

## BAB II

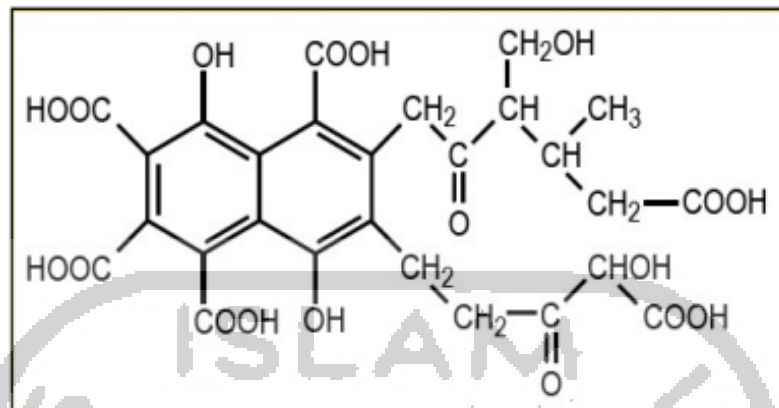
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Natural Organic Matter

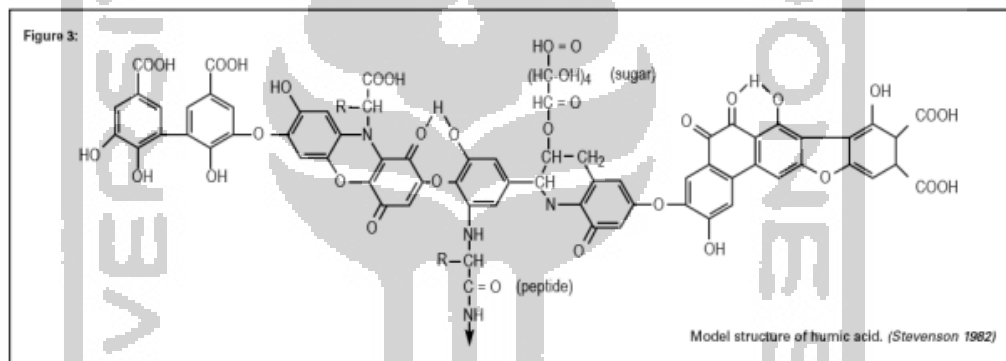
Natural Organic Matter (NOM) terdapat di tanah dan air permukaan. Unsur utama penyusun NOM adalah senyawa humic. Didalam air minum, zat organik yang terdapat di dalam air berasal dari dampak kegiatan manusia dan alam. Dari manusia dapat berasal dari kegiatan rumah tangga yang berupa limbah tinja, pertanian menghasilkan limbah berupa pupuk dan peptisida, dan sebagainya. Sedangkan yang berasal dari alam diakibatkan dari batang pohon yang membusuk dan menghasilkan *humic acid*, organisme yang membusuk menghasilkan senyawa sulfurik (Su et al., 2017)

Didalam air, NOM mengandung senyawa hidrofilik dan senyawa hidrofobik. Senyawa hidrofilik merupakan senyawa yang memiliki keterikatan kuat dengan air. sebaliknya, senyawa hidrofobik tidak memiliki keterikatan dengan air atau memiliki keterikatan yang lemah terhadap air. senyawa asam yang bersifat hidrofobik menggambarkan adanya kandungan senyawa humus (*humic substance*) dalam air (Ibrahim & Aziz, 2014).

Bagian dari zat humat yang tidak larut air pada pH lebih rendah dari 2, dikenal sebagai asam humat. Fraksi zat humat yang larut dalam semua kondisi pH disebut sebagai asam fulvat. Ukuran asam fulvat (FAs) lebih kecil dari asam humat (HA) dengan berat molekul yang berkisar dari sekitar 1.000 hingga 10.000 dan memiliki kandungan oksigen dua kali lipat asam humat (Filella, 2009).



