

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikategorikan sebagai negara yang memiliki risiko bencana yang tinggi. Hal tersebut disebabkan karena Indonesia berada pada empat lempeng yaitu Eurasia, Indo Australia, Filipina, dan Pasifik yang menjadikan Indonesia rawan bencana gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung api (BNPB, 2020). Selain itu, 75% infrastruktur industri dan konektivitas dasar di Indonesia ada di daerah rawan bencana yang menyebabkan tingginya keterpaparan (*exposure*) dan kerentanan (*vulnerability*) terhadap bencana. Hal tersebut dapat meningkatkan pengeluaran operasional serta penambahan biaya akibat penyediaan layanan alternatif serta dapat meningkatkan pengeluaran negara (UNDRR, 2020).

Saat terjadinya bencana, ketersediaan air menjadi sesuatu yang sangat krusial. Masalah air bersih pada kondisi bencana dapat terjadi akibat terganggunya sumber air yang menyebabkan kualitas air menjadi keruh, rusaknya instalasi pengolahan, terganggunya sistem distribusi, dan langkanya air di daerah pengungsian (Herlambang, 2010). Air bersih merupakan salah satu bagian dari 17 tujuan agenda global baru atau yang dikenal dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs). SDGs merupakan suatu program dunia jangka panjang untuk mengoptimalkan semua potensi dan sumber daya yang dimiliki oleh tiap negara (Irhamisyah, 2019). Tujuan air bersih pada SDGs terdapat pada poin ke enam yaitu menjamin ketersediaan air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan untuk semua orang. Tetapi, capaian SDGs air bersih dan sanitasi masih jauh dari target 100% pada tahun 2030 (Susanti dkk, 2021). Salah satu upaya untuk memenuhi SDGs

nomor enam dengan menyediakan akses air bersih di daerah bencana.

Secara fisik kualitas air bersih ditentukan oleh kekeruhan dimana diharapkan air tersebut memenuhi standar yaitu air yang tidak berbau, berwarna dan berasa (Permenkes RI, 2017). Kekeruhan adalah parameter kualitas air yang mudah diamati secara langsung. Tetapi, kekeruhan tidak terlalu berpengaruh pada kesehatan, namun dengan alasan estetika, air yang digunakan harus mengandung kekeruhan yang rendah (Masqudi & Assomadi, 2012). Kekeruhan yang tinggi terjadi akibat adanya zat tersuspensi dalam air. Zat tersuspensi tersebut contohnya lumpur, lempung, dan pasir halus (Maryani, 2014).

Prioritas penyediaan air didahulukan pada wilayah-wilayah yang sangat terdampak. U.S. *Agency for International Development* (USAID) 2007, menyebutkan bahwa kebutuhan air korban pasca bencana banjir antara 12-15 liter per orang per hari. Instalasi pengolahan air bersih di wilayah-wilayah terpencil dan sulit terjangkau dapat menggunakan sistem yang lebih sederhana dan mudah dioperasikan, salah satu sistem tersebut yaitu menggunakan prinsip filtrasi yang diarahkan untuk memenuhi kebutuhan minimal air bersih bagi korban bencana, baik untuk keperluan minum, masak maupun kebersihan pribadi (Dwiratna dkk., 2018).

Air baku yang dapat dimanfaatkan di lokasi bencana umumnya air sungai yang diolah menjadi air bersih menggunakan suatu pengolahan yang sederhana, *portable*, mudah dioperasikan, dan murah dari segi biaya operasional dan pemeliharaan. Salah satu instalasi pengolahan air bersih yang memenuhi kriteria tersebut adalah unit saringan pasir (*Sand Filter*). *Sand filter* dapat dibedakan menjadi dua yaitu *Slow Sand Filter* dan *Rapid Sand Filter* (Jamiah dan Hadi, 2014). *Slow Sand Filter* mempunyai keunggulan desain yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia dalam proses

penyisihan pencemar, sedangkan *Rapid Sand Filter* mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak dibandingkan *Slow Sand Filter*, namun kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang diolah. Selain itu, kecepatan penyaringan *Rapid Sand Filter* yang cukup tinggi menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan zat pencemar tidak terbentuk sehingga membutuhkan proses desinfeksi yang lebih intensif (Maryani, 2014).

Jenis teknologi *Slow Sand Filter* dibedakan menjadi dua yaitu *Intermittent Slow Sand Filter* dan *Continuous Slow Sand Filter* (Rojanschi dan Madramootoo, 2014). Pada penelitian ini jenis instalasi yang digunakan yaitu *Continuous Slow Sand Filter*. Hal ini dikarenakan selain untuk mengolah air bersih, unit ini memiliki kelebihan kualitas air hasil pengolahan yang dapat menurunkan *e-coli* dan total koliform lebih besar dibandingkan *Intermittent Slow Sand Filter* (Rojanschi dan Madramootoo, 2014). Total koliform memiliki hubungan dengan kekeruhan yaitu semakin tinggi total koliform menyebabkan tingginya kekeruhan pada air (Al Khakim dan Masqudi, 2017). Selain itu, semakin tinggi nilai TSS dalam air, maka akan semakin tinggi tingkat kekeruhannya karena TSS mengandung partikel yang berdiameter $>1\ \mu\text{m}$ dan menghambat penyebaran cahaya (Winnarsih, 2016).

