

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu banyak memanfaatkan sabut buah pinang menjadi bioabsorben logam berat. Seperti pada penelitian Lubis dkk. (2021) sabut buah pinang digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan air sumur bor yang mengandung parameter pH, TDS, kekeruhan, dan besi. Dalam penelitian ini sabut buah pinang diaktivasi dengan senyawa H_2SO_4 1,5 M kemudian ditambahkan krikil dalam proses filtrasi. Dari pengolahan tersebut terjadi penurunan yang signifikan pada waktu kontak 20 menit dilihat dari data efisiensi penurunan sebesar 97,67% untuk parameter besi(Fe), efisiensi penurunan parameter kekeruhan sebesar 97,97%, efisiensi penurunan TDS 29,57%, dan pH 7,125.

Utami, (2017) kulit buah pinang dijadikan biosorpsi untuk menghilangkan ion logam Pb(II) dengan variasi pH yaitu 2,3,4,5,dan 6, variasi waktu kontak yaitu 15, 30, 45, 60, dan 75, sedangkan variasi konsentrasi ion logam 10, 20, 30, 40, dan 50 mg/L. Dalam penelitian tersebut pH optimum untuk biosorpsi adalah 6 dan waktu kontak optimum adalah 75 menit. Sedangkan konsentrasi ion logam yang optimum untuk biosorpsi pada konsentrasi 50 ppm.

Meurut Kasturi dan Sartika, (2019) menyebutkan aktivator HNO_3 dan $C_6H_8O_7$ mampu menurunkan ukuran partikel setelah di aktivasi menurun, 3,3188 (Å) dan sebesar 3,3396 (Å) dengan bahan baku batubara sub-bitumious.

Penelitian Syauqi dkk. (2016) menyebutkan arang sabut buah pinang dengan aktivator H_2SO_4 mampu mengadsorpsi ion logam kadmium (Cd^{2+}) dan timbal (Pb^{2+}) sebesar 69,58% dan 97,89%. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% H_2SO_4 . Konsentrasi terbaik yaitu pada konsentrasi 7,5% di buktikan dengan nilai kandungan air sebesar 2,69%, dan kandungan abu 0,92%.

Menurut Fitriansyah dkk, (2021) karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben zat zat warna Indigosol Blue 04-B dengan luas permukaan sebesar 41,101 m² /g. Pada waktu kontak yang optimum digunakan zat warna Indigosol

Blue 04-B terjadi pada waktu 40 menit, dengan peningkatan pH 7 dapat meningkatkannya jumlah larutan zat warna yang terserap semakin tinggi. Sedangkan berat adsorben optimum sebesar 50 mg. Kapasitas kemampuan adsorpsi arang aktif sabut pinang sebagai adsorben zat warna Indigosol Blue 04-B memiliki nilai sebesar 19,8 mg/g.

Pada penelitian Dewi dkk. (2016) karbon aktif memiliki karakteristik yaitu kadar air terendah sebesar 3,77% dengan aktivator KOH 15% pada suhu 110⁰C, kadar abu terendah 0,83% dengan aktivator KOH pada suhu 367⁰C, kadar karbon terikat tertinggi 98,55% dengan aktivator KOH 10% pada suhu 110⁰C, dan daya serap terhadap I2 tertinggi 769,0746% dengan aktivator KOH 20% suhu 367⁰C. Tabel 2.1 menunjukkan ringkasan penelitian terdahulu dan yang akan di lakukan didalam penelitian ini.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1	Lubis dkk. (2021)	Untuk menentukan efektifitas media filter sabut pinang dalam pengolahan air bersih sumur bor terhadap parameter besi (Fe), kekeruhan, TDS, dan pH.	Penggunaan media filter sabut buah pinang dengan aktivator H ₂ SO ₄ dapat menurunkan parameter besi (Fe), kekeruhan, TDS dan pH yang memenuhi standar baku mutu air bersih.	Aktivator, konsentrasi aktivator, dan parameter pengujian.
2	Utami, (2017)	Untuk mengetahui pengaruh pH, waktu kontak, dan konsentrasi kulit buah pinang sebagai biosorben ion logam Pb(II) dengan	Kulit buah pinang teraktivasi HNO ₃ 0,1 M dapat mengadsorpsi logam Pb(II) pada waktu kotak optimum terjadi dalam 75 menit dengan konsentrasi 50 ppm dan	Variabel pH, polutan logam, dan sumber air limbah.

