

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

TKKS atau dikenal Tandan Kosong Kelapa Sawit adalah limbah yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit yang asalnya dari Tandan Buah Segar kelapa sawit (TBS). Pada tiap ton TBS TKKS yang dihasilkan sebesar 0,215 ton dan menghasilkan 0,255 ton CPO. Pada tahun 2021 minyak kelapa sawit telah diproduksi di dalam negeri hingga menyentuh angka 51,30 juta ton. Pada akhir tahun 2022 jumlah produksi minyak kelapa sawit mengalami peningkatan dengan persentase peningkatan mencapai 8-10% atau sekitar 55,40-56,42 juta ton. Peningkatan jumlah produksi minyak kelapa sawit ini dikarenakan adanya pertumbuhan luas area perkebunan kelapa sawit sehingga menyebabkan kenaikan produksi TBS. Kenaikan produksi ini juga menyebabkan terjadinya peningkatan limbah kelapa sawit seperti TKKS yang pemanfaatannya belum maksimal (Ananda *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pengelolaan limbah TKKS ini menjadi semakin penting dalam upaya pengurangan dampak lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan.

TKKS merupakan limbah dari kelapa sawit yang memiliki kandungan lignoselulosa yang terdiri dari 45,95% selulosa, 22,84% hemiselulosa dan 16,49% lignin (Rezki *et al.*, 2023). Dengan adanya kandungan lignoselulosa yang terdapat di dalam TKKS maka dari itu TKKS dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biosorben dan karbon aktif. Karbon aktif memiliki pori-pori yang membuatnya memiliki daya penyerapan yang tinggi sehingga cocok digunakan sebagai adsorben dalam berbagai aplikasi, karbon aktif juga dapat tahan terhadap asam dan basa, tahan dengan tekanan dan temperatur tinggi, bersifat inert dan mudah didaur ulang menjadikannya dapat digunakan sebagai bahan baku katalis. Namun kualitas karbon aktif tergantung dari TKKS yang digunakan tergantung pada berbagai faktor salah satunya jenis TKKS yang digunakan sehingga memiliki keterbatasan dalam aplikasi tertentu selain itu juga karbon aktif tidak cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan mekanik yang tinggi (Trilaksana., 2017., Yanti *et al.*, 2020). Sehingga pada penelitian ini

limbah TKKS akan dimanfaatkan menjadi karbon aktif untuk pengembangan sebuah teknologi bahan material yang lebih efektif dan efisien dalam penerapan aplikasinya.

Kebutuhan akan pengembangan teknologi bahan material dalam penyimpanan, pemisahan, dan adsorpsi perlu untuk ditindaklanjuti melalui peningkatan bahan material tersebut. Oleh karenanya dikembangkan material karbon aktif menjadi komposit. Komposit merupakan sebuah perpaduan dari bahan material yang akan digunakan dan dimanfaatkan dalam berbagai pengaplikasian. Komposit adalah suatu material yang diperoleh melalui cara penggabungan dari dua buah material atau lebih yang memiliki perbedaan secara makroskopik (Suroso *et al.*, 2019). Salah satu contoh karbon aktif komposit yaitu yang berbahan MOFs (*Metal Organik Frameworks*).

MOFs adalah bahan yang terdiri dari ion logam yang terhubung oleh molekul organik. MOFs memiliki sifat pori yang sangat baik dan dapat digunakan untuk adsorpsi. MOFs juga memiliki Porositas yang sangat tinggi, stabilitas termal yang tinggi, kimia permukaan yang dapat disesuaikan, dan ketangguhan meningkatkan keserbagunaan yang sangat besar dari kerangka kerja ini yang menyebabkan pertumbuhan berbagai aplikasi yang mungkin dan minat yang mulai berkembang pada bahan-bahan ini, sehingga MOFs dapat di gunakan dalam berbagai aplikasi potensial termasuk penyimpanan gas, saringan molekuler selektif ringan, pemisahan, katalisis, konversi energi seperti pengembangan sel bahan bakar atau superkapasitor atau baterai lithium ion, dan penginderaan pendaran cahaya (Dutta *et al.*, 2021).

TAC (*terephthalic acid*) atau asam terephtalat adalah asam organik yang banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan poliester. Sebagian besar produksi TAC adalah melalui oksidasi katalitik aerobik P-xilena dengan udara dalam media asam asetat, dikatalisis oleh senyawa kobalt, mangan, dan bromida (Tomas *et al.*, 2012). TAC sudah sangat umum digunakan sebagai prekursor organik dikarenakan suhu sublimasi yang relatif rendah dan reaktivitas yang cukup tinggi terhadap prekursor lainnya (Ghazy *et al.*, 2023). TAC digunakan sebagai ligan organik dalam pembuatan MOFs yang berfungsi untuk memperluas permukaan dan membuat porositas MOFs yang tinggi (Mahreni dan Yuli., 2020).

MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) merupakan jenis MOFs yang dibuat dari TAC dan ion logam Cu (tembaga) dan logam Fe(besi). Penggunaan logam Cu dan Fe dikarenakan terdapat keunggulan dalam beberapa pengaplikasiannya. Pada penelitian Efendi, (2021) tentang laju adsorpsi logam Zn(II) dari karbon aktif TKKS termodifikasi logam Cu dan Fe, dengan membandingkan antara adsorben belum modifikasi dengan adsorben sudah modifikasi. Hasil penelitian menunjukkan pada karbon aktif modifikasi Cu dan Fe memiliki struktur amorf namun kristalinitas yang masih rendah dibandingkan dengan karbon aktif dan biosorban yang ditunjukkan melalui data XRD, pada data EDX menunjukkan bahwa karbon aktif dan karbon aktif modifikasi tidak terdapat zat pengotor dikarenakan proses karbonisasi dan aktivasi perbedaan modifikasi adanya Cu dan Fe, struktur permukaan karbon aktif modifikasi Cu dan Fe memiliki struktur yang merata dan sedikitnya zat pengotor yang dilihat dari uji SEM. Penelitian yang dilakukan oleh Husna, (2022) tentang peningkatan kualitas minyak jelantah dengan adsorpsi karbon aktif Cu dan Fe tandan kosong kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif modifikasi Cu dan Fe memiliki struktur amorf dengan tingkat kristalinitas yang rendah dilihat dari data XRD, namun karbon aktif modifikasi Cu dan Fe memiliki ukuran pori mesopori sehingga pada proses adsorpsi dengan jumlah massa karbon aktif modifikasi Cu dan Fe yang semakin banyak akan memiliki daya serap yang besar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Maulina, (2023) tentang adsorpsi amoniak dengan komposit polimer berpori Cu (TAC) dan karbon aktif menunjukkan MOFs Cu(TAC) dan komposit KA-Cu(TAC) bersifat kristal dan memiliki serapan tajam dengan beberapa kandungan seperti O-H, C-H, C=O yang menandakan adanya selulosa.

Komposit karbon aktif MOFs adalah sebuah material yang dibuat dengan menggabungkan karbon aktif dengan MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC). Komposit MOFs Cu(TAC) memiliki ketahanan termal yang tinggi, sehingga ketika diaplikasikan terhadap suhu tinggi komposit ini dapat bertahan dengan baik, namun Komposit MOFs Cu(TAC) memiliki daya serap adsorpsi yang masih kurang efisien. Karena kekurangan yang ada pada komposit MOFs Cu(TAC), maka penelitian ini akan membandingkan dengan komposit Fe(TAC) dengan harapan komposit MOFs Fe(TAC) dapat memberikan daya serap yang tinggi dan memiliki sedikit zat

pengotor. Penelitian tentang pengaruh komposisi karbon aktif dan asam teretphalat dalam pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) dari TKKS masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas pengaruh variasi komposisi karbon aktif dan asam teretphalat terhadap sifat-sifat komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengangkat judul **“Pengaruh Komposisi Karbon Aktif dan Asam Terephtalat Pada Pembuatan Komposit Karbon Aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit”** dengan harapan penelitian ini dapat berjalan dengan baik, dengan begitu kedepannya dapat menjadi referensi kepada pembaca dan dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

1.2. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Penggunaan Tandan Kosong Kelapa Sawit: Tandan kosong kelapa sawit digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC). Oleh karena itu, perlu dipelajari bagaimana karakteristik tandan kosong kelapa sawit mempengaruhi pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).
2. Pembuatan Komposit Karbon Aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC): Pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) sendiri adalah suatu proses yang kompleks dan memerlukan pemahaman yang baik mengenai parameter-parameter yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi yang cermat mengenai proses pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).
3. Pengaruh Komposisi Karbon Aktif: Dalam pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) dari tandan kosong kelapa sawit, penggunaan karbon aktif memiliki pengaruh signifikan pada hasil akhir produk. Oleh karena itu, perlu dipelajari bagaimana pengaruh komposisi karbon aktif pada pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).
4. Pengaruh Asam Terephtalat: Selain penggunaan karbon aktif, asam teretphalat juga digunakan dalam pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC). Oleh karena itu, perlu dipelajari bagaimana pengaruh

asam terephtalat pada pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian difokuskan pada pengaruh komposisi karbon aktif dan asam terephtalat pada pembuatan komposit karbon aktif MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) dari tandan kosong kelapa sawit.
2. Penelitian hanya melibatkan dua jenis MOFs yaitu Cu(TAC) dan Fe(TAC).
3. Penelitian difokuskan pada pembuatan komposit karbon aktif MOFs dari bahan baku tandan kosong kelapa sawit.

1.4. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pengaruh komposisi karbon aktif dan asam terephtalat pada pembuatan komposit MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) dari tandan kosong kelapa sawit?
2. Bagaimana karakterisasi komposit MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) setelah diberi perlakuan komposisi karbon aktif dan asam terephtalat.

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui pengaruh komposisi karbon aktif dan asam terephtalat pada pembuatan komposit MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) dari tandan kosong kelapa sawit.
2. Mengetahui karakterisasi komposit MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC) setelah diberi perlakuan komposisi karbon aktif dan asam terephtalat.

1.6. Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini antara lain :

1. Sebagai penambah informasi ilmiah mengenai pengaruh komposisi karbon aktif dan asam terephtalat pada pembuatan komposit MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).
2. Sebagai referensi kepada pembaca tentang pengaruh komposisi karbon aktif dan asam terephtalat pada pembuatan komposit MOFs Cu(TAC) dan Fe(TAC).