

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang paling penting dan mendasar bagi kehidupan manusia serta seluruh makhluk hidup di bumi. Ketersediaan air yang bersih dan aman sangat menentukan kualitas hidup, kesehatan, serta keberlangsungan berbagai aktivitas sosial dan ekonomi, seperti pertanian, industri, dan rumah tangga dikutip dari jurnal WHO (2017). Namun, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri, kualitas air di berbagai sumber, khususnya air kali mengalami penurunan yang signifikan akibat pencemaran oleh berbagai jenis kontaminan.

Di Indonesia, masalah air bersih juga menjadi tantangan besar. Meskipun negara ini memiliki banyak sumber air, distribusinya tidak merata dan kualitasnya sering tidak memenuhi standar. Menurut Kementerian Kesehatan, sekitar 30% penduduk masih mengonsumsi air keruh untuk minum. Salah satu masalah yang sering terjadi adalah tingginya tingkat kekeruhan air yang bisa mengganggu kualitas air untuk keperluan rumah tangga dan pertanian. Air yang terlalu keruh mengandung partikel terapung, senyawa organik, serta bahan-bahan berbahaya lainnya yang bisa membahayakan kesehatan dan mengurangi hasil produksi tanah. Sumber air seperti kali sering tercemar oleh limbah rumah tangga, pertanian, dan industri. Pencemaran ini menyebabkan air mengandung bahan berbahaya seperti logam berat, pestisida, mikroorganisme, dan senyawa kimia yang bisa membahayakan kesehatan. (Bangun et al., 2023)

Kali Irigasi Cakung di Jakarta Timur merupakan salah satu contoh nyata dari permasalahan ini. Kali ini berfungsi sebagai saluran irigasi utama untuk mendukung aktivitas pertanian di sekitar wilayah Cakung dan sekitarnya, yang merupakan kawasan industri dan permukiman padat. Namun, air Kali Cakung tercemar oleh limbah domestik, limbah industri tekstil dan kimia dari pabrik-pabrik di sekitar, serta *run off* pertanian yang mengandung pestisida dan pupuk.

Kontaminan utama meliputi senyawa organik seperti hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH), pestisida organoklorin, dan bahan organik terlarut (seperti asam humat), serta partikel suspensi seperti sedimen, lumpur, dan mikroplastik yang menyebabkan kekeruhan tinggi dan penurunan oksigen terlarut (DO) berdasarkan sumber dari Pratiwi et al. (2023). Menurut laporan Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta (2022), indeks kualitas air Kali Cakung sering berada pada kelas III-IV, yang tidak layak untuk irigasi langsung atau penggunaan rumah tangga tanpa pengolahan, sehingga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan seperti gangguan pencernaan dan kontaminasi tanah pertanian.

Pencemaran air kali irigasi seperti di Cakung tidak hanya mengganggu produktivitas pertanian di mana air irigasi yang tercemar dapat menurunkan hasil panen hingga 20-30% akibat akumulasi kontaminan di tanah menurut FAO (2021) tetapi juga memperburuk masalah sanitasi di wilayah urban Jakarta Timur, yang memiliki tingkat urbanisasi tinggi dan akses air bersih terbatas bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Oleh karena itu, diperlukan teknologi filtrasi air yang inovatif, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk menurunkan Tingkat kekeruhan air khususnya air kali irigasi Cakung.

Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah sintesis membran keramik komposit, yang menggabungkan bahan alami untuk meningkatkan efisiensi filtrasi. Membran keramik komposit memiliki keunggulan dibandingkan membran polimer konvensional, seperti ketahanan terhadap fouling (penyumbatan), kestabilan termal hingga 1000°C, dan umur pakai lebih panjang (hingga 5-10 tahun), sehingga cocok untuk aplikasi di lingkungan tropis seperti Indonesia menurut Hubadillah et al. (2023). Dalam penelitian ini, membran keramik komposit disintesis berbasis arang batok kelapa, lempung, dan zeolit karena bahan-bahan tersebut melimpah dan relatif murah di Indonesia.

Arang batok kelapa, yang dihasilkan dari limbah pertanian kelapa sawit, memiliki struktur pori mikropori (diameter $<2\text{ nm}$) yang tinggi, memungkinkan adsorpsi selektif terhadap kontaminan organik seperti pestisida melalui mekanisme interaksi dan hidrofobik menurut Nugroho et al. (2022). Lempung berfungsi sebagai matriks pengikat yang memberikan kekuatan mekanik dan membentuk pori

mesopori (2-50 nm) untuk filtrasi partikel suspensi menurut Sari et al. (2024). Zeolit alam (seperti klinoptilolit dari Jawa Timur) menambahkan sifat kation exchange dan adsorpsi ion, yang efektif menghilangkan logam berat dan partikel tersuspensi, dengan efisiensi hingga 90% untuk kekeruhan menurut Wulandari et al. (2021). Kombinasi ketiga bahan ini dalam komposit diharapkan menghasilkan membran dengan struktur hierarkis pori yang optimal, sehingga dapat mengoptimalkan filtrasi untuk menurunkan tingkat kekeruhan air Kali Cakung untuk irigasi dan keperluan non-konsumsi.

