

## **STATUS MUTU AIR WADUK JATILUHUR DAN ANCAMAN TERHADAP PROSES BISNIS VITAL**

### ***THE WATER QUALITY STATUS OF JATILUHUR RESERVOIR AND THREATS TO VITAL BUSINESS PROCESS***

**Hamzah <sup>1)</sup>, M Syamsul Maarif<sup>2)</sup>, Marimin<sup>3)</sup>, Etty Riani<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup>Doctor Program of Management of natural resources and the environment of Bogor Agricultural University, Indonesia

<sup>2,3)</sup>Professor of Department of Agro-Industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology of Bogor Agricultural University, Indonesia

<sup>4)</sup>Postgraduate School of Bogor Agricultural University, Indonesia  
E-mail: hbst007@gmail.com

Diterima: 10 Februari 2016; Direvisi: Februari 2016; Disetujui: 22 maret 2016

#### **ABSTRAK**

*Waduk Jatiluhur merupakan waduk terbesar dan multiguna. Negara Indonesia, saat ini dihadapkan pada permasalahan mengenai kualitas dan kuantitas sumber daya air, terutama permasalahan pencemaran air. Dalam penelitian ini telah dilakukan antara lain analisis status mutu air dan analisis dampaknya terhadap ancaman proses bisnis vital (critical business process), khususnya berkaitan dengan pengelolaan sumber daya air. Lokasi penelitian dilaksanakan di Perum Jasa Tirta II sebagai otoritas Waduk Jatiluhur. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dari kegiatan penelitian lapangan yang diambil melalui pengambilan sampel yang dilakukan di Perairan Waduk Jatiluhur dan Perairan Daerah Aliran Sungai (DAS) setelah outlet Waduk Jatiluhur dengan mengacu kepada ukuran parameter kualitas air standar mutu laboratorium. Alat analisis yang digunakan adalah metode Storet dan Analisis Dampak Bisnis. Parameter kimia yang di atas ambang batas baku mutu adalah: oksigen terlarut, besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), nitrit (NO<sub>2</sub>-N), nitrat (NO<sub>3</sub>-N), sulfat (SO<sub>4</sub>), klorida (Cl), sulfida sebagai H<sub>2</sub>S, KOB (BOD<sub>5</sub>), dan KOK (COD). Kondisi kualitas air dapat dikatakan telah tercemar berat (kategori D) oleh kegiatan antropogenik yang ada di hulu sungai Citarum dan di sekitar perairan Waduk Jatiluhur. Kondisi ini dapat mengancam dan berdampak negatif terhadap infrastruktur waduk, bisnis vital, ketersediaan air minum dan air irigasi serta mengancam biota air lainnya.*

**Kata kunci:** Kualitas air, pencemaran, sumber daya air, waduk Jatiluhur, metode storet

#### **ABSTRACT**

*The Jatiluhur Reservoir is the largest and multipurpose. Indonesia, currently faced with problems regarding the quality and quantity of water resource especially pollution problems. In this research has been conducted an analysis of the status of water quality and analysis of their impact on the threat to vital business process, especially with regard to management of water resources. The location research carried out at Perum Jasa Tirta II as the authority of Jatiluhur Reservoir. The data used in this research is primary data from the obtained field research activities through the sampling conducted at Jatiluhur reservoir water and the waters of river basin (DAS) after the Jatiluhur Reservoir outlet with reference to size the parameters of water quality using laboratory quality standard. The Analytical tools used are the method Business Impact Analysis and Storet. Chemical parameters above the quality standard limits are: dissolved oxygen, ferro (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), nitrite (NO<sub>2</sub>-N), nitrate (NO<sub>3</sub>-N), sulphate (SO<sub>4</sub>), chloride (Cl), sulfide (H<sub>2</sub>S), BOD<sub>5</sub>, and COD. Condition of water quality can be said to have been classified as heavily polluted (category D) by anthropogenic activities that are in the upper reaches of the river Citarum and around Jatiluhur Reservoir waters. These conditions can threat and negatively impact vital business of the infrastructure, reservoirs, the availability of drinking water and irrigation water and other water biota.*