**Gambar 2. 1.** Model Struktur Asam Fulvat



**Gambar 2. 2** Model Struktur Asam Humik

Sumber : Model structure of humic acid. Stevenson, 1982

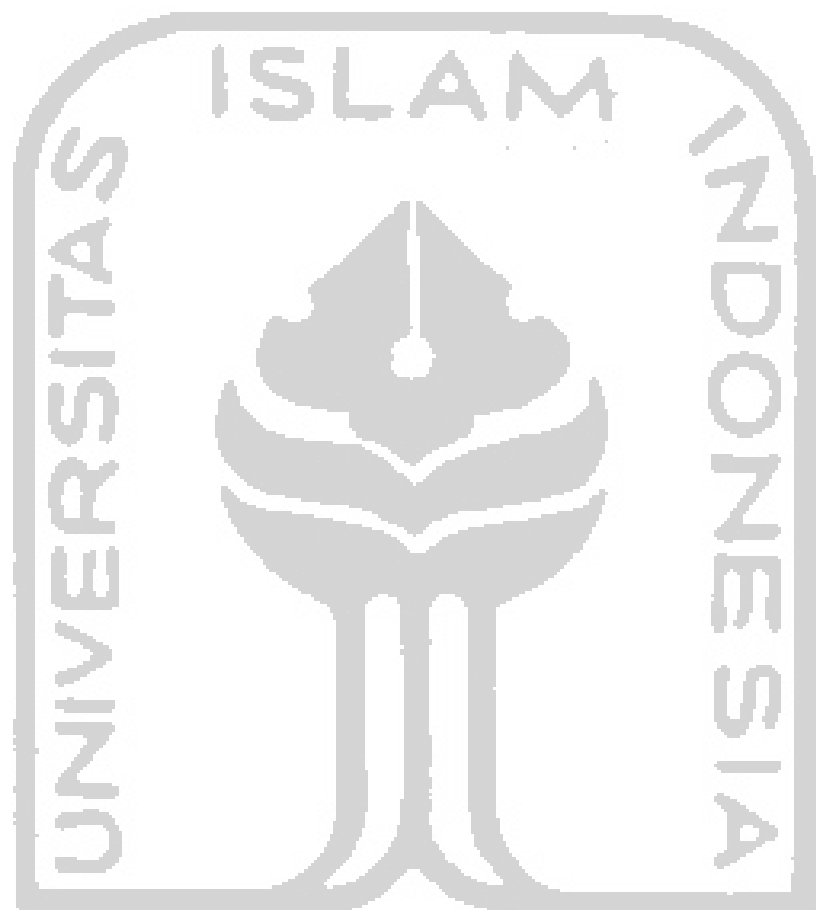
## 2.2 Karakterisasi *Natural Organic Matter* (NOM)

### 2.2.1 Parameter Lapangan

Perubahan Suhu berpengaruh terhadap menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air serta kelarutan gas dalam air. Selain itu, meningkatnya suhu dapat mempercepat proses dekomposisi bahan oleh mikroorganisme. Seiring peningkatan suhu di lingkungan tersebut maka reaksi kimia akan berlangsung lebih cepat pula. Suhu dapat mempengaruhi kualitas air karena

suhu adalah faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan plankton dan jenis makhluk hidup lai





جامعة الإسلام في إندونيسيا

nya di perairan (Herawati & Yuntarso, 2017).

Derajat Keasaman atau pH menjadi parameter kimia sampel yang menggambarkan keberadaan ion hydrogen ( $H^+$ ) bebas yang terkandung dalam air. Sementara itu, zat organik merupakan kumpulan senyawa yang pada dasarnya mengandung unsur-unsur organik alam seperti karbon, nitrogen, sulfur, hydrogen, dan fosfor. Maka dari itu Derajat keasaman (pH) tidak dapat mengidentifikasi keberadaan senyawa organik secara langsung, tetapi dapat mempengaruhi reaksi kimia, toksisitas senyawa, dan proses biokimia dalam air (Herawati & Yuntarso, 2017)

