

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai Code

Sungai adalah suatu alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu (mata air) sampai muara yang dibatasi kanan dan kirinya oleh garis sempadan (BPLHD Yogyakarta, 2014). Sungai menjadi salah satu sumber air yang pemanfaatannya banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Sungai dapat dikatakan sebagai ekosistem terpenting bagi manusia karena sungai menyediakan air bagi manusia untuk menunjang berbagai kegiatan seperti pertanian, industri maupun domestik (Siahaan, *et al.*, 2011).

Dalam bidang ekonomi sungai berperan secara strategis bagi masyarakat dan daerah, sebagai contoh sungai dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum, bahan baku industri, irigasi pertanian, sarana budidaya perikanan dan dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik daerah (Imroatushshoolikhah, 2013).

Salah satu sungai yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Sungai Code. Sungai ini melintasi tiga kabupaten yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Sungai Code terletak di bagian tengah Kota Yogyakarta memiliki panjang total sungai sekitar 41 km, sedangkan bagian tengah alur sungai yang melintas di Kota Yogyakarta adalah sepanjang 8,73 km (BPLHD Yogyakarta, 2014). Sebelum memasuki kota Yogyakarta, Sungai Code melewati areal pertanian kemudian melintasi pusat kota yang padat permukiman yang memungkinkan jumlah sumber pencemar akan mengalami peningkatan (Sukirno, *et.al.*, 2007).

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk serta kegiatan pembangunan ekonomi menyebabkan terjadinya perubahan tata guna lahan di sekitar Sungai Code dengan kecenderungan perubahan ekosistem sungai yang ditunjukkan dengan terjadinya penurunan kuantitas dan kualitas air di Sungai Code (Brontowiyono, *et al.*, 2013). Rata – rata pencemaran air di Sungai Code disebabkan oleh aktivitas

penduduk di sekitar sungai yang umumnya berasal dari buangan berupa limbah domestik, limbah sisa industri, limbah rumah sakit dan sebagainya (Puspitasari, 2009).

2.2 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Sumber pencemaran air terbagi menjadi dua yaitu *point source* (titik tetap) dan *non-point source* (titik tidak tetap). Sumber pencemar *point source* antara lain saluran limbah industri, fasilitas pengolahan air limbah, sistem tangki septik dan sumber lain yang membuang langsung polutan ke sumber air. Pencemar yang bersumber dari *point source* bersifat lokal, sementara efek yang ditimbulkan dapat ditentukan berdasarkan karakteristik spesial kualitas air. Biasanya volume pencemar dari *point source* relatif tetap. Sumber pencemar *non-point source* yaitu dapat berupa kumpulan *point source* dalam jumlah yang banyak dan lebih sulit untuk diidentifikasi. Sebagai contoh limpasan dari daerah permukiman (domestik), limpasan dari daerah pertanian yang mengandung pestisida dan pupuk, dan limpasan dari daerah perkotaan (Effendi, 2003).

2.3 Kualitas Perairan Sungai

Kualitas air sungai sangat dipengaruhi oleh komponen penyusunnya dan juga masukan komponen yang berasal dari permukiman di sekitar sungai. Perairan yang melintasi daerah pemukiman mendapat masukan limbah berupa bahan organik lebih banyak yang rata – rata berasal dari aktivitas penduduk. Oleh karena itu, keberadaan ekosistem sungai merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dengan keadaan lingkungan fisik dan lingkungan sosial disekitarnya (Alaerts dan Santika, 1987).

Indikator air telah tercemar ditandai dengan adanya perubahan yang dapat diamati seperti warna, bau dan rasa; suhu; pH; timbulnya endapan, koloidal dan bahan pelarut; adanya mikroorganisme; serta meningkatnya radioaktivitas air lingkungan (Wardhana, 2004). Indikator kualitas kimia air yang sering digunakan diantaranya adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), DO (*Dissolved Oxygen*), pH, CO₂ terlarut, bahan padat tersuspensi dan bahan-bahan tersuspensi organik, padatan total, Nitrogen dan Fosfor, logam berat dan padatan anorganis (Indarsih *et al.*, 2011).

Beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi.

- Parameter Fisika

Parameter fisika air yang sangat menentukan kualitas air antara lain suhu, warna, bau, rasa, kekeruhan, padatan terlarut, jumlah padatan tersuspensi, dan daya hantar listrik.

- Parameter Kimia

Beberapa parameter kimia sebagai indikator untuk menentukan kualitas air yaitu pH, oksigen terlarut, BOD, COD, amoniak, nitrit, nitrat, posphat, konsentrasi dari zat-zat kalium, magnesium, mangan, besi, sulfida, sulfat, minyak, lemak serta logam berat (Riyadi, 1984).

- Parameter Biologi

Organisme yang dapat dijadikan indikator pencemaran dalam suatu perairan yaitu seperti bakteri, plankton, ganggang dan ikan tertentu. Cara pengukuran yang dilakukan pada setiap parameter berbeda-beda sesuai dengan keadaannya (Sasongko, 2006).

2.4 Parameter Kualitas Air Mikrobiologi

Pencemaran mikrobiologi menjadi permasalahan kualitas air yang penting di seluruh dunia. Dampak manusia pada kategori pencemaran ini sangat terlihat dan beberapa kegiatan yang berhubungan dengan manusia serta jumlah populasi penduduk yang semakin meingkat telah mempengaruhi kondisi lingkungan perairan. Industrialisasi dan pertanian yang ekstensif telah menyebabkan

peningkatan polusi dan perubahan hidromorfologi di banyak daerah aliran sungai (Páll, 2013).

Bakteri adalah salah satu penanda ideal pencemaran mikroba perairan permukaan karena dapat merespon cepat terhadap adanya perubahan lingkungan. *Total coliform*, *fecal coliform* dan *Escherichia coli* dari berbagai lokasi tercemar yang berbeda di lingkungan tropis ditentukan untuk menguji kemampuan indikasi mereka untuk kontaminasi tinja (Byamukama *et al.*, 2000). *Fecal coliform* dan *Enterococci* usus adalah indikator yang baik untuk menilai pencemaran feses dan potensi keberadaan agen patogen terutama yang disebabkan oleh limbah yang tidak diolah yang berasal dari lahan pertanian dan padang rumput (Páll, 2013).

Lingkungan perairan sangat mudah tercemar oleh mikroorganisme patogen yang berasal dari permukiman, pertanian serta peternakan. Indikator tercemarnya suatu badan air biasanya ditandai oleh adanya bakteri yang masuk dalam golongan *fecal coliform*. Bakteri tersebut merupakan golongan *coliform* yang hidup di dalam kotoran manusia dan hewan dan umumnya digunakan untuk menilai higienitas suatu perairan (Effendi, 2003).

Menurut Alcamo (2001), bakteri *coliform* adalah kelompok bakteri gram negatif yang tidak bisa membentuk spora, berbentuk *bacillus* dan terdapat di dalam usus halus manusia. Kelompok bakteri ini juga bersifat aerobik dan aerobik fakultatif, dan berkemampuan untuk memfermentasi laktosa dengan pembentukan gas CO₂ pada suhu 35 °C, selama 48 jam inkubasi (Madigan *et al.*, 2012). Bakteri *coliform* dibedakan atas dua kelompok yaitu *fecal coliform*, misalnya *Escherichia coli*, dan *coliform non-fecal*, misalnya *Enterobacter aerogenes*. *Fecal coliform* adalah bakteri *coliform* yang berasal dari tinja manusia atau hewan, sedangkan *coliform non-fecal* adalah bakteri *coliform* yang terdapat pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati (Fardiaz, 1993). Keberadaan bakteri *coliform* dan *fecal coliform* di dalam air menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang dapat membahayakan kesehatan (Widiyanti dan Ristiati, 2004).

