

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan air semakin meningkat. Air dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi berbagai macam kegiatan dan kebutuhan sehari-hari. Sumber air baku yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat terdiri dari air permukaan seperti sungai, danau, dan waduk atau dari air tanah yaitu sumur gali atau sumur bor. Dalam penggunaan air untuk kebutuhan seperti mencuci, memasak, dan mandi, air yang digunakan harus memenuhi syarat bebas dari pencemaran (Burgan, 2012).

Dalam mencukupi kebutuhan air minum, masyarakat Kabupaten Sidoarjo beralih dari menggunakan air sumur (5,96%) menjadi air kemasan bermerk atau air isi ulang (73,22%). Rendahnya tingkat penggunaan air sumur tersebut disebabkan oleh rendahnya kualitas air tanah pada wilayah ini (BPS, 2020). Sumur gali menyediakan air berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah. Rendahnya kualitas air tanah dapat terjadi karena sumur gali sangat mudah terkontaminasi melalui rembesan. Pencemaran kualitas air sumur gali mendapat imbuhan dari perembesan air hujan, pemukiman padat yang tidak memiliki sistem sanitasi yang baik atau air dari tangki septik yang merembes ke dalam akuifer dan mencemari air sumur gali (Ariyanti *et al.*, 2020).

Pencemaran kualitas air tanah ditandai dengan dilakukannya uji kualitas air dengan parameter TSS, kekeruhan, dan logam berat seperti besi (Fe). *Total*

Suspended Solid merupakan partikel tersuspensi yang disebabkan oleh lanau, tanah liat, endapan kimia seperti besi, dan partikel organik seperti sisa-sisa tanaman dan organisme (Seyrig & Shan, 2007). Tingginya curah hujan juga dapat menyebabkan bahan padatan *run-off* dan sedimen tersebut dapat mengangkut polutan seperti logam yang melekat pada partikel. Kekeruhan disebabkan oleh adanya partikel-partikel tersuspensi di dalam air seperti lempung, lumpur, zat organik, dan plankton. Air yang keruh merupakan petunjuk awal adanya pencemaran pada sumber air tersebut. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat mempersulit proses penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air (Effendi, 2003).

Pencemaran logam sangat umum terjadi pada air tanah karena pelarutan logam ke dalam akuifer (Concha *et al.*, 2010). Besi merupakan salah satu logam yang melimpah di kerak bumi. Pencemaran logam besi pada badan air terjadi secara alami di perairan yang memiliki sedikit atau tanpa oksigen. Pelapukan besi dan mineral bantalan seperti *amphibole*, besi sulfida, dan mineral lempung kaya besi juga termasuk sumber alami besi (Nova, 2008). Besi adalah elemen penting dan tidak dianggap sebagai logam beracun. Namun, terdapat laporan baru yang menunjukkan bahwa zat besi dikaitkan dengan peningkatan resiko kanker. Akumulasi zat besi yang berlebihan dalam tubuh juga dikaitkan dengan penyakit jantung, alzheimer, dan parkinson (Peto, 2010; Zacharski *et al.*, 2008; Hegde *et al.*, 2004).

Pengolahan air melibatkan sejumlah proses gabungan berdasarkan kualitas sumber air seperti kekeruhan, jumlah beban mikroba pada air serta ketersediaan

bahan kimia dalam mencapai tingkat pengolahan yang dibutuhkan (Muyibi *et al.*, 2015). Metode konvensional yang dilakukan meliputi koagulasi, sedimentasi, filtrasi, aerasi, dan proses desinfektan. Sebagian besar proses pengolahan air maupun air limbah tidak dapat dipisahkan dari tahap koagulasi dan flokulasi. Koagulasi dan flokulasi merupakan bagian dari sistem pengolahan air yang memiliki fungsi utama memisahkan partikel tersuspensi dalam air untuk menghasilkan efluen yang jernih dan bebas suspensi (Duan *et al.*, 2003).

Koagulasi dan flokulasi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan partikel yang menyebabkan kekeruhan (Ebeling *et al.*, 2004). Dalam pengolahan air minum, proses koagulasi digunakan untuk mendestabilisasi partikel tersuspensi dan bereaksi dengan bahan organik dalam air baku. Koagulan mendorong bahan kolodial di dalam air untuk bergabung bersama menjadi agregat kecil atau flok (Bratby, 2006). Proses koagulasi melibatkan pemberian dosis koagulan dalam air yang mengakibatkan destabilisasi partikel bermuatan negatif dan partikel destabilisasi ini harus dimasukkan ke dalam flok yang lebih besar melalui flokulasi (Ebeling *et al.*, 2004).