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		aktivator HNO ₃ .	pada pH 6 mampu menyerap logam Pb(II) sebanyak 0,887 mg/L.	
3	Syauqi dkk. (2016)	Untuk mengetahui kemampuan sabut buah pinang dalam penjerapan ion logam kadmium (Cd ²⁺) dan ion logam timbal (Pb ²⁺) dengan aktivator H ₂ SO ₄ .	Sabut buah pinang dengan variasi konsentrasi terbaik H ₂ SO ₄ adalah 7,5%. Efisiensi adsorpsi untuk kadmium (Cd ²⁺) 69,58% dan sebesar 97,89 untuk timbal (Pb ²⁺).	Aktivator, konsentrasi aktivator, dan sumber limbah.
4	Fitriansyah dkk, (2021)	Mengetahui adsorben sabut pinang pada zat warna sintesis dengan variabel pH larutan, waktu kontak dan berat adsorben optimum yang bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi pada arang aktif yang digunakan kemudian akan dilihat perbandingan daya serap maksimum pada zat warna Indigosol Blue 04-B.	Adsorben sabut buah pinang dapat digunakan sebagai adsorben zat warna Indigosol Blue 04-B dengan luas permukaan sebesar 41,101 m ² /g, waktu kontak yang optimum digunakan terjadi pada waktu 40 menit, pH optimum sebesar 7.	Aktivator, jenis limbah, dan variasi pH

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
5	Kasturi dkk. (2019)	Untuk mengetahui kinerja batubara sub-bituminous sebagai adsorben dengan aktivator HNO ₃ dan C ₆ H ₈ O ₇ .	Ukuran partikel setelah di aktivasi menurun, aktivasi asam sitrat memberikan nilai sebesar 3,3396 (Å) dan aktivasi asam nitrat sebesar 3,3188 (Å) sedangkan karbon aktif batubara subbituminous sebelum di aktivasi sebesar 4,2269 (Å).	Bahan baku dan analisis uji.
6	Dewi dkk. (2020)	Untuk mengetahui hasil karbon aktif yang paling baik dengan menggunakan aktivator KOH yang berbeda konsentrasi dan suhu pengarangan.	Karbon aktif dari kulit pisang kepok memiliki karakteristik kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat, dan daya serap iodin yang sesuai dengan baku mutu.	Aktivator, konsentrasi aktivator, dan suhu aktivasi.

2.2 Teori – teori yang Relevan

2.2.1 Pinang

Pinang populer sejak era pre-Christian hal tersebut menyebabkan pinang terkenal di dunia perdagangan di negara bagian Timur, dan daerah - daerah beriklim tropis dan subtropis. Negara tersebut antara lain India, Sri Lanka, Maldiev, Thailand, Malaysia, dan Indonesia (Sahara, 2019).



Gambar 2. 1 Pohon Pinang (Sumber : Silalahi dkk., 2018)

Pohon Pinang ialah famili dari *Arecaceae* dengan nama ilmiah yaitu *Areca Catechu*. Pohon pinang mempunyai daun pelindung berukuran besar yang menutupi seluruh bunga majemuk yang belum mekar. Pohon pinang masuk kedalam kelas palem - palem berbatang tunggal dengan tinggi bisa mencapai 25 meter, batang berbentuk silindris berukuran antara 15-25 cm. Daun pinang di masing - masing tangkai memiliki 8-12 helaian daun. Bunga pinang tumbuh di bawah daun, bercabang dengan tangkai pendek. Buahnya berbentuk buah telur yang berukuran 5-2 cm, buah pinang matang akan berwarna kuning atau orange-kemerahan sedangkan buah yang belum matang berwarna hijau dengan tekstur biji yang lembut (Silalahi dkk., 2018).

