

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan primer masyarakat yang tercermin dalam tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin keenam, yaitu menjamin ketersediaan air bersih dan sanitasi untuk semua (WHO, 2023). Di Indonesia, proses disinfektan menggunakan klorin (*chlorination*) merupakan metode yang paling umum diterapkan oleh penyedia air bersih seperti Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) karena efektif membunuh mikroorganisme patogen dan memiliki daya guna yang tahan lama dalam sistem distribusi (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Namun, praktik ini menimbulkan permasalahan baru terkait adanya sisa klor (*residual chlorine*) dalam air bersih yang dikonsumsi masyarakat.

Penyediaan air bersih yang aman dan berkualitas merupakan tantangan besar bagi pemerintah Indonesia, terutama dengan terus meningkatnya populasi dan tuntutan kualitas hidup masyarakat. Secara global, klorin telah digunakan sebagai disinfektan utama dalam pengolahan air sejak awal abad ke-20 karena kemampuannya yang efektif dalam membunuh bakteri, virus, dan mikroorganisme patogen lainnya. Metode klorinasi ini dipilih karena harganya yang relatif murah, mudah

diaplikasikan, dan memiliki efek residu yang dapat melindungi air dari kontaminasi sekunder selama proses distribusi.

Di Indonesia, hampir seluruh sistem penyediaan air minum berbasis PDAM menggunakan klorin sebagai bahan disinfektan. Peraturan pemerintah mengharuskan setiap air bersih untuk melakukan proses disinfektan sebelum mendistribusikan air kepada konsumen. Kebijakan ini bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit menular yang ditularkan melalui air, seperti diare, kolera, dan tifoid. Meskipun secara mikrobiologis tujuan ini tercapai, muncul permasalahan baru yang berkaitan dengan residu kimia yang tertinggal dalam air konsumsi (Suwarsono et al., 2021).

Sisa klor yang dimaksud sebagai indikator keamanan mikrobiologis ini, apabila kadarnya terlalu tinggi, justru dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan konsumen. Menurut Richardson dkk (2020), ketika klorin bereaksi dengan bahan organik alami yang terdapat dalam air baku seperti asam humat dan fulvat, akan terbentuk produk sampingan disinfektan (Disinfection By-Products/DBP) seperti *Trihalometana* (THM) dan *Asam Haloasetat* (HAA). Senyawa-senyawa ini telah diklasifikasikan oleh International Agency for Research on Cancer (IARC) sebagai zat karsinogenik potensial yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan jangka panjang. Kondisi ini diperumit oleh fakta bahwa air yang terlihat jernih dan memenuhi standar mikrobiologis belum tentu aman dari risiko kimiawi. Masyarakat umum umumnya tidak dapat mendeteksi keberadaan sisa klorin atau DBP secara visual maupun organoleptik. Oleh karena itu,

pengelolaan tingkat sisa klorin menjadi isu yang sangat penting dalam konteks kesehatan masyarakat.

Permasalahan sisa klor dalam air bersih bukanlah isu baru dalam dunia kesehatan masyarakat. Berbagai penelitian epidemiologi telah membuktikan hubungan antara paparan DBP melalui air minum dengan peningkatan risiko kesehatan. Studi yang dilakukan oleh (Rahman et al., 2020) menunjukkan bahwa paparan kronis terhadap *Trihalometana* melalui air minum berklorasi positif dengan peningkatan risiko kanker kandung kemih, kanker kolorektal, dan gangguan reproduksi seperti keguguran dan berat badan lahir rendah. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melalui *Guidelines for Drinking-water Quality* merekomendasikan pembatasan kadar THM total tidak melebihi 100 µg/L untuk melindungi kesehatan masyarakat (WHO, 2022).

Di Indonesia, kesadaran akan bahaya produk sampingan sisa klor masih relatif terbatas dibandingkan negara-negara maju. Kementerian Kesehatan RI melalui Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Pemantauan Kualitas Air Minum telah menetapkan batas maksimal sisa klorin bebas 0.2-0.5 mg/L. Meskipun demikian, standar ini lebih menekankan pada aspek keamanan mikrobiologis dan belum secara spesifik mengatur batas DBP seperti THM. Hal ini menunjukkan bahwa regulasi di Indonesia masih memerlukan penguatan untuk memberikan perlindungan maksimal bagi kesehatan masyarakat.

