

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kabupaten Muaro Jambi memiliki kebun kelapa sawit rakyat terluas di antara wilayah lainnya, tercatat mencapai 135.279 Ha pada tahun 2019, dengan produksi sebesar 1.074.585 Ton atau produktivitas sekitar 11,945 Ton/Ha. Kecamatan Kumpe Ulu, salah satu dari beberapa kecamatan di Kabupaten Muaro Jambi, menonjol sebagai wilayah dengan luas usahatani kelapa sawit terbesar, mencapai 15.844 Ha. Produksi Tandan Buah Segar (TBS) di kecamatan ini mencapai 191.476 Ton, dengan produktivitas mencapai 13,604 Ton/Ha (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi, 2020). Bersamaan dengan berjalannya waktu, tanaman kelapa sawit telah berkembang menjadi perkebunan kelapa sawit yang signifikan, baik di Kabupaten Muaro Jambi maupun di seluruh Indonesia. Terutama di Kecamatan Kumpe Ulu, perkebunan kelapa sawit menjadi mayoritas dalam mata pencaharian masyarakat setempat, dan perusahaan-perusahaan juga berdiri di sana untuk melakukan pengolahan kelapa sawit secara langsung (Chaira *et al.*, 2022). Perkebunan kelapa sawit yang berkembang semakin besar akan menghasilkan volume limbah yang signifikan. Limbah kelapa sawit terdiri dari tandan kosong, pelepah, cangkang, dan serat, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan baik di air maupun di tanah, serta mengancam jenis keberagaman hayati (Hasibuan *et al.*, 2023). Limbah kelapa sawit juga mengakibatkan gangguan visual, bau tak sedap, dan menghalangi aktivitas manusia dengan menumpuk di area perkebunan itu sendiri. Penanganan yang tepat diperlukan untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan serta memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat dan industri.

Salah satu jenis limbah yang dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit adalah cangkang sawit. Cangkang kelapa sawit merupakan hasil samping dari proses pengolahan kelapa sawit. Dimana cangkang kelapa sawit yang menyumbang sekitar 60% dari total produksi minyak. Cangkang ini mengandung bahan seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat dimanfaatkan untuk produksi arang aktif yang berfungsi sebagai adsorben (Susanto *et al.*, 2017).

Penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan mengenai pembuatan karbon aktif dari berbagai bahan, seperti yang tercatat dalam Penelitian (Sirajuddin *et al.*, 2022). Mereka melakukan uji karakteristik karbon aktif dari cangkang sawit dengan beberapa jenis aktivator seperti H_3PO_4 , HCl, KOH, NaOH dan NaCl dengan dibantu gelombang ultrasonik, dimana hasil dari karakterisasi menunjukkan bahwa aktivator H_3PO_4 yang paling optimum pada proses aktivasi kimia pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit adalah aktivator H_3PO_4 . H_3PO_4 dinyatakan sebagai aktivator optimal karena mampu menghasilkan kadar

abu terendah sebesar 0,4094% dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Hal ini disebabkan oleh kemampuan H_3PO_4 untuk bereaksi dengan logam dan oksida logam, sehingga saat pencucian dapat melarutkan logam seperti Na, K, dan Ca yang terkandung dalam arang aktif. Selain itu, H_3PO_4 juga menghasilkan kadar zat mudah menguap terendah sebesar 7,897% dan daya adsorpsi iod tertinggi sebesar 778,6781 mg/g dengan bantuan gelombang ultrasonik. Kombinasi sifat pembersih dan perlindungan terhadap panas menjadikan H_3PO_4 sebagai aktivator yang paling efektif.

Pada tahap ultrasonifikasi menurut (Sari *et al.*, 2017) pada penelitiannya bahwa ultrasonik menghasilkan fenomena kavitasi, di mana terbentuk gelembung kecil dalam media perantara. Seiring waktu, gelembung-gelembung ini membesar dan pecah, melepaskan energi besar yang dapat dimanfaatkan untuk proses kimia ultrasonik. Pada gambar, pemaparan gelombang ultrasonik menunjukkan rongga pori dan lapisan yang terbentuk dengan sempurna dan teratur, di mana rongga pori berada di antara lapisan-lapisan karbon. Perlakuan gelombang ultrasonik ini terlihat memengaruhi morfologi karbon tandan kosong pisang, menjadikannya lebih teratur dan sempurna.

Asam fosfat (H_3PO_4) berperan sebagai agen aktivator yang membantu meningkatkan atau memperluas volume serta memperbesar diameter pori yang terbentuk selama proses karbonisasi, serta membentuk pori-pori baru. Interaksi antara zat pengaktivasi dan struktur atom karbon yang dihasilkan dari karbonisasi merupakan mekanisme dari proses aktivasi tersebut. Asam fosfat (H_3PO_4) memiliki berbagai manfaat seperti sebagai regenerasi bahan kimia, penghambat karat, aditif makanan, agen pengikis dalam industri, bahan baku pupuk, dan juga dapat digunakan dalam proses aktivasi karbon aktif. Larutan ini tidak berwarna dan tidak berbau. Meskipun tidak diklasifikasikan sebagai asam kuat, asam fosfat cukup asam sehingga bersifat korosif (Esterlita *et al.*, 2015).