Membran keramik merupakan material berpori yang berfungsi sebagai media penyaring untuk memisahkan partikel, koloid, maupun kontaminan dari air. Membran keramik adalah senyawa non organik yang tersusun dari unsur logam dan non logam. Keramik yang mempunyai rongga-rongga kecil yang menyebabkan fluida (porinya ~30-70%) dapat masuk ke dalam membran. Kelebihan membran keramik adalah selain dapat menyerap fluida, membran keramik juga relatif lebih tahan terhadap perubahan suhu tinggi, korosi dan kontaminasi bahan lain, sehingga dapat digunakan sebagai media filter yang sangat spesifik. Kualitas suatu membran keramik sangat ditentukan oleh jenis, komposisi, ukuran partikel dan temperatur sintering. Material yang sering digunakan dalam pembuatan filter keramik terdiri dari material campuran seperti zeolit, tanah lempung dan arang batok kelapa. (Ardhana et al., 2021)

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa membran keramik komposit berbasis bahan alami dapat mengurangi *Chemical Oxygen Demand* (COD) hingga 80% dan kekeruhan hingga 95% pada air limbah urban menurut Abdullah et al. (2023). Namun, studi spesifik untuk air kali irigasi di Jakarta Timur masih terbatas, terutama dalam hal sintesis komposit yang disesuaikan dengan karakteristik kontaminan lokal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi membran keramik komposit tersebut, serta menguji optimalisasinya dalam filtrasi air Kali Cakung. Hasilnya diharapkan berkontribusi pada pengembangan teknologi pengolahan air berkelanjutan di wilayah metropolitan Indonesia.

Urgensi penelitian ini semakin jelas jika dilihat dari kebutuhan akan teknologi penyediaan air bersih yang berkelanjutan. Masyarakat, terutama di daerah pedesaan, membutuhkan metode pengolahan air yang sederhana, tidak mengandalkan teknologi mahal atau sumber daya terbatas. Dengan memanfaatkan bahan alam lokal, hasil penelitian ini tidak hanya bermanfaat secara teknologi, tetapi juga memberikan dampak ekonomi dan lingkungan. Limbah batok kelapa yang sebelumnya tidak memiliki nilai dapat diubah menjadi material bernilai tambah. Pemanfaatan zeolit dan lempung lokal juga bisa memperkuat pengembangan industri berbasis sumber daya alam daerah. (Amaliah et al., 2024)

Penelitian sebelumnya menurut Abdullah et al. (2023). menunjukkan bahwa masing-masing bahan memiliki kemampuan dalam meningkatkan kualitas air. Arang batok kelapa terbukti mampu menurunkan kekeruhan, bau, serta kandungan zat organik terlarut. Zeolit efektif digunakan sebagai media penyaring untuk mengurangi amonia, mangan, serta logam berat lain. Lempung, sebagai bahan utama dalam pembuatan keramik, memberikan stabilitas dan kekuatan membran, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Dengan menggabungkan ketiga bahan tersebut, diharapkan dihasilkan membran keramik yang efektif dalam menyaring air, sekaligus murah, ramah lingkungan, dan dapat digunakan di tingkat rumah tangga. (Fakultas et al., 2023)

Berdasarkan paparan di atas, penelitian yang akan dilakukan yaitu membuat membran keramik berbahan arang batok kelapa, lempung dan zeolit sebagai media untuk filtrasi air. Sampel air yang akan diteliti bersumber dari air kali di daerah Cakung, Jakarta Timur. Pemilihan Kali Cakung sebagai lokasi penelitian didasarkan pada tingkat pencemaran yang tinggi akibat aktivitas domestik, industri, dan pertanian di sekitarnya, yang mencerminkan kondisi riil permasalahan kualitas air di wilayah urban padat seperti Jakarta Timur. Selain itu, Kali Cakung merupakan sumber irigasi utama bagi area sekitarnya, sehingga pengolahan air di lokasi ini memiliki dampak langsung terhadap produktivitas pertanian dan kesehatan masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi pengolahan air yang tepat guna, terjangkau, dan berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan lokal. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan dan

ekonomis, sekaligus memanfaatkan limbah dan sumber daya alam lokal, seperti batok kelapa dan zeolit, untuk meningkatkan akses air bersih, khususnya bagi masyarakat di wilayah Cakung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik fisik membran keramik yang dibuat dari campuran arang batok kelapa, zeolit, dan lempung pada variasi suhu tertentu?
2. Sejauh mana efektivitas membran keramik dalam menurunkan Tingkat kekeruhan atau *turbidity* pada air kali?
3. Bagaimana proses sintesis membran keramik komposit berbasis arang batok kelapa, lempung dan zeolit yang optimal untuk filtrasi air kali irigasi?
4. Seberapa efektif variasi suhu dalam proses pembuatan membrane keramik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sifat fisik dan struktur membran keramik berbahan arang batok kelapa, zeolit, dan lempung pada variasi suhu yang berbeda.
2. Mengetahui efektivitas membran keramik dalam menurunkan parameter kualitas air, yang meliputi tingkat kekeruhan air.
3. Menentukan prosedur sintesis yang optimal dalam pembuatan membran keramik komposit berbasis arang batok kelapa, lempung, dan zeolit.
4. Mengevaluasi kemampuan membran keramik dalam menurunkan Tingkat kekeruhan air Kali Irigasi Cakung.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang material keramik dan teknologi membran untuk aplikasi filtrasi air.

2. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya mengenai optimasi variasi suhu sintering, metode pembuatan, serta uji karakterisasi membran keramik dalam skala lebih luas.
3. Mendukung pengembangan konsep *green technology* melalui pemanfaatan material ramah lingkungan dan berkelanjutan.
4. Memberikan alternatif teknologi sederhana, murah, dan efektif untuk meningkatkan kualitas air, terutama bagi masyarakat di daerah yang sulit mendapatkan akses air bersih.

