

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang merupakan tanaman yang sering kita jumpai. Produksi pisang di Indonesia diproyeksikan terus naik dalam kurun 2016–2020, produksi meningkat setiap tahunnya dengan pertumbuhan sebesar 2,60% per tahun (Rohmah, 2016). Dengan banyaknya produktivitas buah pisang mengakibatkan semakin meningkatnya limbah kulit pisang. Salah satu pemanfaatan dari limbah kulit pisang yaitu dengan dijadikan penyerap (adsorben). Arang kulit pisang kepok memiliki kemampuan dalam mengikat ion logam berat, dikarenakan dalam kulit pisang terdapat berbagai gugus fungsi yang berperan sebagai gugus aktif seperti gugus hidroksil, gugus karboksilat, dan gugus amina (Castro dkk, 2011). Menurut Susilawaty dkk. (2015), kulit pisang kepok merupakan salah satu bahan biomaterial yang dapat menyerap ion logam. Salah satu senyawa yang terkandung dalam kulit pisang kepok yaitu selulosa sehingga kulit pisang kepok dapat dijadikan sebagai karbon. Keberadaan karbon ini yang menyebabkan kulit pisang kepok dapat menyerap ion logam.

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu faktor yang dapat merusak tatanan lingkungan dan berpengaruh pada makhluk hidup di sekitarnya. Salah satu kegiatan yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yaitu kegiatan di laboratorium kimia yang menghasilkan limbah. Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan alami sebagai adsorben.

Air limbah laboratorium kimia terdiri dari sisa-sisa bahan kimia yang selesai digunakan, air bekas cucian peralatan maupun sisa-sisa sampel yang diuji. Sebagian besar unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat dalam air limbah laboratorium kimia adalah logam berat dan merkuri (Hartini dan Yuantari, 2011). Limbah laboratorium kimia merupakan salah satu limbah yang banyak mengandung senyawa logam berat didalamnya, hal ini dapat mencemari dan membahayakan lingkungan disekitarnya.

Penelitian tentang kulit pisang telah banyak dilakukan antara lain penggunaan kulit pisang sebagai adsorben untuk menghilangkan ion logam Cd^{2+} dari larutan (Arninda, 2014). Penggunaan kulit pisang untuk pengurangan logam Pb^{2+} , Cu dan Ni^{2+} dalam system batch pada kondisi yang terkontrol dengan perlakuan system logam tunggal dan system logam ganda (Arninda, 2014). Berdasarkan penelitian diatas maka pada penelitian ini akan memanfaatkan limbah kulit pisang Kepok (*Musa paradisiaca, L.*) dengan aktivasi kimia untuk mengetahui karakteristik adsorben yang dihasilkan.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membuat adsorben kulit pisang kepok.
2. Mengetahui kemampuan kapasitas adsorpsi karbon aktif menggunakan adsorben kulit pisang kepok.
3. Menguji kandungan pencemar logam berat pada pengolahan limbah cair laboratorium dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben kulit pisang kepok.

1.3 Kerangka Pemikiran

Produksi pisang di Indonesia terus meningkat, dengan banyaknya produktivitas buah pisang mengakibatkan semakin meningkatnya limbah kulit pisang. Sampai saat ini pisang hanya dimanfaatkan sebatas buahnya saja, namun bagian yang lain seperti kulit, batang dan daun dibuang tanpa ada nilai gunanya. Produksi pisang di Indonesia diproyeksikan terus naik dalam kurun 2016–2020, produksi meningkat setiap tahunnya dengan pertumbuhan sebesar 2,60% per tahun (Rohmah, 2016). Salah satu alternatif dari pemanfaatan limbah yang dihasilkan dari buah pisang yaitu dengan menambah nilai guna limbah kulit pisang. Salah satu pemanfaatan limbah kulit pisang yaitu dijadikan sebagai bahan penyerap (adsorben). Salah satu senyawa yang terkandung dalam kulit pisang kepok yaitu selulosa sehingga kulit pisang kepok dapat dijadikan karbon. Keberadaan karbon ini yang menyebabkan kulit pisang kepok dapat menyerap ion logam.

Limbah cair laboratorium yang dihasilkan dari suatu laboratorium umumnya relatif sedikit, tetapi limbah cair ini mengandung berbagai jenis logam berat seperti Fe, Cu, Cr dan lainnya. Beberapa limbah laboratorium yang dapat membahayakan manusia atau lingkungan terdiri dari cairan atau padatan yang mudah menyala, beracun, bahan-bahan kimia dan bahan infeksius. Oleh sebab itu, kulit pisang dimanfaatkan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah laboratorium kimia yang mengandung logam berat.

1.4 Hipotesis

Limbah kulit pisang dapat dijadikan sebagai adsorben yang berperan dalam pengikatan ion logam berat.

1.5 Kontribusi

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan berkontribusi untuk pengolahan limbah cair laboratorium kimia dengan menggunakan adsorben kulit pisang kepok yang lebih ramah lingkungan.

