

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia sebagai Negara dengan pertumbuhan penduduk yang meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut sebanding dengan pembangunan sarana dan prasana untuk mendukung berbagai macam aktivitas, terkhusus adanya kegiatan yang berlangsung di Laboratorium. Dari kegiatan tersebut akan menghasilkan sebuah limbah, salah satunya limbah cair laboratorium. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah cair laboratorium termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2014, bahwa limbah laboratorium termasuk usaha dan/atau kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditetapkan. Limbah cair laboratorium merupakan limbah yang memiliki kandungan logam berat tinggi menurut Djo dkk. (2017), terkhusus limbah cair sisa analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang bersifat asam, mengandung logam berat Cr, Hg, dan Ag dengan konsentrasi tinggi menurut Marisa & Rahayu (2016), mengandung polutan organik yang tinggi, dan iritatif (Nurhayati dkk., 2020).

Analisis COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung di dalam air (Harahap dkk., 2020). Analisis COD tersebut mengacu pada SNI 6989.73:2019, yang mana pada tahapan prosesnya menggunakan bahan kimia berbahaya seperti kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$); perak sulfat (Ag_2SO_4); asam sulfat (H_2SO_4); dan lain-lain. Pencampuran bahan kimia tersebut dilakukan dalam suasana asam, panas, dan dioksidasi oleh ion $Cr_2O_7^{2-}$ yang hasil pengujiannya akan menghasilkan limbah. Limbah cair sisa analisis COD memiliki karakteristik yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia karena memiliki kandungan polutan yang tinggi (Andika dkk., 2020). Kandungan polutan yang terkandung pada limbah cair sisa analisis COD diantaranya logam berat Khrom total (Cr) sebesar 0,62 mg/L, Khrom heksavalen

(Cr⁶⁺) sebesar 0,217 mg/L. Tingginya kadar polutan tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah.

Proses kimia, fisika ataupun kombinasi keduanya dapat dilakukan untuk penyisihan polutan dalam limbah cair sisa analisis COD (Marisa & Rahayu, 2016). Dari ketiga proses tersebut memiliki beberapa kelemahan diantaranya, untuk proses kimia akan menghasilkan lumpur dalam jumlah relatif besar dan harga relatif mahal menurut Purnamawati & Utami (2014); untuk proses fisika akan menghasilkan lumpur pekat menurut Ramadhani dkk. (2019) dan memerlukan ruang yang cukup luas menurut Artiyani & Firmansyah (2016); sedangkan kelebihan dari proses fisika-kimia yaitu pengolahannya relatif sederhana, efektif, tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan, dan berlangsung dalam waktu yang singkat (Said & Hartaja, 2015). Dengan demikian, proses fisika-kimia menjadi salah satu proses untuk penyisihan logam berat dalam air limbah, yaitu metode adsorpsi (Priadi dkk., 2014). Adsorpsi merupakan perpindahan massa adsorbat yang terjadi pada permukaan pori adsorben (Paryanto dkk., 2018). Keunggulan dari metode adsorpsi dibandingkan metode lainnya antara lain sangat efektif untuk menyerap logam berat menurut Maryudi dkk. (2021), ekonomis, ramah lingkungan, dapat diregenerasi menurut Ye dkk. (2017), daya adsorpsi yang tinggi menurut Deviyanti dkk. (2014), dan tidak terbentuk lumpur (Hartanto dkk., 2019). Pada proses adsorpsi ini, konsentrasi logam berat dan parameter kimia lainnya seperti pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), suhu, dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) dalam limbah cair dapat menurun karena daya serap adsorben.

