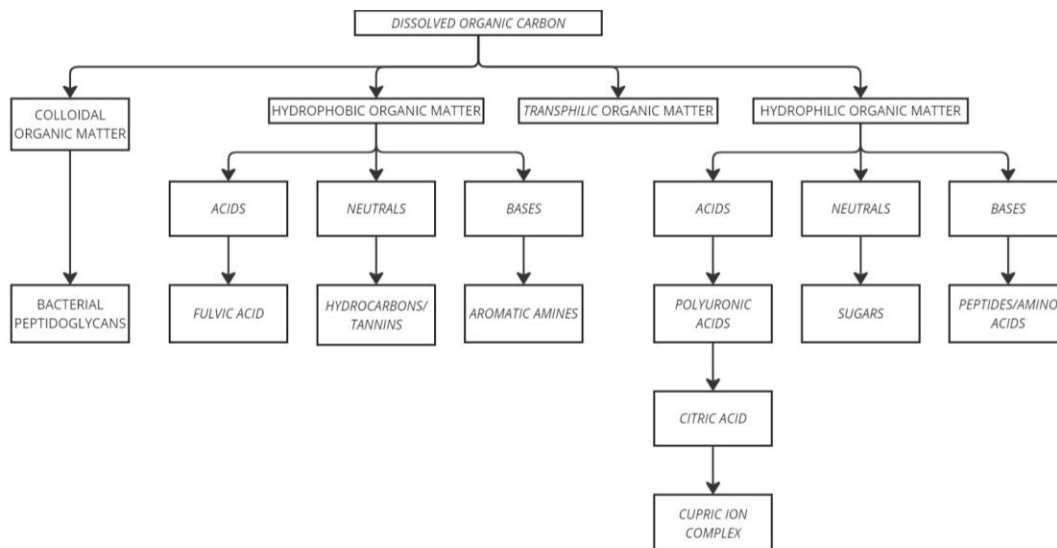
Keberadaan DOM dalam sumber air baku dapat menjadi tantangan bagi operasional pengolahan air konvensional. DOM dapat menyebabkan peningkatan dosis bahan kimia yang diperlukan untuk proses koagulasi, pembentukan kerak pada membran, dan korosi bahan pipa dalam sistem distribusi air. Dalam pengolahan air konvensional, klorinasi dapat dilakukan baik selama pra-pengolahan maupun selama desinfeksi setelah filtrasi sebagai tahap akhir pengolahan air. Namun, pada proses klorinasi air yang mengandung DOM akan menimbulkan pembentukan produk sampingan desinfeksi atau dikenal dengan *Disinfection by products (DBPs)* (Sururi et al., 2020).

DBPs merupakan salah satu efek yang berpotensi akibat adanya bahan organik alami atau DOM. DBPs yang paling umum ditemui adalah *trihalomethanes (THMs)* dan *haloacetic acids (HAAs)*, yang bersifat karsinogenik, hepatoksik, dan mutagenik (Hidayah et al., 2019). DBPs dalam air minum dapat menyebabkan kanker pada manusia. Studi epidemiologis telah menunjukkan bahwa paparan manusia terhadap DBPs dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker kandung kemih dan efek kesehatan negatif lainnya (Fang et al., 2021).

2.2 Karakteristik *Dissolved Organic Matter (DOM)*

Komponen utama pada DOM 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 DOM 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 (poli-sakarida, asam amino, protein, dan lain-lain) dan sisanya komponen transfilik (Ibrahim & Aziz, 2014).

Konsentrasi DOM dalam perairan seringkali lebih tinggi dari lahan basah. Dalam perairan yang tidak terlalu tinggi kandungan garamnya, DOM bisa menjadi zat dominan dalam padatan terlarut. DOM menyebabkan air menjadi berwarna, hal itu disebabkan oleh adanya struktur aromatik dan ikatan rangkap dalam zat humik dan asam hidrofilik. DOC menjadi parameter yang paling umum karena mencakup sekitar setengah dari massa DOM (Qualls, 2013). Karakteristik DOM dapat dipelajari berdasarkan sifat-sifat polaritas (hidrofobik atau hidrofilik), sifat asam, netral, atau basa, serta tipe kompleksitas senyawa. Hal ini memungkinkan fraksi DOM dapat diukur secara kuantitatif. Dengan cara ini, setiap fraksi dapat dikarakterisasi lebih detail. Fraksinasi DOM juga mampu mengidentifikasi koloid peptidoglikan dari dinding sel bakteri, yang ternyata menyumbang bagian besar dari DOC dalam banyak sampel air di permukaan. Gambaran klasifikasi DOM ini dijelaskan lebih lanjut dalam sebuah diagram pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Klasifikasi DOM

Sumber : (Leenheer, 2003)

2.3 Karakterisasi *Dissolved Organic Matter* (DOM)

Karakterisasi DOM yang utama dapat dilakukan berdasarkan subdivisi dari TOC yaitu DOC dan absorbansi UV. Di lingkungan perairan, tingginya nilai DOC menunjukkan rendahnya kandungan senyawa aromatik atau lebih banyaknya DOM yang berasal dari aktivitas antropogenik. Biasanya, karakterisasi DOM dilakukan dengan menggunakan absorbansi UV. Indeks ini dihitung dengan membagi nilai absorbansi DOM pada panjang

gelombang UV254 dengan DOC, sehingga memberikan informasi tentang tingkat aromatisitas DOM (Vogt et al., 2023). Selain itu, *Fluorescence Excitation-Emission Matrix* (FEEM) umumnya digunakan untuk mengetahui lebih lanjut karakteristik spektroskopi DOM. Indeks spektroskopi dari FEEM dapat memberikan informasi mengetahui proporsi struktural dari DOM. Data FEEM selanjutnya dapat dianalisis menggunakan metode yang dikenal dengan *peak picking*, *Fluorescence Regional Integration* (FRI), *Principal Component Analysis* (PCA), *Parallel Factor* (PARAFAC), *Self-organizing Map Analysis*, *Prior Linear Decomposition* (PLD) (Chen & Yu, 2021).

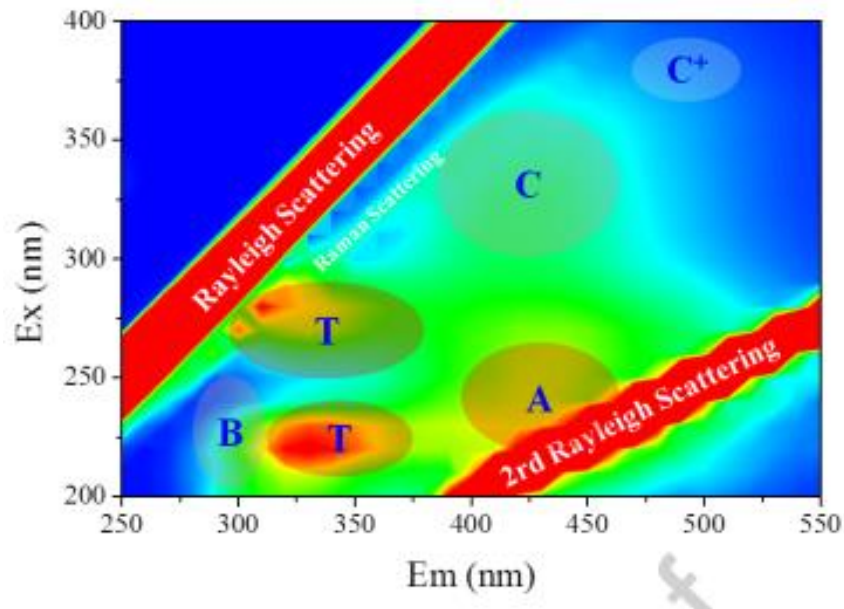
2.3.1 *Fluorescence Excitation-Emission Matrix* (FEEM)

FEEM menjadi parameter yang datanya dapat dikumpulkan dalam berbagai cara (Leenheer, 2003). Karakterisasi ini umumnya dilakukan dengan menggunakan pasangan panjang gelombang eksitasi-emisi untuk mengidentifikasi fluorofor berdasarkan posisi puncak fluoresensi pada plot kontur FEEM. Puncak-puncak tersebut membantu membedakan antara DOM tipe humik, yang memiliki panjang gelombang emisi lebih panjang (>350 nm), dan DOM tipe protein, yang memiliki panjang gelombang emisi lebih pendek (350 nm) (W. Chen & Yu, 2021). Data yang dikumpulkan dapat disajikan berdasarkan lokasi puncak *fluorescence* pada plot kontur FEEM (Aiken, 2014). FEEM diusulkan sebagai parameter DOM penting untuk memprediksi potensi pembentukan trihalometana, baik pada air baku maupun air yang telah diolah dengan proses konvensional (Sururi et al., 2020).

Spektroskopi fluoresensi telah banyak diteliti dalam studi-studi sebelumnya terkait penggunaannya sebagai indikator efektivitas pengolahan air serta kualitas air hasil olahan. Secara khusus, telah ditemukan korelasi antara intensitas fluoresensi pada berbagai puncak FEEM dengan parameter kualitas air yang umum digunakan, seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Carbon* (TC), dan *Dissolved Organic Carbon* (DOC) (Sgroi et al., 2017).

Keberadaan parameter fluoresensi pada DOM dapat diukur menggunakan metode yang disebut *peak picking*, yang memungkinkan identifikasi komponen fluoresen berdasarkan puncak pada pasangan panjang gelombang eksitasi/emisi (Ex/Em). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, terdapat enam pasang puncak fluoresensi eksitasi/emisi (Ex/Em) pada DOM, yaitu: puncak B (struktur menyerupai tirosin, 230/300 nm), puncak T (struktur menyerupai triptofan dengan dua cincin aromatik, 230 dan 280/330 nm), puncak A (struktur menyerupai humik dengan cincin aromatik, 250/400-450

nm), puncak C (struktur menyerupai humik dengan dua atau lebih cincin aromatik, 300-350/400-460 nm), dan puncak C+ (struktur allochthonous dengan dua atau lebih cincin aromatik atau zat yang dihasilkan secara mikroba, 380/480 nm) (Chen & Yu, 2021).



Gambar 2.2 Plot Petunjuk Analisis Puncak Ex/Em

Sumber : (W. Chen & Yu, 2021)

2.3.2 Absorbansi UV254

Absorbansi UV254 sering digunakan untuk mengidentifikasi jumlah dan variasi struktural komponen DOM. Parameter ini menjadi pilihan karena alatnya mudah digunakan, respon yang cepat, dan sensitivitas yang tinggi. Interaksi senyawa organik dengan sinar ultraviolet biasa digunakan untuk menentukan struktur molekul dari senyawa organik (Suharti, 2017). Penyerapan cahaya sinar *visible* dan sinar ultraviolet pada air banyak dikaitkan dengan pengujian kromofor aromatik yang terdapat dalam molekul DOM, utamanya kromofor DOM yang bersifat humik, mudah larut dalam air (Leenheer, 2003).

Dalam penggunaan spektrofotometer sangat sensitif terhadap struktur kimia dan struktur-struktur yang menyerap cahaya disebut sebagai kromofor (Aiken, 2014). Kromofor merupakan molekul atau bagian molekul yang mengabsorpsi sinar dengan kuat di daerah UV-*visible* (Suharti, 2017).

Sebagaimana ditunjukkan oleh banyak penelitian, spektrum UV-*visible* dari DOM umumnya luas dan hampir tidak memiliki fitur yang jelas karena banyaknya jenis

kromofor yang mungkin ada dan tidak ada yang memiliki spektrum yang mudah dibedakan. Namun, sebagian besar penelitian pada air hanya membatasi pengumpulan data pada serapan 254 nm, yang berperan sebagai indikator kasar dari keberadaan DOM, sebagai indikator penentuan kandungan karbon aromatik dari sejumlah besar fraksi DOM (Leenheer, 2003).

2.3.3 Dissolved Organic Carbon (DOC)

Istilah *Dissolved Organic Carbon* (DOC) mewakili keberadaan total karbon organik dalam larutan yang melewati filter 0,45 mikrometer karena karbon merupakan sebagian besar dari komposisi unsur materi organik (sekitar 67%) sehingga DOM sering diukur berdasarkan kandungan karbonnya atau disebut sebagai DOC (Bolan et al., 2011).

Pengukuran DOC merupakan bagian penting dari banyaknya studi kualitas air. Metode yang umum digunakan untuk penentuan DOC melibatkan oksidasi bahan organik dengan pengukuran kuantitatif Karbon Dioksida (CO_2) yang terbentuk selanjutnya. Oksidasi dapat dilakukan dalam fase gas dengan melewati sampel melalui katalis pada suhu tinggi atau dengan oksidasi basah (Goulden & Brooksbank, 1975). Kadar CO_2 yang terkuantifikasi kemudian dikonversi menjadi konsentrasi TOC dalam sampel air asli berdasarkan konsentrasi karbon organik standar yang telah ditentukan sebelumnya (Najm et al., 2000). Metode TOC merupakan teknik yang dapat menggambarkan kandungan organik dari berbagai sampel air maupun limbah (Langsa, 2008).

2.3.4 Parameter Fisik-Kimia

Parameter fisika dan kimia adalah pengukuran dasar yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan dalam sampel uji. Salah satu parameter utama adalah pH, yang mencerminkan tingkat keasaman atau alkalinitas air berdasarkan konsentrasi ion H^+ . Ion H^+ ini memainkan peran penting dalam reaksi kimia di perairan dan menunjukkan keseimbangan antara sifat asam dan basa. Nilai pH yang ideal biasanya berada dalam rentang 6 hingga 9, sesuai dengan standar mutu air. Air dengan pH di bawah 6 sering dianggap tercemar, karena menunjukkan adanya senyawa seperti sulfat atau fosfor yang dapat membahayakan ekosistem, termasuk kehidupan biota air. Di sisi lain, pH di atas 8 menandakan potensi pencemaran karena sifat air yang sangat basa biasanya terkait dengan kadar padatan terlarut yang tinggi, yang dapat mengurangi kualitas air untuk keperluan tertentu (Asnawi et al., 2023). Namun, nilai pH sendiri tidak dapat mewakili keberadaan bahan organik dalam air.

Selain pH, parameter konvensional lain yang umum diuji adalah kekeruhan, yang mengindikasikan keberadaan partikel tersuspensi dalam air. Kekeruhan air memiliki kaitan yang erat dengan kandungan bahan organik di dalamnya. Hubungan antara DOM dan kekeruhan bersifat kompleks, karena DOM dapat berkontribusi pada meningkatnya partikel tersuspensi dalam air. Hal ini menyebabkan peningkatan tingkat kekeruhan, khususnya pada air baku yang akan diolah dalam unit pengolahan.

Suhu memiliki dampak signifikan terhadap kualitas air karena perubahan suhu dapat memengaruhi berbagai proses kimiawi yang berlangsung dalam air. Peningkatan suhu dapat meningkatkan laju reaksi kimia dan metabolisme mikroorganisme, yang akan mempercepat dekomposisi bahan organik dalam air (Carvalho et al., 2005). Proses ini membutuhkan lebih banyak oksigen, yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Selain itu, suhu yang lebih tinggi dapat memengaruhi sifat fisik dan kimia bahan organik terlarut, seperti peningkatan kelarutan dan reaktivitasnya.

2.4 Efek Pemanasan pada Karakteristik DOM

Sifat fluoresensi dari DOM sangat dipengaruhi oleh sifat fisika-kimia air alami, yang dapat memengaruhi fluoresensi DOM melalui peningkatan, pengurangan, atau perubahan karakteristiknya. Fluoresensi DOM berkaitan dengan komponen kimia yang membentuknya, yang mencerminkan sumber DOM serta ukuran dan massa molekulnya. Berbagai reaksi antara molekul penyerap cahaya atau fluorofor dengan lingkungan sekitarnya dapat terjadi, termasuk proses termal (Osburn et al., 2014).

Salah satunya adalah proses *thermal quenching*, fenomena penurunan intensitas fluoresensi akibat peningkatan suhu. Penurunan intensitas pada DOM bervariasi tergantung jenis komponen dalam DOM itu sendiri. Komponen DOM yang mengandung *tryptophan* bebas, umumnya berasal dari limbah domestik atau biologis menunjukkan tingkat penurunan yang tinggi hingga mencapai 35–50%. Sebaliknya, senyawa seperti *fulvic* dan *humic acid* yang berasal dari sumber alami atau hasil dekomposisi jangka panjang memiliki struktur molekul yang lebih kompleks dan terlindung, sehingga menunjukkan penurunan yang relatif rendah, yaitu sekitar 20–25% (Baker, 2005).

Penelitian oleh Sun et al. (2016) menunjukkan bahwa perubahan suhu pra-perlakuan secara signifikan memengaruhi karakteristik fluoresensi dari DOM dalam lumpur limbah. Dengan menggunakan metode spektroskopi FEEM, studi ini menemukan bahwa peningkatan suhu dari 65°C hingga 121°C menghasilkan pola perubahan intensitas fluoresensi yang tidak linear. Suhu 80°C terbukti paling optimal dalam meningkatkan fraksi DOM yang mudah

terurai, terutama produk mikroba sekaligus meminimalkan pembentukan senyawa humik yang bersifat resisten. Hasil ini menegaskan bahwa pemanasan memiliki peran penting dalam modifikasi struktur kimia DOM yang dapat terdeteksi melalui FEEM.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berperan penting sebagai referensi dan acuan dalam penelitian ini. Keberadaan penelitian sebelumnya tidak hanya memperkuat teori, tetapi juga memperkaya pembahasan yang dilakukan. Dengan mengacu pada hasil-hasil penelitian terdahulu, penelitian ini dapat memiliki dasar yang lebih kokoh dan mendalam. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan mendukung.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

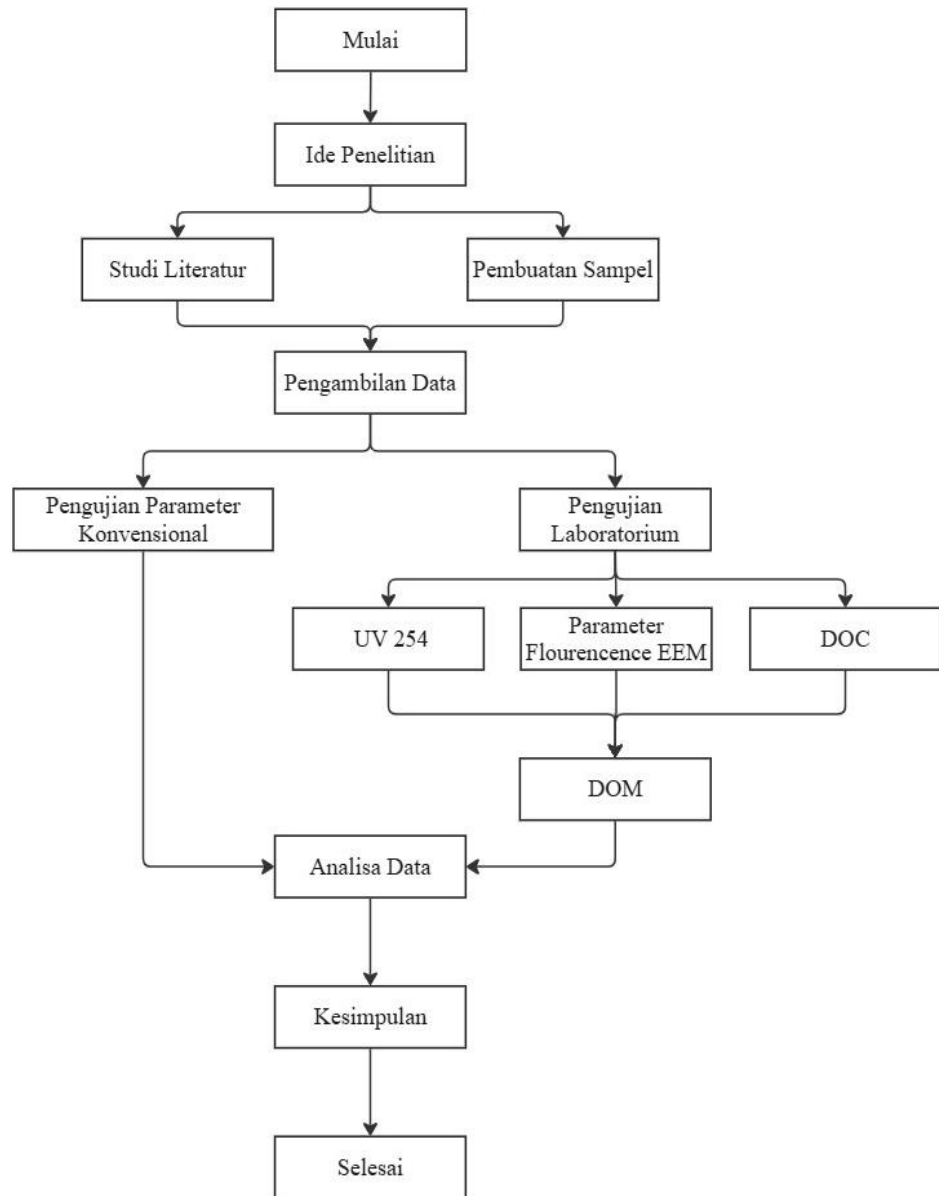
Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Kaitan
Carstea et al. (2014)	<i>Characterisation of dissolved organic matter fluorescence properties by PARAFAC analysis and thermal quenching</i>	DOM meningkat secara linear seiring dengan penurunan suhu hingga 0°C. Komponen DOM yang dianalisis yaitu <i>humic-like</i> dan <i>tryptophan-like</i> menunjukkan respon terhadap perubahan suhu tergantung pada jenis air dan lingkungannya. Studi ini menunjukkan bahwa <i>quenching</i> dapat mengungkap karakteristik komposisi DOM yang berbeda	Belum membahas fenomena penurunan DOM saat kenaikan suhu
Osburn et al. (2014)	<i>Physicochemical Effects on Dissolved Organic Matter Fluorescence in Natural Waters</i>	Penelitian ini menunjukkan bagaimana sifat fisika-kimia air mampu memengaruhi karakteristik fluoresensi DOM. Dimana suhu memengaruhi <i>quenching</i> melalui peningkatan konversi internal dalam fluorofor, dengan komponen protein lebih rentan dibandingkan materi humik	Pengamatan terbatas pada sampel perairan alami saja, belum ada sampel buatan
Baker (2005)	<i>Thermal fluorescence quenching properties of dissolved organic matter</i>	Penelitian ini mengkaji pengaruh suhu terhadap intensitas fluoresensi dari DOM pada sampel air sungai, air limbah, dan standar bahan organik. Ditemukan bahwa peningkatan suhu dari 10 hingga 45 °C menyebabkan penurunan intensitas <i>fluorescence</i> , yang dikenal sebagai <i>thermal quenching</i> . Penurunan paling signifikan terjadi pada tipe <i>tryptophan-like</i> dibandingkan dengan <i>fulvic-like</i>	Hanya mengamati intensitas fluoresensi sampai suhu 45 °C dan hanya terbatas pada komponen <i>tryptophan</i> dan <i>fulvic-like</i>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan secara sistematis. Adapun tahapan penelitiannya sebagaimana dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang dilaksanakan pada bulan November 2024 – Mei 2025, dengan fokus identifikasi kandungan DOM pada air dari PDAM, air sumur, air permukaan, air rendaman daun, serta *soil organic matter*.