Dari sudut pandang masyarakat, tingkat sisa klorin yang tinggi sering dikeluhkan karena menimbulkan bau dan rasa yang tidak sedap pada air minum. Banyak masyarakat mengeluhkan aroma "klorin" yang menyengat pada air yang mengalir dari keran, terutama pada saat-saat tertentu seperti setelah pemeliharaan sistem distribusi atau penambahan dosis klorin. Menurut Susanto dkk (2022) survei terhadap kebiasaan konsumsi air minum masyarakat urban di Indonesia menunjukkan kecenderungan masyarakat untuk beralih pada air kemasan atau sistem filtrasi rumahan akibat kekhawatiran terhadap bau klor dan residu kimia.

Fenomena ini mengindikasikan adanya kesadaran dan keprihatinan publik terhadap kualitas air yang mereka konsumsi, meskipun tidak semua masyarakat memahami sepenuhnya risiko kimiawi dari produk sampingan klorin. Masyarakat cenderung lebih khawatir terhadap aspek organoleptik (bau, rasa, warna) dibandingkan bahaya tersembunyi berupa karsinogen. Oleh karena itu, diperlukan upaya edukasi untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang pentingnya memantau tidak hanya aspek mikrobiologis tetapi juga kimiawi dari air yang mereka konsumsi (Hidayati dkk., 2021).

Kondisi ini selaras dengan perhatian politis di bidang kesehatan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Pemantauan Kualitas Air Minum mengatur bahwa air minum wajib memenuhi persyaratan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi. Peraturan ini merupakan pembaruan dari Permenkes 492/2010 dan menekankan pentingnya pengawasan mutu mulai dari sumber

hingga konsumen. Batasan maksimal sisa klorin bebas yang diperbolehkan ditetapkan untuk memastikan keamanan mikrobiologis namun meminimalkan risiko toksikologi (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Data lapangan menunjukkan fluktuasi kadar sisa klor di jaringan distribusi PDAM di berbagai daerah Indonesia masih sering tidak stabil. Studi pendahuluan (Utami dkk., 2023) di beberapa kota besar Jawa menemukan bahwa kadar sisa klorin di ujung jaringan distribusi rata-rata berada pada kisaran 0,5-2,5 mg/L. Angka ini menunjukkan bahwa masih terdapat segmen jaringan distribusi di mana kadar sisa klorin mendekati atau berpotensi melebihi ambang batas ideal untuk kesehatan jika dilihat dari aspek pembentukan THM, meskipun secara mikrobiologis masih dianggap aman.

Penelitian lain oleh (Pratama dkk., 2022) di Provinsi Jawa Tengah menunjukkan bahwa 35% sampel air dari depot air minum isi ulang menunjukkan kadar sisa klorin di luar rentang yang direkomendasikan. Kondisi ini diperkuat oleh temuan (Susilorini dkk., 2020) yang melaporkan bahwa rata-rata kadar THM di beberapa sumber air tanah di Jawa Barat telah melebihi batas yang ditetapkan WHO. ini menggambarkan bahwa permasalahan kadar sisa klor dan DBP di Indonesia merupakan isu yang memerlukan perhatian serius dan intervensi teknologi tepat guna.

Guna mengatasi permasalahan tersebut, penggunaan arang aktif (*activated charcoal*) sebagai adsorben dinilai efektif dan efisien. Arang aktif diketahui memiliki struktur pori-pori yang luas dengan permukaan spesifik

tinggi yang mampu menyerap sisa klorin dalam bentuk gas maupun ion klorida. Keunggulan penggunaan arang aktif antara lain adalah harganya yang relatif murah, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan jika dibuat dari bahan limbah.

Terdapat berbagai jenis bahan baku arang aktif yang potensial digunakan berdasarkan ketersediaannya di Indonesia, antara lain batok kelapa, batu bara, dan sekam padi. Batok kelapa dan sekam padi merupakan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia dengan potensi besar untuk dimanfaatkan. Batu bara merupakan sumber energi yang tersedia secara industri. Namun, efektivitas ketiga jenis arang aktif tersebut dalam menyerap sisa klorin pada skala laboratorium dengan bahan lokal masih perlu dibandingkan secara spesifik. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan arang aktif dari berbagai sumber untuk menghilangkan klorin. Studi yang dilakukan oleh (Wulandari dkk., 2021) menunjukkan bahwa arang aktif dari sekam padi mampu menurunkan kadar klorin hingga 85% pada kondisi optimal. Sementara itu, penelitian (Hariyanto, 2022) membandingkan efektivitas arang aktif batok kelapa dan batu bara dalam menyerap senyawa organik dan anorganik. Namun, penelitian yang secara khusus membandingkan ketiga jenis arang aktif tersebut secara komprehensif untuk menghilangkan sisa klorin pada air bersih masih terbatas, terutama dengan menggunakan material lokal Indonesia.