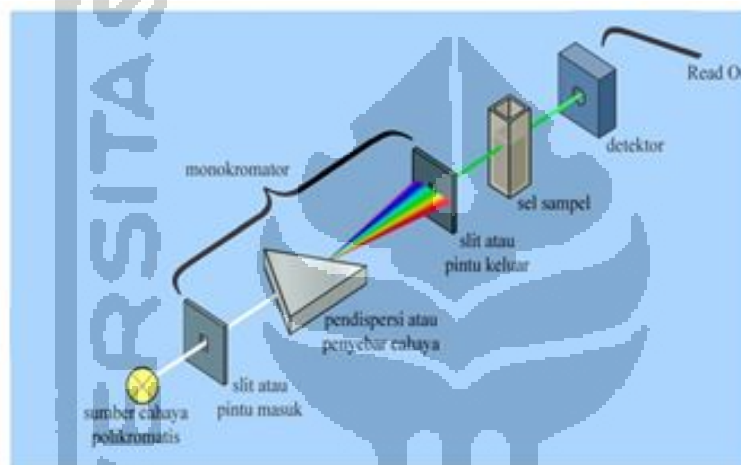
TDS merupakan jumlah padatan yang berasal dari material-material terlarut yang dapat melewati filter yang lebih kecil dari  $2\mu m$ . Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, khlorida, dan sodium yang terlarut dalam air. benda –benda padat didalam air berasal dari banyak sumber, organik seperti daunm lumpur, plankton, kotoran dan lain sebagainya (Irwan, 2016). Sedangkan sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur, dan mineral lain. Environmental Protection Agency (EPA) USA menyarankan kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500 mg/l (500 ppm). Peranan TDS sebagi penentu dan setara dengan parameter lainnya yang menjadi parameter kunci sehubungan dengan dugaan pencemaran oleh kegiatan tetentu.

### **2.2.2 Parameter Organik Air NOM**

#### **UV-Vis (Ultraviolet-Visible)**

Spektrofotometer UV-Vis (Ultra Violet-Visible) merupakan salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan

beberapa metode analisa. Spektrofotometri UV/Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV/Vis lebih banyak di pakai untuk analisis kuantitatif dibanding kualitatif . Spektrofotometri terdiri dari bagian-bagian seperti gambar berikut ini: (a). sumber radiasi/cahaya, (b) monokromator, (c) sel sampel, (d) *detector*,



**Gambar 2. 3** bagian-bagian Spektrofotometri

(Sumber : jurnal UV/VIS Spectrophotometry-Fundamentals and Applications )

Sumber cahaya pada spektrofotometer antara lain Lampu Tungsten (Wolfram) yang umumnya digunakan, lampu ini digunakan pada daerah sinar tampak dan panjang gelombang 350-2200 nm. Sedangkan lampu Deuterium digunakan pada panjang gelombang 190-380 nm dan digunakan untuk mengukur sampel yang terletak pada daerah uv. Monokromator merupakan alat yang akan memecahkan radiasi ke dalam komponen-komponen panjang gelombang. Monokromator terdiri dari pintu masuk, pendispersi atau penyebar cahaya, dan pintu keluar. Selain itu terdapat filter yang berfungsi menyerap warna komplementer sehingga cahaya yang diteruskan merupakan cahaya berwarna yang sesuai dengan panjang

gelombang yang dipilih. Sel sampel terbuat dari bahan silika, kuvet banyak digunakan untuk daerah Sinar Tampak. Sel sampel mempengaruhi kualitas data absorbansi. Detektor berfungsi untuk menghasilkan signal elektrik, signal elektrik kemudian dialirkan ke alat pengukur. Dan terdapat recorder yang berfungsi mencatat hasil pengukuran dari detektor (Caro, 2017)

**Tabel 2. 1** Karakteristik Spektroskopi UV-Vis Humik Akuatik

| Panjang Gelombang | Korelasi Karakteristik              | Referensi  |
|-------------------|-------------------------------------|--|
| 254 nm            | Aromatik                            | De Hann et al., 1982; Moore, 1985                            |
| 280 nm            | Aromatik, Berat Molekul             | Buffle et al., 1982  |
| E2/E3             | Aromatik, Berat Molekul, Humifikasi | Mrkwa, 1983; Reynolds and Ahmad, 1997                        |
| E4/E6             | Humifikasi, Berat Molekul           | Bloom and Leenheer, 1989; Stevenson, 1982; Chen et al., 1977 |