Hampir semua bagian dari pohon pinang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Misalnya batang digunakan untuk membuat jembatan, daun untuk membungkus makanan, dan buah untuk menyirih. Tidak hanya itu, sabut buah pinang yang menjadi limbah dari sisa pengambilan biji pinang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Sabut buah pinang mengandung selulosa sebesar (63,20%), hemoselulosa (32,98%), lignin (7,20%), dan lemak (0,64%), penelitian tersebut dilakukan oleh Muslim dkk. (2015) yang memanfaatkan kulit buah pinang sebagai adsorben dalam penjerapan logam Cu (II).

2.2.2 Buah Pinang

Buah terdiri dari tiga lapisan kulit *exocarpium* yang tipis dan licin mengkilat, *mesocarpium* yang tebal, berdaging dan berserabut dan kulit *endocarpium* yang tebal, keras dan ada yang berkayu (Rasyidah dan Kartika, 2020). Buah pinang memiliki dua daerah yang berbeda ketika di potong dan di belah yaitu berwarna putih dan coklat. Buah pinang matang akan berwarna kuning hingga keemasan dengan tekstur kulit buah yang lebih kenyal dan mengandung banyak air dari bagian buahnya (Silalahi dkk., 2018).



Gambar 2. 2 Buah Pinang (Sumber : Saputra, 2019)

Pinang (*Areca Catechu*) mempunyai banyak manfaat salah satunya untuk kesehatan, pemanfaatannya banyak di jadikan sebagai obat. Menurut Silalahi dkk, (2018) menyatakan bahwa biji buah pinang dapat mengatasi pertumbuhan mikroba, anti *shizofrenia*, anti inflamasi, dan meningkatkan daya ingat. Selain digunakan untuk obat biji buah pinang juga dapat dimanfaatkan untuk pewarna alami pada kain katun, kain sutera, dan kain semi sutera dengan zat alami yang terkandung dari ekstrak biji pinang sebesar 34,43% (Prabawa, 2015).

2.2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa *amorf* yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi (Abdi dkk., 2016). Karbon aktif dihasilkan dari proses aktivasi. Proses aktivasi ialah menghilangkan zat pengotor yang melekat di permukaan arang sehingga dapat meningkatkan luas permukaan. Semakin luas permukaan pori-pori karbon aktif maka daya serapnya semakin tinggi (Khuluk, 2016). Penggunaan karbon aktif biasanya digunakan untuk mengurangi

kontaminan organik, partikel kimia organik, dan juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti merkuri dan logam beracun lainnya (Abdi dkk., 2016). Kualitas karbon aktif yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh bahan awal atau materialnya. Hal ini dikarenakan bahan awal dapat menentukan struktur pori-pori dan ukuran pori serta nilai daya serap Iodin. Bahan baku pembuatan karbon aktif dapat berupa kayu, gambut, batubara, batok kelapa, kerang, buah-buahan, residu minyak bumi, dan residu pabrik pulp (Amelia dkk., 2013).

