

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara yang bergerak di bidang pertanian dan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, termasuk tanaman perkebunan yang bernilai ekonomi seperti pinang. Tanaman ini banyak ditemukan di seluruh wilayah di Indonesia dengan luas lahan yang bervariasi. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan, pada tahun 2022 luas lahan perkebunan pinang di Sumatera Barat mencapai 16.083 ha dan produksi 8.048 ton per tahun. Kabupaten dengan kontribusi area dan produksi terbesar adalah Kabupaten Agam dengan luas 3.973 ha dan produksi 2.712 ton per tahun, Kabupaten Pasaman 1.984 ha dan produksi 1.402 ton per tahun (BPS, 2022).

Pemanfaatan pinang umumnya diambil bagian bijinya. Pengolahan pada pinang masih menghasilkan sisa limbah berupa sabutnya. Sabut pinang merupakan limbah dari proses pengolahan pinang umumnya belum dimanfaatkan secara maksimal dan sering kali hanya dibuang atau dibakar di sekitar lokasi pengolahan pinang (Saputra, 2020). Limbah tersebut memiliki potensi karena kaya akan lignoselulosa. Senyawa sabut pinang tersusun dari karbon dan dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif untuk menyerap zat pencemar dalam limbah cair tahu. Sabut pinang mengandung senyawa kimia berupa selulosa sebesar 63,20 %, hemiselulosa 32,98 %, lignin 7,20 %, dan lemak 0,64 % (Batu *et al.*, 2022).

Karbon aktif merupakan material padat berpori yang sebagian besar 85-95 % tersusun atas unsur karbon dan diperoleh melalui pemanasan yang tinggi terhadap bahan yang mengandung karbon. Efektivitas adsorpsi karbon aktif bergantung pada luas permukaan partikelnya yang dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi secara kimia maupun secara fisik (Purnamawati, 2023). Beragam material yang kaya akan karbon dan selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif.

Material tersebut mencakup kayu, lignit, tulang, tempurung kelapa, tandan kosong kelapa sawit, serta limbah hasil pertanian, antara lain kulit kopi, sekam padi, jerami, tongkol jagung, dan pelepah jagung (Fitriansyah *et al.*, 2021).

Produksi karbon aktif sekitar 60 % digunakan diberbagai industri, seperti gula, minyak, kimia, dan farmasi. Karbon aktif berfungsi menyerap kontaminan dalam cairan, sehingga meningkatkan kualitas dan keamanan produk. Selain itu, karbon aktif juga digunakan untuk menyaring udara dan gas di lingkungan industri guna mengurangi polusi. Kemampuan daya serap yang tinggi, karbon aktif dibutuhkan dalam berbagai proses industri untuk mendukung efisiensi dan mutu produksi (Sylvia *et al.*, 2025).

Proses pembuatan karbon aktif umumnya melibatkan penggunaan berbagai jenis bahan kimia, baik yang bersifat asam maupun basa. Proses aktivasi kimia dilakukan dengan merendam karbon dalam larutan kimia tertentu, contohnya H_3PO_4 , KOH , $NaOH$, $NaCl$, H_2SO_4 , dan $ZnCl_2$ (Novananda *et al.*, 2020). Keunggulan aktivasi kimia dibandingkan dengan aktivasi fisik, yaitu aktivasi secara kimia biasanya berlangsung pada suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan aktivasi fisik, adanya agen dehidrasi dalam aktivasi kimia dapat membantu meningkatkan pembentukan pori-pori pada struktur karbon dan jumlah karbon yang dihasilkan melalui aktivasi kimia biasanya lebih banyak dibandingkan dengan aktivasi fisik (Lubis *et al.*, 2020).

Aktivator yang biasanya digunakan dalam pembuatan karbon aktif, seperti KOH dan $NaOH$ kekurangannya karena memiliki sifat yang berbahaya yaitu basa kuat, korosif, dan harga yang mahal (Mizwar dan Haryati, 2014). $ZnCl_2$ memiliki kekurangan karena korosivitas yang tinggi (Lin *et al.*, 2022). Aktivator asam fosfat (H_3PO_4) sering digunakan dalam proses aktivasi karena kemampuannya dalam meningkatkan luas permukaan dan mengembangkan struktur pori-pori karbon aktif yang berdampak pada peningkatan efisiensi adsorpsi (Novianty *et al.*, 2025). Hal ini

