

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Kromium, Cr(VI), merupakan logam berat yang banyak ditemukan sebagai salah satu senyawa pencemar air. Pencemaran Cr(VI) banyak berasal dari limbah buangan industri, seperti tekstil, kulit, baja (*stainless steel*), *electroplating*, dan pelapisan krom [1–3]. Paparan Cr(VI) yang berlebih dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti kerusakan pada hati, ginjal, gastrointestinal, sistem kekebalan tubuh, dan darah [4]. Dengan mempertimbangkan potensi bahaya dari Cr(VI), maka penting untuk melakukan penghilangan logam ini dari dalam air untuk menekan dampak negatif yang ditimbulkannya. Beberapa negara di kawasan Asia seperti China mendeteksi bahwa kadar Cr(VI) berada di atas ambang batas 0,05 mg/L yang ditetapkan oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat. Terdapat sungai yang terdampak seperti Sungai Nanpan terdeteksi melebihi standar sebanyak 2000 kali dengan jumlah mencapai 5000 ton Cr(VI) [5]. Selain China (penghasil limbah kromium terbesar), Kanpur, India mendeteksi adanya lebih dari 1500 metrik ton kromium yang dibuang secara teratur dengan konsentrasi 250 kali lebih tinggi dari ambang batas WHO (0,05 ppm)[6] . Hal ini mengindikasikan bahwa cemaran Cr(VI) di kawasan Asia cukup memprihatinkan.

Beberapa metode pengurangan Cr(VI) dari badan air telah diuji coba, antara lain adalah dengan metode *ion exchange*, reduksi, presipitasi, dan adsorpsi [7]. Adsorpsi merupakan metode yang banyak diminati dan dikatakan efektif untuk mengurangi kadar Cr(VI) dalam air, hal ini dikarenakan beberapa keuntungan dari metode adsorpsi seperti lebih

praktis, ramah lingkungan dan berbiaya rendah. Efektivitas metode adsorpsi diketahui sangat bergantung pada jenis adsorben. Banyak jenis adsorben telah diuji coba dalam proses adsorpsi Cr(VI) dalam air seperti: bentonit, zeolit, silica, selulosa termodifikasi, MOF-808 (Zr-MOF), dan Cu-BTC MOF [8–15]. Pengembangan dan modifikasi terhadap adsorben-adsorben tersebut telah dilakukan dan menghasilkan kapasitas adsorpsi Cr(VI) yang lebih baik dibandingkan adsorben tanpa modifikasi. Misalnya, selulosa tanpa modifikasi hanya memiliki kapasitas sebesar 0,37 mg/g Cr(VI), dimana kapasitas penyerapan ini jauh lebih rendah jika dibandingkan adsorben termodifikasi dengan menggunakan plasma (150 V, 120 s) dengan kapasitas 32,4 mg/g Cr(VI) [14]. Adsorben lain yang menggunakan nanokomposit selulosa (CNB) termodifikasi dengan Fe(III) memiliki kapasitas sebesar 152,2 mg/g Cr(VI) [15]. Adsorben lain dimodifikasi *Metal Phenolic Network* dipilih karena dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dari penyerapan suatu adsorbat [16].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan adsorben sintesis yang memerlukan harga yang cukup mahal dalam mendapatkan adsorben tersebut, maka dari itu dalam penelitian ini akan menggunakan selulosa yang berasal dari limbah kulit durian. Dalam penelitian ini adsorben komposit disiapkan dengan menggabungkan selulosa dari kulit durian (DRC) dengan jaringan fenolik-logam (*metal-phenolic network*, MPN); dimana MPN akan dibuat dari kombinasi asam fenolik dan ion logam Fe yang mana dalam penelitian ini akan menggunakan dua jenis asam fenolik yaitu asam galat (GA) dan asam tanat (TA).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi durian di Indonesia mengalami peningkatan yang konstan tiap tahunnya dengan rata-rata jumlah produksi mencapai 872.069 ton durian per tahun dalam 10 tahun terakhir, mulai tahun 2010 hingga tahun 2019 [17].

Peningkatan produksi durian di Indonesia berbanding lurus dengan peningkatan limbah kulit durian. Kulit durian diketahui memiliki kandungan selulosa sekitar 50-60%, serta kandungan lignin dan pati masing-masing sebesar 5% [17]. Selulosa pada kulit durian dapat digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi karena selulosa memiliki situs aktif seperti, gugus hidroksil ( $\text{OH}^-$ ), gugus ini dapat dengan mudah membentuk serangkaian reaksi kimia dan melakukan pengikatan dengan senyawa kationik maupun anionik [18]. Terdapat upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dari adsorben, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penambahan situs aktif pada adsorben [19]. Penambahan situs aktif pada adsorben dapat dilakukan menggunakan MPN. MPN merupakan gabungan antara logam dengan gugus hidroksil, sehingga modifikasi dengan selulosa dengan MPN diperkirakan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi melalui penambahan gugus hidroksil pada selulosa.

Pada penelitian ini DRC dimodifikasi permukaannya dengan MPN yang terbuat dari gabungan antara Fe(III)/GA (FGN) atau Fe(III)/TA (FTN). Karakterisasi FTIR, XRD, SEM-EDX, dan Sorpsi  $\text{N}_2$  dilakukan untuk mengamati sifat fisikokimia dari DRC termodifikasi FGN (DRC-FGN) dan DRC termodifikasi FTN (DRC-FTN). Kapasitas adsorpsi DRC-FGN dan DRC-FTN terhadap Cr(VI) dalam larutan diuji secara isotherm, kinetika dan termodinamika. Selain itu, rasio mol MPN dan pengaruh kondisi operasi adsorpsi seperti pH, dosis adsorben, konsentrasi awal adsorbat, waktu kontak, dan suhu terhadap performa adsorpsi juga dipelajari. Kemampuan *recycle* merupakan salah satu sisi ekonomis dari adsorben, dimana uji *recyclabilitas* dilakukan dalam penelitian ini.

## **I.2. Tujuan Penelitian**

1. Membuat dan mengkarakterisasi adsorben berupa gabungan antara DRC-FGN dan DRC-FTN.
2. Mempelajari pengaruh rasio Fe(III):GA atau Fe(III):TA terhadap kapasitas adsorpsi Cr(VI) pada DRC-FGN dan DRC-FTN.
3. Menentukan pengaruh kondisi operasi terhadap performa adsorpsi Cr(VI) dengan DRC-FGN dan DRC-FTN.
4. Menentukan recyclabilitas dari DRC, DRC-FGN dan DRC-FTN.

## **I.3. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana rasio Fe(III):GA dan Fe(III):TA mempengaruhi tinggi rendahnya kapasitas adsorpsi dari DRC-FGN dan DRC-FTN terhadap ion Cr(VI).
2. Bagaimana pengaruh pH, suhu, dan konsentrasi awal adsorbat mempengaruhi performa adsorpsi dari DRC-FGN dan DRC-FTN terhadap ion Cr(VI).
3. Dalam berapa sikluskah DRC-FGN dan DRC-FTN dapat mempertahankan penyerapan yang efisien (~80%) terhadap ion Cr(VI).