3.3 Analisis Data

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan dasar teori yang relevan sebagai acuan dalam penelitian ini. Referensi yang terkumpul digunakan sebagai pedoman dalam merancang dan melaksanakan penelitian, mencakup dasar teori, metode yang digunakan, serta studi-studi sebelumnya yang sejalan dengan topik penelitian. Sumber-sumber literatur ini dapat berupa jurnal, buku, dan referensi lain yang mendukung.

3.4 Alat dan Bahan

Alat Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Botol Sampel 500 mL (10 buah)
2. Botol sampel 1000 mL (5 buah)
3. Gelas Beaker 2000 mL (2 buah)
4. Botol Duran 250 mL (24 buah)
5. *Spectrofluorometer (Shimadzu RF-6000)*
6. Spektrofotometri (*Hitachi UH-5300*)
7. *TOC Analyzer*
8. *Hot Plate* (2 buah)
9. Turbidimeter (1 buah)
10. pH Meter (1 buah)
11. Termometer (1 buah)
12. Kertas Saring *Membrane Filter 0,45 μm* (24 lembar)
13. Pompa Vakum (1 buah)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Air PDAM

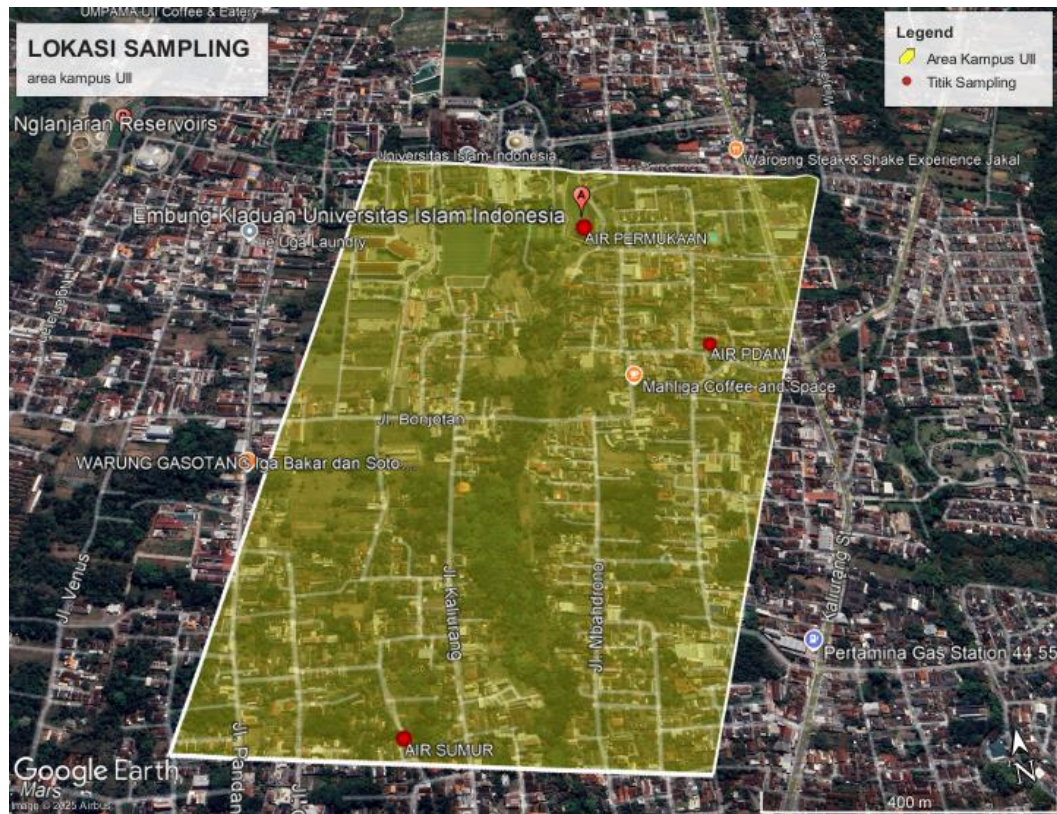
2. Air Sumur
3. Air Permukaan
4. Air Rendaman Daun (*Plant-derived Organic*)
5. *Soil Organic Matter*
6. Akuades (Blanko)

3.5 Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan variabel utama berupa parameter uji DOM yang meliputi FEEM, UV254, dan DOC. Sementara itu, variabel pendukungnya adalah parameter konvensional seperti pH, suhu, dan kekeruhan. Data yang diperoleh dari pengujian sampel di laboratorium kemudian dianalisis.

3.6 Persiapan Sampel Air

Sampel yang dianalisis mencakup berbagai sumber air di pemukiman masyarakat, seperti air PDAM, air permukaan/embung, dan air sumur. Pengambilan sampel berasal dari sumber air bersih yang didapatkan dari tempat tinggal/rumah kos di sekitar kampus UII. Sedangkan air permukaan diambil dari Embung Klakuan UII. Untuk air PDAM berasal dari PDAM Sleman Unit Ngemplak. Artinya, ada 3 titik sampel dari sumber tersebut. Berikut ini lokasi titik sampling di sekitar Kampus UII ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Titik Pengambilan Sampel

Selain itu, sampel buatan juga disiapkan, termasuk air rendaman daun dan air yang dicampur dengan tanah menjadi *soil organic matter*. Proses pembuatan sampel akan dimulai dengan mengumpulkan serasah daun kemudian ditimbang dengan neraca analitik sampai mencapai 50 gram cukup untuk akumulasi bahan organik pada 3 liter air. Begitu juga dengan sampel tanah, diambil pada bagian *top soil* yang kaya akan bahan organik dan mikroorganisme aktif. Proses perendaman dilakukan selama 2-5 hari untuk memastikan akumulasi kandungan organik pada air terjadi secara sempurna.

Selanjutnya semua sampel diambil pada pagi hari dan segera diuji pada hari yang sama di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII untuk menghindari perubahan sifat fisik dan kimia. Air sampel diambil langsung dari keran di setiap rumah kos menggunakan botol bersih yang telah dibilas sebelumnya dengan sampel sebanyak 3 kali. Volume sampel yang diambil adalah 3 liter untuk setiap sampel. Selanjutnya, masing-masing sampel disisihkan sebanyak 2 liter untuk proses pemanasan pada waktu yang telah ditentukan untuk mencapai suhu tertentu. Uraian

metode pengambilan dan perlakuan setiap sampel dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Pengambilan dan Perlakuan Sampel

Nama Sampel	Metode Sampling	Volume yang diambil (Liter)	Perlakuan Sampel
Air Sumur	Sesuai SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah	3	1. Analisis parameter konvensional. 2. Dipanaskan untuk mencapai suhu tertentu. 3. Analisis <i>fluorence Intensity</i> dan UV254.
Air Permukaan	Sesuai SNI 8995:2021	3	1. Analisis parameter konvensional. 2. Dipanaskan untuk mencapai suhu tertentu. 3. Analisis <i>fluorence Intensity</i> dan UV254.
Air PDAM	Sesuai SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah	3	1. Analisis parameter konvensional. 2. Dipanaskan untuk mencapai suhu tertentu. 3. Analisis <i>fluorence Intensity</i> dan UV254.
Air Rendaman Daun	-	3	1. Pembuatan sampel dan perendaman bahan selama dua hari untuk ekstraksi senyawa organik. 2. Analisis parameter konvensional. 3. Dipanaskan untuk mencapai suhu tertentu 4. Analisis <i>fluorence Intensity</i> dan UV254.
<i>Soil organic matter</i>	-	3	1. Pembuatan sampel dan perendaman bahan selama dua hari untuk ekstraksi senyawa organik. 2. Analisis parameter konvensional. 3. Dipanaskan untuk mencapai suhu tertentu 4. Analisis <i>fluorence Intensity</i> dan UV254.

3.7 Proses Pemanasan

Setiap sampel sebanyak 2 liter dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan tiga variasi waktu pemanasan yang berbeda untuk mencapai suhu yang diinginkan. Pemanasan dilakukan selama waktu yang telah ditentukan, yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Kemudian suhu sampel diukur menggunakan termometer. Dari proses ini, diperoleh 4 variasi suhu yang berbeda, suhu awal sampel air dan 3 suhu. Pemanasan dilakukan dalam gelas beaker berukuran 2 liter. Pada setiap variasi waktu, sampel air diambil untuk diukur suhunya menggunakan termometer raksa. Setelah pemanasan selesai, sampel dibiarkan hingga suhunya turun dan stabil di suhu ruang. Kemudian, sampel disaring menggunakan alat vakum dan kertas saring dengan ukuran pori 0,45 μm . Setelah itu, hasil saringan dimasukkan ke dalam botol duran 250 ml untuk analisis lebih lanjut terhadap parameter FEEM dan UV254 di Laboratorium Kualitas Lingkungan.

3.8 Pengujian Sampel Air

Parameter yang diuji pada sampel air meliputi parameter fisik-kimia, parameter FEEM, absorbansi UV254, dan DOC. Parameter tersebut digunakan untuk menggambarkan karakteristik DOM dalam sampel air. Pengujian parameter fisik-kimia dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan.

3.8.1 Parameter Fisik-Kimia

Pengujian sampel air yang dilakukan meliputi parameter fisik-kimia air yang berupa suhu, kekeruhan, dan pH untuk mengetahui kondisi lingkungan yang dilakukan pada sampel uji. Metode pengujian sampel air untuk parameter fisik-kimia mengikuti acuan teori yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Metode Pengukuran Parameter Fisik-Kimia

No	Parameter	Satuan	Metode/Alat	Acuan
1	pH	-	pH Meter	SNI 06-6989.11-2019
2	Kekeruhan	NTU	Turbidimetri	SNI 06-6989.25-2005
3	Suhu	°C	Termometer	SNI 06-6989.23-2005

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya. Elektroda pH meter dibersihkan terlebih dahulu menggunakan akuades, kemudian dikeringkan secara ringan menggunakan tisu. Sampel air dipindahkan ke dalam gelas beaker 100 mL, lalu elektroda dicelupkan ke dalam sampel tersebut. Pembacaan hasil dilakukan setelah nilai yang ditampilkan pada layar pH meter menunjukkan kondisi stabil. Prosedur pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-6989.11-2019 tentang Metode Pengujian Air dan Air Limbah Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan alat ukur pH Meter.

Pengukuran kekeruhan dilakukan menggunakan alat turbidimeter yang telah dinyalakan dan dikalibrasi. Sampel air dimasukkan ke dalam kuvet hingga sekitar 80% dari volume wadah uji, kemudian dibersihkan bagian luar kuvet dengan tisu untuk menghindari gangguan pembacaan. Pengukuran dilakukan hingga alat menunjukkan hasil yang stabil, kemudian nilai kekeruhan dicatat. Sebelum digunakan untuk sampel berikutnya, kuvet dibilas dengan akuades sebanyak dua kali agar tidak terjadi kontaminasi silang antar sampel. Prosedur pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-6989.25-2005 tentang Metode Pengujian Kekeruhan pada Air dan Air Limbah.

Pengukuran suhu air menggunakan termometer raksa, pertama-tama pastikan termometer berada dalam kondisi baik dan kolom raksa tidak terputus. Kemudian, masukkan bagian ujung bawah termometer yang berisi raksa ke

dalam air dan diukur suhunya. Pastikan termometer tidak menyentuh dinding atau dasar wadah agar hasil pengukuran tetap akurat. Biarkan termometer berada dalam air selama beberapa menit hingga kolom raksa berhenti bergerak dan mencapai titik stabil. Setelah itu, angkat termometer secara perlahan dan segera baca skala suhu pada tempat di mana ujung kolom raksa berhenti. Bacalah skala pada posisi sejajar mata agar hasil pembacaan tidak meleset. Termometer dibersihkan kembali menggunakan akuades sebanyak dua kali sebelum digunakan pada sampel berikutnya.

Dalam penelitian ini, penentuan kualitas air dilakukan dengan menganalisis beberapa parameter kimia menggunakan metode instrumental yang sesuai dengan standar acuan yang diakui. Tiga parameter utama yang dianalisis meliputi FEEM, UV254, dan DOC. Masing-masing parameter memiliki metode pengukuran tersendiri serta mengacu pada literatur dan standar yang telah banyak digunakan dalam kajian kualitas air. Rincian parameter, metode yang digunakan, satuan pengukuran, serta sumber acuan tertera dalam Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Referensi Metode Pengujian Parameter DOM dan DOC

No	Parameter	Metode/Alat	Satuan	Acuan
1	FEEM	Spektrofluorometer	FI	<i>Guo, L., Lu, M., Li, Q., Zhang, J., Zong, Y., & She, Z. (2014). Three-dimensional fluorescence excitation-emission matrix (EEM) spectroscopy with regional integration analysis for assessing waste sludge hydrolysis treated with multi-enzyme and thermophilic bacteria. Bioresource Technology, 171, 22–28</i>
2	UV 254	Spekrofotometer UV-Vis	-	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition Section 5910</i>

No	Parameter	Metode/Alat	Satuan	Acuan
3	DOC	Total Organic Carbon (TOC) Analyzer	mg/L	Jennings, D. E., et al. (2018). "A dissolved organic carbon (DOC) analyzer capable of detecting sub- μ M DOC differences in natural fresh waters: A proof of concept study." <i>Limnology and Oceanography: Methods</i> .

3.8.2 Fluorescence EEM

Pada parameter ini, keberadaan DOM pada sampel diuji menggunakan alat spektrofлуorometer Shimadzu RF-6000 pada suhu ruangan. Pada pengujian sampel, langkah pertama adalah menyiapkan sampel yang telah disaring menggunakan kertas filter dengan ukuran sekitar 0,45 μ m. Selanjutnya, instrumen dihidupkan dan dibiarkan selama sekitar 15 menit untuk memastikan kondisi stabil sebelum melakukan pembacaan. Pengukuran dimulai dengan menggunakan blanko sebelum sampel diuji. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan diletakkan pada instrumen. Kuvet harus dibersihkan sebelum dan sesudah pengujian untuk mencegah kontaminasi antar sampel. Pemindaian dilakukan pada rentang panjang gelombang eksitasi 220 nm hingga 450 nm dan panjang gelombang emisi 250 nm hingga 580 nm dengan interval 5 nm, serta bandwidth eksitasi dan emisi 5 nm sesuai dengan acuan literatur. Setelah semua sampel diuji, hasilnya disimpan dalam format gambar dan Excel untuk analisis data lebih lanjut. Data dianalisis dengan metode *peak picking*, metode ini memungkinkan pemisahan fraksi DOM menjadi *protein-like* atau *humic-like* berdasarkan pola puncak yang teridentifikasi. Untuk menentukan posisi puncak setiap fraksi DOM dapat menggunakan matriks eksitasi-emisi yang dapat dilihat dalam Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4 Panjang Gelombang Ex/Em untuk Intensitas Fluoresensi

<i>Peak Label</i>	<i>Excitation maximum (nm)</i>	<i>Emission maximum (nm)</i>	<i>Description of Fluorophores</i>
B	230	300-330	<i>Tyrosine-like structure</i>
T1	230	330-380	<i>Tryptophan-like structure</i>
T2	280	330-380	<i>Tryptophan-like structure</i>
A	250	400-450	<i>Fulvic-like structure</i>
C	300-350	440-460	<i>Humic-like structure</i>
C+	380	480-500	<i>Allochthonous structure with microbial by product</i>

3.8.3 Absorbansi UV254

Pada pengujian sampel, hal pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan sampel untuk dianalisis. Sampel diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis Hitachi UH-5300. Panjang gelombang yang digunakan dimulai dari 220-580 nm, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui gambaran komposisi DOM secara menyeluruh, termasuk humik, fulvik, dan protein (Knapik et al., 2014), sedangkan panjang gelombang 254 nm dipilih secara spesifik karena berhubungan erat dengan kandungan senyawa aromatik dalam DOM. Pengukuran diawali dengan menggunakan blanko sebelum menguji sampel yang bertujuan untuk mengkalibrasi alat dan menghilangkan pengaruh absorbansi dari kuvet yang digunakan. Setelah itu, sampel diuji dengan memasukkannya ke dalam kuvet dan dimasukkan ke dalam instrumen. Pengujian dilakukan secara duplo untuk memastikan konsistensi hasil pembacaan absorbansi.

3.8.4 Dissolved Organic Carbon (DOC)

Pengujian *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dilakukan satu kali pengujian saat pelaksanaan penelitian dan dilakukan di Laboratorium Terpadu UII. Pengujian sampel dilakukan menggunakan alat *Total Organic Carbon Analyzer-5000A*. Pengukuran DOC dengan *TOC Analyzer* merk Shimadzu L

Series merupakan metode standar untuk menilai kandungan karbon organik terlarut.

Sebelum dilakukan analisis, sampel air terlebih dahulu disaring menggunakan membran berukuran pori 0,45 μm untuk menghilangkan material tersuspensi. Setelah itu, sampel diawetkan dengan penambahan asam kuat, seperti asam fosfat, yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan karbon anorganik melalui proses penggelembungan gas. Metode ini dikenal memiliki tingkat presisi dan sensitivitas yang tinggi, sehingga mampu mengidentifikasi perubahan kecil dalam kadar DOM, dan sangat sesuai digunakan dalam pemantauan kualitas air (Jennings et al., 2018).

3.9 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 DOM yang terdapat dalam air sampel menggunakan alat Spektrofluorometer. Setelah melakukan pengelompokan puncak dapat diketahui fraksi DOM pada air sampel termasuk ke dalam protein-like atau humic-like.

Setelah pengelompokan puncak, dilakukan uji korelasi antara parameter FEEM, UV 254, dan DOC untuk mengevaluasi hubungan antara ketiga parameter tersebut. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menggambarkan karakteristik DOM berdasarkan parameter-parameter DOM serta parameter lapangan yang telah diuji.

Hubungan antara parameter tersebut dapat dianalisis menggunakan metode statistik seperti uji korelasi Pearson dan uji-t berpasangan. Uji korelasi digunakan untuk menilai sejauh mana keterkaitan antara dua variabel, apakah keduanya saling memengaruhi atau tidak. Semakin besar nilai korelasinya, semakin kuat pula hubungan antara kedua variabel tersebut. Korelasi dianggap kuat jika mendekati nilai 1, dan semakin lemah jika mendekati angka 0. Rumus dasar dari uji korelasi Pearson sebagai 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

Uji-t berpasangan merupakan salah satu metode statistik parametrik yang digunakan untuk membandingkan dua nilai rata-rata dari kelompok data yang saling berpasangan, yaitu data yang berasal dari subjek atau objek yang sama namun diukur dalam dua kondisi yang berbeda, misalnya sebelum dan sesudah perlakuan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kondisi tersebut. Dalam penerapannya, uji-t berpasangan menghitung selisih antara setiap pasangan data, kemudian menguji apakah nilai rata-rata dari selisih tersebut secara statistik berbeda dari nol. Jika nilai p yang dihasilkan kurang dari tingkat signifikansi yang ditentukan biasanya 0.05 atau $\alpha=5\%$ antar variabel dependen dan variabel independennya, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kondisi yang dibandingkan.

Nilai t hasil perhitungan dari sampel digunakan sebagai dasar untuk menguji apakah terdapat hubungan yang signifikan antara parameter DOM, dengan hipotesis yang dirumuskan sebagai berikut:

$H_0: r = 0$, yang berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antar parameter.

$H_1: r \neq 0$, yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antar parameter.

Keputusan untuk menerima atau menolak hipotesis nol (H_0) dalam pengujian ini ditentukan berdasarkan nilai signifikansi (p -value) dari hasil uji-t, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas dan variabel terikat.

2. Sebaliknya, jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh yang signifikan antara kedua variabel yang dianalisis.

Jika data yang diuji tidak memenuhi asumsi normalitas berdasarkan hasil uji normalitas, maka analisis korelasi dapat dilakukan menggunakan metode Spearman Rank Correlation. Metode ini merupakan bagian dari statistik non-parametrik yang tidak memerlukan asumsi distribusi normal pada data. Korelasi Spearman digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel, terutama jika data berskala ordinal atau jika data kuantitatif tidak memenuhi syarat normalitas. Tingkat hubungan antara kedua variabel dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tingkat Hubungan *Spearman Rank Correlation*

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 – 1,00	Sangat Kuat

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Parameter Fisik-Kimia Air

Pengujian terhadap parameter fisik dan kimia air dilakukan untuk mengetahui kondisi kualitas air dari berbagai sumber yang diuji. Parameter yang dianalisis meliputi suhu, kekeruhan, dan pH. Pengambilan sampel dilakukan pada 3 jenis sumber air dan 2 sampel buatan, yang berada di sekitar Kampus UII Yogyakarta. Setiap parameter diukur menggunakan alat yang sesuai standar, dan hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 4.1. Data ini menjadi dasar dalam mengevaluasi kelayakan air untuk keperluan domestik maupun sebagai bahan baku pengolahan lebih lanjut sesuai peraturan yang berlaku.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Fisik dan Kimia pada Sampel

No	Sumber	Parameter	Hasil
1	Air Sumur	Kekeruhan	0 NTU
		Suhu	26,3°C
		pH	8,05
2	Air Permukaan	Kekeruhan	16,75 NTU
		Suhu	26,6°C
		pH	8,29
3	Air PDAM	Kekeruhan	0,79 NTU
		Suhu	26,4°C
		pH	8,30
4	Air Rendaman Daun	Kekeruhan	1,49 NTU
		Suhu	26,5°C
		pH	8,75
5	<i>Soil Organic Matter</i>	Kekeruhan	17,16 NTU
		Suhu	26,3°C
		pH	8,45

Observasi terhadap kondisi lingkungan dilakukan terlebih dahulu sebelum pengambilan sampel guna memastikan terpenuhinya persyaratan kondisi pengambilan. Proses pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 07.00, ketika cuaca cerah dan suhu udara berada pada kisaran 27°C-28°C.