Karbon aktif merupakan karbon yang telah dilakukan aktivasi dengan beberapa senyawa yang berfungsi sebagai adsorben atau penyerap yang berwarna hitam, berbentuk bulat maupun bubuk. Untuk mempermudah pengaktifan karbon aktif dilakukan pengayakan atau mensegregasikan ukuran karbon, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengaktifan karbon aktif. Perbedaan ukuran karbon aktif dapat mempengaruhi daya serap dari karbon aktif tersebut, peningkatan daya serap terjadi dari mesh partikel yang berukuran kecil ke ukuran partikel yang lebih besar. Untuk ukuran mesh kecil artinya jumlah partikel sedikit sehingga luas permukaan penyerapannya kecil berbeda dengan mesh yang berukuran besar dengan jumlah partikel semakin besar maka luas permukaan penyerapannya juga semakin besar sehingga kemampuan daya serap karbon aktif juga besar (Utomo, 2014). Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel, hal tersebut dapat menjadi lebih tinggi jika karbon aktif telah diaktivasi menggunakan senyawa kimia ataupun dengan pemanasan pada temperature tinggi. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g (Maulinda dkk, 2015). Dikarenakan struktur karbon aktif yang berpori, maka karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yaitu adsorben zat warna, adsorben logam berat, dan lain-lain (Purwanti dkk., 2021).

2.2.4 Adsorpsi

Metode yang banyak digunakan untuk menurunkan kadar logam berat adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan pada permukaan suatu adsorben, misalnya adsorpsi zat padat terhadap gas atau zat cair. Proses adsorpsi memiliki kelebihan yaitu proses lebih sederhana, memiliki efektifitas dan efisien

yang tinggi, tidak memberikan efek samping (Ifa dkk, 2020). Faktor – faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah luas permukaan, jenis adsorbat, struktur molekul adsorben, konsentrasi adsorbat, temperature, pH, kecepatan pangadukan, dan waktu kontak (Syauqiah dkk, 2011). Proses adsorpsi mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu kontak adsorben dengan limbah. Hal ini ditunjukkan pada penelitian Utami, (2017) waktu kontak optimum karbon aktif kulit buah pinang dalam adsropsi logam berat Pb (II) adalah 75 menit.

Zat yang teradsorpsi adalah adsorbat sedangkan zat yang pengadsorpsi disebut adsorben. Adsorben adalah bahan yang berpori sehingga dapat terjadi proses penyerapan pada dinding pori-pori adsorben. Adsorben alami atau biosorben adalah adsorben yang berasal dari bahan-bahan biologi yang tidak mencemari lingkungan dan bahan yang tersedia dialam. Contoh biosorben alami yaitu biji papaya, serat bambu, tempurung kelapa dan enceng gondok, ampas kelapa dan sekam padi (Sahara, 2019).

Salah satu proses adsorpsi dilakukan pada penelitian Utomo, W. P dkk. (2019) yang memanfaatkan karbon aktif dari ampas tebu dapat digunakan sebagai adsorben pada limbah industri batik yang mengandung *Naphthol Yellow S*. Dengan konsentrasi aktivator terbaik pada konsentrasi asam sulfat 0,5 M dengan jumlah adsorben 0,2 gram dalam waktu adsorben pada 30 menit. Selain itu proses adsorpsi juga digunakan untuk menghilangkan warna pada limbah zat warna. Pemisahan dengan adsorpsi menggunakan bahan bahan seperti zeolite, karbon aktif, kitosan dan bentonite (Fitriansyah dkk., 2021).

2.2.5 Limbah Artifisial

Limbah artifisial adalah limbah buatan yang digunakan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menjerap ion logam maupun zat warna (Khairunnisa dkk., 2017). Limbah artifisial disesuaikan dengan limbah di lingkungan sehingga konsentrasi awal dibuat berdasarkan acuan kadar konsentrasi limbah di lingkungan. Penelitian Khairunnisa dkk., (2017) menggunakan limbah artifisial batik sebagai adsorben zat warna Rapid Merah RM, landasan penggunaan limbah artifisial batik dikarenakan pada hasil pengujian di salah satu saluran buangan dari *home industry* batik yang bermuara di salah satu Unit Pengolahan

Limbah industri batik di Kota pekalongan di nilai COD pada limbah batik bernilai 1100 mg/L. Penelitian tersebut diharapkan dapat mengurangi zat warna pada limbah batik dengan menggunakan karbon aktif batok kelapa yang dapat memenuhi standar baku mutu limbah cair.

