

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan air global untuk berbagai kebutuhan dan penggunaan, saat ini mencapai sekitar 4.600 km³ per tahun, dan diprediksikan akan meningkat sebesar 20% hingga 30% pada tahun 2050 (5.500 hingga 6.000 km³ per tahun) seiring dengan peningkatan penduduk di dunia (Boretti & Rosa, 2019). Kebutuhan air global ini melebihi 40% dari jumlah pasokan air bersih yang tersedia (Nations, 2020). Disisi lain, kontaminasi badan air oleh berbagai aktivitas industri, municipal maupun domestik mengurangi ketersediaan sumber air bersih. Salah satu contoh sumber kontaminan badan air adalah limbah produk farmasi (Letsoalo et al., 2023).

Produk farmasi memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan angka harapan hidup dan menyembuhkan berbagai penyakit (Marcelo et al., 2021). Namun demikian, produk farmasi merupakan salah satu jenis polutan yang cukup banyak ditemukan pada hampir semua matriks ekologi di setiap benua selama tiga dekade terakhir (Caban & Stepnowski, 2021). Limbah farmasi dapat ditemukan pada air tanah, permukaan air dan lumpur. Jumlah keseluruhan senyawa aktif farmasi pada limbah farmasi ditemukan sebesar 11.926 ng/L (Femina Carolin et al., 2021). Senyawa-senyawa pada limbah farmasi umumnya sulit dihilangkan dari sumber air menggunakan pengolahan air secara konvensional karena sifat hidrofilitasnya yang kuat dan kemampuan biodegradasinya yang lemah (Bello & Raman, 2019).

Air yang mengandung kontaminan limbah farmasi perlu diolah karena bersifat toksik, persisten, dan mengakibatkan bioakumulasi pada berbagai organisme. Salah satu obat-obatan yang berpotensi menjadi limbah farmasi adalah parasetamol. Seringkali, parasetamol ditemukan pada lingkungan perairan karena penggunaannya yang meluas, kecenderungannya untuk dibuang dalam proses produksi, dan pembuangan obat yang kadaluarsa atau tidak (Rakić et al., 2013). Keberadaannya dapat terdeteksi pada instalasi pengolahan limbah, air permukaan, air tanah, air minum, serta di tanah/ sedimen (Stackelberg et al., 2004). Paparan

limbah parasetamol pada tubuh manusia akan berdampak pada transmisi saraf ataupun langsung mempengaruhi sumsum tulang belakang (De Coster et al., 2020).

Beberapa metode pengolahan limbah cair seperti osmosis balik, fotokatalisis, elektrodialisis, pengendapan kimia, degradasi mikroba, pertukaran ion, filtrasi membran, koagulasi, flokulasi, volatilisasi dan adsorpsi telah banyak dilaporkan (Vinayagam et al., 2022). Namun demikian, sebagian proses tersebut memerlukan banyak energi, biaya yang mahal, dan waktu proses yang cukup lama (Ramos et al., 2021). Salah satu metode yang memiliki sifat ekonomis dan efektif dalam pengolahan air limbah adalah adsorpsi (Faleh & Radhy, 2021). Adsorpsi merupakan proses pemisahan molekul dari lingkungan ke sebagian besar permukaan fase padat atau cair. Fitur unik dari adsorpsi, seperti biaya rendah dan kemudahan pengoperasian ditambah dengan efisiensi tinggi, menjadikannya unggul di antara teknik pemisahan dan pemurnian lainnya seperti fotoremediasi, teknologi membran, pertukaran ion, dan pemisahan elektrokimia (Pourhakkak et al., 2021). Namun, kemampuan regenerasi adsorben setelah proses adsorpsi masih merupakan tantangan untuk efisiensi pengolahan limbah (Mudhoo & Sillanpää, 2021). Pemanfaatan berbagai biomassa, limbah biomassa, biochar, karbon aktif, *clay*, kitosan, dan material nano dalam pengembangan adsorben berkinerja tinggi untuk pengolahan limbah cair masih terus dikembangkan (Vinayagam et al., 2022).

Karbon aktif merupakan material karbon yang memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi dengan struktur pori yang unik. Bahan ini dapat disintesis dari biomassa menggunakan metode fisik dan kimia seperti karbonisasi suhu tinggi (Jain et al., 2021). Karbon aktif (ac) dapat diaktivasi dengan berbagai metode seperti metode fisik, kimia dan biologi untuk meningkatkan kinerjanya (Heidarinejad et al., 2020). Secara khusus, aktivasi kimia cenderung menghasilkan produk dengan luas permukaan tinggi dan gugus fungsi spesifik sesuai dengan targetnya. Sedangkan, aktivasi fisika cenderung meningkatkan ukuran pori (mikropori) karbon aktif (Lawtae & Tangsatthikulchai, 2021). Kehadiran berbagai gugus fungsi yang mengandung oksigen, nitrogen, dan heteroatom pada permukaan ac memengaruhi struktur kimia dan sifat permukaannya yang pada gilirannya memengaruhi kemampuan adsorpsinya pada adsorbat yang berbeda (Fulazzaky, 2019). Mikropori pada karbon aktif memiliki pengaruh besar terhadap proses