Dari hasil pengujian parameter fisika dan kimia pada 5 jenis sumber air, didapatkan nilai kekeruhan berkisar antara 0 NTU – 17,16 NTU. Dengan nilai

kekeruhan tertinggi yaitu *soil organic matter* sebesar 17,16 NTU. Hal ini dikarenakan hasil dari tanah yang larut atau berubah bentuk menjadi partikel yang lebih halus dan meningkatkan kekeruhan. Sedangkan untuk nilai kekeruhan terendah yaitu air sumur sebesar 0 NTU. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan air yang tertutup, sehingga hanya sedikit mengandung partikel padat tersuspensi, baik yang berasal dari material anorganik maupun organik. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan air sumur masih berada dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023, yaitu kurang dari 3 NTU. Kondisi serupa juga ditemukan pada air PDAM dan air rendaman daun, yang memiliki tingkat kekeruhan dalam kisaran yang memenuhi standar tersebut. Menurut kekeruhan dalam air dapat menurunkan efisiensi klorin maupun senyawa desinfektan lainnya. Oleh karena itu, sebelum dilakukan proses desinfeksi, tingkat kekeruhan perlu diturunkan melalui penambahan koagulan seperti tawas.

Dalam pengujian suhu terhadap lima jenis air, diperoleh hasil tertinggi pada air permukaan, yaitu sebesar 26,6°C. Suhu ini lebih tinggi karena air permukaan yang berasal dari Embung UII terpapar langsung oleh sinar matahari, sehingga menjadi lebih hangat dibandingkan jenis sampel lainnya. Sementara itu, suhu terendah tercatat pada air sumur dan *soil organic matter*, masing-masing sebesar 26,3°C. Rendahnya suhu air sumur disebabkan oleh lokasinya yang berada di lingkungan tertutup dan tidak terkena sinar matahari secara langsung, membuat airnya terasa lebih dingin. Sedangkan *soil organic matter* disimpan di teras indekos penulis dalam kondisi tertutup, sehingga tidak banyak menerima panas dari lingkungan sekitar.

Pada pengujian pH terhadap lima jenis air, diperoleh hasil pH tertinggi yaitu air rendaman daun sebesar 8,75. Sementara itu, air sumur memiliki pH terendah yaitu sebesar 8,05. Berdasarkan dari pengujian yang dilakukan, sampel air yang berasal dari sumur, PDAM, dan permukaan telah memenuhi persyaratan yang berlaku untuk air minum sebesar 6,5 – 8,5 sesuai dengan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

Hasil pengujian parameter fisik-kimia dari lima jenis sumber air air memiliki keterkaitan dengan karakteristik DOM yang terkandung di dalamnya. Nilai kekeruhan yang bervariasi menunjukkan tinggi/rendahnya kandungan bahan

organik terlarut di dalam sampel air, yang merupakan indikasi utama adanya DOM. Parameter suhu juga menunjukkan pengaruh terhadap karakteristik DOM, di mana suhu dapat membuat perubahan intensitas fluoresensi DOM. Selain itu, pH juga menunjukkan kelarutan dan kestabilan senyawa DOM dalam air. Nilai pH yang lebih tinggi pada air rendaman daun dapat mengimplikasikan adanya pelarutan senyawa humat dan fulvat dari bahan organik tumbuhan, sehingga memperkaya komposisi DOM.

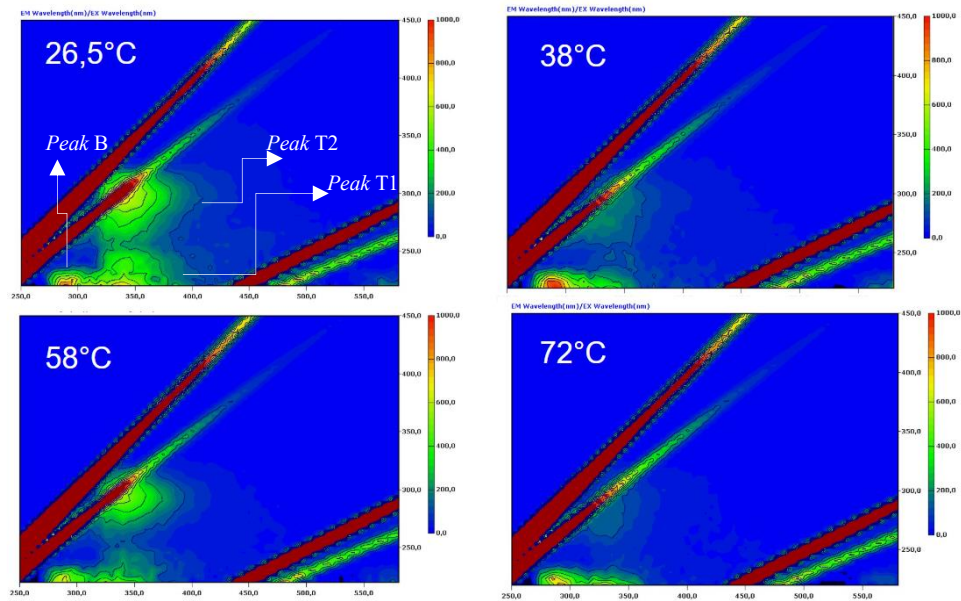
4.2 Pengujian Parameter DOM

4.2.1 Fluorescence EEM

Analisis FEEM pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofluorometer Shimadzu RF-6000. Metode yang dipakai adalah *peak picking*, yaitu cara untuk mencari dan memilih puncak-puncak dengan intensitas tertinggi dari hasil spektrum eksitasi dan emisi. Puncak-puncak ini menunjukkan keberadaan senyawa DOM dalam sampel air. Hasil dari alat ini kemudian dikelompokkan berdasarkan posisi dan kekuatan intensitasnya, yang bisa menggambarkan jenis-jenis senyawa organik di dalam air, seperti senyawa protein, humik, dan fulvik.

1. Blanko

Blanko yang digunakan dalam pengujian ini adalah akuades dari Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP. Blanko tersebut diperlakukan dengan cara yang sama seperti sampel lainnya, yaitu dipanaskan selama 10, 20, dan 30 menit hingga mencapai suhu tertentu. Berikut ini merupakan hasil pengukuran parameter FEEM pada blanko akuades.

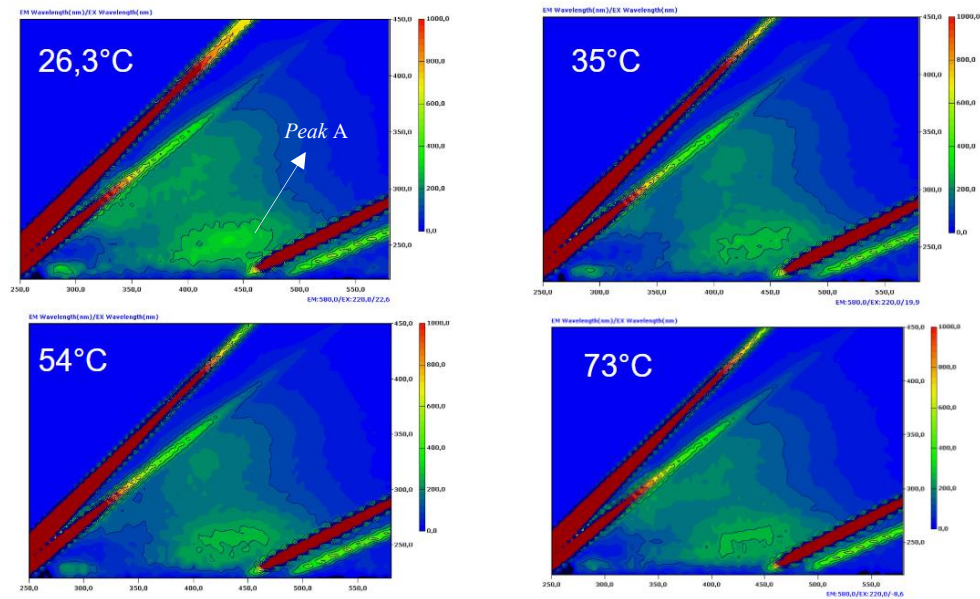


Gambar 4.1 Grafik FEEM Blanko

Berdasarkan hasil pengujian pada blanko akuades yang ditampilkan pada Gambar 4.1, diketahui bahwa pada suhu awal 26,5°C, dua senyawa organik yang paling dominan adalah *tyrosine-like* (peak B) dengan intensitas sebesar 441,703, disusul oleh *tryptophan-like* (peak T1 & T2) dengan intensitas sebesar 506,98. Sementara itu, senyawa organik lain seperti *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* juga terdeteksi, namun dengan intensitas yang relatif rendah dan tidak terlalu dominan.

2. Air Sumur

Air sumur yang digunakan sebagai sampel diambil dari indekos sekitar kampus UII dengan kedalaman sumur bor mencapai 25 meter. Berikut ini merupakan hasil pengukuran parameter FEEM pada sampel air sumur.



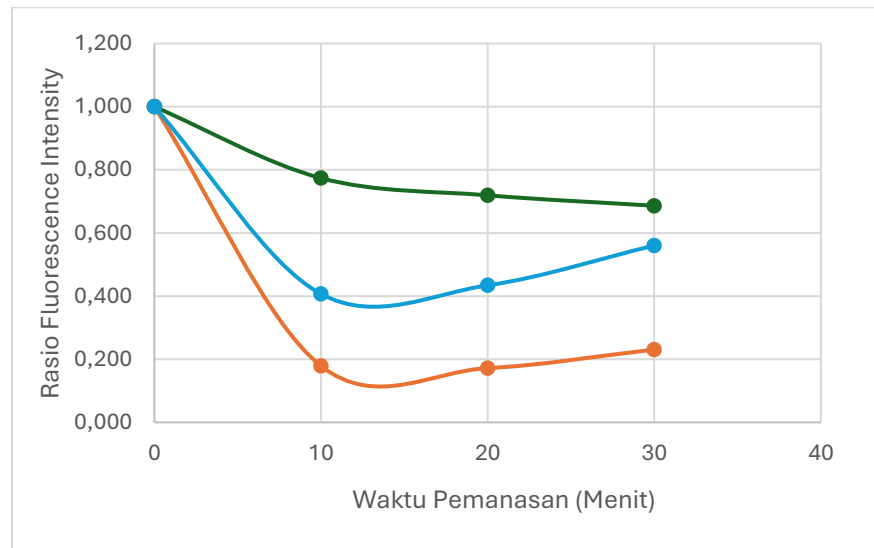
Gambar 4. 2 Grafik FEEM Air Sumur

Berdasarkan hasil pengujian pada sampel air sumur yang ditampilkan pada Gambar 4.2, diketahui bahwa, senyawa organik yang paling dominan pada kondisi awal adalah *tyrosine-like* (*peak B*) dengan intensitas sebesar 514,51, disusul oleh *tryptophan-like* (*peak T1 & T2*) dengan intensitas sebesar 709,98. Dengan nilai intensitas komponen lainnya seperti *fulvic-like* (*peak A*) sebesar 322,8 kemudian komponen *humic-like* (*peak C*) sebesar 200,93 dan komponen *allochthonous* (*peak C+*) sebesar 87,87.

Tingginya intensitas *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* yang cukup tinggi mengindikasikan adanya aktivitas mikroba yang signifikan di sekitar sumber air (Nowicki et al., 2019). Selain itu, kedekatan sumber air sumur dengan *septic tank* dapat menjadi indikator adanya konsentrasi tinggi bahan organik yang menyerupai triptofan. Sedangkan intensitas *fulvic-like* dalam air sumur bisa disebabkan oleh proses pembusukan bahan organik dari makhluk hidup yang telah berlangsung dalam waktu lama, serta posisi sumur yang relatif dangkal (sekitar 25 meter) memungkinkan airnya masih terpengaruh oleh keberadaan vegetasi di sekitarnya.

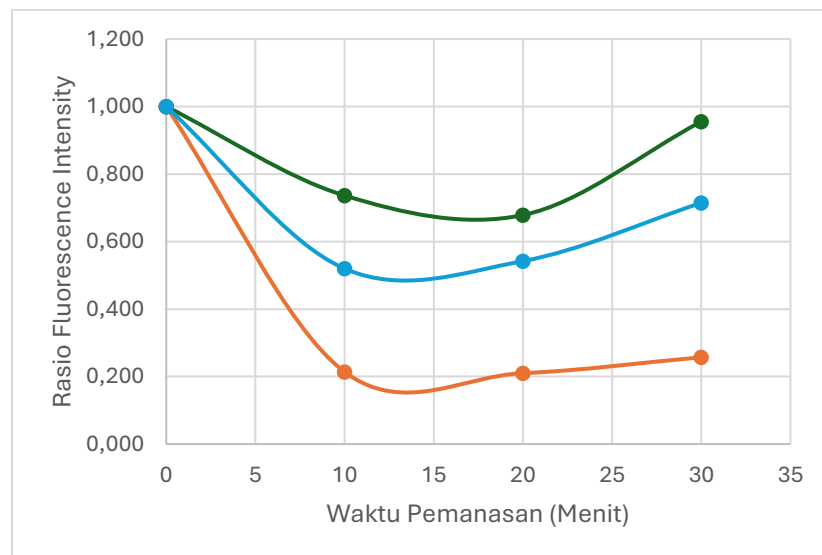
Selanjutnya, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menyajikan grafik perubahan intensitas FEEM untuk karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like*.

Kemudian disusul dengan Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7 untuk karakteristik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*.



Gambar 4.3 Perubahan Intensitas *Tyrosine-Like* pada Air Sumur

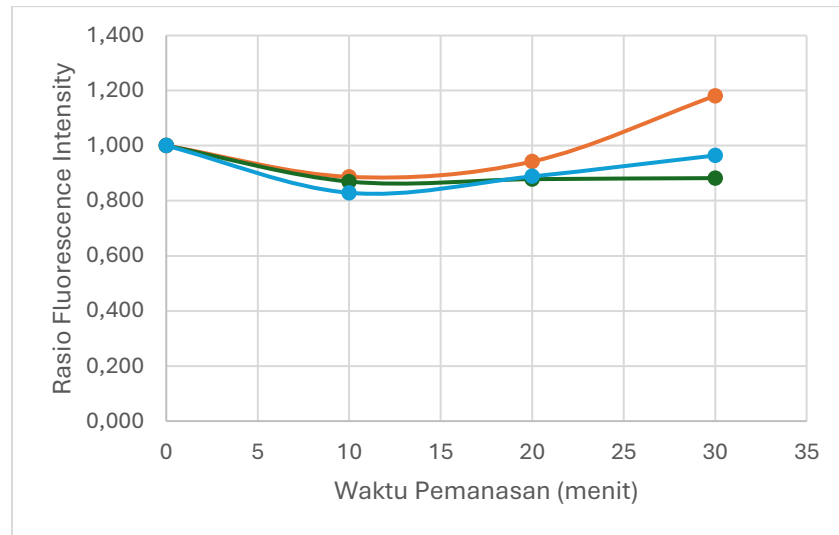
Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.3, terlihat bahwa seiring peningkatan suhu, hubungan antara suhu dan intensitas fluoresensi *tyrosine-like*. Dengan hasil grafik di atas, menunjukkan adanya penurunan fluoresensi seiring dengan kenaikan suhu.



Gambar 4.4 Perubahan Intensitas *Tryptophan-Like* pada Air Sumur

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.4 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi *tryptophan-like* pada sampel air sumur terhadap perubahan

suhu. Dari grafik menunjukkan adanya penurunan fluoresensi seiring dengan kenaikan suhu. Penurunan fluoresensi dapat terjadi karena degradasi senyawa ini akibat adanya perlakuan termal, di mana senyawa *tryptophan-like* sangat sensitif terhadap panas karena struktur molekulnya yang lebih sederhana (Baker, 2005).



Gambar 4.5 Perubahan Intensitas *Fulvic-Like* pada Air Sumur

Grafik yang disajikan menggambarkan perubahan intensitas fluoresensi dari senyawa *fulvic-like* pada air sumur seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Penurunan intensitas terjadi karena senyawa *fulvic-like* mengalami degradasi termal. Sedangkan adanya peningkatan dapat terjadi karena degradasi

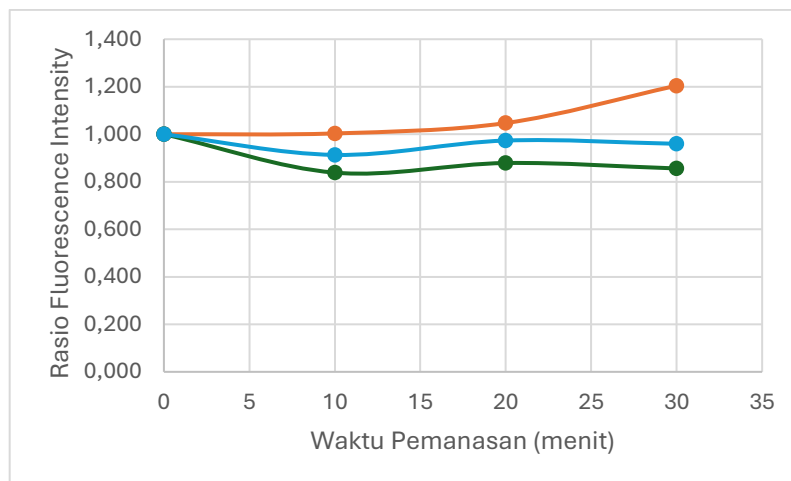
senyawa *protein-like* yang dapat mengalami transformasi menjadi *humic-like* akibat adanya proses pemanasan (Zhu et al., 2020).



Gambar 4.6 Perubahan Intensitas *Humic-Like* pada Air Sumur

Grafik yang disajikan pada gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara waktu pemanasan dan intensitas fluoresensi dari senyawa *humic-like* pada air sumur. Secara umum, grafik ini memperlihatkan bahwa intensitas fluoresensi senyawa *humic-like* tetap relatif stabil sepanjang waktu pemanasan hingga mencapai titik tertentu, meskipun ada sedikit fluktuasi.

Penurunan intensitas fluoresensi *humic-like* menunjukkan senyawa tersebut dapat terdegradasi karena perlakuan termal. Sedangkan peningkatan terjadi karena pelepasan fraksi *humic-like* yang sebelumnya tidak aktif fluoresensinya (Huang et al., 2024).



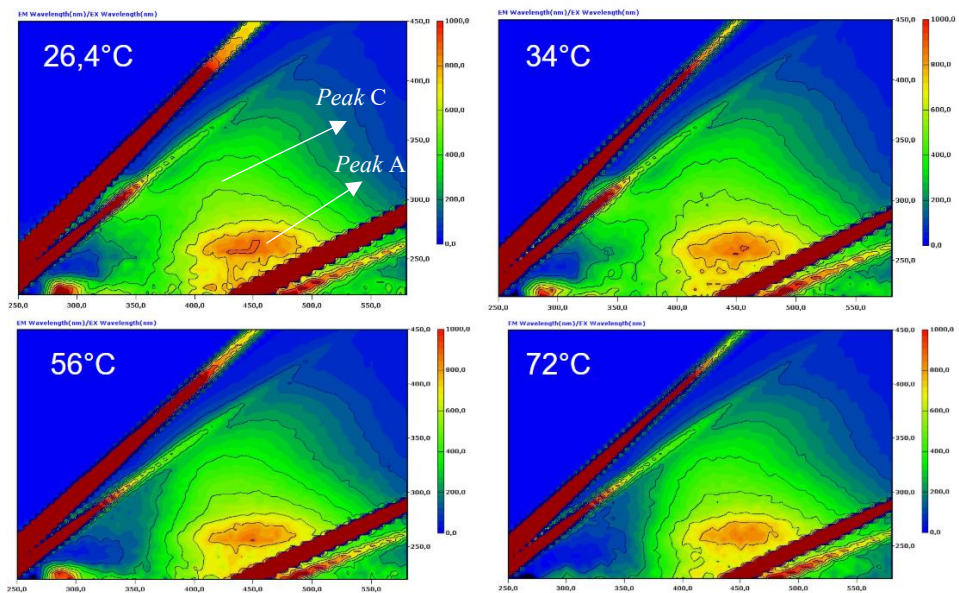
Gambar 4.7 Perubahan Intensitas *Allochthonous* pada Air Sumur

Grafik pada gambar 4.7 menggambarkan hubungan antara waktu pemanasan dan intensitas fluoresensi senyawa *allochthonous* pada air sumur. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa intensitas fluoresensi mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu pemanasan.

Penurunan intensitas senyawa *allochthonous* dapat disebabkan oleh degradasi termal senyawa tersebut, yang mengarah pada perubahan struktur molekul. Seiring dengan peningkatan suhu, struktur aromatik pada senyawa *allochthonous* mulai rusak, dan gugus fungsi yang penting untuk aktivitas fluoresensi hilang (Fernández-Pascual et al., 2023). Peningkatan intensitas senyawa *allochthonous* berasal dari terbentuknya molekul-molekul baru sebagai hasil dari proses pemanasan, yang memiliki sifat fluoresen dan dapat terdeteksi melalui peningkatan intensitas fluoresensi.

3. Air PDAM

Air PDAM diambil dari indekos sekitar Kampus UII. Air PDAM berasal dari PDAM Sleman Unit Ngemplak, unit yang melayani wilayah sekitar UII. Berikut ini merupakan hasil pengukuran parameter FEEM pada sampel air PDAM yang ditampilkan pada Gambar 4.8.