terjadi karena aktivator asam memiliki kemampuan untuk membuka pori-pori karbon yang lebih besar dibandingkan aktivator basa yang hanya dapat membuka pori-pori yang lebih kecil, sehingga tingkat daya serap yang dihasilkan dengan menggunakan aktivator asam lebih tinggi dibandingkan dengan aktivator basa (Sholikhah *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Meilianti (2017), hasil karbon aktif dari cangkang buah karet dengan H_3PO_4 sebagai aktivator menunjukkan perlakuan yang paling optimal, yaitu pada konsentrasi H_3PO_4 10 % dengan kandungan air 3,25 %, kadar abu 3,36 %, zat mudah menguap 3,15 %, daya serap iod 947,25 mg/g, dan daya serap metilen biru 98,95 mg/g. Sahara *et al.* (2017), menyatakan pengujian karbon aktif dari batang tanaman gemitir yang telah diaktivasi dengan H_3PO_4 menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator optimal yang diperoleh adalah 15 % dengan kandungan air 4,67 %, kadar abu 5,67 %, kadar zat yang menguap 5,59 %, daya serap metilen biru 162,84 mg/g, serta daya serap iodin sebesar 759,62 mg/g. Pengaruh konsentrasi aktivator tersebut yaitu jika konsentrasi yang digunakan semakin tinggi, maka daya serap yang dihasilkan semakin besar. Peningkatan kapasitas penyerapan karbon aktif terjadi karena permukaannya dibersihkan dari senyawa hidrokarbon, sehingga luas permukaan karbon menjadi lebih besar dan mampu menyerap lebih banyak zat (Lestari *et al.*, 2024). Pemilihan konsentrasi dalam penelitian ini yaitu 8-16 % dengan interval 2 % berdasarkan referensi dari penelitian diatas, yang menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut mampu memberikan hasil aktivasi karbon aktif yang optimal.

Karbon aktif dimanfaatkan untuk menjernihkan air limbah, menghilangkan warna, bau, dan menurunkan zat pencemar (Ekawati, 2023). Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu dan dibuang ke perairan tanpa melalui proses pengolahan yang tepat dapat mengubah karakteristik fisik dan kimia air, sehingga

memberikan dampak negatif terhadap kehidupan organisme di perairan (Pagoray *et al.*, 2021).

Di Indonesia, terdapat sekitar 84.000 unit usaha industri tahu dengan produksi lebih dari 2,56 juta ton per tahun. Kegiatan ini menghasilkan limbah cair sekitar 20 juta m³ per tahun dan menyumbang emisi sekitar 1 juta ton CO₂ ekuivalen (Setiawan dan Rusdijjati, 2014). Limbah cair dari industri tahu dapat berasal dari kegiatan pencucian bahan, perendaman, dan endapan tahu. Limbah cair yang memiliki kandungan zat pencemar yang tinggi, jika dibuang ke lingkungan terutama di badan air dapat menyebabkan pencemaran (Arsapita, 2022). Air limbah tahu apabila dibuang langsung ke dalam perairan, maka akan memberikan efek negatif pada kualitas air yang dapat menyebabkan bau busuk di sungai atau di daerah sekitarnya. Keberadaan air limbah dari industri tahu dapat memberikan pandangan buruk terhadap aktivitas industri tersebut. Namun, jika limbah cair tahu dikelola dengan baik dan dapat memanfaatkan semua potensi yang ada serta menggunakan teknologi yang tepat, maka dapat memberikan manfaat positif (Yudhistira *et al.*, 2018).

Berdasarkan penelitian Ugra *et al.* (2021), menyatakan cangkang kelapa sawit memiliki potensi sebagai bahan adsorben yang efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair. Hasil penelitian tersebut menggunakan massa adsorben dari 2 g, 3 g, dan 4 g secara berturut-turut mampu menurunkan kadar BOD dalam limbah menjadi 14,6 mg/L, 10,2 mg/L, dan 7,8 mg/L, dengan hasil penurunan paling optimal sebesar 7,8 mg/L pada penggunaan 4 g adsorben. Kadar COD mengalami penurunan menjadi 251,22 mg/L, 227,52 mg/L, dan 199 mg/L pada masing-masing variasi massa adsorben yang sama, penggunaan 4 g adsorben mencapai penurunan terbaik 199 mg/L. Parameter TSS didapatkan penurunan konsentrasi sebesar 584 mg/L, 283 mg/L, dan 35 mg/L diperoleh dari penambahan 4 g karbon aktif menggunakan cangkang kelapa sawit.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Konsentrasi Aktivator H_3PO_4 dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Sabut Pinang dan Aplikasinya pada Limbah Cair Tahu”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dirumuskan masalah dalam penelitian ini berupa:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi H_3PO_4 terhadap karakteristik karbon aktif dari sabut pinang yang dihasilkan?
2. Bagaimana efektivitas karbon aktif dari sabut pinang hasil aktivasi H_3PO_4 dalam menurunkan kandungan zat pencemar organik pada limbah cair tahu?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi H_3PO_4 terhadap karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari sabut pinang.
2. Mengkaji efektivitas karbon aktif dari sabut pinang hasil aktivasi H_3PO_4 dalam menurunkan kandungan zat pencemar pada limbah cair tahu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengoptimalkan penggunaan limbah sabut pinang sebagai sumber karbon aktif.
2. Memberikan alternatif pengolahan limbah cair tahu menggunakan karbon aktif dari sabut pinang yang ramah lingkungan.

1.5 Hipotesis

H0 : Konsentrasi aktivator asam fosfat (H_3PO_4) tidak berpengaruh terhadap karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.

H1 : Konsentrasi aktivator asam fosfat (H_3PO_4) berpengaruh terhadap karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.

