

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Senyawa nitro aromatik merupakan senyawa aromatik yang memiliki satu hingga lebih gugus nitro dan umumnya dijadikan sebagai bahan baku untuk industri obat, pewarna, kosmetik, pestisida, dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan militer dan pertahanan, keamanan sipil dan bandara, pemantauan lingkungan, hingga analisis forensik [37]. Senyawa nitro aromatik memiliki berbagai jenis, mulai dari golongan *nitrobenzene*, *nitrophenol*, *nitrotoluene* hingga golongan nitro aromatik yang bersifat eksplosif seperti 2,4,6-trinitrotoluena (TNT) [12]. Senyawa nitro aromatik ini umumnya diperoleh dari proses reaksi nitrasi dengan bantuan asam kuat. Sifat yang unik, mutagenik dan karsinogenik menjadikannya sebagai senyawa yang beracun dan berbahaya untuk makhluk hidup disekitarnya. Dampak pencemaran yang signifikan menjadikan senyawa nitro aromatik sebagai polutan prioritas untuk ditangani menurut *United States Environmental Protection Agency* (EPA) [37, 15].

Senyawa nitro aromatik yang terus menerus dibuang ke lingkungan akan mencemari air, tanah serta udara, yang menimbulkan berbagai penyakit. Seperti halnya, 4-nitrofenol (4-NP) yang merupakan salah satu senyawa nitro aromatik berbahaya. 4-NP merupakan senyawa nitro aromatik yang umum digunakan pada industri pestisida, analgesik, pewarna, dan obat-obatan [15]. 4-NP yang terbuang ke lingkungan akan memberikan dampak buruk melalui rantai makanan yang berpengaruh pada makhluk hidup. Dampak jangka pendek dari paparan 4-NP ini dapat menimbulkan permasalahan mata,

pernapasan, sakit kepala, mual, muntah, dan kelelahan, serta dampak jangka panjang berupa kerusakan pada sistem saraf serta hati dan ginjal [3].

Pengolahan terhadap senyawa nitro aromatik dapat menjadi sebuah fokus utama yang dapat dikembangkan. Pengembangan metode untuk mengolah senyawa nitro aromatik banyak melalui pertimbangan dan percobaan. Salah satu metode yang telah banyak digunakan dalam beberapa tahun terakhir adalah proses oksidasi dan reduksi. Metode oksidasi dan reduksi yang didasarkan pada penggunaan lampu ultraviolet dengan menggunakan proses fotokatalitik heterogen [3]. Beberapa peneliti telah mencoba melakukan proses fotodegradasi ini pada senyawa nitro aromatik terutama 4-NP. Dari proses fotodegradasi 4-NP ini akan dihasilkan senyawa organik yakni 4-aminofenol (4-AP) yang lebih ramah lingkungan.

Proses fotodegradasi tentunya memerlukan bantuan fotokatalis agar dapat bekerja secara maksimal. Jenis fotokatalis pun berbagai macam sesuai dengan kebutuhan. Senyawa nitro aromatik sendiri sudah banyak melalui riset dalam fotodegradasi dengan menggunakan *titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ) [23] dan emas (Au) [18] sebagai fotokatalis nya. Kedua fotokatalis tersebut telah memiliki kemampuan yang baik, tetapi dengan pengembangan riset muncullah bentuk *Covalent Organic Framework* (COF). COF menjadi pusat perhatian karena memiliki keunggulan mulai dari, kristalinitas tinggi yang menciptakan stabilitas dari struktur COF dan mampu digunakan sebagai sensor dalam jangka panjang, porositas yang baik, luas permukaan yang tinggi, dan struktur nanopori menjadikan COF sebagai media fotokatalis yang menjanjikan dan mampu meningkatkan interaksi permukaan antara COF dengan target. Selain itu, COF juga dapat diaplikasikan pada proses adsorpsi, pemisah dan penyimpanan gas, *electrochemical sensing* dan penyimpanan energi [6]. COF pertama kali dicetuskan oleh Yaghi dan kawan-kawan pada tahun 2005 dan salah satu jenis yang berhasil di sintesa

adalah COF-5. COF-5 dikategorikan sebagai COF dengan ikatan boron (*boron containing linkages*) [52]. Secara umum, COF yang memiliki ikatan boron memiliki densitas yang rendah dan luas permukaan yang tinggi [52], hal ini mengarah pada aplikasi dari COF-5 yang bisa digunakan sebagai fotokatalis.

Dari permasalahan dan urgensi dari pengolahan senyawa nitro aromatik maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari proses fotodegradasi dari senyawa nitro aromatik, 4-NP menjadi 4-AP dengan bantuan fotokatalis berupa COF-5, *titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ), dan emas nanopartikel (AuNPs). Kemudian membandingkan kemampuan dari masing-masing fotokatalis dalam mendegradasi 4-NP. Dengan manfaat daripada penelitian ini adalah pengembangan material COF-5 dan juga memaksimalkan kemampuannya sebagai COF untuk mendegradasi 4-NP dengan memasang COF-5 dengan  $\text{TiO}_2$  serta AuNPs. Kemudian melakukan evaluasi kinerja fotodegradasi dari masing-masing komposit.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinerja COF-5 sebagai fotokatalis dalam fotodegradasi 4-NP menjadi 4-AP.

1. Mempelajari luas permukaan dan morfologi berdasarkan karakterisasi SEM dari material COF-5,  $\text{TiO}_2$ , AuNPs beserta dengan material komposit COF-5@ $\text{TiO}_2$ , COF-5@AuNPs.
2. Mempelajari kristalinitas dari karakterisasi XRD material COF-5,  $\text{TiO}_2$ , AuNPs beserta dengan material komposit COF-5@ $\text{TiO}_2$ , COF-5@AuNPs.
3. Mempelajari laju reaksi fotodegradasi dari COF-5,  $\text{TiO}_2$ , AuNPs, COF-5@ $\text{TiO}_2$ , dan COF-5@AuNPs dalam perannya sebagai fotokatalis dengan bantuan agen oksidasi untuk proses

photodegradation of 4-NP using UV and UV-Vis Spectrophotometer, and the results of degradation of 4-NP.

4. Study the *reusability* of COF-5, COF-5@TiO<sub>2</sub> and COF-5@AuNPs.

### **I.3 Pembatasan Masalah**

Due to the many studies and researches about the ability of photocatalysis of COF-5, TiO<sub>2</sub>, AuNPs which focus on the discussion of photodegradation, therefore in this research will be limited to two limits, as follows.

1. Kinetic model of photocatalysis used is the equation *first order* and *second order*.
2. Measure the success of the material COF-5, TiO<sub>2</sub>, AuNPs along with the composite COF-5@TiO<sub>2</sub> and COF-5@AuNPs through the suitability of the characterization results SEM, XRD and accompanied with the wavelength reading with UV-Vis Spectrophotometer.