Adsorben komersial yang sering digunakan salah satunya yaitu zeolit. Zeolit adalah mineral kristal alumina silika yang berisi ion-ion logam di dalam rongga-rongga yang saling berhubungan dengan atom-atom oksigen dan mempunyai kerangka tiga dimensi berbentuk tetrahedral [SiO₄]⁴⁻ dan [AlO₄]⁵⁻ (Cahyo & Prasetyoko, 2016). Pada umumnya, zeolit terbagi menjadi zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit sintesis didapatkan dari hasil rekayasa yang sedemikian rupa hingga berkarakter sama dengan zeolit alam. Kedua jenis zeolit tersebut mempunyai

beragam macam kemampuan melakukan pertukaran ion, adsorpsi, dan katalisator. Zeolit sintesis memiliki kelebihan dibandingkan zeolit alam yaitu keberadaannya tidak terikat dengan unsur lain, mampu menyerap molekul, struktur pori terbuka dan kemurniannya jauh lebih tinggi (Hartati dkk., 2019). Keberadaan unsur silika dan alumunium pada zeolit dapat diperoleh dari sumber komersial seperti Ludox, *Tetraethyl orthosilicate* (TEOS), Natrium aluminat, dan Natrium silikat. Namun, dibalik sumber komersial tersebut memiliki salah satu kekurangan yaitu biaya pembelian cukup mahal.

Mengingat bahwa Indonesia merupakan Negara kaya akan sumber daya alam, maka daripada itu salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk menggantikan silika komersial yaitu memanfaatkan limbah agrikultural, salah satunya Nipah. Perairan Segara Anakan Cilacap menjadi sumber keberadaan Nipah yang melimpah (Hilmi dkk., 2015). Adanya potensi Nipah di Kabupaten Cilacap, maka dapat menjadi peluang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol menurut Hadi, (2013); briket menurut Radam dkk. (2018); dan adsorpsi menurut (Ikhsan dkk., 2021). Daun nipah belum dimanfaatkan secara optimal. Karena, pada umumnya yang dimanfaatkan hanya sebatas bagian buah dan tempurung. Sementara itu, potensi besar sumber silika (SiO_2) alternatif dari limbah perkebunan dapat diperoleh dari daun nipah yang hampir serupa karakteristiknya dengan daun kelapa (Anuar dkk., 2018).

Pada umumnya, unsur alumunium pada zeolit didapatkan dari penambahan bahan kimia berupa natrium aluminat dan sodium aluminat. Penggunaan bahan kimia tersebut menjadi permasalahan karena sulit didapatkan dan adanya resiko pencemaran terhadap lingkungan. Maka dari itu, unsur alumunium dapat diperoleh dari limbah anorganik, yaitu limbah alumunium kaleng bekas. Alumunium kaleng yang umumnya digunakan sebagai kemasan untuk membungkus makanan dan minuman juga berpotensi menjadi limbah, terutama limbah logam alumunium yang membutuhkan waktu degradasi selama 80-200 tahun (Nugroho & Redjeki, 2015). Hal ini akan menyebabkan lingkungan tercemar jika limbah tersebut tidak dikelola dengan baik. Adapun limbah

alumunium kaleng bekas dapat dimanfaatkan sebagai sumber alumunium karena mengandung logam aluminium mencapai 99% (Nugroho & Redjeki, 2015).