**Key words:** Water quality, pollution, water resources, Jatiluhur reservoir, storet method

## PENDAHULUAN

Kualitas air adalah istilah yang menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu atau untuk mempertahankan berbagai penggunaan atau proses (Meybeck *et al.* 1996), misalnya untuk air minum, irigasi, industri, perikanan, pertanian, hidropower, rekreasi dan sebagainya. Waduk Jatiluhur sebagai salah satu waduk terbesar di Indonesia dan multifungsi, membendung aliran Sungai Citarum di kecamatan Jatiluhur, kabupaten Purwakarta provinsi Jawa Barat. Waduk Jatiluhur merupakan bendungan multiguna, dengan fungsi utamanya untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan persawahan sekitar 242.000 ha, pasokan air baku minum DKI Jakarta dan sekitarnya, pembangkit listrik dengan kapasitas terpasang 187,5 MW, pengendali banjir di Kabupaten Karawang, Bekasi dan Jakarta, pasokan air untuk industri dan untuk budidaya perikanan darat seluas 20.000 ha, untuk pariwisata dan olahraga air (PJT II 2015). Lebih dari sembilan juta penduduk di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum memanfaatkan air Sungai Citarum untuk kehidupan, sebagian besar (87%) digunakan untuk irigasi sementara sisanya untuk kebutuhan domestik dan air industri (Supangat dan Paimin 2007). Bahkan yang tidak kalah pentingnya adalah sebagai sumber pasokan air baku minum bagi PDAM dan PAM Jaya dengan sekitarnya 85% tergantung pada Waduk Jatiluhur (PJT II 2014 & PAM DKI Jakarta 2012).

Setiap penggunaan tertentu akan memiliki persyaratan tertentu parameter fisika, kimia, atau biologi karakteristik air (Lewiss 2008). Misalnya batasan yang diperbolehkan dari konsentrasi zat-zat beracun untuk air minum, suhu dan pH untuk mendukung komunitas invertebrata. Akibatnya, kualitas air dapat didefinisikan oleh berbagai variabel yang membatasi penggunaan air. Meskipun banyak kegunaan memiliki beberapa persyaratan umum untuk parameter tertentu, setiap penggunaan akan memiliki tuntutan sendiri dan pengaruhnya terhadap kualitas air. Upaya untuk meningkatkan atau mempertahankan kualitas air tertentu sering kompromi antara tuntutan kualitas dan kuantitas pengguna yang berbeda.

Terdapat permasalahan mengenai kualitas dan kuantitas sumber daya air Sungai Citarum, yang merupakan sungai aliran Waduk Jatiluhur. Permasalahan tersebut antara lain tingginya tingkat sedimentasi akibat erosi tanah dan tata guna lahan, rendahnya kualitas air sungai akibat tingginya kandungan polutan dalam air, kekeringan pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan (fluktuasi permukaan air),

penurunan debit dan *volume* air, *run off* tinggi, pembuangan limbah industri dari pabrik dan limbah domestik, dan penggunaan lahan yang buruk (Miyazato dan Khan 2004). Selain itu, ekosistem air tawar yang tinggi biodiversitasnya saat ini terus berkurang lebih cepat, dibandingkan dengan ekosistem laut ataupun darat. Hal tersebut dapat terjadi, menurut Riani (2012) karena ekosistem perairan merupakan ekosistem yang rentan mengalami perubahan dan air merupakan pelarut yang sangat baik sehingga berbagai bahan (kecuali yang memiliki sifat seperti lemak) akan mudah terlarut. Sifat air tersebut seringkali mengakibatkan begitu mudah terjadi perubahan kualitasnya atau tercemar.

Kualitas air yang buruk berpotensi mengganggu fungsi utama suatu waduk dan mengancam keberlangsungan pengelolaan sumber daya air serta kerusakan lingkungan. Gangguan terhadap fungsi-fungsi Waduk Jatiluhur dapat menimbulkan kerugian yang besar seperti terganggunya sistem irigasi, terganggunya pasokan air baku untuk DKI dan warga sekitar maupun industri, rusaknya turbin pembangkit listrik tenaga air (PLTA); tingginya biaya pemeliharaan, sejumlah pintu air bendungan tidak dapat dioperasikan otomatis dan turunnya umur ekonomis peralatan (*life cycle*) akibat korosi, dapat tidak tertanggulangnya banjir pada Kabupaten Karawang dan Bekasi, rusaknya budidaya perikanan dan terganggunya kegiatan pariwisata. Gangguan tersebut dapat berupa masalah internal di Waduk Jatiluhur (kerusakan sistem dan peralatan serta saluran), ancaman bencana alam (banjir, gempa bumi, dan longsor), konflik kepentingan, dan sabotase. Situasi tersebut, selain dapat menimbulkan korban jiwa dan mengancam seluruh sendi kehidupan sekitarnya, juga dapat menghambat dan melumpuhkan aktifitas bisnis, serta merupakan ancaman kerusakan lingkungan, bahkan dapat mengancam stabilitas negara. Oleh sebab itu, diperlukan manajemen terpadu dan menyeluruh agar Waduk Jatiluhur dapat tetap menjalankan fungsi utamanya walaupun terdapat gangguan atau bencana guna melindungi kepentingan *shareholders* dan para pemangku kepentingan. *Green business continuity management* (GBCM) atau yang biasa dikenal sebagai Manajemen Kelangsungan Bisnis berbasis ramah lingkungan atau BCM berbasis lingkungan adalah salah satu pendekatan yang dapat menanggulangi masalah tersebut. Dalam penelitian ini yang dilakukan adalah menganalisis status mutu air dan menganalisis dampaknya terhadap ancaman *critical business process* (proses bisnis vital).