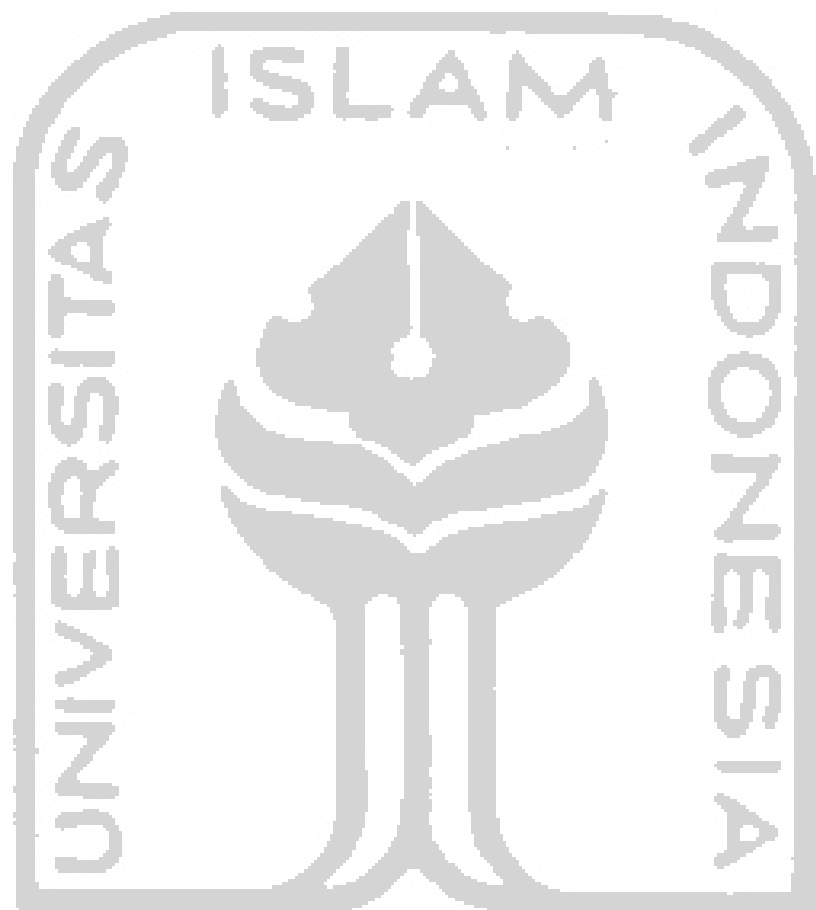
Rasio yang lebih tinggi sesuai dengan konten aromatik yang lebih rendah dan ukuran molekul yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan humat lain yang diteliti. Di sisi lain, slope kurva penyerapan diukur dengan rasio absorbansi E465 / E665 E4/E6 biasanya digunakan untuk menunjukkan tingkat kondensasi karbon aromatik dan disarankan untuk berbanding terbalik dengan tingkat aromatik, ukuran partikel dan berat molekul.

UV 254 nm sangat umum digunakan dalam pemeriksaan NOM. Pemeriksaan UV dengan absorbansi 254 nm mendeskripsikan tingkat *aromaticity* dalam NOM. Semakin besar absorbansi hasil pemeriksaan maka semakin besar pula bahan organik aromatic dalam air. sama halnya dengan UV 254 nm, UV 280 nm juga sering digunakan dalam pemeriksaan NOM. Daya serap UV pada 280 nm juga diperkenalkan untuk mewakili

aromatisitas total, karena transisi elektron terjadi di wilayah UV ini (sekitar 270-280 nm) untuk aren fenolik, asam benzoat, turunan anilin, poliena dan







جامعة الإسلام في إندونيسيا

hidrokarbon aromatik polisiklik dengan dua cincin atau lebih (Purmalis, 2013). E2/E3 atau rasio dari UV 250 nm dan UV 365 nm mendeskripsikan *humification* dan *aromaticity*. Semakin besar absorbansi dan kecil rasio maka semakin besar *humification* dan *aromaticity* dalam sampel. Dalam zat humat, IHSS SHA merupakan rasio absorbansi terendah untuk semua parameter. Dalam penelitian E2/E3 sebelumnya, dikatakan zat humik meningkat seiring dengan meningkatnya aromatisitas dan ukuran molekul. Sedangkan E4/E6 atau rasio dari UV 465 nm dan UV 665 nm umumnya digunakan untuk mengindikasikan tingkat humifikasi, dan *molecular weight*. Tingginya rasio E4/46 tergolong ke dalam IHSS FA, sedangkan rasio terendah tergolong pada IHSS SHA (Uyguner et al., 2007).