Bakteri *Escherichia coli* atau *E. coli* merupakan salah satu indikator spesifik untuk pencemaran bakteri *fecal* di daerah tropis dan beriklim sedang. Pemeriksaan

densitas bakteri dalam air dapat memberikan suatu pendekatan untuk menilai kualitas suatu perairan (Hamuda dan Patkó, 2011).

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang bersifat fakultatif anaerob dan memiliki tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling banyak di bawah keadaan anaerob, namun beberapa *E. coli* juga dapat tumbuh dengan baik pada suasana aerob. *E. coli* terdapat juga di alam terbuka hidup di dalam tanah. Apabila terjadi pencemaran (umumnya pencemar organik yang ditandai dengan BOD tinggi), tanah menjadi media pertumbuhan yang baik untuk bakteri ini dan menyebabkan peningkatan konsentrasi *E. coli* dalam tanah. Saat hujan turun atau salju mencair, semakin banyak bakteri ini yang dapat terbawa oleh air tanah masuk ke sungai. Hal ini mengakibatkan konsentrasi *E. coli* akan terdeteksi tinggi di air tanah dan sungai sehingga mengindikasikan adanya pencemaran tanah dan sungai (Sutiknowati, 2016).

Bakteri *E. coli* dominan dapat ditemukan di dalam kotoran manusia dan hewan. Bakteri ini dikenal memiliki ratusan strain baik yang tidak berbahaya maupun yang berbahaya. Salah satu strain yang dikenal paling patogen yaitu *E. coli* O157:H7. Bakteri *E. coli* pada dasarnya memiliki sifat patogen yang tidak berbahaya dan bermanfaat pada tubuh manusia, yaitu antara lain berfungsi untuk menguraikan sisa makanan yang sudah tidak digunakan lagi. Namun jika bakteri ini berkembang terlalu banyak, maka akan menjadi penyebab timbulnya suatu penyakit antara lain adalah diare, saluran kemih dan radang selaput otak pada bayi (Jonsson dan Agerberg, 2015).

2.5 Hubungan Curah Hujan dan Kualitas Air Sungai

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bae (2013), dampak kejadian curah hujan terhadap kualitas air sungai yang diteliti pada Sungai Hwang, Korea menyebutkan bahwa jumlah kejadian curah hujan dan frekuensi curah hujan merupakan isu utama yang mempengaruhi kualitas air sungai. Jumlah curah hujan tertentu, dalam penelitian tersebut yaitu 30 mm, dapat membawa polutan dari permukaan ke badan air. Peristiwa curah hujan setelah musim kemarau panjang mempercepat degradasi kualitas air karena polutan dapat terakumulasi pada daerah

permukaan pada musim kemarau. Secara keseluruhan, pengelolaan air hujan untuk kejadian curah hujan dilakukan tepat setelah musim kering jangka panjang, hal ini mengingat karakteristik daerah aliran sungai harus ditetapkan untuk memiliki pengelolaan yang tepat untuk kualitas air sungai. Selain itu, diketahui bahwa tingkat curah hujan yang tinggi juga meningkatkan debit aliran sungai di Sungai Hwang tersebut.

Perubahan pola cuaca dapat memperparah kualitas air di daerah perkotaan. Pola cuaca lokal, termasuk terjadinya badai, dapat memudahkan pengangkutan bakteri dan virus ke perairan alami, sehingga menyebabkan penurunan kualitas air. Densitas mikroba secara signifikan berkorelasi dengan peningkatan curah hujan dan aliran sungai di muara. Curah hujan yang deras dapat mengakibatkan fasilitas pengolahan air limbah dan sistem septik meluap dengan cara mengurangi efisiensi saluran pembuangan di tanah jenuh, yang dapat menyebabkan masuknya kotoran langsung ke daerah aliran sungai (Shehane *et al.*, 2005).