Lokasi penelitian di PJT II sebagai pengelola Waduk Jatiluhur, tepatnya Sub Sistem Tarum Barat. Pengambilan contoh untuk kualitas air dilakukan pada (1) Perairan Waduk Jatiluhur, yang secara administratif berada di Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kabupaten Purwakarta; (2) Perairan DAS setelah outlet Waduk Jatiluhur yang berada wilayah administrasi di Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, Kota Bekasi dan Kota Jakarta Timur.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut kamus Webster (1996), DAS merupakan sebagai suatu hamparan wilayah atau kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima menyimpan dan mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkan melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama yang diteruskan ke laut atau danau. Dari batasan tersebut dapat dikatakan bahwa DAS merupakan suatu ekosistem yang di dalamnya terjadi suatu proses antara faktor-faktor biotik, nonbiotik, dan manusia yang saling berinteraksi satu sama lain (Suripin 2002). Oleh karena itu, hubungan DAS Hulu dan DAS Hilir mempunyai keterkaitan biofisik dan non-biofisik satu sama lain melalui daur hidrologi.

Pengelolaan DAS dalam menjaga fungsi hidrologi berarti pengelolaan sumberdaya alam yang dapat pulih kembali dalam suatu DAS, seperti vegetasi, tanah, dan air. Manan (1977) menyebutkan bahwa tujuan dari pengelolaan tersebut adalah untuk dapat menghasilkan produk air atau tata air yang baik bagi kepentingan pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perindustrian dan masyarakat, seperti kepentingan air minum, irigasi, industri, tenaga listrik, dan pariwisata. Untuk itu, pengelolaan DAS bertujuan melakukan pengelolaan sumberdaya alam (SDA) secara rasional agar dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkesinambungan serta diperoleh kondisi tata air yang berkualitas.

### 2 Danau Buatan (Waduk)

Menurut Wetzel (2001) danau buatan atau waduk atau bendungan adalah badan air yang terbentuk karena pembendungan aliran sungai. Waduk merupakan badan air yang karakteristik fisika, kimia, dan biologis berbeda dari sungai yang dibendung dan kualitas waduk lebih stabil dibandingkan dengan sungai asalnya. Waduk terbentuk karena pembendungan aliran sungai oleh manusia. Karakteristik organisme hidup perairan suatu waduk dapat berbeda satu sama

lainnya dan sangat dipengaruhi oleh ekosistem sungai atau DAS yang dibendungnya. Pada umumnya fluktuasi permukaan air waduk tinggi mengingat fungsi utamanya sebagai pembangkit tenaga listrik, penyedia air irigasi dan pengendali banjir. Kualitas air waduk biasanya dapat lebih stabil dan produksi perikananannya lebih tinggi bila dibandingkan dengan sungai asalnya.

Purnomo *et al.* (1993) mengklasifikasikan waduk menurut beberapa faktor diantaranya:

#### a. Berdasarkan fungsinya:

- 1 Waduk tunggal guna, yaitu waduk yang dibangun untuk satu keperluan misalnya pemenuhan kebutuhan air irigasi pertanian. Waduk tunggal guna biasanya relatif tidak luas (kurang dari 500 ha) dan tidak dalam (kurang dari 15 m). Waduk demikian banyak dibangun di Jawa pada masa pemerintahan Belanda.
- 2 Waduk serbaguna, yaitu waduk yang dibangun untuk berbagai keperluan. Fungsi utama biasanya untuk PLTA, pencegah banjir dan pemasok air irigasi, sedangkan fungsi tambahannya adalah untuk industri dan rumah tangga.

#### b. Berdasarkan luas permukaan air :

- 1 Waduk yang sangat luas, luas genangannya lebih besar atau sama dengan 100000 ha.
- 2 Waduk yang luas, luas genangannya antara 10000 sampai lebih kecil dari 100000 ha.
- 3 Waduk sedang, luas genangannya antara 1000 sampai lebih kecil 10000 ha
- 4 Waduk kecil, luas genangan antara 100 sampai 1000 ha
- 5 Waduk sangat kecil, luas genangan antara 1 sampai lebih kecil dari 100 ha

#### c. Berdasarkan fungsi dan morfologinya (luas dan kedalaman), maka waduk serbaguna, luasnya lebih dari 500 ha dengan kedalaman antara 30-100 m. Berfungsi untuk berbagai keperluan.

