BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Methylene Blue (MB) merupakan pewarna sintetis yang banyak digunakan dalam berbagai industri seperti tekstil, kertas, dan farmasi. Pembuangan limbah yang mengandung *Methylene Blue* (MB) tanpa pengolahan yang tepat dapat menimbulkan dampak serius bagi lingkungan dan kesehatan manusia, antara lain gangguan pernapasan, keracunan, serta peningkatan nilai Chemical Oxygen Demand (COD) dalam air. Peningkatan COD menunjukkan menurunnya kualitas air yang dapat merusak ekosistem perairan (Musthofa et al., 2023). Mengingat penggunaan *Methylene Blue* (MB) yang luas dan potensi pencemarannya, diperlukan metode yang efektif untuk mengurangi konsentrasi zat ini dalam limbah cair (Azhar et al., 2023). Salah satu pendekatan yang dinilai efisien dan menjanjikan adalah proses adsorpsi menggunakan karbon aktif, yang mampu menghilangkan *Methylene Blue* (MB) secara optimal dari perairan tercemar (Kuang et al., 2020).

Metode adsorpsi merupakan pendekatan yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengatasi pencemaran air yang disebabkan oleh pewarna sintetik seperti *methylene blue* (MB). Proses ini bekerja dengan cara mengikat molekul kontaminan pada permukaan karbon aktif sehingga memisahkannya dari fase cair, sehingga mampu menurunkan konsentrasi polutan dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Keunggulan metode ini terletak pada kemudahan penerapannya, biaya operasional yang rendah, serta kemampuannya berfungsi secara optimal pada kondisi suhu dan tekanan ambien, menjadikannya sangat cocok untuk pengolahan limbah cair yang terkontaminasi (Sofuoğlu et al., 2025).

Popularitas adsorpsi semakin meningkat karena dapat memanfaatkan bahan-bahan biodegradable dan ramah lingkungan sebagai biosorben. Berbagai limbah pertanian seperti kulit jeruk, batang pisang, dan cangkang ikan telah terbukti efektif dalam menghilangkan *Methylene Blue* (MB) dari air. Pemanfaatan material tersebut tidak hanya menawarkan efisiensi adsorpsi yang tinggi, tetapi juga mendorong praktik

daur ulang limbah dan memberikan solusi berbiaya rendah dalam pengolahan air tercemar. Sebagai contoh, kulit jeruk telah digunakan secara berulang dengan efisiensi tinggi untuk menurunkan konsentrasi MB dalam berbagai studi (Al-Mhyawi et al., 2023; Tajudeen et al., 2024; Saeed et al., 2020).

Efektivitas metode adsorpsi dalam menghilangkan *Methylene Blue* (MB) juga didukung oleh berbagai penelitian yang meneliti mekanisme interaksi antara karbon aktif dan molekul pewarna. Mekanisme adsorpsi melibatkan proses fisik dan kimia yang kompleks seperti penyisipan, interaksi elektrostatik, dan pembentukan ikatan kimia lemah. Selain itu, kinerja adsorpsi dapat dioptimalkan dengan mengatur parameter lingkungan seperti pH, suhu, serta konsentrasi awal *Methylene Blue* (MB), sehingga metode ini mampu memberikan solusi yang adaptif dan efektif untuk mengatasi berbagai tingkat pencemaran air (Tehrim et al., 2021).

Salah satu teknologi yang telah dibuktikan efektif dalam mengatasi pencemaran air adalah proses adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif memiliki struktur berpori tinggi dan luas permukaan yang besar, sehingga menjadikannya sebagai adsorben ideal untuk menangkap berbagai kontaminan, termasuk pewarna (Elkady et al., 2020; Yaah et al., 2021). Karbon aktif yang terbuat dari bahan limbah pertanian, seperti tongkol jagung, telah menunjukkan daya serap yang baik terhadap polutan, berkat struktur porositasnya yang tinggi (Gassed et al., 2023).

Penggunaan agen pemodifikasi dalam proses produksi karbon aktif juga semakin populer. Dalam penelitian ini, penggunaan kalium hidroksida (KOH) sebagai agen aktif untuk modifikasi karbon bertujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap *Methylene Blue* (MB). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa KOH efektif dalam meningkatkan luas permukaan dan volume pori karbon aktif, sehingga meningkatkan kemampuan adsorpinya (Piquet & Martelli, 2022; Zhang et al., 2022). Dalam konteks ini, modifikasi dengan SLS sebagai surfaktan anionik juga bertujuan untuk meningkatkan interaksi antara karbon dan molekul pewarna, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses adsorpsi. Penelitian sebelumnya menunjukkan

bahwa adsorben yang dimodifikasi dengan surfaktan cenderung menunjukkan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak dimodifikasi, menciptakan peluang untuk eksplorasi lebih lanjut dalam optimalisasi menggunakan parameter kimia dan fisik yang bervariasi (Quesada et al., 2021).

Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas SMAC. SMAC berbahan sekam padi dilaporkan mampu mengadsorpsi ion Ni(II) dan Cr(VI) hingga 95,96% dan 99,49%. Selain itu, SMAC juga efektif dalam menghilangkan pewarna *methylene blue* (MB) hingga 94,30%. Oleh karena itu, SMAC berbasis SLS berpotensi besar digunakan sebagai adsorben untuk limbah Cd(II), dengan perlu ditentukannya kondisi optimum seperti pH larutan, waktu kontak, dan konsentrasi adsorbat (Side et al., 2024).