Efisiensi proses koagulasi-flokulasi dipengaruhi oleh beberapa parameter, seperti sifat dan jenis koagulan (dosis dan valensi ion), kondisi koagulasi (suhu media, pH, kecepatan, dan waktu pencampuran), sifat pencemar yang ada di lingkungan, serta desain dan cara pengoperasian instalasi pengolahan air limbah. Memilih koagulan yang tepat sangat penting dalam menghilangkan kekeruhan dari air limbah. Garam alkali seperti aluminium sulfat, besi klorida, dan koagulan pra-hidrolisis seperti *polyaluminum chloride* (PAC), *polyferric sulphate* (PFS),

dan *polyferric chloride* (PFC) sering digunakan untuk mengolah air dan berbagai air limbah (Theodoro *et al.*, 2013; Verma *et al.*, 2012). Meskipun koagulan tersebut memberikan kinerja yang baik dalam pengolahan air, ada beberapa kelemahan seperti penurunan pH menjadi asam, tidak efisien dalam suhu yang rendah, dan berpotensi menyebabkan penyakit demensia presenilis dan alzheimer ketika air dikonsumsi (Srinivasan *et al.*, 2014; Theodoro *et al.*, 2013; Yin, 2010). Garam alkali dan *polyferric sulphate* dapat mempercepat korosi pipa ketika dalam pengolahan air dan menghasilkan karat atau noda berwarna merah, kuning, atau jingga (Gebbie, 2005). Sejumlah besar lumpur berbahaya yang dihasilkan melalui penggunaan koagulan sintetis menimbulkan masalah penanganan dan pembuangan lumpur. Oleh karena itu, berbagai penelitian dilakukan untuk meneliti penggunaan koagulan alami. Deshmukh *et al* (2013) menemukan bahwa biji nirmali efektif dalam menurunkan kekeruhan dengan dosis kecil. Koagulan alami lain seperti biji kelabat, buncis, kacang tanah, gandum, biji sawi, kitosan, dan biji *Moringa oleifera* yang memiliki protein kationik terlarut (Sethu *et al.*, 2015; Choong *et al.*, 2018; Chung *et al.*, 2018).

Penelitian *M. oleifera* menghasilkan hasil yang menjanjikan dalam mengolah air dan air limbah (Amagloh & Benang, 2009; Bhatia *et al.*, 2007). Kinerja *M. oleifera* lebih baik daripada tawas karena adanya protein kationik yang larut dalam air pada biji (Bhatia *et al.*, 2007). Namun, *M. oleifera* merupakan sumber makanan bergizi, sehingga penggunaannya dalam pemurnian air dapat mengurangi pasokan makanan. Selain itu, biaya produksi *M. oleifera* lebih mahal dibandingkan tawas (Goh, 2005). Biaya koagulan alami yang lebih tinggi tidak

menguntungkan karena biaya rendah adalah salah satu faktor penting yang menjadikan koagulan alami pilihan yang menarik. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif sumber koagulan yang tidak hanya melimpah dan mudah didapat, tetapi juga tidak kompetitif dengan bahan pangan. Salah satu contohnya adalah biji buah rambutan. Bahan limbah buah yang diproduksi secara lokal memiliki prospek yang tinggi untuk pengolahan air. Penggunaan biji rambutan sebagai biokoagulan tidak mempengaruhi keseimbangan lingkungan karena dapat digunakan dalam dosis yang rendah (Nakamoto *et al.*, 2004). Koagulan biji rambutan merupakan produk terbarukan dan 100% dapat terurai secara alami sehingga tidak menyebabkan masalah pembuangan lumpur.

Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) merupakan buah tropis yang termasuk dalam famili *Sapindaceae* dan berasal dari kawasan asia tenggara, seperti Indonesia, Thailand, dan Malaysia (Laeskan *et al.*, 2015). Buah rambutan merupakan buah musiman dan umumnya di daerah tropis Asia Tenggara, pohon rambutan berbuah dua kali setahun menyebabkan kelebihan produksi buah tanpa pemanfaatan buah sepenuhnya. Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan oleh BPS (2020), produksi rambutan pada skala nasional sebesar 681.178 ton. Produk industri utama dari buah rambutan adalah jus, jeli, keripik, selai, dan sirup (Chai *et al.*, 2019). Setelah konsumsi langsung atau proses industri, residu utamanya adalah biji dan kulit yang dibuang sebagai produk sampingan (Solís-Fuentes *et al.*, 2010). Jumlah besar *co-product* industri ini menyebabkan masalah lingkungan yang serius dan mengakibatkan kerugian ekonomi jika tidak dimanfaatkan secara efektif.

Biji rambutan memiliki lemak kasar (33,4-39,13%), karbohidrat (46-48,10%), protein (7,8-12,4%), dan serat (11,6%) (Chai *et al.*, 2018; Harahap *et al.*, 2012; Sirisompong *et al.*, 2011; Solís-Fuentes *et al.*, 2010). Berdasarkan Thitilertdecha *et al.* (2008), rambutan memiliki senyawa bioaktif seperti antioksidan, senyawa fenolik, dan serat. Rambutan juga telah dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif dan gram negatif yang dikaitkan dengan kapasitas antioksidannya (Bhat & Al-daihan, 2014; Soeng *et al.*, 2015; Thitilertdecha *et al.*, 2008).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup memiliki standar baku mutu TSS yaitu 40 mg/L dan Besi (Fe) yaitu 0,3 mg/L. Baku mutu Peraturan Menteri No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian umum memiliki baku mutu standar parameter wajib kekeruhan dengan nilai 25 NTU. Air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum.

