

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kulit manggis (*Garcinia mangostana L*), kaya akan lignin (48%), selulosa, dan hemiselulosa, yang berpotensi sebagai bahan dasar produksi karbon aktif untuk aplikasi lingkungan [1]. Karbon aktif merupakan material dengan kandungan karbon lebih dari 90-99%, yang digunakan secara luas dalam pemisahan dan pemurnian terutama dalam pengolahan air, dan aplikasi industri lainnya. Karbon aktif memiliki luas permukaan spesifik berkisar antara 300 hingga 2500 m²/gram, dan struktur pori yang kompleks, termasuk mikropori, mesopori, dan makropori, yang berperan penting dalam proses adsorpsi polutan [2]. Namun, efektivitas karbon aktif dalam pemurnian air dan pengolahan limbah dipengaruhi oleh gugus fungsional yang terbentuk selama proses aktivasi [3].

Proses aktivasi dapat dilakukan dengan aktivasi fisika pada suhu tinggi, yang dapat meningkatkan volume pori karbon, dan aktivasi kimia memerlukan penggunaan aktivator yang tepat untuk mengoptimalkan porositas dan luas permukaan, yang penting dalam kemampuan adsorpsi. Aktivator KOH dikenal sebagai salah satu agen aktivasi kimia yang efektif dalam menghasilkan mesopori dan makropori, sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi polutan seperti kadar COD dan BOD. Karbon aktif yang telah melalui proses aktivasi memiliki kemampuan sebagai adsorben, untuk proses adsorpsi yang merupakan mekanisme dimana molekul dari fluida melekat pada permukaan padatan, membentuk lapisan tipis [4]. Metode adsorpsi tersebut penting dalam pengembangan adsorben yang efisien untuk aplikasi pengolahan dan penanganan limbah cair [5].

Salah satu jenis limbah yang memerlukan penanganan khusus adalah limbah industri tahu. Limbah ini merupakan salah satu penyumbang utama pencemar lingkungan, karena mengandung bahan organik tinggi, terutama protein dan asam amino, yang meningkatkan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) limbah cair industri tahu, gas-gas yang ditemukan dalam limbah cair tahu adalah oksigen (O₂) hidrogen sulfida (H₂S), ammonia (NH₃), karbondioksida (CO₂), dan metana (CH₄), gas tersebut berasal dari dekomposisi

bahan organik yang terdapat dalam limbah cair, yang dapat mengganggu ekosistem perairan [6]. Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai baku mutu yang ditetapkan untuk BOD adalah 150 mg/L, COD 300 mg/L [7], namun kadar COD dan BOD yang dihasilkan limbah tahu sering kali jauh melebihi standar tersebut, sehingga diperlukan teknologi pengolahan limbah yang efektif.

Berbagai penelitian telah mengungkapkan bahwa kadar COD dan BOD pada limbah cair industri tahu masih melebihi batas baku mutu yang ditetapkan, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Angelica Alimsyah, dan Alia Damayanti, tahun (2013) menunjukkan bahwa limbah industri tahu memiliki kandungan BOD 5643 - 6870 mg/L dan COD 6870 - 10.500 mg/L. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Richi Yulianto, tahun (2020) mengungkapkan bahwa limbah industri tahu memiliki kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) antara (1070 – 2600 mg/L), *Chemical Oxygen Demand* (COD) (1940 – 4800 mg/L) [8], kadar COD dan BOD limbah cair industri tahu tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Limbah yang masuk ke badan air tanpa pengolahan yang memadai dapat mencemari air disekitar lingkungan secara signifikan, yang merusak ekosistem dan penurunan kualitas air [9].

Menurut Rolia & Amran, tahun (2015) mengungkapkan bahwa, limbah tahu yang tidak dikelola dengan baik akan menghasilkan bau yang menyengat dan berwarna hitam [10]. Kualitas air akan terpengaruh secara drastis ketika bahan organik tersebut mencemari perairan, menyebabkan penurunan kualitas yang berpotensi beracun bagi biota perairan dan mengganggu ekosistem akuatik [10].