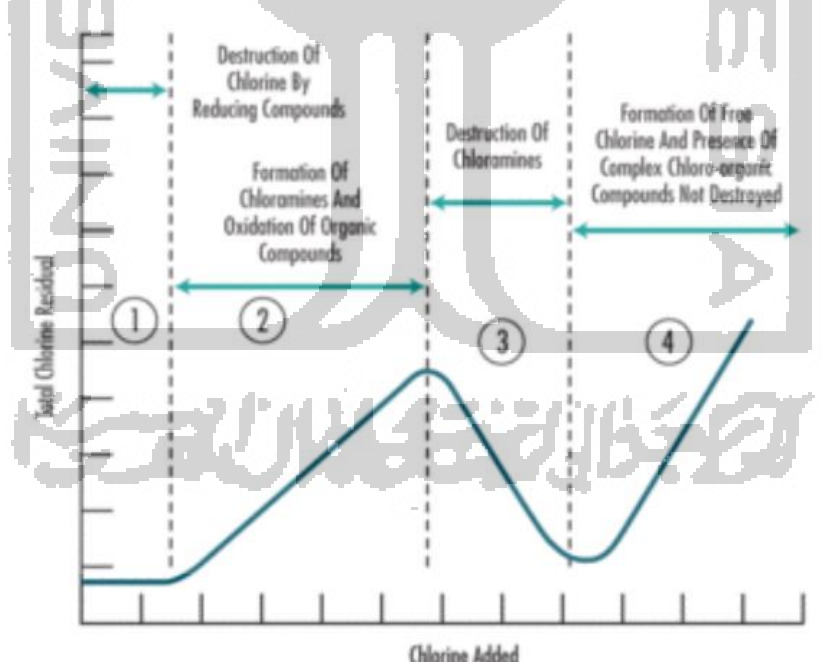
Prinsip kerja dari Spektrofotometer berdasarkan hukum Lambert-Beer, yaitu seberkas sinar dilewatkan suatu larutan pada panjang gelombang tertentu, sehingga sinar tersebut sebagian ada yang diteruskan dan sebagian lainnya diserap oleh larutan (Warono & Syamsudin, 2013).

### 2.3 Klorinasi

Desinfeksi adalah pemusnahan mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Desinfeksi merupakan benteng manusia terhadap paparan mikroorganisme patogen penyebab penyakit, termasuk virus, bakteri, dan protozoa parasite (Said, 2007). Klorinasi merupakan istilah yang digunakan pada penggunaan klor sebagai desinfektan dalam proses desinfeksi senyawa kimiawi. Beberapa senyawa klor yang umum digunakan sebagai desinfektan seperti gas klor), kalsium hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ), klor dioksida ( $\text{ClO}_2$ ), dan natrium hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) (Somani et al., 2011). Klorin ( $\text{Cl}_2$ ) yang terdapat akan menghasilkan suatu zat sampingan yang bersifat super toksik dan dipercaya sebagai senyawa yang paling beracun yang pernah ditemukan manusia karena dapat menyebabkan kerusakan organ secara luas yaitu dioksin. Dioksin merupakan suatu zat yang sangat berbahaya dan kadarnya sangat rendah dan dihitung dalam pikogram (Lee et al., 2012).

Beberapa senyawa kimia yang dapat mempengaruhi proses disinfeksi antara lain adalah senyawa nitrogen anorganik maupun organik, besi, mangan dan hidrogen sulfida. Senyawa organik terlarut juga menambah kebutuhan klor dan keberadaannya menyebabkan penurunan efisiensi proses disinfeksi. (Said, 2007).

Kaporit yang terlarut didalam air akan membentuk asam hipoklorit ( $\text{HOCl}$ ) dan ion hipoklorit ( $\text{OCl}^-$ ) yang memiliki sifat desinfektan.  $\text{HOCl}$  dan  $\text{OCl}^-$  inilah yang disebut dengan klor aktif. Semakin tinggi konsentrasi kaporit yang ditambahkan maka semakin tinggi pula konsentrasi THMs. Maka dari itu, untuk mengatasi klor yang berlebih tersebut dibutuhkan penentuan *Breakpoint Chlorination* (BPC). Breakpoint Chlorination (BPC) merupakan konsentrasi klor aktif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang dapat dioksidasi dan membunuh mikroorganisme jika masih ada sisa klor aktif pada konsentrasi tersebut (Busyairi et al., 2017)



**Gambar 2. 4** Zona BPC

( Sumber : Google )

Keterangan :

Zona I merupakan zona terjadinya proses oksidasi senyawa yang mudah teroksidasi seperti mangan dan besi.