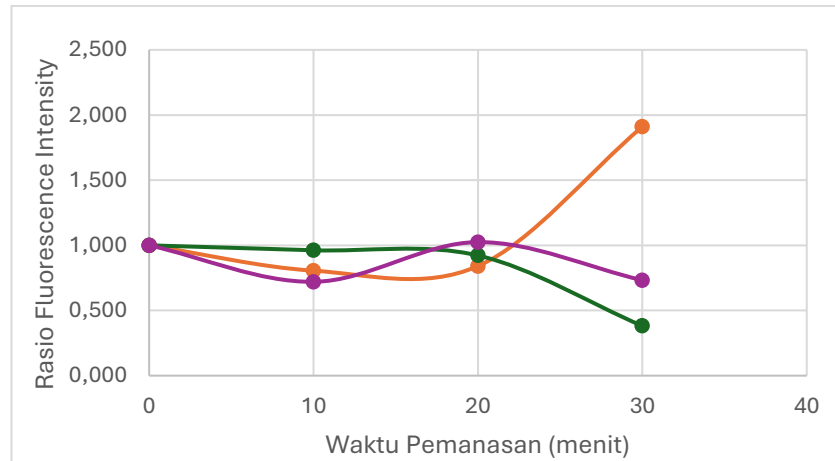


Gambar 4.8 Grafik FEEM Sampel Air PDAM

Berdasarkan hasil pengujian pada sampel air PDAM yang ditampilkan pada Gambar 4.8, diketahui bahwa pada suhu awal 26,4°C, senyawa organik yang paling dominan adalah *fulvic-like* (*peak A*) dengan intensitas sebesar 1095,9, disusul oleh *tryptophan-like* (*peak T1 & T2*) dengan intensitas sebesar 790,11. Senyawa organik *tryptophan-like* umumnya berasal dari limbah organik hasil aktivitas antropogenik, seperti buangan domestik, pertanian, maupun industri yang masuk ke sumber air baku. Sedangkan kandungan *fulvic-like* yang tinggi dalam air PDAM bisa menjadi indikator adanya senyawa organik resisten yang lolos dari sistem pengolahan konvensional, baik dari pelapukan bahan organik alami seperti daun, tanah, dan biomassa.

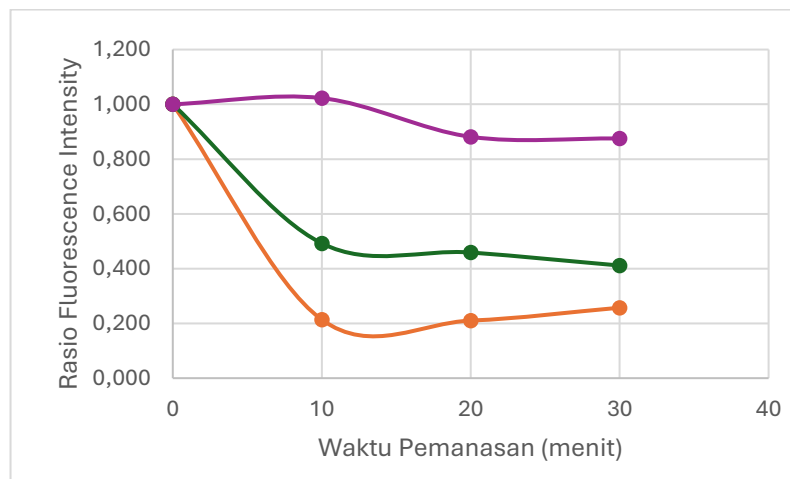
Tingginya kadar bahan organik dalam air PDAM bisa jadi disebabkan oleh kondisi sumber air baku yang digunakan PDAM Sleman Unit Ngemplak, yaitu mata air, serta keterbatasan sistem pengolahan air yang belum sepenuhnya efektif dalam menyaring senyawa organik. Hal ini mungkin terjadi karena teknologi yang digunakan belum memadai dan kurangnya pemeliharaan (Fadillah, 2024).

Selanjutnya, Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 menyajikan grafik perubahan intensitas FEEM untuk karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like*. Kemudian disusul dengan Gambar 4.11, Gambar 4.12, dan Gambar 4.13 untuk karakteristik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*.



Gambar 4.9 Perubahan Intensitas *Tyrosine-like* pada Air PDAM

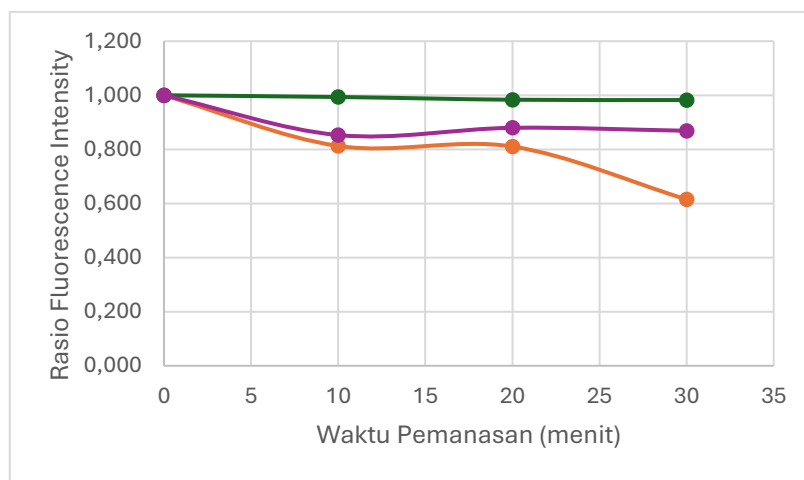
Grafik pada Gambar 4.9 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *tyrosine-like* pada air PDAM seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa intensitas fluoresensi mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu pemanasan. Penurunan intensitas fluoresensi *tyrosine-like* dapat terjadi karena senyawa protein (*tyrptophan-like*) dapat mengalami degradasi atau transformasi kimia dari adanya perlakuan termal (Jie et al., 2008). Sedangkan peningkatan yang ditunjukkan dapat terjadi karena perubah struktural senyawa ini yang meningkatnya fluoresensinya (Paerl et al., 2020).



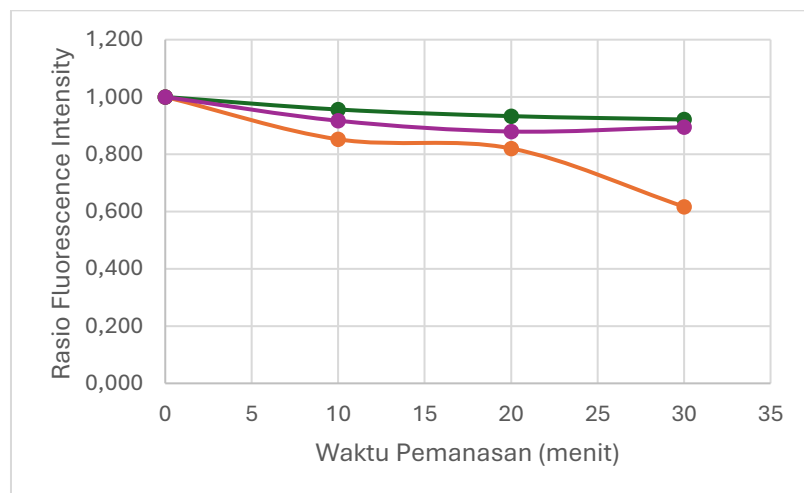
Gambar 4.10 Perubahan Intensitas *Tryptophan-like* pada Air PDAM

Grafik pada Gambar 4.10 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *tryptophan-like* pada air PDAM seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa intensitas fluoresensi menurun secara bertahap dengan bertambahnya waktu pemanasan.

Penurunan intensitas fluoresensi *tryptophan-like*, yang mengindikasikan berkurangnya kadar senyawa *tryptophan-like* seperti asam amino aromatik yang sensitif terhadap suhu tinggi (Khamis et al., 2015). Kenaikan suhu menyebabkan struktur molekul *tryptophan* rusak atau terurai sehingga tidak lagi memancarkan fluoresensi (Baker, 2005).



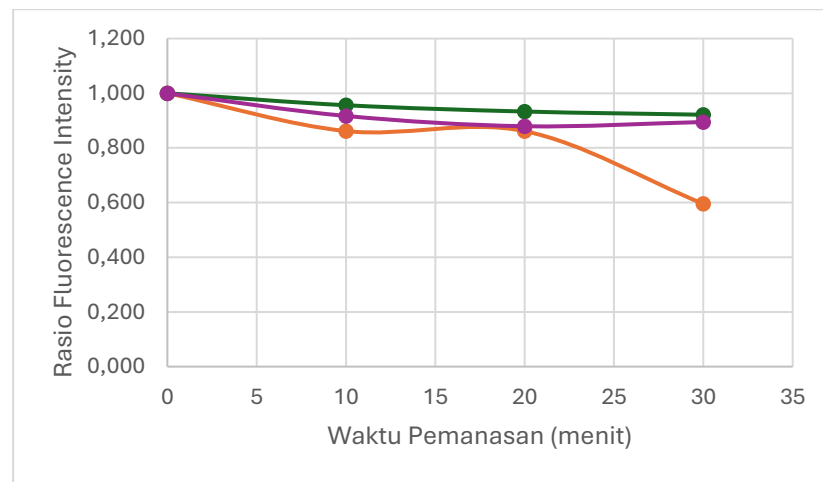
Gambar 4.11 Perubahan Intensitas *Fulvic-like* pada Air PDAM



Gambar 4.12 Perubahan Intensitas *Humic-like* pada Air PDAM

Grafik pada Gambar 4.11 dan 4.12 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *fulvic-like* (Gambar 4.11) dan *humic-like* (Gambar 4.12) pada air PDAM seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat.

Penurunan intensitas *fulvic-like* dan *humic-like* terjadi karena senyawa-senyawa tersebut mengalami degradasi pada suhu yang lebih tinggi, akibat proses dekomposisi termal atau oksidasi terhadap struktur aromatik (Kučerík et al., 2009).



Gambar 4.13 Perubahan Intensitas *Allochthonous* pada Air PDAM

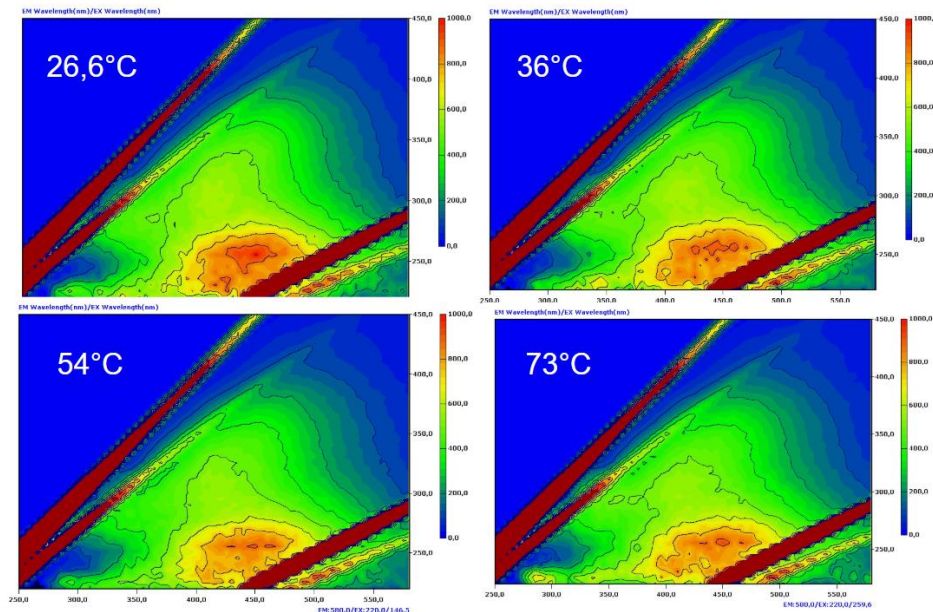
Grafik pada Gambar 4.13 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi dari senyawa *allochthonous* pada air PDAM seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa intensitas fluoresensi menurun secara bertahap seiring bertambahnya waktu pemanasan.

Penurunan intensitas *allochthonous* mengindikasikan terjadinya degradasi termal, yang menyebabkan pecahnya struktur aromatik dan kehilangan gugus fungsi, menghasilkan senyawa-senyawa yang volatil (Fernández-Pascual et al., 2023).

4. Air Embung

Air embung yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Embung Kladuan UII. Embung merupakan salah satu sumber air permukaan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pengolahan air minum. Namun, penting untuk memperhatikan komposisi dan karakteristik bahan organik yang

terkandung di dalamnya. Berikut adalah hasil pengujian FEEM pada air embung, yang ditampilkan pada Gambar 4.14.



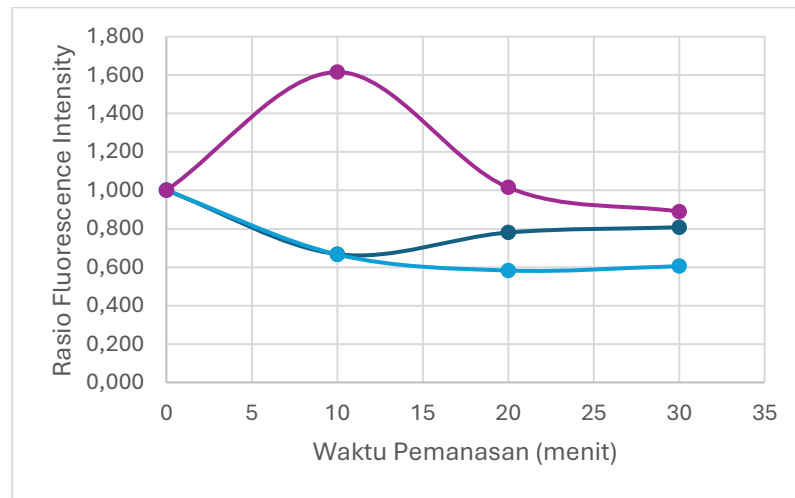
Gambar 4.14 Grafik FEEM Sampel Air Embung

Berdasarkan hasil pengujian pada sampel air Embung yang ditampilkan pada Gambar 4.14, diketahui bahwa pada suhu awal 26,6°C, senyawa organik yang paling dominan adalah *fulvic-like* (*peak A*) dengan intensitas sebesar 781,055, disusul oleh *tryptophan-like* (*peak T1 & T2*) dengan intensitas sebesar 718,818.

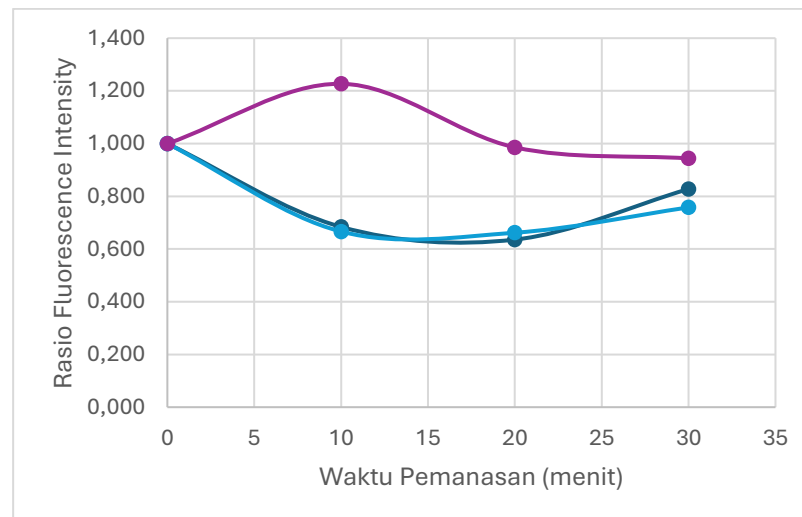
Kandungan senyawa *fulvic-like* yang tinggi pada perairan permukaan seperti embung dapat berasal dari berbagai sumber, baik dari luar maupun dalam sistem embung itu sendiri. Senyawa ini umumnya terbentuk dari hasil pelapukan bahan organik darat seperti tumbuhan dan tanah yang terbawa ke embung melalui aliran permukaan. Selain itu, aktivitas biologis di dalam embung seperti degradasi bahan organik oleh mikroorganisme juga turut berkontribusi terhadap pembentukan senyawa *fulvic-like* secara *in situ* (Liu et al., 2023). Sedangkan, tingginya kadar senyawa *tryptophan-like* mengindikasikan adanya input limbah organik akibat aktivitas manusia (Liu et al., 2023), baik yang berasal dari area sekitar embung maupun yang terbawa oleh aliran air.

Selanjutnya, Gambar 4.15 dan Gambar 4.16 menyajikan grafik perubahan intensitas FEEM untuk karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like*.

Kemudian disusul dengan Gambar 4.17, Gambar 4.18, dan Gambar 4.19 untuk karakteristik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*.



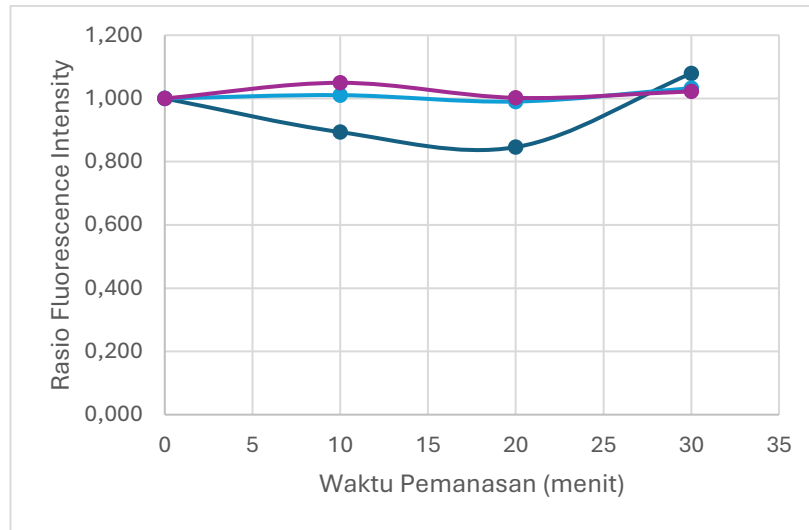
Gambar 4.15 Perubahan Intensitas *Tyrosine-like* terhadap pada Air Embung



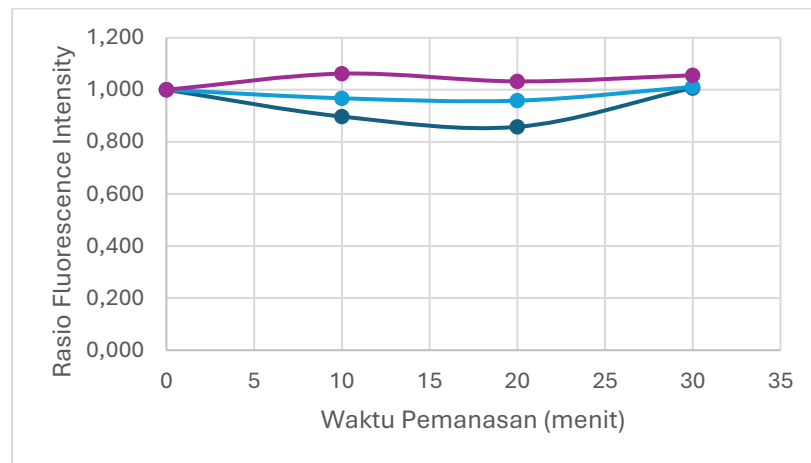
Gambar 4. 16 Perubahan Intensitas *Tryptophan-like* pada Air Embung

Grafik pada Gambar 4.15 dan 4.16 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *tyrosine-like* (Gambar 4.15) dan *tryptophan-like* (Gambar 4.16) pada air embung seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat.

Penurunan terhadap kedua intensitas senyawa proteinik ini menandakan adanya degradasi akibat peningkatan suhu yang dapat merusak struktur molekul protein atau memicu pembentukan senyawa kompleks yang tidak lagi terdeteksi (Dubnick et al., 2010).

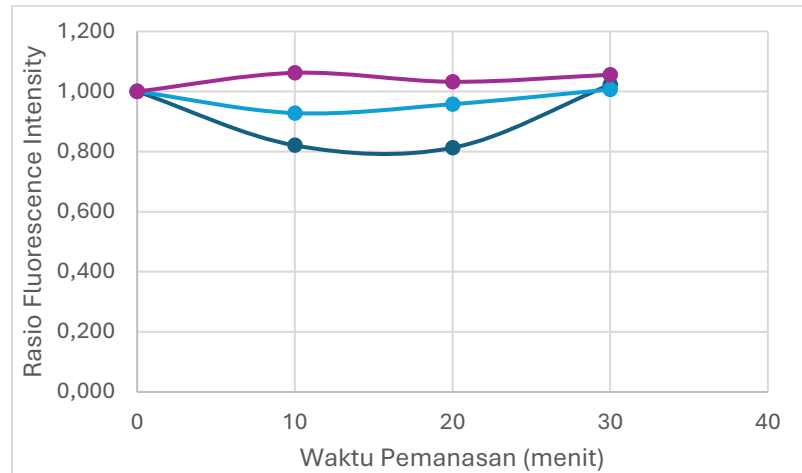


Gambar 4.17 Perubahan Intensitas *Fulvic-like* pada Air Embung



Gambar 4.18 Perubahan Intensitas *Humic-like* pada Air Embung

Grafik pada Gambar 4.17 dan 4.18 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *fulvic-like* (Gambar 4.17) dan *humic-like* (Gambar 4.18) pada air embung seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Kedua grafik ini menunjukkan stabilitas senyawa organik bersifat humik ini terhadap pemanasan pada suhu tertentu. Penurunan terjadi karena senyawa-senyawa tersebut terdegradasi karena perlakuan termal. Sedangkan peningkatan intensitas terjadi akibat terlepasnya fraksi *humic-like* yang sebelumnya tidak menunjukkan aktivitas fluoresensi (Huang et al., 2024).