Berdasarkan SNI 3981:2008 tentang Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*), kriteria desain *Slow Sand Filter* memiliki kekurangan salah satunya adalah besarnya luas penampang yang dibutuhkan karena kecepatan penyaringannya yang rendah. Sehingga, apabila unit ini diaplikasikan di daerah bencana akan membutuhkan area yang cukup besar. Selain itu, jenis media yang digunakan pada *Slow Sand Filter* yaitu media tunggal, sehingga beban media

tersebut besar untuk mengolah air. Adanya hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan modifikasi pada unit *Slow Sand Filter*. Modifikasi *Slow Sand Filter* sebelumnya telah dilakukan beberapa peneliti, salah satunya Theresia (2020) dengan modifikasi *Slow Sand Filter* cangkang kerang *Anadara granosa* yang mampu menurunkan parameter kekeruhan 44,99 %. Berdasarkan penelitian Andini dan Alfian (2015) modifikasi media menggunakan *geotextile* dengan ketebalan 6 cm dapat menurunkan parameter kekeruhan sebesar 87,7%.

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi pada media yang digunakan, yaitu mengkombinasikan pasir kali dengan media yang lain seperti pasir silika, cangkang kerang *Anadara granosa*, dan *geotextile*. Pemilihan media didasari pada kelebihan masing-masing media dalam mengolah air. Pasir silika mampu memisahkan air dan lumpur serta partikel-partikel lainnya yang terdapat di dalam air dan dapat menurunkan kekeruhan sebesar 62% (Kandra, 2014). Cangkang kerang *Anadara granosa* mengandung 66,70% kalsium karbonat (CaCO_3) pada kulitnya yang mampu menurunkan kadar besi sebesar 98,76% (Purwatie, 2020). Sedangkan *Geotextile* memiliki serat yang mampu menahan polutan sehingga melekat pada permukaan *geotextile* dan tidak bisa melewati pori-pori *geotextile* (Hendrayani dkk., 2013).

Unit *Slow Sand Filter* yang dibuat yaitu untuk mengolah air baku yang berasal dari air sungai karena mudah didapatkan dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih korban bencana. Tetapi, kualitas air sungai setelah terjadi bencana terutama bencana banjir lebih buruk karena terdapat sedimen yang terbawa ke sumber air. Menurut Naryanto dkk (2019), sungai di Kabupaten Serang yang terdampak banjir memiliki kekeruhan cenderung meningkat ke arah hilir sungai yang menunjukkan adanya tambahan material sedimen tertransport pada bagian hilir. Selain

itu, tingginya zat padat tersuspensi pada sungai juga disebabkan akibat limbah dari aktivitas domestik. Menanggapi hal tersebut, penelitian ini menggunakan air Kali Jagir Surabaya karena memiliki kualitas air yang menyerupai air sungai di daerah bencana. Kali Jagir Surabaya merupakan salah satu anak sungai dari Kali Surabaya, sedangkan Kali Surabaya merupakan anak sungai dari Sungai Brantas. Tingginya zat pencemar Kali Jagir Surabaya karena terdapat pada hilir sungai (Wasesa dan Irianto, 2016).

Berdasarkan hasil uji karakteristik kualitas air Kali Jagir Surabaya pada parameter kekeruhan dan besi, didapatkan hasil konsentrasi kekeruhan sebesar 32 NTU dan besi 1,31 mg/L. Tingginya parameter besi pada air Kali Jagir Surabaya disebabkan karena terdapat kegiatan industri yang menghasilkan besi yaitu pabrik cat, pabrik keramik, dan pabrik baja di sepanjang sungai brantas. Besi merupakan komponen penyumbang pigmen warna pada industri cat, bahan dasar keramik yang berasal dari tanah liat (Mufidah dkk., 2017) sedangkan di pabrik baja terdapat proses akumulasi yang telah terjadi bertahun-tahun (Putri, 2013).