1.5.1 Bagi Penulis

Penelitian ini dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berhubungan dengan bidang pembuatan adsorben.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Lampung

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pengolahan limbah cair di laboratorium kimia sehingga limbah laboratorium kimia akan lebih ramah lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya. Adsorpsi juga merupakan suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Atkins, 1997).

Adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika berhubungan dengan gaya Van der Waals, apabila gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben. Sedangkan adsorpsi kimia yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dengan zat terlarut yang teradsorpsi. Adsorpsi ini bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada adsorpsi fisika. Karena adanya ikatan kimia maka pada permukaan adsorben akan terbentuk suatu lapisan, di mana terbentuknya lapisan tersebut akan menghambat proses penyerapan selanjutnya oleh adsorben sehingga efektivitasnya berkurang.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, diantaranya:

1. Adsorbat

Adsorbat merupakan zat yang terserap pada permukaan zat lain dalam hal ini yaitu adsorben yang digunakan pada saat proses adsorpsi. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul adsorbat dari struktur yang sama.

2. pH

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Sebaliknya apabila pH asam organik dinaikan yaitu dengan penambahan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

3. Waktu

Bila adsorben ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan.

4. Luas permukaan adsorben

Luas permukaan adsorben mempengaruhi tersedianya tempat adsorpsi. Makin besar luas permukaan adsorben makin besar pula adsorpsi yang dilakukan.

2.2 Adsorben

Adsorben adalah zat yang melakukan penyerapan terhadap zat lain baik padat, cairan maupun gas pada proses adsorpsi. Umumnya adsorben bersifat spesifik hanya menyerap zat tertentu. Luas permukaan sangat mempengaruhi besarnya kapasitas penyerapan dari adsorben. Semakin luas permukaan spesifik dari adsorben, maka semakin besar pula kemampuan penyerapannya (Ranke, 2005). Karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yaitu luas permukaannya besar sehingga kapasitas adsorpsinya tinggi, memiliki aktifitas terhadap komponen yang diadsorpsi, memiliki daya tahan goncang yang baik, dan tidak ada perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi.

Macam-macam adsorben antara lain:

1. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan arang yang telah dibuat dan diolah secara khusus melalui proses aktivasi sehingga pori-porinya terbuka, sehingga mempunyai daya serap yang besar terhadap zat-zat lainnya, baik dalam fase gas atau dalam fase cair. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuhan, limbah maupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi karbon aktif yaitu dibuat melalui proses pembakaran secara karbonisasi (aktivasi) dari semua bahan yang mengandung unsur karbon dalam tempat tertutup dan diaktifkan dengan udara atau uap untuk menghilangkan hidrokarbon yang akan mengganggu penyerapan zat organik.

Salah satu adsorben alami yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat yaitu kulit pisang kepok. Kulit pisang kepok memiliki kemampuan dalam mengikat ion logam berat, dikarenakan dalam kulit pisang terdapat berbagai gugus fungsi yang berperan sebagai gugus aktif seperti

gugus hidroksil, gugus karboksilat, dan gugus amina (Castro et al, 2011). Senyawa yang terkandung dalam kulit pisang kepok yaitu selulosa sehingga dapat dijadikan sebagai karbon. Menurut Nasir (2014), kulit pisang memiliki kandungan selulosa sebesar 14,4% dan senyawa organik yang berpotensi memberikan nilai kalor yang cukup baik. Ion logam yang bermuatan positif akan terikat oleh gugus hidroksil yang kaya dengan elektron.

Menurut Suryanto, dkk. (2014), serat alam seperti kulit pisang kepok sebagian besar mengandung selulosa dan hemiselulosa sehingga dapat dijadikan sebagai karbon. Menurut penelitian Thuraidah (2015), Arang kulit pisang kepok dapat menurunkan kadar Fe^{2+} dalam larutan. Kulit pisang kepok juga dapat mengikat ion mangan dalam air sumur. Dengan demikian, limbah kulit pisang kepok dimungkinkan dapat digunakan sebagai bahan yang mampu mengurangi kadar logam berat seperti Fe, Cu, dan Cr. Dengan kandungan dalam limbah kulit pisang tersebut, maka limbah pisang dapat dimanfaatkan sebagai produk yang berdaya guna tinggi. Salah satu pemanfaatan limbah kulit pisang yaitu dijadikan sebagai bahan penyerap (adsorben).

2. Zeolit

Zeolit mengandung kristal zeolit yaitu mineral aluminosilikat yang disebut sebagai penyaring molekul. Zeolit adalah senyawa aluminosilikat tetrahedral dengan struktur ikatan 3-dimesi, memiliki pori bagian dalam, dan luas permukaan yang tinggi, karena itu dapat digunakan sebagai adsorben (Emelda, L dkk., 2013). Mineral aluminosilikat ini terbentuk secara alami. Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembap. Karena sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering.