adsorpsi fisik. Sedangkan kehadiran berbagai gugus fungsi pada karbon aktif mempengaruhi proses adsorpsi kimia (Choma et al., 2021). Walaupun karbon aktif dapat bekerja pada adsorpsi fisik dan kimia, kelemahan karbon aktif adalah kesulitan recovery dan regenerasi adsorben setelah adsorpsi, sehingga dibutuhkan modifikasi karbon aktif yang memiliki yang baik (Juang et al., 2018) Magnetit (Fe_3O_4) merupakan material potensial untuk meregenerasi karbon aktif sehingga dapat digunakan sebagai adsorben kembali (J. Zhou et al., 2020). Kombinasi bahan magnetik dan karbon aktif tidak hanya mempertahankan sifat kimia dan fisik asli karbon aktif, tetapi juga memiliki karakteristik pemisahan magnetik (Y. Liu et al., 2019).

Beberapa penelitian tentang pengolahan limbah farmasi menggunakan karbon aktif magnetik sudah pernah dilaporkan, namun masih sedikit yang mengkaji pengolahan limbah parasetamol. Selain itu, informasi mengenai kondisi optimum sintesis karbon aktif magnetit masih sangat terbatas, khususnya tamanya dalam penambahan rasio magnetit dan konsentrasi larutan aktivator (KOH) pada material karbon aktif magnetit. Kedua parameter tersebut penting untuk diteliti karena dapat mempengaruhi karakteristik fisikokimia ac, antara lain: komposisi kimia, kristalinitas, area permukaan spesifik, ukuran pori serta dinamika molekuler pada karbon aktif magnetit.

Sintesis karbon aktif dapat dicapai melalui berbagai metode seperti metode kopresipitasi, sol-gel, dan hidrotermal. Metode sol-gel dan hidrotermal memiliki kelemahan tertentu khususnya dalam hal kompleksitas, biaya dan kemurnian produk. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan metode kopresipitasi dianggap sebagai teknik yang berbiaya relatif murah, sederhana, dan hasilnya seringkali stabil dalam penyimpanan jangka panjang (Qasem et al., 2021).

Penelitian ini akan melakukan sintesis karbon aktif magnetit, mengkarakterisasi dan melakukan pengujian kinerjanya dalam adsorpsi limbah parasetamol (pct) n pada variasi kondisi ph, waktu adsorpsi, konsentrasi larutan pct, serta dosis karbon aktif magnetit. Pengaruh penambahan magnetit dan konsentrasi larutan aktivator koh pada sintesis karbon aktif akan dipelajari. Secara khusus, karbon aktif magnetit juga akan dikarakterisasi dengan berbagai metode seperti ftir,

sem, xrd, tg-dtg, raman serta bet. Karbon aktif magnetit hasil sintesis diharapkan memiliki ukuran pori pada rentang mikropori ($<2\mu\text{m}$), luas permukaan tinggi (500-1000 m^2/g), kristalinitas, serta sifat permukaan kimia yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana komposisi optimum aktivasi karbon aktif magnetit menggunakan larutan basa koh?
2. Bagaimana pengaruh penambahan magnetit terhadap karakteristik karbon aktif magnetit?
3. Bagaimana pengaruh penambahan magnetit terhadap kinerja adsorpsi dan desorpsi karbon aktif magnetit pada limbah parasetamol?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui:

1. Kondisi optimum aktivasi karbon aktif magnetit menggunakan larutan basa koh.
2. Pengaruh penambahan magnetit terhadap karakteristik karbon aktif magnetit.
3. Pengaruh penambahan magnetit terhadap kinerja adsorpsi dan desorpsi karbon aktif magnetit pada limbah parasetamol.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam:

1. Pengembangan material alternatif pengolah limbah parasetamol yang dapat digunakan oleh masyarakat.
2. Informasi mengenai metode alternatif pengolahan limbah parasetamol.

1.5 Batasan penelitian

Batasan penelitian ini terdiri dari:

1. Penentuan komposisi optimum agen aktivasi koh, rasio karbon aktif magnetit.
2. Penambahan magnetit terhadap karakteristik karbon aktif magnetit seperti: struktur, morfologi dan sifat fisikokimia karbon aktif magnetit.

3. Penambahan magnetit terhadap kinerja karbon aktif magnetit seperti: kinetika adsorpsi dan isotherm adsorpsi pada ph dan dosis adsorben optimum dalam limbah buatan parasetamol

1.6 Struktur organisasi tesis

Struktur organisasi tesis ini terdiri dari:

Bab i berisi tentang pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi tesis. Bab ii berisi tentang kajian pustaka meliputi material berbasis karbon, metode sintesis karbon aktif magnetit, material karbon aktif magnetit, karakterisasi karbon aktif magnetit, kinerja adsorpsi, kajian mengenai penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan karbon aktif magnetit dan kerangka berpikir penelitian. Bab iii berisi tentang metode penelitian, alat, bahan dan langkah kerja penelitian. Bab iv berisi tentang temuan dan pembahasan. Bab v berisi tentang simpulan dan rekomendasi. Pada tesis ini juga berisi lampiran yang menyertakan data-data serta gambar yang tidak ditampilkan pada bab sebelumnya.