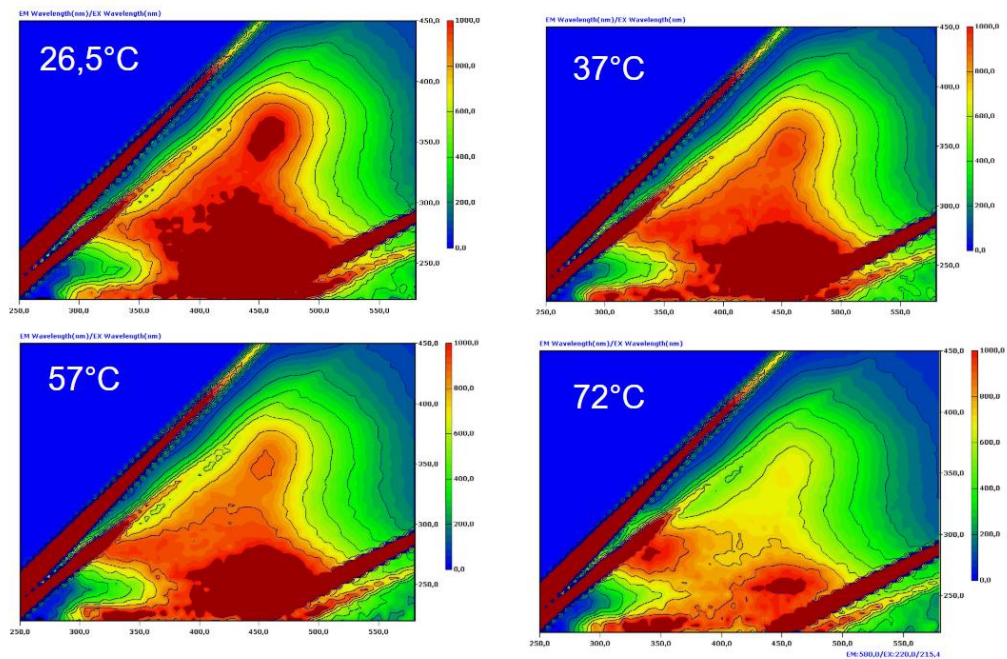
Gambar 4.19 Perubahan Intensitas *Allochthonous* pada Air Embung

Grafik pada Gambar 4.19 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi dari senyawa *allochthonous* dalam air embung seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa intensitas fluoresensi mengalami peningkatan pada berbagai waktu pemanasan.

Peningkatan intensitas senyawa *allochthonous* terjadi karena adanya pelepasan atau pembentukan senyawa aromatik akibat perlakuan termal. Perlakuan termal terhadap *allochthonous* dapat menyebabkan peningkatan DOM yang tahan degradasi serta meningkatkan sinyal fluoresensinya yang memiliki kemampuan fluoresensi dan dapat terdeteksi sinyal fluoresensinya (Calderó-Pascual et al., 2022). Selain itu, hubungan antara fraksi *allochthonous* dan aktivitas mikroba juga dapat berkontribusi pada peningkatan intensitas fluoresensi yang berasal dari produk samping mikroba (Fox et al., 2017).

5. Air Rendaman Daun

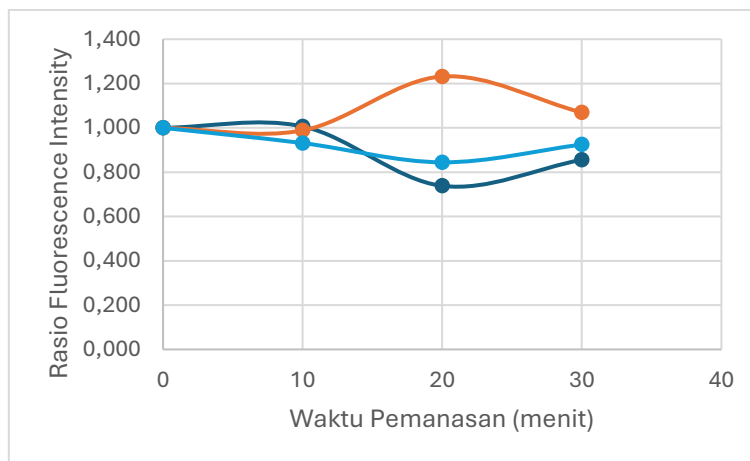
Analisis fluoresensi pada air rendaman daun untuk memahami dinamika senyawa organik terlarut yang dihasilkan selama proses dekomposisi. Fluoresensi digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan perubahan karakteristik optik DOM pada sampel air rendaman daun. Hasil intensitas FEEM pada sampel air daun ditampilkan dalam Gambar 4.20.



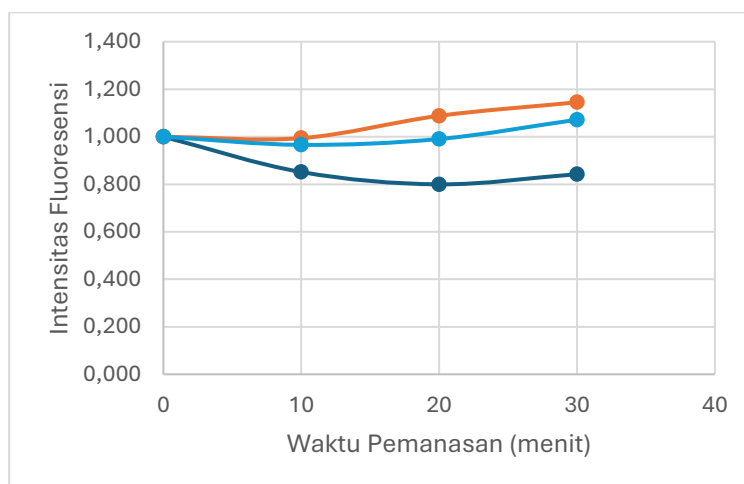
Gambar 4.20 Grafik FEEM Sampel Air Rendaman Daun

Berdasarkan hasil pengujian pada sampel air rendaman daun yang ditampilkan pada Gambar 4.20, diketahui bahwa pada suhu awal 26,5°C, didominasi dengan bahan organik *fulvic-like* (*peak A*) dengan intensitas sebesar 1302,45, disusul oleh *typtophan-like* (*peak T1 & T2*) dengan intensitas sebesar 963,538.

Dominasi *tryptophan* dan *fulvic-like* dalam air rendaman daun terjadi akibat proses pelepasan senyawa organik selama perendaman. *Tryptophan-like* berasal dari degradasi protein daun yang larut dalam air, terutama karena strukturnya yang stabil dan mudah terdeteksi fluoresensinya. Sementara itu, asam fulvat terbentuk dari hasil degradasi bahan organik kompleks dari daun. Selanjutnya, Gambar 4.21 dan Gambar 4.22 menyajikan grafik perubahan intensitas FEEM untuk karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like*. Kemudian disusul dengan Gambar 4.23, Gambar 4.24, dan Gambar 4.25 untuk karakteristik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*.



Gambar 4.21 Perubahan Intensitas *Tyrosine-like* pada Air Rendaman Daun



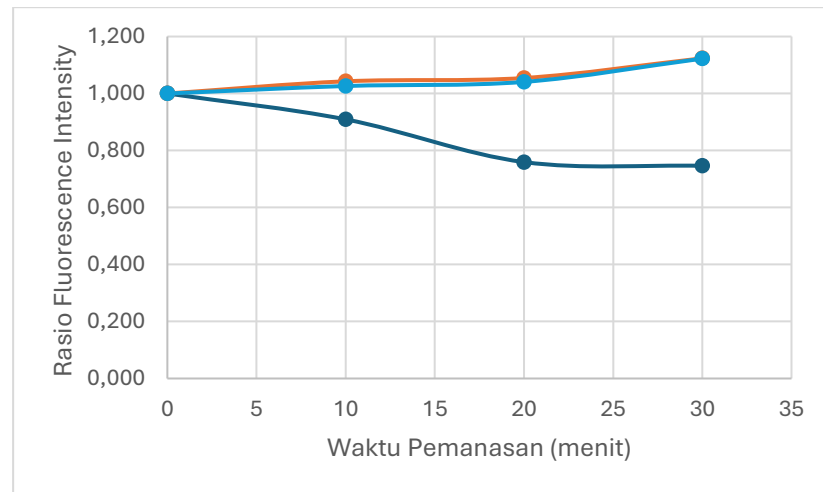
Gambar 4.22 Perubahan Intensitas *Tryptophan-like* pada Air Rendaman Daun

Grafik pada Gambar 4.21 dan 4.22 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *tyrosine-like* (Gambar 4.21) dan *tryptophan-like* (Gambar 4.22) dalam air rendaman daun seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat.

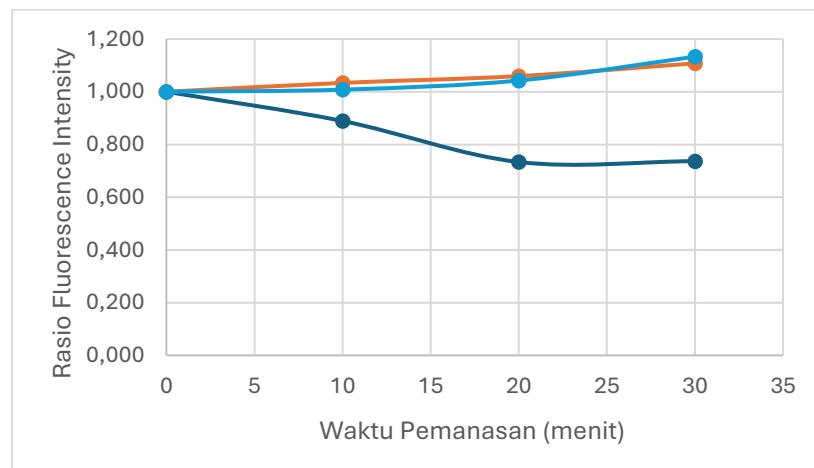
Peningkatan intensitas senyawa *tyrosine-like*, dapat berasal dari aktivitas mikroba yang memecah senyawa kompleks seperti *humic substances* menjadi produk samping yang lebih sederhana dan lebih aktif secara optik. Produk metabolik mikroba seperti asam amino aromatik, peptida, dan senyawa proteinik lainnya dapat memunculkan sinyal fluoresen baru (Cory & McKnight, 2005).

Peningkatan intensitas *tryptophan-like* pada sampel air rendaman daun dapat terjadi karena adanya mekanisme pelepasan dan degradasi senyawa

organik terlarut yang melibatkan pengaruh aktivitas mikroba dan suhu (Huang et al., 2024). Peningkatan fluoresensi *tryptophan-like* dapat dikaitkan dengan pelepasan senyawa protein selama proses dekomposisi awal bahan organik oleh mikroorganisme, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Goffin et al. (2020), yang menunjukkan bahwa senyawa seperti *tryptophan-like* sering kali dihasilkan selama dekomposisi.



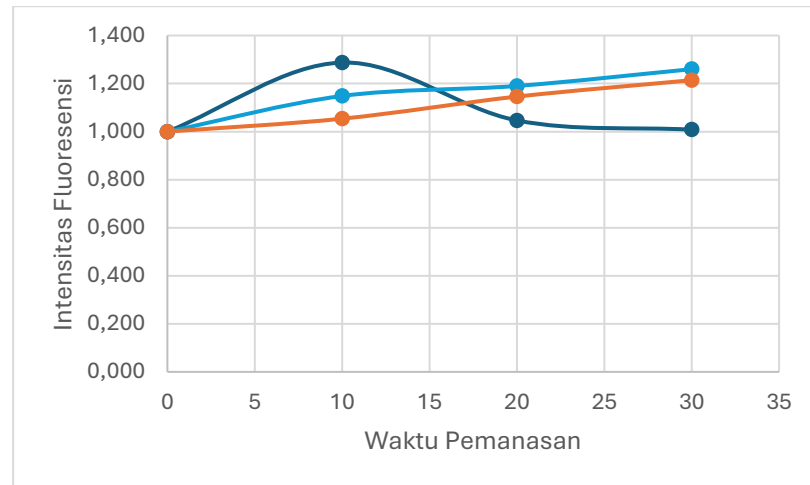
Gambar 4.23 Perubahan Intensitas *Fulvic-like* pada Air Rendaman Daun



Gambar 4.24 Perubahan Intensitas *Humic-like* pada Air Rendaman Daun

Grafik pada Gambar 4.23 dan 4.24 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *fulvic-like* (Gambar 4.23) dan *humic-like* (Gambar 4.24) dalam air rendaman daun seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Kedua grafik ini menunjukkan kestabilan senyawa organik terhadap suhu tinggi.

Penurunan intensitas *fulvic-like* dapat disebabkan oleh degradasi akibat peningkatan suhu, yang dapat mempengaruhi stabilitas struktur molekul aromatik dan gugus fungsionalnya (Řezáčová et al., 2019). Sedangkan peningkatan intensitas fluoresensi yang terjadi disebabkan karena pemanasan memungkinkan terjadinya pelepasan senyawa *humic-like* yang lebih aktif secara fluoresen (Huang et al., 2024)



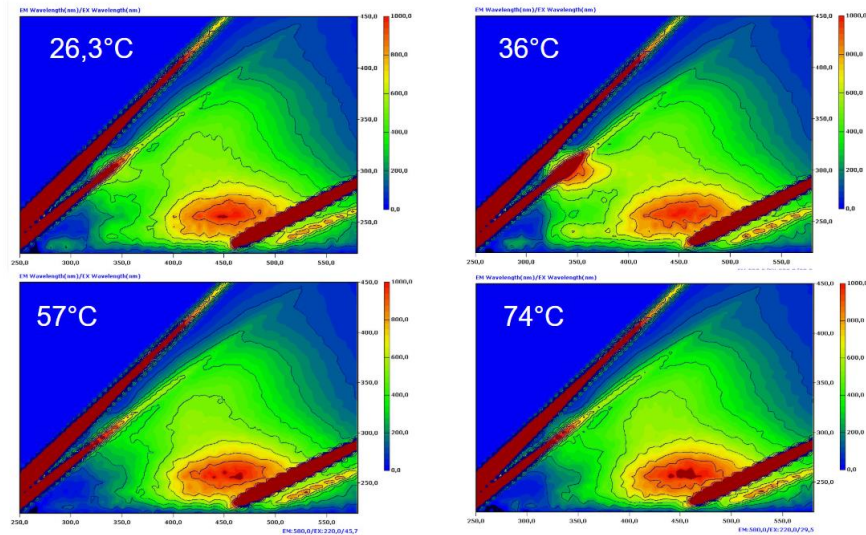
Gambar 4.25 Perubahan Intensitas *Allochthonous* pada Air Rendaman Daun

Grafik pada gambar 4.25 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi dari senyawa *allochthonous* dalam air rendaman daun seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa intensitas fluoresensi meningkat sedikit pada awal pemanasan dan cenderung stabil setelah mencapai titik tertentu.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa senyawa *allochthonous* dalam air rendaman daun mengalami sedikit perubahan struktural atau peningkatan aktivitas fluoresensi selama pemanasan, yang mungkin disebabkan oleh pelepasan senyawa organik yang lebih mudah terdegradasi atau perubahan yang meningkatkan efisiensi fluoresensinya. Selain itu, *allochthonous* memiliki sifat lebih resisten terhadap degradasi dan aktivitas mikroba juga dapat berkontribusi pada peningkatan intensitas fluoresensi yang berasal dari produk samping mikroba (Fox et al., 2017).

6. *Soil Organic Matter*

Sampel bahan organik tanah atau *soil organic matter* diperoleh dengan merendam tanah dalam air selama beberapa hari untuk memastikan akumulasi kandungan organik dari lapisan tanah atas di sekitar indekos. Berikut ini adalah grafik hasil pengujian FEEM untuk bahan organik tanah yang ditampilkan pada Gambar 4.26.



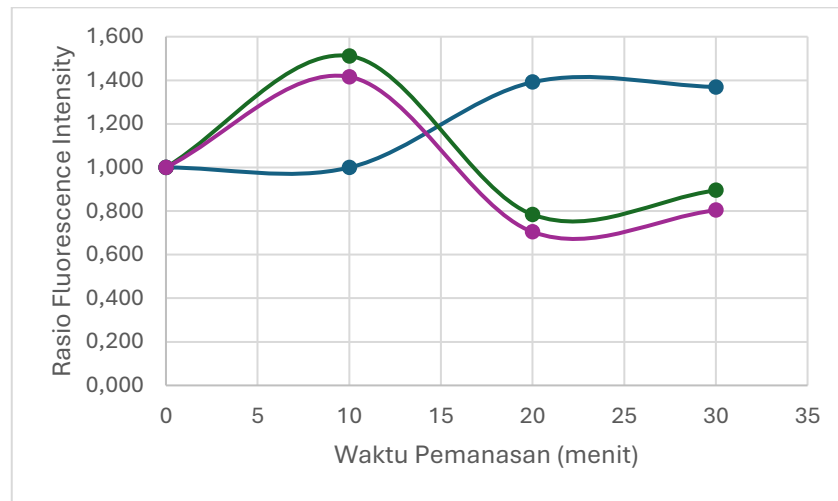
Gambar 4.26 Grafik FEEM pada Sampel *Soil Organic Matter*

Berdasarkan hasil pengujian pada sampel *soil organic matter* yang ditampilkan pada Gambar 4.26, diketahui bahwa pada suhu awal 26,3°C, didominasi dengan bahan organik *fulvic-like* (*peak A*) dengan intensitas sebesar 1228,91, disusul oleh *humic-like* (*peak C*) dengan intensitas 743,217.

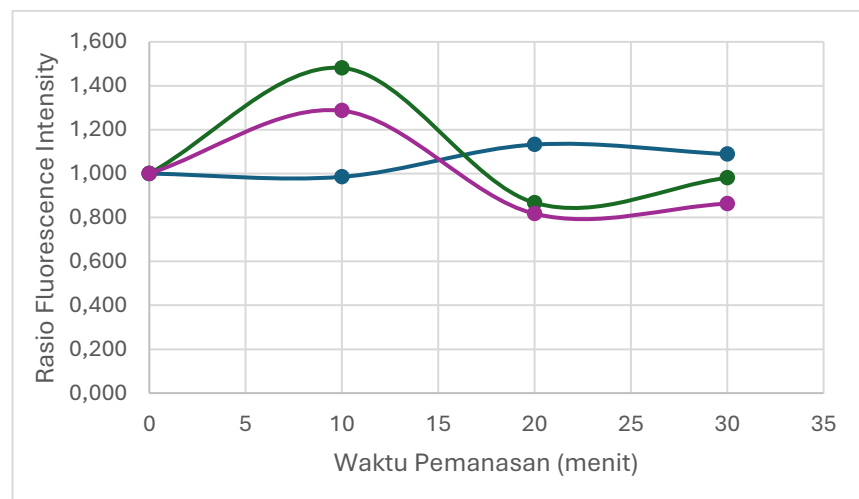
Dominasi senyawa *fulvic-like* kemungkinan besar berkaitan dengan kondisi tanah yang masih aktif secara biologis, seperti tanah *top soil* yang subur dan kaya akan bahan organik segar. Dalam kondisi seperti ini, saat tanah direndam meskipun tidak terlalu lama, senyawa *fulvic-like* cenderung mudah terlepas ke dalam air karena sifatnya yang cepat larut. Di sisi lain, munculnya senyawa *humic-like* yang juga mendominasi, umumnya berasal dari hasil pelapukan bahan organik yang sudah berlangsung cukup lama di dalam tanah.

Selanjutnya, Gambar 4.27 dan Gambar 4.28 menyajikan grafik perubahan intensitas FEEM untuk karakteristik *tyrosine-like* dan *tryptophan-like*.

Kemudian disusul dengan Gambar 4.29, Gambar 4.30, dan Gambar 4.31 untuk karakteristik *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous*.



Gambar 4.27 Perubahan Intensitas *Tyrosine-like* pada *Soil Organic Matter*

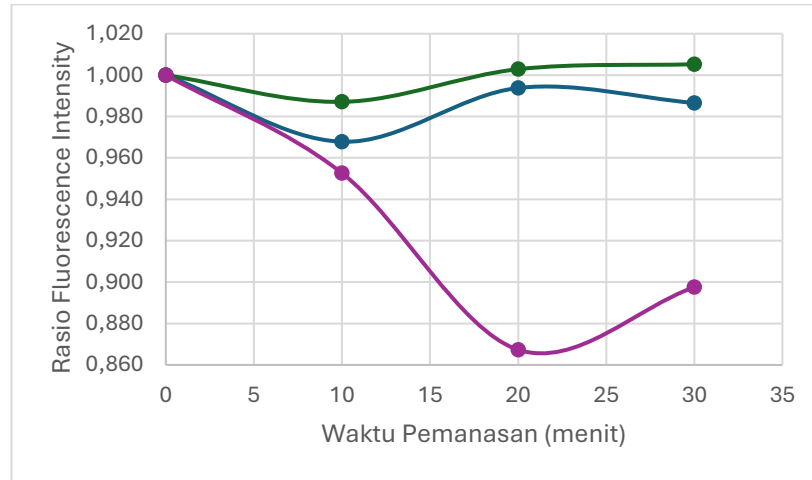


Gambar 4.28 Perubahan Intensitas *Tryptophan-like* pada *Soil Organic Matter*

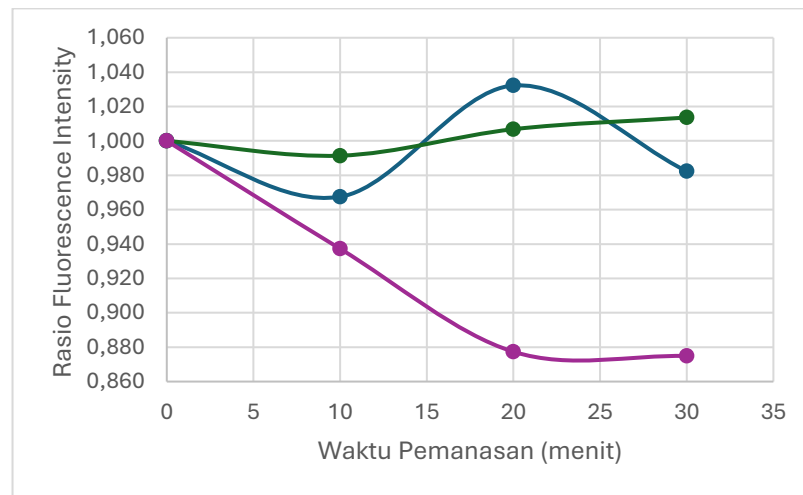
Grafik pada gambar 4.27 dan 4.28 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi dari senyawa *tyrosine-like* (gambar 4.27) dan *tryptophan-like* (gambar 4.28) seiring dengan waktu pemanasan pada *soil organic matter*. Kedua grafik ini menggambarkan bagaimana senyawa organik yang terkandung dalam bahan organik tanah merespons pemanasan.

Penurunan terjadi karena senyawa tersebut mengalami degradasi akibat perlakuan termal. Sedangkan peningkatan intensitas kedua senyawa proteinik yang terjadi dapat disebabkan oleh proses pelepasan senyawa protein dari

partikel tanah ke dalam air karena endapan tanah masih terbawa ketika proses pemanasan air (Ju et al., 2025).