Kebaruan penelitian ini terletak pada perbandingan tiga jenis arang aktif yang paling umum di pasaran arang batok kelapa, arang batu bara, dan sekam padi dengan ketebalan 25 cm. Ketiga jenis arang diuji secara langsung pada air yang telah didesinfeksi. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan prinsip aplikasi lapangan dengan mempertimbangkan persepsi masyarakat, efektivitas penurunan sisa klor, serta potensi perbaikan kualitas bau dan rasa air. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi ilmiah, tetapi juga relevansi praktis untuk meningkatkan kualitas air bersih berbasis teknologi sederhana, murah, dan dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka rumusan masalah penelitian ini adalah: “Apakah ada pengaruh jenis arang aktif (batok kelapa, batu bara, dan sekam padi) terhadap sisa klor pada air bersih?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum:

Mengetahui pengaruh jenis arang aktif batok kelapa, arang batu bara dan arang sekam padi terhadap sisa kadar klorin pada air bersih

2. Tujuan Khusus:

- a. Mengetahui perbedaan kadar sisa klor sebelum dan sesudah difiltrasi menggunakan arang aktif jenis batok kelapa
- b. Mengetahui perbedaan kadar sisa klor sebelum dan sesudah difiltrasi menggunakan arang aktif jenis batu bara

- c. Mengetahui perbedaan kadar sisa klor sebelum dan sesudah difiltrasi menggunakan arang aktif jenis sekam padi
- d. Mengetahui jenis arang aktif paling efektif untuk menurunkan sisa klor

D. Ruang Lingkup

1. Lingkup Keilmuan

Penelitian ini masuk dalam lingkup bidang Kesehatan Lingkungan khususnya bidang Penyehatan Air Bersih

2. Materi

Materi dalam penelitian ini adalah penggunaan arang aktif dalam mengurangi sisa klor dan mengurangi bau klorin pada air hasil desinfeksi

3. Obyek Penelitian

Objek penelitian ini adalah air bersih di yang berada di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta yang akan diberi perlakuan dengan kaporit.

4. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Laboratorium Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

5. Waktu penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April 2026.

E. Manfaat Penelitian

- 1. Menambah referensi penelitian terkait penggunaan teknologi adsorpsi berbasis arang aktif untuk menurunkan bau dan sisa klor setelah proses desinfeksi

2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai jenis arang aktif yang paling efektif untuk menurunkan bau dan sisa klor sehingga air hasil desinfeksi menjadi lebih layak konsumsi.
3. Menyediakan data ilmiah yang dapat digunakan masyarakat kesehatan untuk meningkatkan kualitas pelayanan air bersih berbasis komunitas.

F. Keaslian Penelitian

Tabel 1. Keaslian Penelitian

Judul Penelitian (Nama,Tahun)	Persamaan	Perbedaan
Pemanfaatan Arang Aktif Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Klorin pada Air Sungai (Wulandari et al, 2021)	Sama-sama menggunakan sekam padi untuk menurunkan sisa klor	(Wulandari et al, 2021): Hanya menggunakan 1 media yaitu sekam padi Peneliti: Membandingkan 3 jenis arang aktif
Perbandingan Efektivitas Arang Aktif Batok Kelapa dan Batu Bara dalam Menyerap Polutan Anorganik (Hariyanto, 2022)	Sama-sama menggunakan arang aktif tempurung kelapa dan batu bara	(Hariyanto, 2022): Membandingkan 2 arang dengan parameter logam berat Peneliti: Membandingkan 3 jenis arang dengan parameter sisa klor
Kadar Sisa Klorin pada Depot Air Minum Isi Ulang di Jawa Tengah (Pratama et al., 2022)	Sama-sama membahas sisa klor	(Pratama et al., 2022): Hanya evaluasi terhadap kualitas air Peneliti: Membandingkan 3 jenis arang untuk menurunkan sisa klor
Adsorption of heavy metals from aqueous solutions using activated carbon prepared from coal (Misra et al., 2013)	Sama-sama membahas arang aktif batu bara untuk filtrasi	(Misra et al., 2013): Meneliti arang batu bara untuk menurunkan Pb dan Cd dalam air limbah Peneliti: Meneliti sisa klor dengan media batu bara

Monitoring Sisa Klorin pada Jaringan Distribusi Air Bersih di Beberapa Kota Besar Jawa (Utami et al., 2023)	Sama-sama membahas sisa klor	(Utami et al., 2023): Hanya mengukur sisa klor saja Peneliti: Meneliti sisa klor dengan 3 media arang aktif
---	------------------------------	--