Berdasarkan fakta yang ada di Laboratorium, limbah cair sisa analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan volume limbah 2,5 liter perbulan, hingga saat ini belum dikelola sesuai dengan persyaratan yang berlaku, sehingga limbah cair sisa analisis COD hanya ditampung di jeriken tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Laila dkk. (2021) dan Muis dkk. (2021), metode adsorpsi zeolit Sodalit dapat menurunkan logam Krom (Cr) pada limbah cair laboratorium dengan efisiensi sebesar 99,37%. Dari uraian diatas maka penelitian ini diharapkan dapat menurunkan logam berat khrom total (Cr) dan khrom heksavalen (Cr^{6+}) yang berpengaruh terhadap perubahan nilai derajat keasaman (pH), suhu, *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada limbah cair sisa analisis COD menggunakan metode adsorpsi zeolit sintesis dengan memanfaatkan limbah daun nipah dan limbah alumunium kaleng bekas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana unsur kimia yang terkandung dalam abu daun nipah dan alumunium kaleng bekas?
2. Manakah komposisi rasio molar Si/Al yang optimal terhadap analisis morfologi dan unsur, analisis gugus fungsi senyawa pada zeolit sintesis berbahan dari limbah daun nipah dan limbah alumunium kaleng bekas?
3. Berapa waktu kontak optimal adsorpsi zeolit sintesis pada limbah cair sisa analisis COD terhadap penurunan logam berat khrom total (Cr) dan khrom heksavalen (Cr^{6+}), perubahan nilai pH, suhu, COD, dan TDS menggunakan zeolit sintesis dengan komposisi rasio molar Si/Al terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang terbentuk maka tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung dalam abu daun nipah dan alumunium kaleng bekas.
2. Untuk mengetahui perbandingan komposisi rasio molar Si/Al yang optimal terhadap analisis morfologi dan unsur, analisis gugus fungsi senyawa pada zeolit sintesis berbahan dasar limbah daun nipah dan limbah alumunium kaleng bekas.
3. Untuk mengetahui waktu kontak optimal adsorpsi zeolit sintesis pada limbah cair sisa analisis COD terhadap penurunan logam berat khrom total (Cr) dan khrom heksavalen (Cr^{6+}), perubahan nilai pH, suhu, COD, dan TDS menggunakan zeolit sintesis dengan komposisi rasio molar Si/Al terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan maka manfaat penelitian ini, yaitu :

1. Dapat memberikan informasi mengenai unsur kimia yang terkandung dalam abu daun nipah dan alumunium kaleng bekas yang mampu dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan zeolit sintesis.
2. Dapat memberikan informasi dan pengetahuan mengenai komposisi optimal rasio molar Si/Al pada zeolit sintesis berbahan dasar limbah daun nipah dan limbah alumunium kaleng bekas berdasarkan analisis morfologi dan unsur, serta analisis gugus fungsi senyawa.
3. Dapat memberikan informasi mengenai waktu kontak optimal pada proses adsorpsi terhadap limbah cair sisa analisis COD yang mengandung logam berat khrom total (Cr) dan khrom heksavalen (Cr^{6+}), COD, TDS, pH, dan suhu menggunakan zeolit sintesis dengan komposisi rasio molar Si/Al terbaik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini perlu difokuskan agar mengetahui hasil dari rumusan masalah yang telah dituangkan sebelumnya, yaitu :

1. Komposisi pembuatan zeolit sintetis dari limbah daun nipah dan limbah alumunium kaleng bekas dengan perbandingan rasio molar Si/Al yaitu 1,7 dan 1,9.
2. Limbah alumunium kaleng bekas yang digunakan jenis *Pocari Sweat*.
3. Metode sintesis zeolit adalah metode hidrotermal.
4. Waktu sintesis zeolit pada suhu 150°C selama 8 jam.
5. Konsentrasi aktivator pada ekstraksi silika adalah NaOH 2 M dan HCl 2 M.
6. Konsetrasi NaOH pada sintesis zeolit adalah 1,6 M.
7. Analisis unsur kimia abu daun nipah dan alumunium kaleng bekas menggunakan *X-Ray Fluoresensi* (XRF).
8. Penentuan Si/Al terbaik dilihat berdasarkan hasil SEM-EDX dan FTIR.
9. Karakterisasi material zeolit sintesis yang terbentuk dilihat dari morfologi zeolit dengan analisis gugus fungsi senyawa menggunakan instrumen Spektrofotometer Inframerah (FTIR), morfologi dan komposisi unsur zeolit dengan instrumen *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX), uji kadar logam berat khrom total (Cr) dan khrom heksavalen (Cr⁶⁺) dengan instrumen Spektrofotometri, uji pH dengan instrumen pH meter, uji suhu dengan instrumen Termometer, uji COD dengan metode Titrasi, uji TDS dengan instrumen TDS meter.
10. Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair sisa analisis COD.
11. Zeolit yang berperan sebagai adsorben logam berat terhadap limbah cair sisa analisis COD adalah zeolit dengan komposisi rasio molar Si/Al terbaik.