

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Parasetamol merupakan agen analgesik dan antipiretik yang umum dikonsumsi masyarakat di seluruh dunia. Parasetamol umum digunakan sebagai obat pereda sakit seperti, sakit kepala, sakit punggung, nyeri artritis, dan nyeri pasca operasi. Permintaan parasetamol di Indonesia mencapai 9.000 ton per tahun (Sophia, 2023).

Penggunaan parasetamol yang masif menimbulkan konsekuensi paparan limbah parasetamol, baik disebabkan oleh pembuangan obat kedaluwarsa maupun limbah zat dari proses manufaktur tanpa pengolahan. Pada tahun 2021, Pijar Anugerah melalui BBC Indonesia melaporkan temuan yang diungkap oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Universitas Brighton, Inggris, terkait kontaminasi limbah parasetamol yang melebihi batas aman di Teluk Jakarta.

Paparan limbah parasetamol di lingkungan perairan secara tidak langsung memberikan dampak berbahaya bagi hewan, tumbuhan, maupun manusia yang hidup di lingkungan tersebut. Kontaminasi zat parasetamol implikasinya akan mempengaruhi ekosistem perairan seperti, menimbulkan keracunan pada sistem rantai makanan serta gangguan sistem saraf dan reproduksi (Mataghare dkk., 2025). Namun, limbah parasetamol tergolong sulit mengalami degradasi maupun penurunan konsentrasi secara alami (Edrees dkk., 2022). Oleh karena itu, temuan limbah parasetamol di lingkungan perairan memerlukan penanganan khusus untuk mengurangi dampak negatifnya.

Salah satu metode degradasi limbah parasetamol telah dikembangkan oleh para peneliti yakni fotokatalisis dengan memanfaatkan cahaya dan katalis untuk mendegradasi polutan.

Penelitian ini menguji aktivitas penurunan konsentrasi parasetamol melalui metode fotokatalisis. Metode ini dipilih karena keunggulannya seperti memiliki tingkat efisiensi yang tinggi, rendah biaya, produk degradasi yang dihasilkan bersifat nontoksik, dan prosesnya yang sederhana (Borah & Tamuly, 2024).

Kinerja fotokatalitik sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis katalis, intensitas cahaya yang tinggi umumnya dapat meningkatkan laju degradasi, pH larutan yang memengaruhi muatan katalis dan proses ionisasi pada larutan parasetamol, serta konsentrasi awal larutan parasetamol (Liu dkk., 2024). Mengacu pada faktor-faktor tersebut, pemilihan material fotokatalis menjadi salah satu faktor penting untuk menentukan keberhasilan proses fotokatalitik.

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan salah satu material fotokatalis yang banyak dikembangkan. Titanium dioksida biokompatibel, memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, serta sifat listrik dan optik yang unggul (Kim dkk., 2025). Untuk mensintesis  $\text{TiO}_2$ , penelitian ini memanfaatkan ekstrak kulit kabau sebagai *capping agent*. Kabau mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, steroid, fenol, dan terpenoid berdasarkan identifikasi GC-MS pada ekstrak kulit kabau (Oktiarni dkk., 2025). Kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid dan fenolik dimanfaatkan sebagai *capping agent* dalam proses sintesis  $\text{TiO}_2$ .

Terlepas dari keunggulannya,  $\text{TiO}_2$  memiliki beberapa keterbatasan seperti, luas permukaan serta volume pori yang kecil, dan mengakibatkan aktivitas fotokatalitik yang kurang maksimal (Rosa dkk., 2025). Untuk mengoptimalkan aktivitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$ , dilakukan modifikasi material  $\text{TiO}_2$  dengan material lain yang memiliki sifat berbeda. Modifikasi dapat dilakukan melalui beberapa metode seperti penggunaan template selama proses sintesis  $\text{TiO}_2$  atau pembentukan material komposit.

Modifikasi titanium dioksida dengan material seperti grafena maupun polimer telah banyak dilaporkan mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas aktivitas fotokatalitik. Modifikasi umumnya bertujuan untuk memperbaiki karakteristik permukaan seperti luas permukaan dan struktur pori, serta meningkatkan kinerja fotokatalitik. Material yang kaya akan karbon diharapkan mampu meningkatkan luas permukaan dan volume pori material, serta berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas fotokatalitik. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada sintesis dan pengembangan material fotokatalis berupa  $\text{TiO}_2$  termodifikasi *biochar* ( $\text{TiO}_2$  TB).

*Biochar* sebagai modifikator dipilih karena karakteristiknya yang kaya akan karbon sehingga porositasnya memungkinkan terjadinya dispersi fisik partikel  $\text{TiO}_2$ . Penelitian ini mensintesis *biochar* dari limbah kulit kabau (*Archidendron bubalinum*). Kulit kabau yang kering memiliki karakteristik fisik yang mirip dengan kayu, yakni kuat, kaku, dan berwarna cokelat gelap. Karakteristik tersebut menunjukkan adanya kandungan lignin di dalam kulit buah kabau (Vásquez-Garay dkk., 2021). Lignin pada kulit buah kabau berpotensi menghasilkan *biochar* dengan luas permukaan, struktur pori, dan kimia permukaan yang baik (Muretta dkk., 2024).

Modifikasi dengan *biochar* dilakukan pada fotokatalis  $\text{TiO}_2$  yang telah disintesis menggunakan metode sol-gel. Penelitian terdahulu melaporkan pengembangan material  $\text{TiO}_2$  termodifikasi *biochar* sebagai material fotokatalitik dengan fokus pada aplikasi degradasi maupun dekolorisasi zat warna. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan *biochar* dari kulit buah kabau sebagai material modifikator fotokatalis  $\text{TiO}_2$ , penggunaan ekstrak kulit kabau (E-KKb) sebagai *capping agent* selama sintesis  $\text{TiO}_2$ , dan aplikasi  $\text{TiO}_2$  termodifikasi *biochar* untuk fotokatalisis parasetamol. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu pirolisis terbaik, karakteristik material, kemampuan

degradasi dan fotokatalisis material, serta kondisi terbaik degradasi parasetamol menggunakan  $\text{TiO}_2$  termodifikasi *biochar*.

*Biochar* dari kulit buah kabau diproses menggunakan metode pirolisis pada variasi suhu 500–700 °C untuk mengetahui *biochar* dengan kemampuan adsorpsi terbaik untuk kemudian digunakan sebagai modifikator  $\text{TiO}_2$ . Modifikasi  $\text{TiO}_2$  dengan *biochar* diharapkan dapat mendegradasi larutan parasetamol secara efektif dan efisien. Sebagai bentuk konfirmasi, pada penelitian ini dilakukan pula karakterisasi sampel kulit kabau menggunakan TGA dan karakterisasi material  $\text{TiO}_2$ , *biochar*, dan  $\text{TiO}_2$  TB menggunakan XRD, UV-DRS, SAA, FTIR, SEM dan EDS, untuk mengetahui fase kristal, energi celah pita, ukuran partikel, luas permukaan, morfologi, dan identifikasi gugus fungsi pada material.

## II.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yakni:

1. Menentukan suhu paling optimal untuk sintesis *biochar* kulit kabau dan karakteristik serta kapasitas adsorpsi *biochar* kulit kabau pada larutan parasetamol.
2. Menentukan karakteristik dan efektivitas  $\text{TiO}_2$  termodifikasi *biochar* dalam mendegradasi larutan parasetamol.
3. Menentukan kondisi terbaik fotokatalisis parasetamol menggunakan  $\text{TiO}_2$  termodifikasi *biochar*.