Industri batik dan tekstil menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Limbah ini tidak hanya memiliki kandungan zat warna yang tinggi, tetapi juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sulit larut atau sulit diuraikan. Limbah cair ini memiliki karakteristik keruh dan pekat setelah proses pewarnaan selesai (Suprihatin, 2014). Salah satu zat warna yang ditemukan dalam limbah batik adalah Remazol. Kontaminan zat warna batik seperti zat warna Remazol red dan senyawa organik lainnya semakin meningkat dalam limbah cair batik. Hal ini menyebabkan peningkatan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai semua bahan organik dalam limbah cair tersebut. Akibatnya, nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) limbah cair batik juga meningkat (Fitriana dan Maya, 2020).

Akibatnya, ketika limbah tekstil yang mengandung pewarna sintetik ini dibuang ke lingkungan, pewarna tersebut dapat bertahan dalam waktu yang lama dan terakumulasi hingga mencapai konsentrasi tertentu, yang berpotensi menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Limbah pewarna ini memiliki struktur ikatan kimia yang kuat dan termasuk dalam kategori *non-biodegradable*. Selain itu, intensitas warna yang tinggi dapat mempengaruhi estetika lingkungan dan menyebabkan munculnya bau tidak sedap (Herfiani *et al.*, 2017).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis ingin melakukan suatu penelitian dengan judul **“Karakterisasi Karbon Aktif Cangkang Sawit (*Elaeis Guineensis*) menggunakan Aktivator H_3PO_4 dan Ultrasonifikasi sebagai Adsorben Zat Warna *Remazol Red*”** dari cangkang sawit (*Elaeis guineensis*) dengan bantuan aktivasi kimia dari Asam Fosfat H_3PO_4 dan aktivasi fisika dari *Furnance* dan Ultrasonifikasi untuk menyerap warna *Remazol Red*

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Dalam industri pengolahan minyak sawit menghasilkan limbah padat maupun cair yang dapat menjadi masalah pada lingkungan sekitar. Salah satunya yaitu limbah cangkang sawit. Cangkang sawit berpotensi dikembangkan menjadi sebuah bioadsorben. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan aktivator H_3PO_4 dan *Ultrasonifikasi*?
2. Bagaimana pengaruh kondisi parameter terhadap kapasitas adsorpsi karbon aktif yang diaktivasi dengan H_3PO_4 dan *Ultrasonifikasi* dalam menyerap zat warna *Remazol Red*?
3. Bagaimana menentukan kinetika model isoterm adsorpsi pada karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan H_3PO_4 dan *Ultrasonifikasi*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan umum dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan aktivator H_3PO_4 dan *Ultrasonifikasi*.
2. Menganalisis pengaruh kondisi parameter terhadap kapasitas adsorpsi karbon aktif yang diaktivasi dengan H_3PO_4 dan *Ultrasonifikasi* dalam menyerap zat warna *Remazol Red*.

3. Menentukan kinetika model isoterm adsorpsi pada karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan H_3PO_4 dan berbantuan *Ultrasonifikasi*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Melalui penelitian ini, penulis akan memperoleh pengetahuan mendalam tentang pembuatan karbon aktif menggunakan H_3PO_4 dan Ultrasonifikasi, serta pemahaman tentang adsorpsi dan pengolahan limbah zat warna industri. Penulis juga akan mendapatkan pengalaman praktis dalam eksperimen laboratorium, analisis data, dan karakterisasi material, yang penting untuk pengembangan karir akademis atau profesional di bidang material dan lingkungan.
2. Penelitian ini dapat meningkatkan reputasi Universitas sebagai institusi yang aktif dalam penelitian berkelanjutan dan inovatif, terutama dalam pengelolaan limbah industri dan pengembangan material ramah lingkungan. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar bagi pengembangan kurikulum dan materi ajar yang lebih *up-to-date* di bidang teknik kimia, teknik lingkungan, dan ilmu material. Ini juga membuka peluang kolaborasi dengan industri dan lembaga penelitian lainnya.
3. Bagi pengusaha batik, penggunaan karbon aktif dari cangkang sawit sebagai adsorben untuk mengolah limbah zat warna *Remazol Red* dapat menjadi solusi efektif dan ekonomis untuk mengurangi pencemaran lingkungan, sehingga meningkatkan keberlanjutan usaha mereka.
4. Bagi pengusaha sawit, penelitian ini menawarkan cara baru untuk memanfaatkan limbah cangkang sawit, meningkatkan nilai tambah produk samping yang biasanya dianggap sebagai limbah. Ini dapat membuka peluang bisnis baru dan meningkatkan pendapatan.