Gambar 4.29 Perubahan Intensitas *Fulvic-like* pada *Soil Organic Matter*

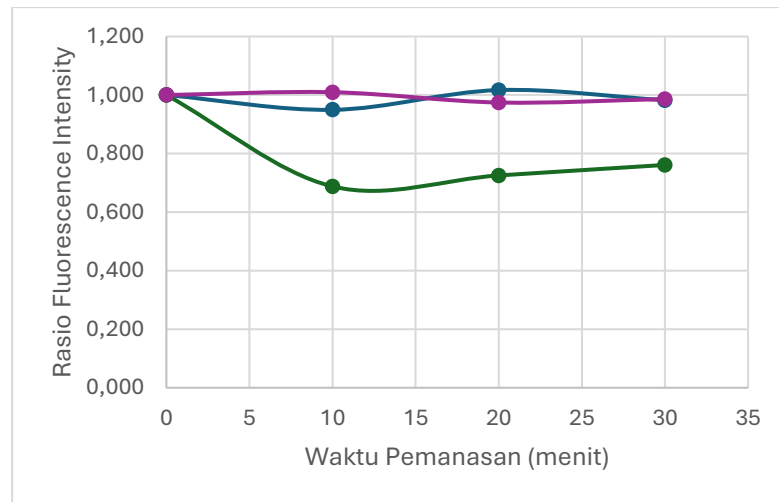


Gambar 4.30 Perubahan Intensitas *Humic-like* pada *Soil Organic Matter*

Grafik pada gambar 4.29 dan 4.30 menunjukkan perubahan intensitas fluoresensi dari senyawa *fulvic-like* (gambar 4.29) dan *humic-like* (gambar 4.30) pada *soil organic matter* seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Kedua grafik ini menggambarkan bagaimana dua jenis senyawa organik dalam bahan organik tanah merespons pemanasan. Di mana pemanasan dapat menurunkan intensitas senyawa ini karena adanya degradasi termal.

Peningkatan terjadi dapat disebabkan karena suhu yang tinggi dapat mempercepat proses humifikasi, yang dapat berkontribusi pada peningkatan

senyawa *humic-like* (He et al., 2013). Proses ini menyebabkan konsentrasi senyawa *humic-like* meningkat selama dekomposisi bahan organik.



Gambar 4.31 Perubahan Intensitas *Allochthonous* pada *Soil Organic Matter*

Grafik pada gambar 4.31 menggambarkan perubahan intensitas fluoresensi senyawa *allochthonous* pada *soil organic matter* seiring dengan waktu pemanasan yang meningkat. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa intensitas fluoresensi senyawa *allochthonous* tetap relatif stabil sepanjang waktu pemanasan, tanpa menunjukkan penurunan atau peningkatan yang signifikan. Kondisi ini terjadi karena senyawa *allochthonous* lebih tahan terhadap degradasi termal. Meskipun demikian, senyawa ini juga dapat sensitif terhadap fotodegradasi, yang dapat menghasilkan produk yang meningkatkan metabolisme bakteri (Roiha et al., 2016).

4.2.2 Absorbansi UV254

Parameter absorbansi UV254 diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis Hitachi UH5300 dengan panjang gelombang (*wavelength*) 200 – 400 nm. Kemudian absorbansi dibaca pada panjang gelombang 254 nm yang mengindikasikan keberadaan zat humik. Spektrum UV pada 254 nm digunakan untuk memperkirakan konsentrasi senyawa organik aromatik dalam air (Hidayah et al., 2016). Berikut ini hasil pengujian parameter absorbansi UV254 ditunjukkan pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Absorbansi UV254

Jenis Sampel	Suhu (°C)	Rerata Absorbansi
Blanko	25,3	-0,1203
	38,0	-0,1177
	55,7	-0,1210
	75,7	-0,1188
Air Sumur	25,3	0,0719
	38,0	0,1021
	55,7	0,0854
	75,7	0,0983
Air PDAM	25,3	0,1049
	38,0	0,1179
	55,7	0,1105
	75,7	0,1067
<i>Plant-derived Organic</i>	25,3	0,1875
	38,0	0,1955
	55,7	0,1941
	75,7	0,2012
Air Embung	25,3	0,1124
	38,0	0,1183
	55,7	0,1175
	75,7	0,1236
<i>Soil Organic Matter</i>	25,3	0,1313
	38,0	0,1262
	55,7	0,1199
	75,7	0,1274

Dari Tabel 4.2, terlihat bahwa dari kelima sampel yang diuji pada suhu awal, sampel air rendaman daun memiliki nilai absorbansi UV254 tertinggi. Tingginya nilai absorbansi UV254 pada sampel air daun menunjukkan bahwa terdapat banyak senyawa aromatik yang dikeluarkan dari daun yang membusuk atau terendam dalam air (Langsa, 2008). Senyawa aromatik ini, seperti senyawa fenolik banyak ditemukan dalam daun dan dapat terlarut saat pembusukan, menyebabkan absorbansi yang tinggi pada panjang gelombang UV254.

Selanjutnya, tingginya nilai absorbansi pada *soil organic matter* disebabkan oleh adanya senyawa organik aromatik yang terlarut selama proses perendaman. Selain itu, keberadaan mikroorganisme dalam tanah turut berperan dalam melepaskan senyawa organik tambahan yang dapat meningkatkan konsentrasi bahan organik terlarut dalam air. Keberadaan senyawa organik

aromatik yang terdeteksi di air embung disebabkan oleh bahan organik seperti daun, ranting, dan sisa vegetasi yang mengalami pelapukan dapat melepaskan senyawa humik dan fulvik ke dalam air. Selain itu, air bawaan permukaan atau *runoff* dari area sekitar juga dapat membawa senyawa organik dari ke dalam badan air.

Deteksi nilai absorbansi UV254 pada air sumur dapat disebabkan oleh keberadaan senyawa organik aromatik yang meresap ke dalam akuifer. DOM pada air sumur umumnya berasal dari sumber alami (Albrektiene et al., 2012), maka senyawa-senyawa ini kemungkinan besar terbentuk melalui pelapukan bahan organik seperti akar, daun, atau sisa vegetasi di dalam tanah. Namun demikian, sumber air tanah maupun air permukaan tetap memiliki potensi untuk terpapar polutan, baik dari proses alami maupun aktivitas manusia (Romero-Esquivel et al., 2017).

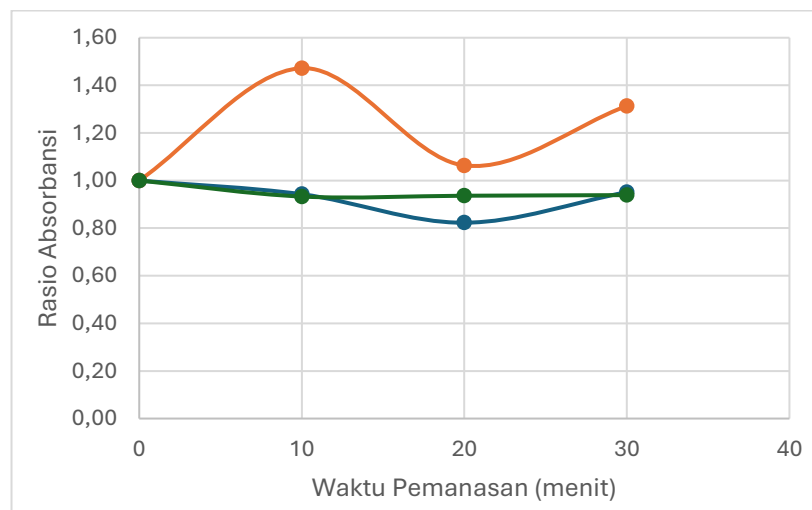
Sementara itu, sampel air PDAM menunjukkan absorbansi yang lebih rendah pada suhu awal. Hal ini dapat terjadi karena air PDAM umumnya telah melalui proses pengolahan yang melibatkan penyaringan, koagulasi, dan klorinasi, yang dapat mengurangi jumlah senyawa organik. Rendahnya nilai absorbansi pada air PDAM dapat terjadi karena kontak bahan organik dan klorin dapat mejadi faktor terbentuknya DBPs. Selain itu, air PDAM biasanya mengandung konsentrasi senyawa aromatik yang lebih rendah dibandingkan dengan air alami karena pengolahan tersebut menghilangkan banyak partikel dan senyawa terlarut. Hal ini sejalan dengan temuan dalam sebuah studi yang menunjukkan bahwa air yang telah diproses secara kimiawi atau fisik cenderung memiliki kandungan senyawa aromatik yang lebih rendah (Cory & McKnight, 2005).

Perubahan nilai absorbansi UV254 akibat proses pemanasan kemungkinan besar disebabkan oleh modifikasi struktur senyawa organik yang terdapat dalam air. Pemanasan dapat memicu pelepasan senyawa aromatik dari bahan organik atau menyebabkan senyawa kompleks terurai menjadi molekul yang lebih kecil dan lebih aktif secara optik, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan nilai absorbansi UV254. Fluktuasi absorbansi yang terlihat pada tiap suhu

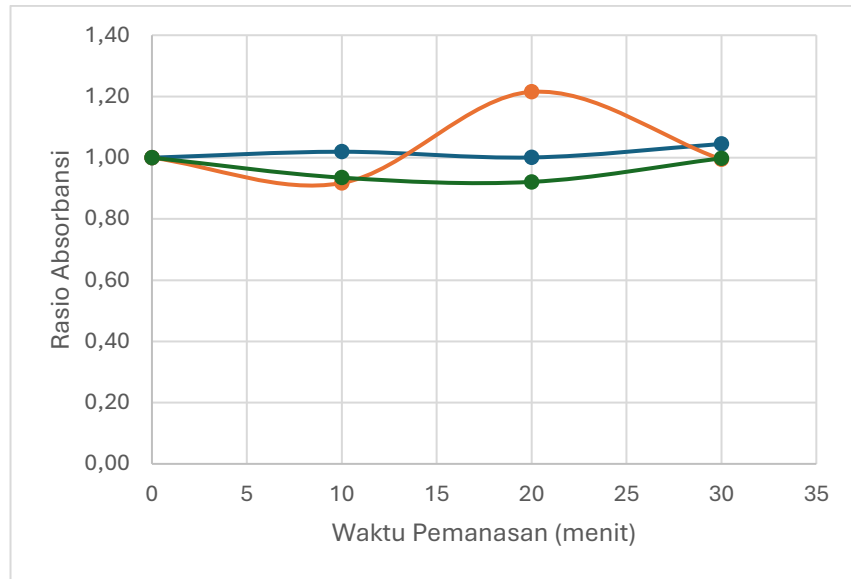
menunjukkan adanya perubahan sifat optik senyawa organik, yang dapat diukur melalui absorbansi yang mewakili kandungan senyawa aromatik.

Menurut Langsa (2008), pola perubahan ini juga bisa dikaitkan dengan aktivitas mikroba, di mana senyawa organik yang mudah terurai akan cepat dimanfaatkan, menyebabkan penurunan konsentrasi dan memengaruhi nilai absorbansi. Mikroorganisme dalam air dapat memecah senyawa organik tertentu, khususnya yang bersifat biodegradabel, sehingga ikut memberikan kontribusi terhadap naik turunnya nilai UV254. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa pemanasan memang dapat memengaruhi karakteristik optik air, terutama pada panjang gelombang 254 nm.

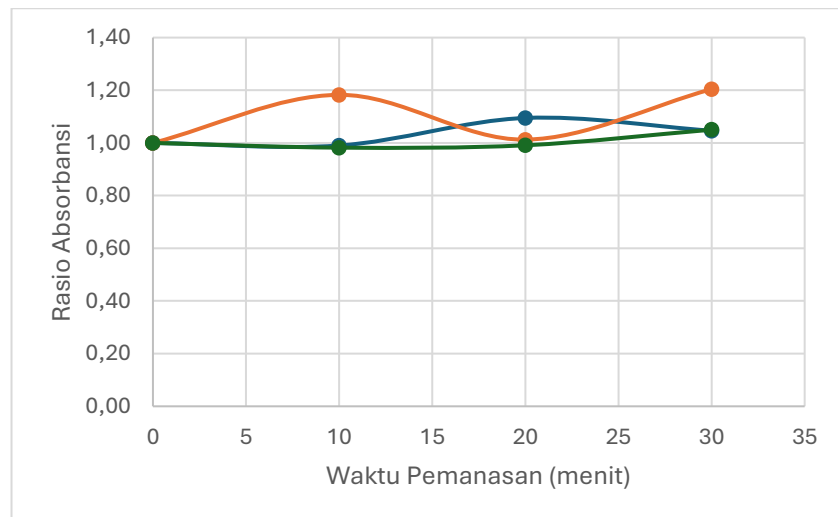
Berikut ini grafik yang akan menunjukkan absorbansi UV254 dengan perubahan suhu seiring pemanasan pada setiap sampel.



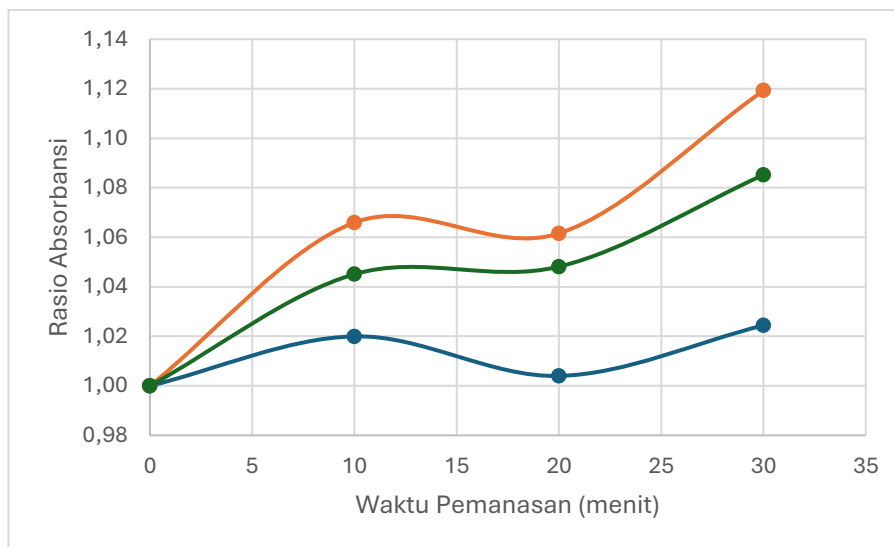
Gambar 4.32 Grafik UV254 pada Air Sumur



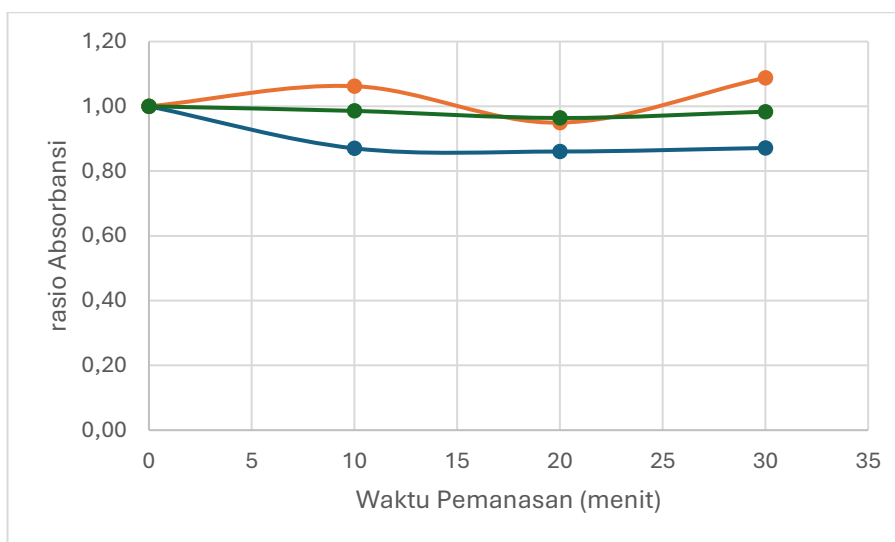
Gambar 4.33 Grafik UV254 pada Air PDAM



Gambar 4.34 Grafik UV254 pada Air Embung



Gambar 4. 35 Grafik UV254 pada Air Rendaman Daun



Gambar 4.36 Grafik UV254 pada *Soil Organic Matter*

Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa absorbansi pada air sumur, air PDAM, dan air embung relatif stabil pada berbagai waktu pemanasan, meskipun ada fluktuasi kecil pada waktu pemanasan tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa-senyawa organik dalam air sumur, air PDAM, dan air embung cenderung lebih stabil dan tidak mengalami degradasi signifikan akibat pemanasan pada suhu yang digunakan.

Sebaliknya, air rendaman daun dan soil organic matter menunjukkan perubahan absorbansi yang terlihat signifikan, terutama setelah pemanasan

selama 20 hingga 30 menit. Peningkatan absorbansi ini mengindikasikan adanya pelepasan senyawa organik yang lebih tinggi atau perubahan struktur molekul yang terdeteksi pada panjang gelombang UV254. Hal ini mungkin disebabkan oleh proses degradasi atau pelepasan senyawa organik yang lebih volatil yang terjadi pada pemanasan.

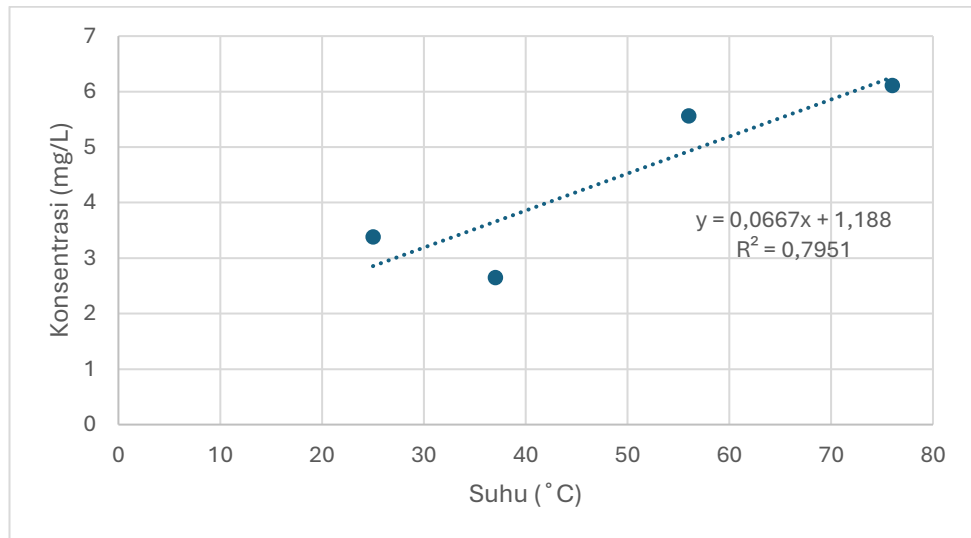
4.2.3 *Dissolved Organic Carbon (DOC)*

Pengukuran kadar DOC merupakan aspek penting dalam berbagai penelitian kualitas air. Kandungan DOC dalam air dapat berasal dari hasil degradasi organisme akuatik seperti tumbuhan atau hewan, namun juga bisa menjadi indikator adanya pencemaran dari limbah domestik maupun industri (Langsa, 2008). Pengujian parameter DOC dilakukan menggunakan alat TOC *Analyzer*. Berikut ini hasil pengujian parameter DOC yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

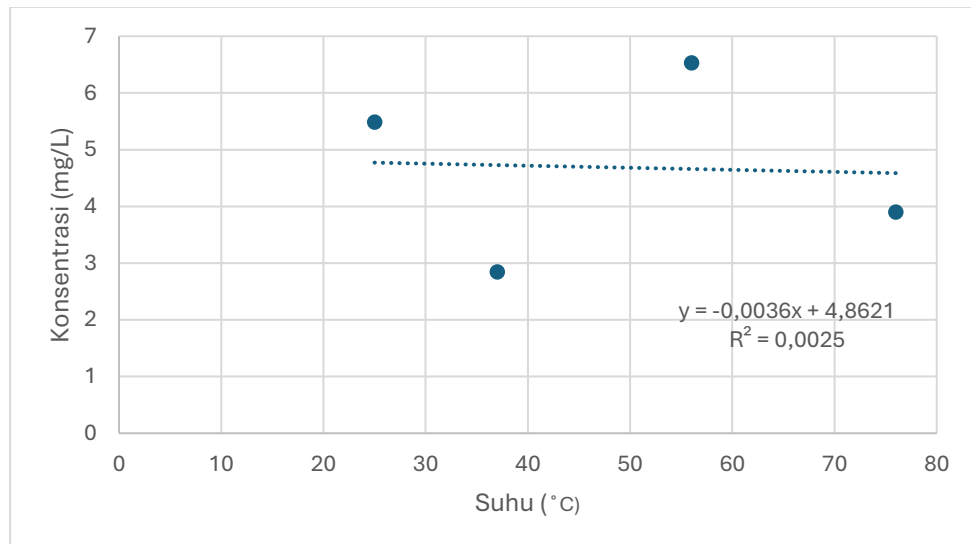
Tabel 4.3 Hasil Pengujian DOC

Jenis Sampel	Suhu (°C)	Hasil Uji (mg/L)
Air Sumur	26	3,377
	36	2,648
	56	5,561
	76	6,108
Air PDAM	26	5,48
	36	2,843
	56	6,527
	76	3,894
Air Rendaman Daun	26	9,187
	36	10,866
	56	6,334
	76	4,896
Air Embung	26	4,916
	36	2,625
	56	2,084
	76	3,683
<i>Soil Organic Matter</i>	26	2,551
	36	5,382
	56	1,831
	76	3,269

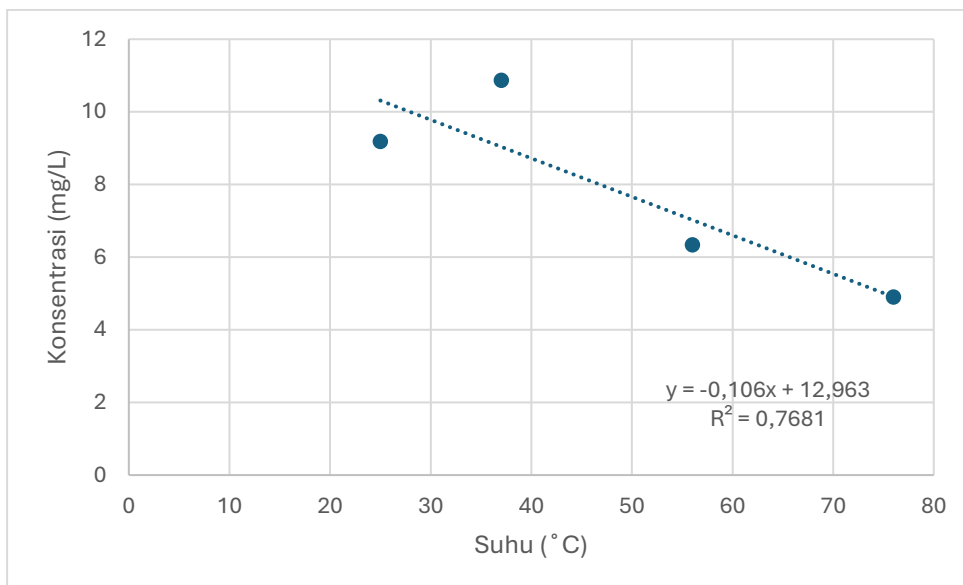
Selanjutnya, Gambar 4.32 menyajikan grafik perubahan fluktuatif konsentrasi DOC pada setiap sampel berdasarkan variasi suhu pemanasan. Kemudian, hubungan antara kenaikan suhu dan konsentrasi DOC akan dijelaskan dalam grafik yang akan ditampilkan di bawah ini.