Zona II zona terbentuknya kloramin dikarenakan bereaksinya klorin dengan amoniak.

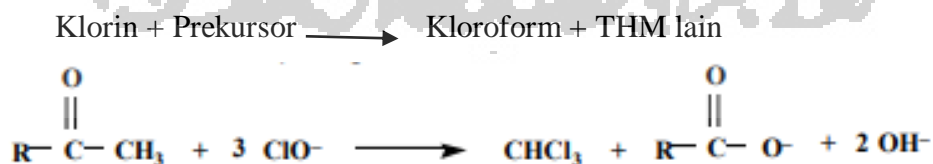
Zona III merupakan zona terjadinya Breakpoint Chlorination yang ditandai dengan kenaikan kembali residu klor

Zona IV merupakan zona dimana klorin bebas terbentuk

(Busyairi et al., 2017)

Pembentukan THM dipengaruhi oleh berbagai faktor penting seperti dosis klorin, jumlah zat organik dalam air, waktu reaksi, suhu, dan pH (Ristoiu, et al., 2008). Semakin tinggi konsentrasi kaporit maka semakin tinggi pula probilitas terbentuknya THM. (Herawati & Yuntarso, 2017)

Terbentuknya THM apabila klorin bereaksi dengan beberapa senyawa yang sebagian besar didefinisikan sebagai asam humik. Asam humik adalah bagian dari bahan organik yang bercampur atau berasal dari tumbuh-tumbuhan yang busuk. Asam humik disebut juga sebagai *precursor*. Klorin bereaksi dengan senyawa organik yang ada dalam air membentuk ion  $\text{ClO}^-$  yang kemudian akan bereaksi dengan senyawa organik yang terdapat di dalam air membentuk senyawa halogen organik termasuk THMs. Reaksi pembentukan THM adalah sebagai berikut :



THM atau THM total (TTHM) yang teridentifikasi di dalam air minum adalah:

- |                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| a. Triklorometan (kloroform) | $\text{CHCl}_3$   |
| b. Bromodiklorometan         | $\text{CHBrCl}_2$ |

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| a. Dibromoklorometan         | $\text{CHBr}_2\text{Cl}$              |
| b. Tribromometan (bromoform) | $\text{CHBr}_3$                       |
| c. Bromokloriodometan        | $\text{ClCHBrI}$ dan $\text{ClBrCHI}$ |
| d. Klorodiiometan            | $\text{CHI}_2\text{Cl}$               |
| e. Dibromiodometan           | $\text{CHBr}_2\text{I}$               |
| f. Dikloriodometan           | $\text{CHCl}_2\text{I}$               |
| g. Bromodiiodometan          | $\text{CHBrI}_2$                      |
| h. Triiodometan              | $\text{CHI}_3$                        |

Menurut Said (2014), contoh senyawa halogen organik Trihalomethanes yang terdapat dalam air minum akibat hasil samping proses disinfeksi antara lain chloroform, bromodikloromethane, klorodibromomethane, bromoform, sll.

Faktor yang berpengaruh dalam pembentukan THM antara lain adalah pH, waktu kontak, dan temperature. Pembentukan THM yang optimal berada pada rentang pH 6 hingga 8.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian yang sebelumnya telah dilakukan terkait karakterisasi NOM :