Secara keseluruhan, pendekatan ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teknik pengolahan limbah yang lebih efektif, tetapi juga mendukung pemanfaatan kembali limbah pertanian untuk menghasilkan material berguna seperti karbon aktif, sehingga menunjukkan arah yang berkelanjutan dalam pengelolaan limbah (Soni et al., 2025).

1.2 Identifikasi Masalah

Pencemaran air akibat limbah *Methylene Blue* (MB) memerlukan metode pengolahan yang efektif dan ramah lingkungan. Karbon aktif dari tongkol jagung berpotensi sebagai adsorben, namun kemampuan adsorpsinya masih perlu ditingkatkan melalui aktivasi Kalium Hidroksida (KOH) dan modifikasi *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS). Oleh karena itu, perlu dikaji karakteristik serta kemampuan adsorpsi karbon aktif termodifikasi terhadap *Methylene Blue* (MB).

1.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini meliputi pembuatan karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi menggunakan Kalium Hidroksida (KOH) dan dimodifikasi dengan *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS), karakterisasi menggunakan FTIR dan BET, serta pengujian kemampuan adsorpsinya terhadap *Methylene Blue* (MB) berdasarkan variasi massa karbon aktif, konsentrasi awal, dan waktu kontak.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada penggunaan satu jenis pewarna, yaitu *Methylene Blue* (MB) sebagai adsorbat untuk menguji kemampuan adsorpsi karbon aktif. Adsorben yang digunakan hanya berasal dari tongkol jagung, yang melalui proses karbonisasi, aktivasi kimia menggunakan KOH, serta modifikasi permukaan menggunakan surfaktan SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*). Penelitian hanya membandingkan dua jenis adsorben, yaitu karbon aktif termodifikasi SLS dan karbon aktif tanpa modifikasi. Karakterisasi karbon aktif difokuskan pada analisis FTIR untuk mengetahui perubahan gugus fungsi selama proses aktivasi dan modifikasi. Optimasi proses adsorpsi dibatasi pada tiga parameter, yaitu massa karbon aktif, konsentrasi awal *Methylene Blue* (MB), dan waktu kontak, dengan kondisi operasi meliputi suhu ruang, kecepatan pengadukan tertentu, serta volume larutan yang ditetapkan. Hasil penelitian ini berlaku untuk kondisi eksperimen yang digunakan dan tidak mencakup pengujian parameter lain seperti pH, suhu tinggi, atau jenis kontaminan selain *Methylene Blue* (MB).

1.5 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Bagaimana komposisi dan formulasi adsorben berbahan karbon aktif tongkol jagung yang teraktivasi Kalium Hidroksida dengan modifikasi Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate*?
2) Bagaimana karakteristik adsorben berbahan karbon aktif tongkol jagung yang teraktivasi Kalium Hidroksida dengan modifikasi Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate* dan tanpa modifikasi yang dikarakterisasi menggunakan FTIR dan BET?
3) Bagaimana persentase daya serap adsorben berbahan karbon aktif tongkol jagung yang teraktivasi Kalium Hidroksida dengan modifikasi Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate* dan tanpa modifikasi untuk penyerapan *Methylene Blue* (MB)?

1.6 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah diatas, maka tujuan khusus riset ini, yaitu untuk:

1. Mengetahui formulasi adsorben berbahan karbon aktif tongkol jagung teraktivasi Kalium Hidroksida dengan modifikasi Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate*.
2. Mengetahui karakteristik adsorben berbahan karbon aktif tongkol jagung yang teraktivasi Kalium Hidroksida dengan modifikasi Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate* dan tanpa modifikasi yang dikarakterisasi menggunakan FTIR dan BET.
3. Mengetahui persentase daya serap adsorben berbahan karbon aktif tongkol jagung yang teraktivasi Kalium Hidroksida dengan modifikasi Surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate* dan tanpa modifikasi untuk penyerapan *Methylene Blue* (MB).

1.7 Manfaat Penelitian

1) Bagi bidang industri: Penelitian ini menyediakan alternatif teknologi adsorpsi yang lebih murah, efisien, dan mudah diterapkan untuk mengolah limbah industri yang mengandung *Methylene Blue* (MB). Pemanfaatan karbon aktif tongkol jagung termodifikasi SLS dapat menurunkan biaya operasional industri karena menggunakan bahan baku limbah pertanian yang sangat ekonomis.
2) Bagi lingkungan: Pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai adsorben mendukung pengurangan limbah pertanian, sementara peningkatan kemampuan adsorpsi membantu menurunkan pencemaran air, mengurangi toksisitas MB, serta menjaga kelestarian ekosistem perairan.
3) Bagi masyarakat: Dampak positif penelitian ini mencakup ketersediaan metode pengolahan air yang ramah lingkungan, aman, dan berbiaya rendah, sehingga dapat diterapkan di daerah yang terdampak limbah pewarna. Lebih jauh, pemanfaatan limbah tongkol jagung dapat membuka peluang usaha atau inovasi berbasis pemanfaatan ulang sumber daya di tingkat masyarakat.