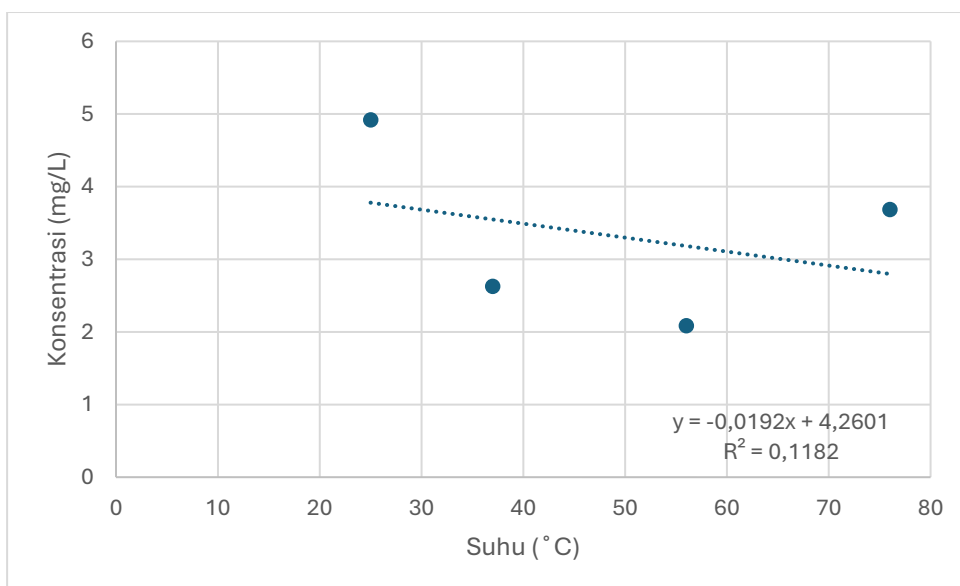
Gambar 4.37 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air Sumur



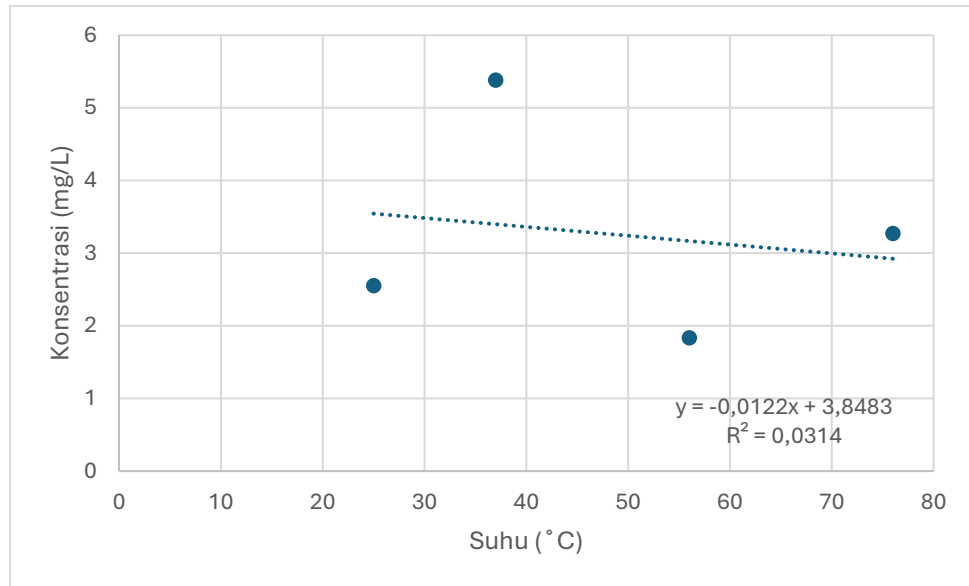
Gambar 4.38 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air PDAM



Gambar 4.39 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air Rendaman Daun



Gambar 4.40 Grafik Hubungan Suhu dan DOC Air Embung



Gambar 4.41 Grafik Hubungan Suhu dan DOC *Soil Organic Matter*

Hasil dari grafik-grafik di atas, menunjukkan hubungan yang lemah antara peningkatan suhu dengan konsentrasi DOC. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi DOC mengalami variasi pada berbagai jenis sampel ketika suhu meningkat, mulai dari suhu awal hingga suhu tertinggi. Pola perubahan ini tidak konsisten dengan tren yang ditunjukkan oleh parameter FEEM dan UV254. Hanya sampel air rendaman daun yang menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar $> 0,5$ yaitu 0,7681.

Air PDAM yang umumnya melalui pengolahan dengan zat kimia klorin, menunjukkan hasil yang fluktuatif. Fenomena penurunan DOC pada air PDAM dapat terjadi karena adanya kontak klorin dengan senyawa organik. Selain itu, indikasi adanya pelepasan senyawa organik yang mudah menguap akibat pemanasan (Fernández-Pascual et al., 2023). Sedangkan kenaikan dapat terjadi karena senyawa organik menjadi bentuk yang lebih larut karena perlakuan termal (Kolokassidou et al., 2007).

Penurunan kadar DOC dapat terjadi akibat proses dekomposisi termal yang memecah senyawa organik kompleks menjadi molekul-molekul kecil yang tidak lagi terdeteksi sebagai DOC. Sedangkan peningkatan DOC juga dijelaskan dalam penelitian Pagano et al. (2014), di mana suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan aktivitas enzim fenol oksidase yang berperan dalam dekomposisi bahan organik, sehingga mempercepat pemecahan senyawa

kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan terlarut. Peningkatan suhu menyebabkan enzim ini menjadi lebih aktif, berkontribusi pada pelepasan senyawa organik terlarut ke dalam air, sehingga dapat meningkatkan kadar DOC. Namun, setelah mencapai suhu tertentu, konsentrasi DOC dapat menurun. Hal ini disebabkan oleh degradasi lebih lanjut dari senyawa organik yang terlarut sehingga melepaskan DOM akibat proses fotodegradasi dan biodegradasi.

Konsentrasi DOC dalam perairan alami tidak hanya mencerminkan peningkatan kandungan bahan organik, tetapi juga dapat disertai dengan peningkatan keasaman organik. Hal ini terjadi karena sebagian besar komponen DOC, seperti asam humat dan asam fulvat, memiliki sifat asam. Peningkatan kadar DOC dalam sumber air minum menjadi perhatian serius dalam sistem penyediaan dan pengolahan air. DOC yang tinggi tidak hanya memengaruhi karakteristik fisik perairan seperti warna dan kejernihan, tetapi juga memiliki implikasi kimia yang signifikan dalam proses pengolahan air. Salah satu tantangan utamanya adalah potensi terbentuknya produk samping desinfeksi yang disebut dengan *disinfection by-products* (DBPs) saat DOC bereaksi dengan klorin dalam proses klorinasi, menghasilkan senyawa berbahaya seperti trihalometana dan senyawa lainnya yang bersifat karsinogenik.

Oleh karena itu, pengendalian konsentrasi DOC, diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 sebagai parameter Total Organik dengan standar baku mutu sebesar 0,0007 mg/L. Selain itu pengendalian DOC dapat dilakukan, baik melalui pengelolaan di sumber maupun optimasi teknologi pengolahan (Pagano et al., 2014), menjadi langkah untuk menjaga keamanan dan kualitas air minum yang memenuhi standar kesehatan masyarakat.

4.3 Uji Korelasi

Keterkaitan antar parameter dapat dianalisis melalui uji korelasi, yang bertujuan untuk melihat sejauh mana dua variabel parameter DOM saling berhubungan. Dalam penelitian ini, analisis hubungan dilakukan menggunakan metode korelasi Spearman, dengan bantuan *software* IBM SPSS. Berikut ini hasil uji korelasi parameter DOM dan DOC pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Uji Korelasi Parameter DOM dan DOC

Parameter DOM		Spearman	Sig. (2-tailed)	Tingkat Hubungan
<i>Tyrosine-like</i>	UV254	0.59	0.002	Sedang
<i>Tryptophan-like</i>	UV254	0.803	0	Sangat Kuat
<i>Fulvic-like</i>	UV254	0.826	0	Sangat Kuat
<i>Humic-like</i>	UV254	0.831	0	Sangat Kuat
<i>Allochthonous</i>	UV254	0.856	0	Sangat Kuat
<i>Tyrosine-like</i>	DOC	0.269	0.204	Lemah
<i>Tryptophan-like</i>	DOC	0.026	0.904	Sangat Lemah
<i>Fulvic-like</i>	DOC	0.085	0.692	Sangat Lemah
<i>Humic-like</i>	DOC	0.07	0.747	Sangat Lemah
<i>Allochthonous</i>	DOC	0.082	0.704	Sangat Lemah
UV254	DOC	-0.065	0.764	Sangat Lemah

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai signifikansi untuk variabel FEEM dan UV254 pada setiap komponen berada dalam rentang 0 hingga 0,002. Karena nilai ini lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi antara variabel FEEM dan UV254. Dalam analisis menggunakan *Spearman Rank Correlation*, hubungan antara parameter FEEM dan UV254 dapat dijelaskan sebagai berikut: komponen *tyrosine-like* memiliki hubungan tingkat sedang dengan UV254 dengan nilai korelasi sebesar 0,59. Sementara itu, komponen *tryptophan-like* menunjukkan hubungan yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,803. Komponen lainnya, seperti *fulvic-like*, memiliki nilai korelasi 0,826, *humic-like* sebesar 0,831, dan *allochthonous* sebesar 0,856, yang semuanya menunjukkan hubungan yang sangat kuat. Dengan demikian, hubungan antara kedua variabel berkisar dari tingkat sedang hingga sangat kuat.

Untuk hubungan antara parameter DOM dan DOC, nilai signifikansi yang diperoleh adalah sebagai berikut, *tyrosine-like* sebesar 0,204, *tryptophan-like* mendapat nilai korelasi sebesar 0,904, *fulvic-like* sebesar 0,692, *humic-like* sebesar 0,747, *allochthonous* sebesar 0,704 dan UV254 sebesar 0,764. Karena semua nilai signifikansi ini lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara parameter FEEM dan UV254 dengan parameter DOC. Dalam hal korelasi Spearman, nilai-nilai yang diperoleh

menunjukkan hubungan yang lemah hingga sangat lemah. Komponen *tyrosine-like* memiliki nilai korelasi 0,269, yang menunjukkan hubungan lemah. Sementara itu, komponen *tryptophan-like* memiliki nilai korelasi 0,026, *fulvic-like* sebesar 0,085, *humic-like* sebesar 0,07, dan *allochthonous* sebesar 0,082, yang semuanya menunjukkan hubungan sangat lemah. Selain itu, UV254 dengan DOC memiliki nilai korelasi -0,065, yang juga menunjukkan hubungan sangat lemah. Secara keseluruhan, hubungan antara FEEM dan UV254 menunjukkan korelasi yang signifikan dengan tingkat hubungan sedang hingga sangat kuat. Sebaliknya, hubungan antara parameter DOM dan DOC tidak signifikan, dengan korelasi yang lemah hingga sangat lemah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Perubahan intensitas *Fluorescence* EEM pada berbagai jenis sampel untuk lima komponen, yaitu *tyrosine-like*, *tyrptophan-like*, *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* menunjukkan bahwa intensitas fluoresensi setiap komponen bervariasi tergantung pada jenis sampel.
 - Pada sampel air sumur, bahwa komponen *tyrosine-like* cenderung terdegradasi akibat pemanasan, sedangkan fraksi *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* selain mengalami penurunan terdapat fenomena peningkatan intensitas seiring kenaikan suhu.
 - Pada sampel air PDAM, semua komponen menunjukkan pola penurunan intensitas seiring kenaikan suhu, menandakan adanya degradasi termal.
 - Pada sampel air embung, komponen *tyrosine-like* dan *tryptophan-like* mengalami penurunan intensitas seiring kenaikan suhu. Sedangkan senyawa *fulvic-like*, *humic-like*, dan *allochthonous* cenderung lebih stabil terhadap perlakuan panas bahkan mengalami peningkatan intensitas
 - Pada sampel air rendaman daun, semua komponen menunjukkan pola perubahan yang sama seiring kenaikan suhu dan cenderung fluktuatif.
 - Pada sampel *soil organic matter*, semua komponen menunjukkan pola perubahan yang sama seiring kenaikan suhu dan cenderung fluktuatif.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa, dari lima jenis sampel yang diuji hanya air sumur dan air rendaman daun yang menunjukkan hubungan yang cukup

kuat antara kenaikan suhu dan perubahan konsentrasi DOC. Air sumur menunjukkan peningkatan DOC, sedangkan air rendaman daun mengalami penurunan DOC seiring dengan kenaikan suhu. Sementara itu, air PDAM, air embung, dan *soil organic matter* menunjukkan hubungan yang lemah antara kenaikan suhu dan perubahan konsentrasi DOC. Meskipun terdapat fluktuasi dalam hasil pengukuran, secara umum tren grafik menunjukkan kenaikan suhu menyebabkan penurunan konsentrasi DOC pada sampel air PDAM, air embung, dan *soil organic matter*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Untuk meningkatkan variasi suhu pemanasan yang digunakan guna menemukan titik optimal di mana intensitas *fluorescence* EEM mencapai puncaknya. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi rentang suhu yang lebih luas guna menemukan titik optimal di mana intensitas fluoresensi EEM mencapai nilai maksimum.
2. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan sampel dari wilayah pedesaan dan perkotaan agar bisa dilihat perbedaan karakteristik senyawa organik dalam air dari kedua lingkungan tersebut. Diperlukan juga kajian yang lebih mendalam terkait pengaruh suhu terhadap karakteristik DOM, termasuk dengan mempertimbangkan efek suhu rendah atau proses pendinginan, agar dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam dari perlakuan termal yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J. (2009). Population growth and environmental stress (A review). *Current World Environment*, 4(2), 335–340. <https://doi.org/10.12944/CWE.4.2.10>
- Aiken, G. (2014). Fluorescence and Dissolved Organic Matter. In *Aquatic Organic Matter Fluorescence* (pp. 35–74). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139045452.005>
- Albrektiene, R., Rimeika, M., Zalieckiene, E., Šaulys, V., & Zagorskis, A. (2012). Determination of organic matter by UV absorption in the ground water. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(2), 163–167. <https://doi.org/10.3846/16486897.2012.674039>
- Asnawi, I., Industri, P., & Morowali, L. (n.d.). *Parameter Kualitas Air*. <https://www.researchgate.net/publication/374118371>
- Baker, A. (2005). Thermal fluorescence quenching properties of dissolved organic matter. *Water Research*, 39(18), 4405–4412. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.08.023>
- Bolan, N. S., Adriano, D. C., Kunhikrishnan, A., James, T., McDowell, R., & Senesi, N. (2011). Dissolved Organic Matter. Biogeochemistry, Dynamics, and Environmental Significance in Soils. In *Advances in Agronomy* (Vol. 110, Issue C). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385531-2.00001-3>
- Boyer, J. N., Dailey, S. K., Gibson, P. J., Rogers, M. T., & Mir-Gonzalez, D. (2006). The role of dissolved organic matter bioavailability in promoting phytoplankton blooms in Florida Bay. *Hydrobiologia*, 569(1), 71–85. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0123-2>
- Calderó-Pascual, M., Yıldız, D., Yalçın, G., Metin, M., Yetim, S., Fiorentin, C., Andersen, M. R., Jennings, E., Jeppesen, E., Ger, K. A., Beklioğlu, M., & McCarthy, V. (2022). The importance of allochthonous organic matter quality when investigating pulse disturbance events in freshwater lakes: a mesocosm experiment. *Hydrobiologia*, 849(17–18), 3905–3929. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04757-w>

- Carstea, E. M., Baker, A., Bieroza, M., Reynolds, D. M., & Bridgeman, J. (2014). Characterisation of dissolved organic matter fluorescence properties by PARAFAC analysis and thermal quenching. *Water Research*, *61*, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.05.013>
- Carvalho, P., Thomaz, S. M., & Bini, L. M. (2005). Effects of temperature on decomposition of a potential nuisance species: the submerged aquatic macrophyte *Egeria najas planchom* (Hydrocharitaceae). *Brazilian Journal of Biology*, *65*(1), 51–60. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842005000100008>
- Chen, M., Jung, J., Lee, Y. K., Kim, T. W., & Hur, J. (2019). Production of tyrosine-like fluorescence and labile chromophoric dissolved organic matter (DOM) and low surface accumulation of low molecular weight-dominated DOM in a productive Antarctic sea. *Marine Chemistry*, *213*, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2019.04.009>
- Chen, W., & Yu, H. Q. (2021). Advances in the characterization and monitoring of natural organic matter using spectroscopic approaches. In *Water Research* (Vol. 190). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116759>
- Chu, J., & Liao, Z. (2024). Optical and molecular characteristics of urban wastewater dissolved organic matter: insights into their correlations. *Environmental Science: Water Research & Technology*, *10*(10), 2559–2576. <https://doi.org/10.1039/D4EW00519H>
- Cory, R. M., & McKnight, D. M. (2005). Fluorescence Spectroscopy Reveals Ubiquitous Presence of Oxidized and Reduced Quinones in Dissolved Organic Matter. *Environmental Science & Technology*, *39*(21), 8142–8149. <https://doi.org/10.1021/es0506962>
- Crapart, C., Andersen, T., Hessen, D. O., Valiente, N., & Vogt, R. D. (2021). Factors Governing Biodegradability of Dissolved Natural Organic Matter in Lake Water. *Water*, *13*(16), 2210. <https://doi.org/10.3390/w13162210>
- Daniel, D., Qaimamunazzala, H., Siantoro, A., Sirait, M., Tanaboleng, Y. B., & Padmawati, R. S. (2023). Household drinking water treatment in rural Indonesia: actual practice, determinants, and drinking water quality. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, *13*(3), 208–217. <https://doi.org/10.2166/washdev.2023.215>

- Du, H., Wu, Y., & Wu, H. (2020). Dissolved organic matter and bacterial population changes during the treatment of solid potato waste in a microbial fuel cell. *Water Science and Technology*, 82(10), 1982–1994. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.480>
- Dubnick, A., Barker, J., Sharp, M., Wadham, J., Lis, G., Telling, J., Fitzsimons, S., & Jackson, M. (2010). Characterization of dissolved organic matter (DOM) from glacial environments using total fluorescence spectroscopy and parallel factor analysis. *Annals of Glaciology*, 51(56), 111–122. <https://doi.org/10.3189/172756411795931912>
- Fadillah, R. N. (2024). *Identifikasi Kandungan Natural Organic Matter (NOM) di Instalasi Pengolahan Air Unit Padasan PDAM Tirtamarta Kota Yogyakarta*. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/51636/20513198.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fang, C., Yang, X., Ding, S., Luan, X., Xiao, R., Du, Z., Wang, P., An, W., & Chu, W. (2021). Characterization of Dissolved Organic Matter and Its Derived Disinfection Byproduct Formation along the Yangtze River. *Environmental Science and Technology*, 55(18), 12326–12336. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c02378>
- Fayomi, G. U., Mini, S. E., Fayomi, O. S. I., Owodolu, T., Ayoola, A. A., & Wusu, O. (2019). A Mini Review on the Impact of Sewage Disposal on Environment and Ecosystem. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 331(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/331/1/012040>
- Fernández-Pascual, E., Droz, B., O’Dwyer, J., O’Driscoll, C., Goslan, E. H., Harrison, S., & Weatherill, J. (2023). Fluorescent Dissolved Organic Matter Components as Surrogates for Disinfection Byproduct Formation in Drinking Water: A Critical Review. *ACS ES&T Water*, 3(8), 1997–2008. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.2c00583>
- Fox, B. G., Thorn, R. M. S., Anesio, A. M., & Reynolds, D. M. (2017). The in situ bacterial production of fluorescent organic matter; an investigation at a species level. *Water Research*, 125, 350–359. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.08.040>