Berdasarkan penelitian Coulliette (2008), diketahui bahwa pada lokasi penelitian yaitu di Newport River Estuary (NPRE), Eastern North Carolina, USA mengalami penurunan kualitas air pada saat terjadi hujan. Limpasan air hujan menjadi salah satu penyumbang utama polusi *fecal* di lokasi tersebut sehingga mengalami peningkatan konsentrasi *fecal*. Lain halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Hill (2006) di Bayou Dorcheat, North Louisiana mengenai pengaruh curah hujan pada tahun berbeda terhadap *fecal coliform* yang menyatakan bahwa tingkat *fecal coliform* di Bayou Dorcheat tidak secara signifikan dipengaruhi oleh curah hujan.

Dalam penelitian Raharjo (2013), parameter kualitas air yang dapat dipengaruhi oleh curah hujan bulanan diantaranya kekeruhan, kandungan sulfat, dan klorida. Curah hujan bulanan yang besar akan mengakibatkan erosi yang besar dan selanjutnya akan menjadi koloid liat yang terlarut sehingga berakibat pada naiknya tingkat kekeruhan di sumber air baku Way Kuripan. Selain itu pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kuripan tersebut koloid liat tersebut diprediksi mempunyai kandungan sulfat cukup banyak yang merupakan hasil dekomposisi, sedangkan

untuk pH air baku di sungai Way Kuripan tidak terpengaruh dengan curah hujan bulanan di wilayah tersebut.

2.6 Baku Mutu Kualitas Air Sungai

Baku mutu kualitas air mengikuti kriteria yang terdapat pada Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008 mengenai baku mutu air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008, baku mutu air merupakan ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Pengelompokan air ke dalam kelas air didasarkan atas mutu air dengan melihat kondisi kualitas air berdasarkan parameter – parameter yang diuji.

Kualitas air dikelompokkan berdasarkan kelas air, yaitu peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu (Peraturan Gubernur DIY No.20 Tahun 2008). Klasifikasi Mutu Air dalam terbagi menjadi empat kelas sebagai berikut:

- Kelas I: air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II: air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III: air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV: adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kriteria mutu air berdasarkan kelas untuk parameter mikrobiologi sesuai dengan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No.20 Tahun 2008 adalah sebagai berikut:

- Parameter *Total Coliform* (Jumlah/100 ml)
Kelas I = 1000; Kelas II = 5000; Kelas III = 10000; Kelas IV = 10000
- Parameter *Fecal Coliform* (Jumlah/100 ml)
Kelas I = 100; Kelas II = 1000; Kelas III = 2000; Kelas IV = 2000

2.7 Indeks Pencemaran

Salah satu bentuk upaya dalam sistem pengelolaan sumberdaya air adalah dengan melakukan evaluasi tingkat pencemaran air secara berkala untuk mengetahui kualitas suatu perairan tertentu. Metode Indeks Pencemaran (IP) merupakan salah satu metode analisis kualitas air yang diterapkan di Indonesia untuk mengevaluasi sejauh mana tingkat pencemaran di suatu perairan. Metode ini merupakan hasil perhitungan relatif antara hasil pengamatan terhadap baku mutu yang berlaku. Metode IP terdiri atas indeks rata-rata dan indeks maksimum dimana unsur pencemar utama penyebab terjadinya penurunan kualitas air ditunjukkan oleh nilai indeks maksimum (Marganingrum *et al.*, 2013).

Pengelolaan kualitas air berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) dapat menjadi solusi dalam menilai kualitas badan air untuk peruntukan tertentu serta sebagai bahan masukan pada pengambil keputusan agar dapat melakukan tindak lanjut dalam memperbaiki kualitas air akibat kehadiran senyawa pencemar. Dalam metode IP meliputi berbagai kelompok parameter kualitas air yang independent dan bermakna (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003).

Metoda IP secara langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan bisa atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai beberapa parameter tertentu. Evaluasi terhadap nilai IP adalah sebagai berikut:

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| $0 \leq PI_j \leq 1,0$ | → memenuhi baku mutu (kondisi baik) |
| $1,0 < PI_j \leq 5,0$ | → cemar ringan |
| $5,0 < PI_j \leq 10$ | → cemar sedang |
| $PI_j > 10$ | → cemar berat |