3. Pasir Silika

Pasir silika merupakan media atau bahan yang digunakan pada kategori filter air. Sebagai bahan untuk saringan air, pasir silika terbukti dapat mengatasi permasalahan air yang keruh, berbau dan bahkan air yang menyebabkan gatal-gatal. Kandungan dalam pasir ini salah satunya adalah mineral kuarsa yang mengandung silika (SiO_2), oleh karena itu sering disebut pasir silika. Pasir silika bertujuan mengurangi kandungan lumpur dan menyaring bahan-bahan padat

terapung. Pasir silika juga mampu menurunkan nilai kekeruhan dari air (Makhmudah dan Notodarmojo, 2009).

2.3 Limbah dan klasifikasinya

Limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

Menurut Abdurrahman (2006), berdasarkan wujud limbah yang dihasilkan, limbah terbagi 3 yaitu :

1. Limbah padat

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat yang bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan. Limbah padat ini biasanya berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri, dan lain-lain.

2. Limbah cair

Limbah cair adalah limbah yang memiliki wujud cair. Limbah cair ini selalu larut dalam air dan selalu berpindah (kecuali ditempatkan pada wadah/bak). Contoh dari limbah cair ini adalah air bekas cuci pakaian dan piring, limbah cair dari industri, limbah laboratorium, dan lain-lain.

3. Limbah gas

Limbah gas adalah limbah yang berwujud gas. Limbah gas bisa dilihat dalam bentuk asap dan selalu bergerak sehingga penyebarannya luas. Contoh dari limbah gas adalah gas buangan kendaraan bermotor, buangan gas dari hasil industri.

2.4 Limbah Laboratorium

Limbah laboratorium berasal dari buangan hasil reaksi-reaksi larutan kimia berbahaya dari suatu percobaan. Bahan-bahan kimia merupakan bahan yang berbahaya dan memiliki resiko tinggi bila tercemar ke lingkungan karena memiliki zat yang memiliki sifat beracun. Karakteristik limbah laboratorium dapat dikategorikan sebagai limbah B3. Misalnya dalam analisis kadar unsur besi (Fe), penentuan kadar logam berat tembaga (Cu), analisis kadar logam berat kromium(Cr), dll. Sebagian besar unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat pada

air limbah laboratorium adalah logam berat seperti krom dan merkuri (Said, 2009). Larutan kimia tersebut diantaranya mengandung bahan kimia beracun dan logam-logam berat yang berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. Limbah laboratorium mengandung logam berat seperti Fe, Cu, Cr, dan lainnya. Beberapa limbah laboratorium yang dapat membahayakan manusia atau lingkungan terdiri dari cairan atau padatan yang mudah menyala, beracun, bahan-bahan kimia, dan bahan infeksius. Selain itu juga dari limbah biologi, produksi dan formulasi yang menggunakan resin dan lateks, limbah yang mengandung senyawa-senyawa seperti zink, cadmium, merkuri, timbal dan asbestos (Anonim, 2016). Sehingga aliran buangan dari limbah laboratorium akan membahayakan lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya bila tidak dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu. Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

Tabel 1. Baku mutu air limbah

Parameter	Satuan	Baku Mutu Golongan I
Zat Padat Larut (TDS)	mg/L	2.000
Zat Padat Suspensi (TSS)	mg/L	200
Ph	-	6,0-9,0
Besi Terlarut (Fe)	mg/L	5
Krom Total (Cr)	mg/L	0,5
Tembaga (Cu)	mg/L	2

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI nomor 5 tahun 2014

Bahan berbahaya dan beracun (B3) banyak digunakan di laboratorium kimia. Beracun dan berbahaya dari limbah laboratorium ditunjukkan oleh sifat fisik dan kimia bahan itu sendiri, baik dari jumlah maupun spesifikasinya. Beberapa kriteria bahan berbahaya dan beracun telah ditetapkan dalam MSDS, antara lain mudah terbakar, mudah meledak, korosif, oksidator dan reduktor, mutagenik, patogenik, mudah membusuk dan lain-lain. Dalam jumlah tertentu dengan kadar tertentu, kehadirannya dapat merusak kesehatan bahkan mematikan manusia atau kehidupan lainnya sehingga perlu ditetapkan batas-batas yang diperkenankan dalam lingkungan pada waktu tertentu (MSDS, 2006).

2.5 Limbah Industri

Limbah industri merupakan sisa atau buangan yang berasal dari hasil suatu kegiatan industri. Dengan kata lain, limbah industri adalah sampah yang dihasilkan dari kegiatan produksi suatu industri. Limbah ini memiliki berbagai jenis, tergantung dengan produk industri yang dihasilkan.

Meningkatnya kebutuhan akan produk yang menggunakan proses elektroplating mendorong berkembangnya industri elektroplating yang berada di Indonesia. Perkembangan industri yang semakin pesat tersebut selain memberikan manfaat, juga menimbulkan dampak negatif dari limbah yang dihasilkan. Limbah dari proses elektroplating merupakan limbah logam berat yang termasuk dalam limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya) (Purwanto, 2005).

Beberapa unsur logam yang terdapat dalam limbah cair elektroplating antara lain besi, krom, seng, nikel, mangan, dan tembaga. Beberapa proses penghilangan kandungan logam berat dapat dilakukan melalui proses pengolahan secara kimia seperti dengan adsorpsi (penyerapan).