2.2.6 Pirolisis

Pembuatan karbon aktif melalui dua tahapan yaitu pengarangan atau pirolisis dan aktivasi. Pirolisis merupakan proses pembakaran dengan atau tanpa menggunakan oksigen. Proses pirolisis menghasilkan beberapa produk yang berbentuk cair, gas, dan padat. Produk dari proses ini biasanya berupa arang atau *char* (Jamilatun dkk., 2015). Proses pirolisis merupakan proses yang paling banyak digunakan untuk pembuatan karbon aktif dikarenakan metode pirolisis dapat berlangsung dalam waktu yang relatif cepat. Selain itu metode pirolisis sangat menguntungkan untuk memperoleh produk berupa energi alternatif. Produk arang yang dihasilkan dari proses pirolisis dapat dimanfaatkan dan berguna sebagai sumber energi terutama jika dikembangkan menjadi briket (Haji dkk, 2010).

2.2.7 Aktivasi

Aktivasi merupakan proses perubahan karbon dari daya serap yang rendah menjadi karbon dengan daya serap yang tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan karbon aktif dan memperoleh karbon yang berpori dilakukan dengan cara diaktivasi menggunakan uap panas dengan suhu sekitar 700-1100⁰C atau dengan penambahan bahan – bahan mineral sebagai aktivator (Idrus dkk., 2013). Proses aktivasi secara umum dibedakan menjadi aktivasi secara kimia, aktivasi fisika, dan aktivasi kimia-fisika. Aktivasi fisika yaitu dilakukan dengan proses pembakaran arang dalam tungku pada suhu 850⁰C. Proses pengaktifan secara kimia dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang (Meisrilestari dkk., 2013).

Penggunaan asam nitrat (HNO₃) dikarenakan memiliki kemampuan lebih besar dalam memperbesar luas permukaan dibandingkan dengan asam sitrat (C₆H₈O₇). Asam nitrat juga dapat digunakan sebagai bahan pengaktif dikarenakan

dapat melarutkan logam pengotor dengan, terjadinya pertukaran ion logam dengan adsorben Batubara Sub-Bituminous (Kasturi dan Sartika, 2019). Aktivator asam nitrat mampu menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dimana semakin kecil ukuran partikel semakin luas permukaannya, sehingga daya serapnya semakin tinggi (Kasturi dan Sartika, 2019).

2.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Konsentrasi HNO_3 yang paling optimal dalam menyerap parameter kadar Fe, kadar klorin, salinitas dan pH dalam limbah artifisial adalah konsentrasi HNO_3 14%.
2. Ukuran mesh karbon aktif limbah sabut pinang yang paling optimal dalam menyerap parameter kadar Fe, kadar klorin, salinitas dan pH dalam limbah artifisial yaitu 200 mesh.
3. Karbon aktif sabut buah pinang dengan aktivator HNO_3 memiliki karakteristik daya serap iodin lebih dari 750 mg/g berdasarkan SNI 06-3730-1995.
4. Karbon aktif sabut buah pinang dengan aktivator HNO_3 memiliki karakteristik kadar air tidak lebih dari 15% berdasarkan SNI 06-3730-1995.
5. Karbon aktif sabut buah pinang dengan aktivator HNO_3 memiliki karakteristik kadar abu tidak lebih dari 10% berdasarkan SNI 06-3730-1995.
6. Karbon aktif sabut buah pinang dengan aktivator HNO_3 memiliki karakteristik kadar zat menguap tidak lebih dari 25% berdasarkan SNI 06-3730-1995.
7. Waktu kontak paling optimal karbon aktif limbah sabut pinang dalam menyerap parameter kadar Fe, kadar klorin, salinitas dan pH dalam limbah artifisial adalah pada waktu 6 jam.