Penelitian yang dilakukan oleh Yap *et al.* (2017), penurunan kadar besi berhasil dilakukan setelah menggunakan dosis 1 mg/L dicampurkan ke dalam sampel air sumur gali. Konsentrasi besi terus menurun hingga dosis masing-masing 6 mg/L dimana setelah itu konsentrasi bertambah setelah batas tertentu sebelum hasil menjadi konstan. Berdasarkan hasil, dosis maksimum untuk penghilangan kadar besi (Fe) optimal adalah 6 mg/L untuk Fe dengan tingkat penghilangan masing-masing adalah 91,38%. Oleh karena itu, penelitian ini

memiliki tujuan untuk menganalisis lebih lanjut bagaimana efektivitas kinerja ekstrak biji rambutan dengan konsentrasi koagulan yang telah ditentukan untuk menurunkan parameter TSS, kekeruhan, dan besi (Fe). Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan menggunakan *simple random sampling* pada salah satu sumur gali yang berada di Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah variasi dosis koagulan biji rambutan memiliki efek terhadap penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur?
2. Apakah variasi waktu pengadukan lambat pada koagulan biji rambutan memiliki efek terhadap penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur?
3. Apakah variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan pada pengolahan air sumur memiliki korelasi terhadap penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe)?

1.3 Asumsi

Asumsi dari penelitian ini adalah:

1. Variasi dosis koagulan biji rambutan akan memiliki efek pada penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur.
2. Variasi waktu pengadukan lambat pada koagulan biji rambutan akan memiliki efek hasil penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur.

3. Variasi waktu dan pengadukan lambat pada koagulan biji rambutan memiliki korelasi terhadap penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Hipotesis Penelitian

Konsentrasi TSS, kekeruhan, dan kandungan logam berat Besi (Fe) mengalami penurunan dengan menggunakan koagulan ekstrak biji rambutan pada air sumur.

1.4.2 Hipotesis Statistik

- a. H_{0a} : Tidak ada efek antara variasi kadar dosis koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi TSS pada air sumur.
- b. H_{0b} : Tidak ada efek antara variasi kadar dosis koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan pada air sumur.
- c. H_{0c} : Tidak ada efek antara variasi kadar dosis koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi besi (Fe) pada air sumur.
- d. H_{1a} : Ada efek antara variasi kadar dosis koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi TSS pada air sumur.
- e. H_{1b} : Ada efek antara variasi kadar dosis koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan pada air sumur.
- f. H_{1c} : Ada efek antara variasi kadar dosis koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi besi (Fe) pada air sumur.

- g. H_{0d} : Tidak ada efek antara variasi waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi TSS pada air sumur.
- h. H_{0e} : Tidak ada efek antara variasi waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan pada air sumur.
- i. H_{0f} : Tidak ada efek antara variasi waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi besi (Fe) pada air sumur.
- j. H_{1d} : Ada efek antara variasi waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi TSS pada air sumur.
- k. H_{1e} : Ada efek antara variasi waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan pada air sumur.
- l. H_{1f} : Ada efek antara variasi waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan untuk menurunkan konsentrasi besi (Fe) pada air sumur.
- m. H_{0g} : Tidak ada korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi TSS pada air sumur.
- n. H_{0h} : Tidak ada korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan pada air sumur.
- o. H_{0i} : Tidak ada korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi besi (Fe) pada air sumur.

- p. H_{1g} : Ada interaksi korelasi antara dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi TSS pada air sumur.
- q. H_{1h} : Ada korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan pada air sumur.
- r. H_{1f} : Ada korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi besi (Fe) pada air sumur.

1.5 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan:

1. Menganalisis efek variasi dosis koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur.
2. Menganalisis efek waktu pengadukan lambat pada koagulan biji rambutan terhadap penurunan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur.
3. Menganalisis korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat koagulan biji rambutan terhadap penyisihan konsentrasi TSS, kekeruhan, dan besi (Fe) pada air sumur.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi bahwa limbah biji rambutan dapat dimanfaatkan dan memiliki kemampuan sebagai biokoagulan dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS), kekeruhan, dan kadar besi (Fe) pada air sumur. Penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan dan menetapkan dosis serta waktu pengadukan lambat yang optimum untuk

menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS), kekeruhan, dan kadar besi (Fe) pada air sumur, dan korelasi antara variasi dosis dan waktu pengadukan lambat yang dapat diimplementasikan dalam penelitian koagulasi dan flokulasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pengolahan air sumur.

1.7 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan metode *grab sampling*.