- Goffin, A., Vasquez-Vergara, L. A., Guérin-Rechdaoui, S., Rocher, V., & Varrault, G. (2020). Temperature, turbidity, and the inner filter effect correction methodology for analyzing fluorescent dissolved organic matter in urban sewage. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(28), 35712–35723. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09889-5>
- Goulden, P. D., & Brooksbank, Peter. (1975). Automated determinations of dissolved organic carbon in lake water. *Analytical Chemistry*, 47(12), 1943–1946. <https://doi.org/10.1021/ac60362a040>
- He, X. S., Xi, B. D., Li, X., Pan, H. W., An, D., Bai, S. G., Li, D., & Cui, D. Y. (2013). Fluorescence excitation-emission matrix spectra coupled with parallel factor and regional integration analysis to characterize organic matter humification. *Chemosphere*, 93(9), 2208–2215. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.04.039>
- Hidayah, E. N., Anastasia, G. C., & Cahyonugroho, O. H. (2019). Characterization and Removal of Dissolved Organic Matter in River Water Through Preoxidation-Coagulation Process. *Dampak*, 16(1), 20. <https://doi.org/10.25077/dampak.16.1.20-25.2019>
- Hidayah, E. N., Chou, Y.-C., & Yeh, H.-H. (2016). Using HPSEC to identify NOM fraction removal and the correlation with disinfection by-product precursors. *Water Supply*, 16(2), 305–313. <https://doi.org/10.2166/ws.2015.139>
- Huang, W., Wan, Z., Zheng, D., Cao, L., Li, G., & Zhang, F. (2024). Evolution of soil DOM during thermal remediation below 100 °C: concentration, spectral characteristics and complexation ability. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 18(8), 94. <https://doi.org/10.1007/s11783-024-1854-x>
- Hudori, H., Rosadi, M. Y., Yamada, T., Bhat, S. A., & Li, F. (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). <https://doi.org/10.3390/w13233456>
- Ibrahim, N., & 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), 94–106. <https://doi.org/10.12983/ijsres-2014-p0094-0106>
- Jie, L., Yuwen, L., Jingyan, S., Zhiyong, W., Ling, H., Xi, Y., & Cunxin, W. (2008). The investigation of thermal decomposition pathways of phenylalanine and tyrosine by TG–FTIR. *Thermochimica Acta*, 467(1–2), 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2007.10.014>
- Ju, W., Ma, D., Chen, M., Sardans, J., Zhu, B., Liu, J., Chen, J., Peñuelas, J., & Liu, X. (2025). Soil-derived dissolved organic matter in inland wetlands along a temperate river: Insights from spectroscopic characteristics coupled with machine learning methods. *Water Research X*, 29, 100339. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2025.100339>
- Khamis, K., Sorensen, J. P. R., Bradley, C., Hannah, D. M., Lapworth, D. J., & Stevens, R. (2015). In situ tryptophan-like fluorometers: assessing turbidity and temperature effects for freshwater applications. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 17(4), 740–752. <https://doi.org/10.1039/C5EM00030K>
- Knapik, H. G., Fernandes, C. V. S., de Azevedo, J. C. R., & do Amaral Porto, M. F. (2014). Applicability of Fluorescence and Absorbance Spectroscopy to Estimate Organic Pollution in Rivers. *Environmental Engineering Science*, 31(12), 653–663. <https://doi.org/10.1089/ees.2014.0064>
- Kolokassidou, C., Pashalidis, I., Costa, C. N., Efstathiou, A. M., & Buckau, G. (2007). Thermal stability of solid and aqueous solutions of humic acid. *Thermochimica Acta*, 454(2), 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2006.12.022>
- Kučerík, J., Kislínger, J., Majzlík, P., & Pekař, M. (2009). Correlation of humic substances chemical properties and their thermo-oxidative degradation kinetics. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 98(1), 207–214. <https://doi.org/10.1007/s10973-009-0310-2>
- Langsa, M. H. (2008). Characterisation Of Dissolved Organic Carbon (DOC) Leached From Leaves In Water . *Jurnal Natural*, 6(1). <https://doi.org/10.30862/jn.v6i1.692>
- Leenheer, J. (2024). *Characterizing Dissolved*. <https://pubs.acs.org/sharingguidelines>

- Liu, J., Gao, J., Zhong, Z., Cheng, Y., & Zhang, B. (2023). Tracing the variation of dissolved organic matter in the two-stage anoxic/aerobic process treating swine wastewater using fluorescence excitation-emission matrix with parallel factor analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(20), 58663–58673. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26773-0>
- Najm, I., Marcinko, J., & Oppenheimer, J. (2000). Evaluating TOC analytical results. *Journal AWWA*, *92*(8), 84–92. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2000.tb08995.x>
- Nowicki, S., Lapworth, D. J., Ward, J. S. T., Thomson, P., & Charles, K. (2019). Tryptophan-like fluorescence as a measure of microbial contamination risk in groundwater. *Science of The Total Environment*, *646*, 782–791. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.274>
- Osburn, C. L., Del Vecchio, R., & Boyd, T. J. (2014). Physicochemical Effects on Dissolved Organic Matter Fluorescence in Natural Waters. In *Aquatic Organic Matter Fluorescence* (pp. 233–277). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139045452.012>
- Paerl, R. W., Claudio, I. M., Shields, M. R., Bianchi, T. S., & Osburn, C. L. (2020). Dityrosine formation via reactive oxygen consumption yields increasingly recalcitrant humic-like fluorescent organic matter in the ocean. *Limnology and Oceanography Letters*, *5*(5), 337–345. <https://doi.org/10.1002/lol2.10154>
- Pagano, T., Bida, M., & Kenny, J. E. (2014). Trends in levels of allochthonous dissolved organic carbon in natural water: A review of potential mechanisms under a changing climate. In *Water (Switzerland)* (Vol. 6, Issue 10, pp. 2862–2897). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/w6102862>
- Purwantiningsih, T. I., Haumein, W., & Presson, J. (2020). Air Rebusan Daun Sirih sebagai Antibakteri Alami untuk Mencegah Mastitis. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*, *7*(3), 252. <https://doi.org/10.33772/jitro.v7i3.11428>
- Qualls, R. G. (2013). *Dissolved Organic Matter*. <https://doi.org/10.2136/sssabookseeker10.c16>
- Rajendiran, T., Sabarathinam, C., Panda, B., & Elumalai, V. (2023). Influence of Dissolved Oxygen, Water Level and Temperature on Dissolved Organic

- Carbon in Coastal Groundwater. *Hydrology*, 10(4), 85.
<https://doi.org/10.3390/hydrology10040085>
- Řezáčová, V., Conte, P., Komendová, R., Novák, F., Repková, M., & Kučerík, J. (2019). Factors influencing structural heat-induced structural relaxation of dissolved organic matter. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167, 422–428. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.10.050>
- Roiha, T., Peura, S., Cusson, M., & Rautio, M. (2016). Allochthonous carbon is a major regulator to bacterial growth and community composition in subarctic freshwaters. *Scientific Reports*, 6(1), 34456. <https://doi.org/10.1038/srep34456>
- Romero-Esquivel, L. G., Grischek, T., Pizzolatti, B. S., Mondardo, R. I., & Sens, M. L. (2017). Bank filtration in a coastal lake in South Brazil: water quality, natural organic matter (NOM) and redox conditions study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(8), 2007–2020. <https://doi.org/10.1007/s10098-017-1382-5>
- Sgroi, M., Roccaro, P., Korshin, G. V., Greco, V., Sciuto, S., Anumol, T., Snyder, S. A., & Vagliasindi, F. G. A. (2017). Use of fluorescence EEM to monitor the removal of emerging contaminants in full scale wastewater treatment plants. *Journal of Hazardous Materials*, 323, 367–376. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.05.035>
- Suharti, T. (2017). *Buku Dasar-Dasar Spektrofotometri*.
- Sun, J., Guo, L., Li, Q., Zhao, Y., Gao, M., She, Z., & Jin, C. (2016). Three-dimensional fluorescence excitation–emission matrix (EEM) spectroscopy with regional integration analysis for assessing waste sludge hydrolysis at different pretreated temperatures. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(23), 24061–24067. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7610-4>
- Sururi, M. R., Notodarmojo, S., Roosmini, D., Putra, P. S., Maulana, Y. E., & Dirgawati, M. (2020). An investigation of a conventional water treatment plant in reducing dissolved organic matter and trihalomethane formation potential from a tropical river water source. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 52(2), 271–288. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2020.52.2.10>

- Vogt, R. D., Porcal, P., Hejzlar, J., Paule-Mercado, M. C., Haaland, S., Gundersen, C. B., Orderud, G. I., & Eikebrokk, B. (2023). Distinguishing between Sources of Natural Dissolved Organic Matter (DOM) Based on Its Characteristics. *Water (Switzerland)*, *15*(16). <https://doi.org/10.3390/w15163006>
- Yao, Y., Chen, Y., Han, R., Chen, D., Ma, H., Han, X., Feng, Y., & Shi, C. (2024). Algal Decomposition Accelerates Denitrification as Evidenced by the High-Resolution Distribution of Nitrogen Fractions in the Sediment–Water Interface of Eutrophic Lakes. *Water*, *16*(2), 341. <https://doi.org/10.3390/w16020341>
- Yuthawong, V., Thongnueaha, C., & Phungsai, P. (2023). Changes in optical properties and molecular composition of dissolved organic matter and formation of disinfection by-products during conventional water treatment processes. *Environmental Science: Water Research & Technology*, *9*(1), 161–175. <https://doi.org/10.1039/D2EW00609J>
- Zeeshan, M., Ingold, V., Saal, L., Höra, C., Kämpfe, A., & Ruhl, A. S. (2025). Compositions and concentrations of dissolved organic matter, selected elements and anions in German drinking waters. *Journal of Environmental Management*, *376*, 124459. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124459>
- Zhu, L., Zhao, Y., Bai, S., Zhou, H., Chen, X., & Wei, Z. (2020). New insights into the variation of dissolved organic matter components in different latitudinal lakes of northeast China. *Limnology and Oceanography*, *65*(3), 471–481. <https://doi.org/10.1002/lno.11316>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan Bahan



Turbidimeter



pH Meter



Vakum Penyaring



Botol Duran



Spektrofluorometer

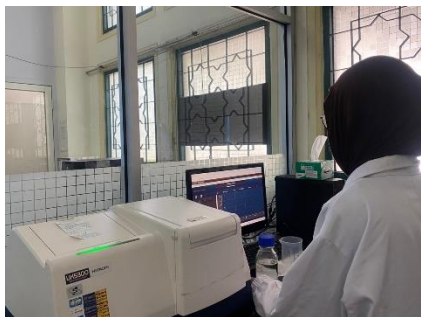
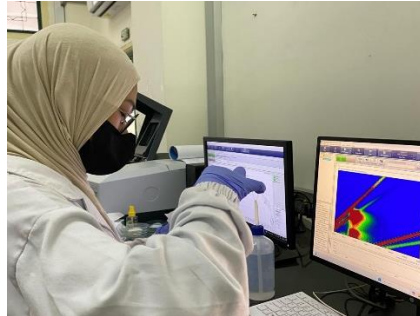


Spektrofotometri UV-Vis

Lampiran 2 Dokumentasi



Pengambilan Sampel



Pengujian Laboratorium

Lampiran 3 Data Hasil Perhitungan FEEM

No	Jenis Sampel	Rerata Suhu (°C)		<i>Tyrosine-Like</i>	<i>Tryptophan-Like</i>	<i>Fulvic-Like</i>	<i>Humic-Like</i>	<i>Allochthonous</i>
			EX	230	230 & 280	250	300-350	380
1	Air Sumur	25,3		457.46	760.521	307.676	196.924	81.182
2	Air Sumur	38,0		81.747	162.601	272.873	177.937	81.467
3	Air Sumur	55,7		78.642	159.938	289.949	185.237	85.017
4	Air Sumur	75,7		105.458	195.637	363.379	208.579	97.784
5	Air PDAM	25,3		171.035	553.029	1059.43	690.124	281.604
6	Air PDAM	38,0		137.755	453.977	861.089	588.041	242.611
7	Air PDAM	55,7		143.786	411.256	858.714	566.019	242.525
8	Air PDAM	75,7		326.776	470.297	651.864	425.75	167.673
9	Air Rendaman Daun	25,3		897.182	1386.89	1900.94	1401.58	687.478
10	Air Rendaman Daun	38,0		902.877	1180.93	1728.53	1246.08	885.152
11	Air Rendaman Daun	55,7		662.293	1109.11	1443.59	1028.06	719.455
12	Air Rendaman Daun	75,7		767.868	1168.18	1418.61	1032.65	693.03
13	Air Embung	25,3		400.008	643.102	702.774	410.203	209.471
14	Air Embung	38,0		267.188	439.863	628.003	368.099	171.919
15	Air Embung	55,7		312.229	408.868	594.673	351.873	170.231
16	Air Embung	75,7		323.121	532.319	758.316	413.093	214.187
17	<i>Soil Organic Matter</i>	25,3		150.077	611.851	1638.91	997.007	511.409
18	<i>Soil Organic Matter</i>	38,0		149.994	602.748	1586.15	964.618	485.563
19	<i>Soil Organic Matter</i>	55,7		208.805	692.69	1628.7	1029.13	520.046
20	<i>Soil Organic Matter</i>	75,7		205.468	665.877	1616.87	979.377	502.324

No	Jenis Sampel	Rerata Suhu (°C)		<i>Tyrosine-Like</i>	<i>Tryptophan-Like</i>	<i>Fulvic-Like</i>	<i>Humic-Like</i>	<i>Allochthonous</i>
			EX	230	230 & 280	250	300-350	380
1	Air Sumur	25,3		84.905	145.818	270.381	167.059	74.209
2	Air Sumur	38,0		99.296	1083.62	268.033	163.6	76.037
3	Air Sumur	55,7		94.604	167.746	283.342	179.506	81.735
4	Air Sumur	75,7		125.119	186.815	283.933	173.445	82.025
5	Air PDAM	25,3		140.537	452.166	958.102	663.125	267.395
6	Air PDAM	38,0		118.259	455.466	1003.93	644.902	266.089
7	Air PDAM	55,7		179.576	439.189	915.844	604.802	259.013
8	Air PDAM	75,7		177.605	443.675	906.531	603.337	265.386
9	Air Rendaman Daun	25,3		344.364	564.636	799.775	552.452	357.16
10	Air Rendaman Daun	38,0		340.372	561.298	834.111	571.003	376.387
11	Air Rendaman Daun	55,7		424.234	614.43	843.355	585.26	409.222
12	Air Rendaman Daun	75,7		368.313	646.51	898.631	612.038	433.64
13	Air Embung	25,3		334.842	505.861	644.649	358.538	176.783
14	Air Embung	38,0		320.563	439.675	644.972	356.002	181.621
15	Air Embung	55,7		326.649	473.644	646.054	374.536	198.581
16	Air Embung	75,7		423.916	513.469	716.282	391.07	207.667
17	<i>Soil Organic Matter</i>	25,3		129.384	255.483	590.678	364.455	186.783
18	<i>Soil Organic Matter</i>	38,0		80.901	250.331	591.164	362.935	189.049
19	<i>Soil Organic Matter</i>	55,7		106.117	278.841	647.294	390.693	208.487
20	<i>Soil Organic Matter</i>	75,7		397.948	680.089	908.476	623.21	432.233

No	Jenis Sampel	Rerata Suhu (°C)		<i>Tyrosine- Like</i>	<i>Tryptophan- Like</i>	<i>Fulvic- Like</i>	<i>Humic- Like</i>	<i>Allochthonous</i>
			EX	230	230 & 280	250	300-350	380
1	Air Sumur	25,3		230.728	238.251	320.141	199.818	94.192
2	Air Sumur	38,0		178.546	175.445	278.438	188.92	78.978
3	Air Sumur	55,7		165.966	161.674	281.221	186.594	82.793
4	Air Sumur	75,7		158.335	227.625	282.438	166.374	80.634
5	Air PDAM	25,3		450.698	923.452	812.476	545.954	198.818
6	Air PDAM	38,0		433.599	454.726	807.383	522.021	197.57
7	Air PDAM	55,7		415.703	423.793	799.152	509.401	200.224
8	Air PDAM	75,7		171.973	379.82	798.226	503.013	192.445
9	Air Rendaman Daun	25,3		806.142	1100.56	1429.4	1077.44	821.799
10	Air Rendaman Daun	38,0		989.441	1046.82	1329.24	971.98	691.267
11	Air Rendaman Daun	55,7		907.221	1032.28	1282.73	916.903	662.61
12	Air Rendaman Daun	75,7		958.613	1083.59	985.361	739.637	506.958
13	Air Embung	25,3		395.773	643.035	917.87	543.583	259.782
14	Air Embung	38,0		518.735	706.575	919.886	527.491	252.118
15	Air Embung	55,7		353.606	575.691	841.379	526.182	257.326
16	Air Embung	75,7		477.62	686.195	853.943	522.182	249.197
17	<i>Soil Organic Matter</i>	25,3		217.026	433.652	929.501	573.054	285.038
18	<i>Soil Organic Matter</i>	38,0		328.067	642.339	917.47	568.132	282.68
19	<i>Soil Organic Matter</i>	55,7		170.124	375.954	932.152	576.959	298.124
20	<i>Soil Organic Matter</i>	75,7		194.215	425.398	934.368	580.846	312.876

Lampiran 4 Data UV254

Jenis Sampel	Rerata Suhu (°C)	Day 1	Day 2	Day 3	Rerata	Standar Deviasi
Blanko	25,3	-0,1199	-0,1207	-0,1203	-0,1203	0,0004
	38,0	-0,1179	-0,1175	-0,1177	-0,1177	0,0002
	55,7	-0,1215	-0,1205	-0,1210	-0,1210	0,0005
	75,7	-0,1186	-0,119	-0,1188	-0,1188	0,0002
Air Sumur	25,3	0,1394	0,0182	0,0580	0,0719	0,061778421
	38,0	0,1314	0,1207	0,0541	0,1021	0,041883449
	55,7	0,1147	0,0872	0,0543	0,0854	0,030240205
	75,7	0,1326	0,1077	0,0545	0,0983	0,039922832
Air PDAM	25,3	0,1337	0,1051	0,0760	0,1049	0,028875437
	38,0	0,1863	0,0964	0,0710	0,1179	0,060582258
	55,7	0,1338	0,1277	0,0700	0,1105	0,035235151
	75,7	0,1397	0,1045	0,0758	0,1067	0,032005052
<i>Plant-derived Organic</i>	25,3	0,2253	0,2062	0,1309	0,1875	0,049938687
	38,0	0,2298	0,2198	0,1368	0,1955	0,05108099
	55,7	0,2262	0,2189	0,1372	0,1941	0,049440629
	75,7	0,2308	0,2308	0,1420	0,2012	0,051268704
Air Embung	25,3	0,1529	0,1117	0,0726	0,1124	0,040154576
	38,0	0,1514	0,1321	0,0713	0,1183	0,041803389
	55,7	0,1674	0,1131	0,0720	0,1175	0,047875733
	75,7	0,1600	0,1345	0,0763	0,1236	0,042928963
<i>Soil Organic Matter</i>	25,3	0,1742	0,135	0,0848	0,1313	0,044838609
	38,0	0,1516	0,1434	0,0836	0,1262	0,037148497
	55,7	0,1499	0,1282	0,0817	0,1199	0,034843412
	75,7	0,1518	0,1469	0,0834	0,1274	0,038183799

Lampiran 5 Data DOC

No	Jenis Sampel	Suhu (°C)	Hasil Uji	Satuan
1	Blanko	26.5	4.941	mg/L
2	Blanko	38	5.789	mg/L
3	Blanko	58	3.553	mg/L
4	Blanko	72	6.945	mg/L
5	Air Sumur	26.3	3.377	mg/L
6	Air Sumur	35	2.648	mg/L
7	Air Sumur	54	5.561	mg/L
8	Air Sumur	73	6.108	mg/L
9	Air PDAM	26.2	5.48	mg/L
10	Air PDAM	34	2.843	mg/L
11	Air PDAM	56	6.527	mg/L
12	Air PDAM	72	3.894	mg/L
13	Air Rendaman Daun	26.5	9.187	mg/L
14	Air Rendaman Daun	37	10.866	mg/L
15	Air Rendaman Daun	57	6.334	mg/L
16	Air Rendaman Daun	72	4.896	mg/L
17	Air Embung	26.6	4.916	mg/L
18	Air Embung	36	2.625	mg/L
19	Air Embung	54	2.084	mg/L
20	Air Embung	73	3.683	mg/L
21	<i>Soil Organic Matter</i>	26.3	2.551	mg/L
22	<i>Soil Organic Matter</i>	36	5.382	mg/L
23	<i>Soil Organic Matter</i>	57	1.831	mg/L
24	<i>Soil Organic Matter</i>	74	3.269	mg/L

Lampiran 6 Uji Korelasi

			Correlations						
			T1	T2	FL	HL	AL	UV254	TOC
Spearman's rho	T1	Correlation Coefficient	1.000	.701**	.418*	.428*	.450*	.590**	.269
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.042	.037	.027	.002	.204
		N	24	24	24	24	24	24	24
	T2	Correlation Coefficient	.701**	1.000	.784**	.793**	.805**	.803**	.026
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.904
		N	24	24	24	24	24	24	24
	FL	Correlation Coefficient	.418*	.784**	1.000	.994**	.991**	.826**	.085
		Sig. (2-tailed)	.042	.000	.	.000	.000	.000	.692
		N	24	24	24	24	24	24	24
	HL	Correlation Coefficient	.428*	.793**	.994**	1.000	.990**	.831**	.070
		Sig. (2-tailed)	.037	.000	.000	.	.000	.000	.747
		N	24	24	24	24	24	24	24
	AL	Correlation Coefficient	.450*	.805**	.991**	.990**	1.000	.856**	.082
		Sig. (2-tailed)	.027	.000	.000	.000	.	.000	.704
		N	24	24	24	24	24	24	24
	UV254	Correlation Coefficient	.590**	.803**	.826**	.831**	.856**	1.000	-.065
		Sig. (2-tailed)	.002	.000	.000	.000	.000	.	.764
		N	24	24	24	24	24	24	24
	TOC	Correlation Coefficient	.269	.026	.085	.070	.082	-.065	1.000
		Sig. (2-tailed)	.204	.904	.692	.747	.704	.764	.
		N	24	24	24	24	24	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
 * . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

RIWAYAT HIDUP



Nurussyifa Afrilia Hidayat, biasa dipanggil Lia. Lahir di Cilegon, lahir di Cilegon, Banten, pada tanggal 15 April 2003. Penulis merupakan putri pertama dari pasangan Bapak Hidayatullah dan Ibu Iyoh Mutmainah. Pendidikan dasar ditempuh di SDIT Al-Hujjaj Cilegon, kemudian melanjutkan jenjang menengah di SMPN 1 Cilegon dan SMAN 2 Krakatau Steel Cilegon. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah atas, penulis melanjutkan studi pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik maupun non-akademik, di antaranya terlibat dalam organisasi mahasiswa, kegiatan kerelawanan, serta berbagai kepanitiaan di lingkungan kampus. Penulis juga pernah berperan sebagai staf marketing communication JTL UII dan menjadi asisten laboratorium pada akhir masa studi. Penulis menjalani program kerja praktik di kota kelahirannya, tepatnya di PT Asahimas Chemical Cilegon, dengan fokus pada pemantauan kualitas udara. Selain itu, penulis turut berpartisipasi dalam program *summer course* ke Kuala Lumpur yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Lingkungan UII.

Pada tahun terakhir masa studi, penulis melaksanakan penelitian berjudul "*Pengaruh Pemanasan terhadap Karakteristik Dissolved Organic Matter (DOM) pada Air dengan Metode Spektrofluorometer*" sebagai bagian dari pemenuhan syarat kelulusan program Sarjana Teknik Lingkungan FTSP UII.