Hasil dari uji karakteristik Kali Jagir Surabaya tersebut belum memenuhi baku mutu PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017 tentang Baku Mutu Higiene dan Sanitasi sehingga perlu diolah menggunakan rangkaian unit *Slow Sand Filter* modifikasi. *Output* air hasil pengolahan rangkaian unit modifikasi tersebut dianalisis besar efisiensinya dan di *input* pada metode *Response Surface Methodology* untuk mendapatkan hasil rancangan desain yang optimal. *Response Surface Methodology* merupakan suatu metode gabungan antara teknik statistik dan matematika. Metode ini digunakan untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel bebas mempengaruhi variabel respon, sehingga tujuan akhirnya untuk mengoptimalkan

respon (Kathleen dkk., 2004). Menurut Pradana (2016), *Response Surface Methodology* (RSM) memiliki kelebihan yaitu dapat menghasilkan persamaan matematis sehingga didapatkan nilai optimal dari parameter yang digunakan pada penelitian.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka pada penelitian akan menguji kemampuan unit modifikasi *Slow Sand Filter* dalam mengolah air Kali Jagir Surabaya untuk menurunkan parameter kekeruhan, TSS, dan besi dengan variasi media pasir dengan pasir silika dan *geotextile* serta pasir dengan cangkang kerang *Anadara granosa* dan *geotextile*. Data yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium akan dianalisis menggunakan *software response surface methodology* (RSM) pada aplikasi *Design Expert 11* untuk mendapatkan hasil optimum desain penelitian. Hasil dari uji setiap parameter dibandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017 tentang Baku Mutu Higiene dan Sanitasi. Jika hasil kualitas air hasil pengolahan menggunakan unit *Slow Sand Filter* telah memenuhi baku mutu, diharapkan reaktor tersebut tidak hanya dapat digunakan untuk air higiene tetapi dapat dimanfaatkan untuk air baku air minum yang diimplementasikan di daerah bencana.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa efisiensi penyisihan pada unit *Slow Sand Filter* modifikasi terhadap pengolahan air sungai dalam menurunkan parameter kekeruhan, TSS, dan besi?
2. Apakah terdapat pengaruh Waktu *Running*, Kecepatan penyaringan, dan Variasi Media dalam menyisihkan parameter kekeruhan, TSS, dan besi dalam mengolah air sungai menggunakan unit *Slow Sand Filter* modifikasi?

3. Bagaimana desain penelitian pengolahan unit *Slow Sand Filter* yang optimal dalam menurunkan parameter kekeruhan, TSS, dan besi berdasarkan hasil rancangan penelitian *response surface methodology* (RSM)?
4. Bagaimana kualitas dan kuantitas air hasil pengolahan *Slow Sand Filter* rancangan penelitian *response surface methodology* (RSM) jika dibandingkan dengan baku mutu dan kebutuhan air di daerah bencana?

1.3 Asumsi

Menurut Mirza (2019) dengan waktu 11 hari mampu mengolah air menggunakan kecepatan penyaringan 0,2 m/jam dengan efisiensi kekeruhan 79,88% dan TSS 96,61% dengan *input* air sungai. Menurut Andrie dkk (2016) didapatkan efisiensi *slow sand filter* dalam menurunkan parameter besi sebesar 54,58 % dengan *input* air sungai. Penelitian ini diasumsikan bahwa kombinasi faktor modifikasi media *Slow Sand Filter* dengan cangkang kerang *Anadara granosa*, pasir silika dan *geotextile* mampu mengolah air sungai menjadi air olahan yang memenuhi syarat baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 secara fisik, dalam hal parameter kekeruhan, dan TSS maupun secara kimia dalam parameter besi.

1.4 Hipotesis

Ho: Tidak ada pengaruh waktu *running*, kecepatan penyaringan, dan variasi media terhadap efisiensi penyisihan parameter kekeruhan, TSS, dan besi pada air Kali Jagir Surabaya.

H₁: Ada pengaruh waktu *running*, kecepatan penyaringan, dan variasi media terhadap efisiensi penyisihan parameter kekeruhan, TSS, dan besi pada air Kali

Jagir Surabaya.

1.5 Tujuan

1. Menganalisis besar persentase penyisihan parameter kekeruhan, TSS, dan besi pada unit *Slow Sand Filter* modifikasi.
2. Mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi modifikasi waktu *running*, kecepatan penyaringan, dan variasi media terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan, TSS, dan besi pada Air Kali Jagir Surabaya.
3. Memperoleh rancangan desain penelitian yang optimal pada pengolahan unit *Slow Sand Filter* terhadap penyisihan kekeruhan, TSS, dan besi dengan *response surface methodology*.
4. Mengetahui kesesuaian kualitas dan kuantitas air hasil pengolahan *Slow Sand Filter* pada daerah bencana.

1.6 Manfaat

1. Memberikan informasi jenis pengolahan air bersih yang murah dan ramah lingkungan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang teknologi pengolahan air bersih menggunakan unit *Sand Filter*.
3. Memberikan informasi kemampuan unit *Slow Sand Filter* Modifikasi dengan variasi media untuk menyisihkan parameter kekeruhan, TSS, dan besi dalam proses pengolahan air baku untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah bencana.

4. Memberikan alat pengolahan air yang mudah dibawa (*portable*) dan mudah diterapkan di daerah bencana untuk memenuhi kebutuhan air bersih korban bencana.

1.7 Ruang Lingkup

1. Air baku yang digunakan adalah air Kali Jagir Surabaya.
2. Parameter yang diuji adalah kekeruhan, TSS, dan besi.
3. Baku mutu yang digunakan yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan PERMENKES RI No. 32/MEN.KES/PER/32/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.