Dengan melihat dampak yang ditimbulkan, maka perlu adanya metode pengolahan yang telah dikembangkan, salah satunya metode adsorpsi menggunakan karbon aktif yang dianggap ramah lingkungan, dan efektif dalam menurunkan kadar polutan, serta meningkatkan kualitas air, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Jatu Taufiq Swastha, tahun (2010) yang berhasil menggunakan karbon aktif dari kulit singkong, untuk menurunkan kadar COD limbah tahu sebesar 26,136% dan penurunan BOD pada limbah tahu sebesar 51,639%. Hal ini menunjukkan efektivitas karbon aktif sebagai alternatif dalam pengolahan limbah

cair [11]. Selain itu, penelitian terkait karbon aktif dari kulit manggis juga menunjukkan potensi yang signifikan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ulfa Haura, dkk, tahun (2020) menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit manggis untuk adsorpsi logam Pb(II) dan Cr(VI), penelitian ini menunjukkan efektivitasnya karbon aktif kulit manggis dalam penyerapan adsorpsi.

Kemudian, pada penelitian yang dilakukan oleh Nabila Eka Yuningsih, dkk, tahun (2024) yang berhasil mensintesis karbon aktif dari kulit manggis menggunakan aktivator asam sulfat, dan menunjukkan hasil adsorpsi zat warna malachite green sebagai adsorbat, dengan kapasitas adsorpsi 93,66%. Selain itu, Zarah Arwieny Hanami, tahun (2020) menunjukkan bahwa limbah kulit manggis, dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif melalui proses karbonisasi dan aktivasi CO₂. Karbon aktif yang dihasilkan memiliki luas permukaan spesifik sebesar 588,407 m²/g, kadar air 6,07% dan kadar abu 9,8% [12].

Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini mengembangkan sintesis karbon aktif dari kulit manggis (*Garcinia mangostana*) dengan aktivator kalium hidroksida (KOH) sebagai adsorben untuk reduksi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah cair industri tahu. Inovasi ini menjadi kontribusi baru dalam pengaplikasian karbon aktif berbahan dasar kulit manggis untuk mengatasi pencemaran limbah cair industri melalui mekanisme adsorpsi, yang belum banyak dikaji secara spesifik pada limbah industri tahu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka masalah yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif yang disintesis dari kulit manggis?
2. Bagaimana kualitas karbon aktif yang disintesis dari kulit manggis?
3. Bagaimana kinerja adsorben karbon aktif yang disintesis dari kulit manggis sebagai adsorben dalam mengadsorpsi limbah cair industri tahu?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Karakterisasi pada karbon aktif dari kulit manggis menggunakan instrument FTIR, SEM dan XRD yang diaktivasi dengan KOH 0,5 M,
2. Uji kualitas karbon aktif dengan pengujian kadar abu dan kadar air,
3. Kulit manggis yang digunakan diambil dari pasar cinunuk,
4. Uji Kualitas karbon yaitu dengan uji kadar air dan kadar abu,
5. Parameter yang diukur pada limbah cair industri tahu yaitu menggunakan *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan pengujian dilakukan di UPTD Ujung Berung dan Tirtawening, berdasarkan SNI 6989.2-2019 (COD) dan SNI 6989.72-2009 (BOD),
6. Limbah cair tahu diambil di Pabrik Tahu Cilengkrang 1, menggunakan sampling inlet,
7. Kinerja adsorben dapat ditinjau dari beberapa kondisi berdasarkan variasi massa 2 gram, 4 gram dan 6 gram.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi karakterisasi karbon aktif yang disintesis dari lkulit manggis yang di aktivasi dengan KOH,
2. Untuk mengidentifikasi kualitas karbon aktif yang di sintesis dari kulit manggis,
3. Untuk mengidentifikasi kinerja adsorben karbon aktif dari kulit manggis dalam mengadsorpsi limbah cair industri tahu.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam pengolahan kulit manggis sebagai adsorben karbon aktif, untuk limbah cair industri tahu dapat menjadi solusi inovatif, dan ramah lingkungan dalam mengurangi pencemaran. Teknologi ini diharapkan membantu pelaku industri tahu mengatasi masalah

lingkungan yang timbul dari limbah produksi. Temuan ini juga diharapkan dapat bermanfaat untuk pendidikan, penelitian, serta pengembangan teknologi adsorben berbasis karbon aktif dari limbah organik.