**Tabel2. 2** Penelitian terdahulu terkait NOM

| No | Penulis   | Judul   | Hasil   |
|----|---|---|---|
| 1  | Gao, B. Xue, N.<br>Han, Q. Li, Q.<br>Wang, Y. Sun.<br>Y. Meng, Y.<br>(2016) | The impact of pH on floc structure characteristic of polyferric chloride in a low DOC and high alkalinity | kandungan THM setelah perlakuan klorinasi/TiO <sub>2</sub> secara signifikan lebih rendah daripada setelah perlakuan klorinasi/UV, meskipun keduanya menghasilkan lebih banyak THM daripada hanya klorinasi saja karena perubahan karakteristik DOM.  |
| 2  | Morita, M<br>Onedera, S<br>Takahashi, Y,<br>Terao, Y (2003)                 | A Problem in the Determination of Trihalomethane by Headspace-Gas Chromatography/Mass Spectrometry        | Hasil pemeriksaan pembentukan THM dengan memanaskan larutan berair yang mengandung 37 senyawa organohalogen sebagai produk sampingan dari disinfeksi halogen dan mengamati pembentukan THM dari trichloroacetone, trihaloacetonitriles, dan asam trihaloacetic. senyawa organohalogen ini dapat dideteksi dalam persediaan air dan kolam renang setelah pengolahan klorin |
| 3  | Tanukusuma,<br>grace. (2017)  | Produk Samping Klorinasi Pada Proses Desilnasi Air Laut   | DBP yang terbentuk dari hasil disinfeksi dengan klorin yaitu trihalometana (THM), haloacetic acids (HAN), halonitrometana (HNM), THM teriodinasi (I-THM), HAA teriodinasi (I-HAA), haloketon (HK), N-nitroamina, bromat, dan klorit.  |
| 4  | Said, Nusa<br>Idaman (2007)   | Disinfeksi untuk proses pengolahan air minum  | Disinfeksi dengan UV saat ini secara ekonomis bersaing dengan khlorinasi dan tidak menimbulkan hasil samping racun seperti pada khlorinasi.   |

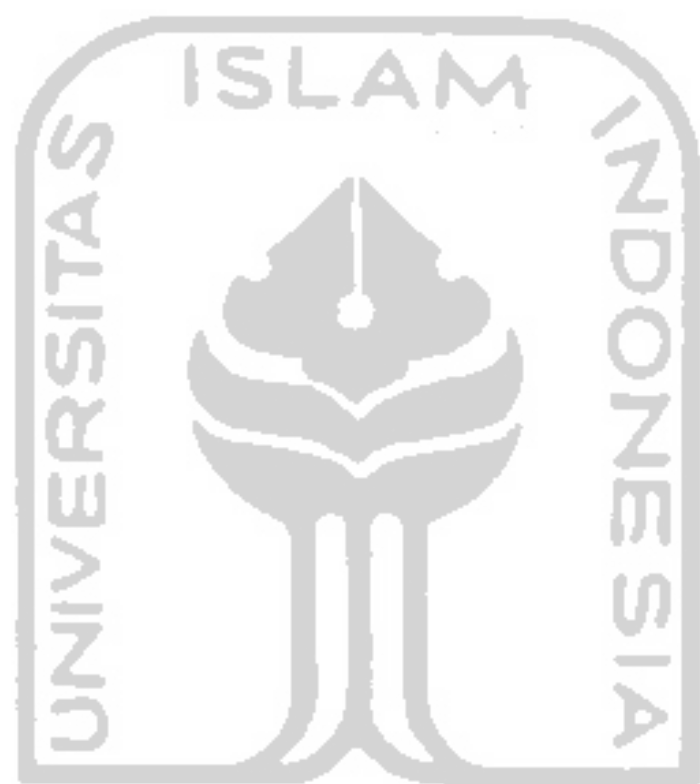
---

|   |                          |   |  |
|---|--------------------------|---|--|
| 5 | Rizqo, Robitur<br>(2018) | Karakterisasi Natural Organic Matter (NOM)<br>pada Influen PDAM Tirta Binangun<br>Kulonprogo, D.I. Yogyakarta | Kandungan bahan organik total paling tinggi adalah pada Influen<br>Waduk Sermo |
|---|--------------------------|---|--|

---







جامعة الإسلام في إندونيسيا

---

|   |                                   |   |  |
|---|-----------------------------------|---|--|
|   |                                   | . Hal ini dapat diketahui melalui pengujian COD dan permanganat, bahan organik didominasi oleh senyawa aromatik yang terlarut, tergolong humic acid dan fulvic acid |  |
| 6 | Utami, Haninda<br>Lutfiana (2018) | Karakterisasi Natural Organic Matter (NOM) pada Efluen PDAM Tirta Binangun, Kulonprogo, Yogyakarta  | Kandungan bahan organik total paling tinggi ada pada titik ESP. hal ini diketahui melalui nilai COD dan permanganate sebesar 39,85 ppm dan 3,45 ppm. |

---

