

BAB I

PENDAHULAN

1.1 Latar Belakang

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya adsorpsi. Pada adsorpsi ada yang disebut adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Kurniady *et al.*, 2014).

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya (Rahmi dan Sajidah, 2014).

Adsorben yang dapat digunakan dalam proses adsorpsi antara lain karbon aktif, bentonit, zeolit dan silika. Karbon aktif atau yang biasanya juga disebut dengan karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang mempunyai daya serap tertentu terhadap warna, bau-bauan atau zat-zat lain. Karbon sendiri didefinisikan sebagai suatu bahan padat yang berpori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur karbon (Islamiyah dan Koestiari., 2014). Salah satu jenis adsorben yang paling tua dan banyak dikembangkan untuk adsorpsi logam berat adalah karbon aktif. Karbon aktif dapat dipreparasi dari berbagai bahan dasar, diantaranya dari tempurung kelapa, gambut, kayu pohon pohonan dan lain sebagainya. Salah satu jenis bahan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan dasar karbon aktif adalah tandan kosong kelapa sawit.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah padat yang berasal dari proses pengolahan industri kelapa sawit. TTKS yang tidak

tertangani menyebabkan bau busuk dan menjadi tempat berkumpulnya serangga lalat sehingga dianggap sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan dan menyebarkan bibit penyakit. Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu material perkusor pembuatan karbon aktif. TKKS dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif yang disebabkan limbah tersebut mengandung lignoselulosa sebesar 55-60% berat keringnya. Dengan produk puncak kelapa sawit per hektar sebesar 20-24 ton tandan buah segar per tahun, berarti akan menghasilkan 2,5-3,3 ton bahan lignoselulosa. Material lignoselulosa diketahui memiliki kemampuan menyerap logam berat karena mengandung gugus-gugus aktif seperti $-OH$ dan $-COOH$ (Richana *et al.*, 2004). Penggunaan adsorben ini dipilih karena bahannya yang mudah didapat dan juga merupakan upaya terhadap pengolahan limbah kelapa sawit (Meisrilestari *et al.*, 2013).

Karbon aktif adalah salah satu jenis adsorben yang paling efektif digunakan untuk adsorpsi logam berat pada perairan dan polusi gas dikarenakan memiliki kapasitas adsorpsi yang besar, luas permukaan yang tinggi, struktur pori yang dikembangkan dengan baik, kinetika adsorpsi yang cepat dan sifat mekanik yang baik (Kurniawan *et al.*, 2014 dan Alam *et al.*, 2007). Besarnya kapasitas adsorpsi ini disebabkan karbon aktif memiliki luas permukaan besar, porositas tinggi dan gugus-gugus fungsi misal hidroksil, karboksil dan karbonil pada permukaannya (Devi *et al.*, 2012). Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Dengan semakin luasnya permukaan karbon aktif maka daya adsorpsinya juga semakin meningkat.

Kualitas karbon aktif yang dihasilkan dari TKKS dipengaruhi oleh proses karbonisasi/pengkarbonan dan metode aktivasi yang digunakan. Proses aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul – molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah luas dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Metode aktivasi yang digunakan yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik

dengan bantuan panas, uap dan CO_2 (Meisrilestari *et al.*, 2013). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada karbon sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor yang ada pada adsorben. Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran 450°C - 700°C dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari adsorben. Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Azahary *et al.*, 2008). Jenis metode aktivasi yang digunakan sangat mempengaruhi sifat fisikokimia karbon aktif yang dihasilkan dari TKKS.

Beberapa penelitian telah dilaporkan tentang pembuatan karbon aktif dari TKKS sebagai adsorben menggunakan *activating agent* dari asam maupun basa. Hasil penelitian Kurniawan (2014) menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif yang tidak di aktivasi jauh lebih rendah dibandingkan dengan hasil pada karbon aktif yang di aktivasi menggunakan H_3PO_4 2,5 M yaitu pada TKKS dengan nilai $56,557 \text{ m}^2/\text{g}$. Hal ini di karenakan H_3PO_4 memiliki unsur-unsur mineral dari persenyawaan kimia yang di tambahkan akan meresap ke dalam karbon dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh komponen kimia sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar. Konsentrasi terbaik diperoleh pada variasi konsentrasi H_3PO_4 3 M. Maysharoh (2018) juga menggunakan *activating agent* H_3PO_4 dengan variasi konsentrasi (5%, 10%,

15%, 20%, dan 25 %). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 yang diberikan (5-25 %) mengakibatkan ukuran pori karbon aktif semakin besar, namun jumlahnya semakin sedikit sehingga distribusi porinya menjadi lebih teratur. Semakin besar pori akan menghasilkan aktivasi karbon yang semakin baik.

Penelitian lainnya telah dilakukan oleh Rachmani dan Sudibandriyo (2014), pembuatan karbon aktif dari TKKS berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif berbahan baku TKKS memberikan luas permukaan yang lebih besar daripada karbon aktif berbahan baku batu bara ($807,54 \text{ m}^2/\text{gram}$), yaitu pada waktu aktivasi optimum 60 menit. Alam, *et al* (2008) juga melaporkan bahwa karbon aktif yang diproduksi dari TKKS dapat menghilangkan logam berat seng (Zn) melalui proses adsorpsi melalui aktivasi fisika secara termal yakni pada temperatur 500, 750 dan 1000 °C dengan variasi waktu 15, 30 dan 45. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif yang berasal dari 1000 °C dan 30 menit memiliki kapasitas adsorpsi maksimum ($1,63 \text{ mg/g}$) untuk menghilangkan seng (98%) dalam larutan air.

Logam Fe(III) merupakan salah satu jenis logam pencemar yang banyak terdapat diperairan. Logam ini bersifat toksik terhadap organisme air dan manusia pada batas konsentrasi tertentu. Salah satu teknik untuk mengurangi pencemaran logam Fe(III) yang terdapat diperairan adalah menggunakan adsorben karbon aktif dari TKKS. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi, massa adsorben, luas permukaan, suhu, ukuran partikel dan waktu kontak. Penelitian ini difokuskan pada penentuan kondisi optimum kinetika adsorpsi Fe(III) pada karbon aktif TKKS. Parameter yang digunakan adalah variasi pH, konsentrasi adsorben, dan waktu kontak. Ketiga parameter tersebut sangat menentukan karakterisasi adsorpsi karbon aktif yang dihasilkan dari TKKS terhadap logam Fe(III).

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat karbon aktif dari TKKS ?
2. Bagaimana karakter fisikokimiawi karbon aktif dari TKKS ?

3. Bagaimana pengaruh pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorben, terhadap karakterisasi adsorpsi logam Fe(III) dalam perairan menggunakan karbon aktif dari TKKS?

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membuat karbon aktif dari TKKS.
2. Menentukan karakter fisikokimiawi karbon aktif dari TKKS
3. Menentukan pH optimum, waktu kontak optimum, dan kapasitas adsorpsi Fe(III) menggunakan karbon aktif dari TKKS

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai karakterisasi adsorpsi logam Fe(III) menggunakan karbon aktif dari TKKS sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan potensi karbon aktif TKKS.