Masalah lingkungan perairan yang harus mendapat perhatian antara lain, 1) pencemaran air, 2) erosi dan degradasi lahan, 3) kehilangan keragaman hayati (*loss of biodiversity*) dan 4) deforestasi. Masalah sedimentasi menjadi ancaman besar kelestarian sumberdaya perairan di Indonesia. Beberapa penyebab masalah tersebut yang terpenting yaitu, 1) terdapat kesenjangan yang besar antara kapasitas (daya dukung) perairan dibandingkan dengan jumlah permintaan untuk kebutuhan seperti industri, rumah tangga, dan penggunaan lainnya, serta 2)

rendahnya rasa memiliki dan rasa tanggung jawab masyarakat terhadap kelestarian sumberdaya perairan, sehingga menyulitkan upaya-upaya mengatasi degradasi, pencemaran, sedimentasi, dan eutrofikasi (Sukimin 1999).

### 3 Kualitas Fisika dan Kimia Perairan

Kualitas perairan dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter fisika, kimia, dan biologi yang dapat diukur. Parameter-parameter tersebut memiliki karakteristik dan standar masing-masing yang dapat mengklasifikasikan perairan tersebut dapat dikatakan baik atau bahkan buruk. Parameter Fisika meliputi suhu, zat padat terlarut, kekeruhan, sedangkan parameter Kimia, yakni nilai pH, total padatan terlarut, oksigen terlarut, besi (Fe), seng (Zn), amoniak bebas ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4$ ), sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), kebutuhan oksigen biokimiawi (*biochemical oxygen demand/BOD*) dan kebutuhan oksigen kimiawi (*chemical oxygen demand/COD*).

### 4 Indeks Kualitas Air (IKA): Metode Storet

Beberapa metode penentuan indeks kualitas air (IKA) adalah Indeks Pencemaran (*Pollutan Index*), metode Storet, dan metode *Canadian Council of Ministers of Environment (CCME)*. Metode yang digunakan untuk penentuan status mutu air pada penelitian ini adalah metode Storet.

Metode Storet merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metode Storet ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metoda Storet adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari *United State-Environmental Protection Agency (US-EPA)*.

Prosedur Penggunaan Penentuan status mutu air dengan menggunakan metode STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Pengumpulan data kualitas dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (deret waktu atau *time series*).
- Bandingkan data hasil pengukuran kualitas air dengan nilai baku mutu sesuai dengan kelas air.
- Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air maka diberi skor 0.

- Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air, maka diberi skor. (Lihat tabel 1).
- Jumlah Negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.
- Jika dalam perhitungan, tidak ditemukan nilai ambang batas suatu parameter yang diukur, maka parameter tersebut tidak perlu dihitung.

Dengan langkah-langkah tersebut di atas setiap parameter kimia atau fisika yang diukur dihitung masing-masing skor status mutunya.

## METODOLOGI

### 1 Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian meliputi kegiatan di lapangan maupun di laboratorium yang secara keseluruhan dilakukan dari bulan Desember 2012 sampai dengan April 2014 dan juga data Tarum Barat (*Intake* Cikarang - Kota Jababeka), Januari 2014 - Agustus 2015. Parameter kualitas air dianalisis di Laboratorium Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta II atau PJT II, sedangkan data Tarum Barat Januari 2014 - Agustus 2015 diperoleh hasil penelitian PT Jababeka Infrastruktur di *Intake* Cikarang (B.Tb.29 dan B.Tb.33).

Pada penelitian ini minimal ada 16 parameter kualitas air yang dianalisis, khususnya yang diambil lima stasiun pengamatan. Data lainnya dari *Intake* Cikarang (B.Tb.29 dan B.Tb.33) periode Januari 2014 - Agustus 2015 dan data kualitas lainnya Citarum *outlet* Jatiluhur periode 2013 dari BPLHD Jabar.

### 2 Analisis Data

Data kualitas air dianalisis menggunakan metode Storet. Pengambilan data kualitas air dilakukan lebih dari satu kali pengambilan spesimen dan jumlah data yang banyak serta dalam kurun waktu panjang (*time series*) oleh karena itu metode penentuan Indeks Kualitas Air menggunakan metode Storet. Hal ini dilakukan agar Indeks Kualitas Air lebih objektif (Saraswati *et al.* 2014 dan Lumb *et al.* 2006), sedangkan analisis dampaknya menggunakan *Business Impact Analysis (BIA)* dengan pendekatan lingkungan.

### 3 Metode Storet

Secara prinsip, penentuan status mutu air dengan metode Storet adalah membandingkan data kualitas air dengan baku mutu sesuai dengan peruntukannya. Berdasarkan *United States - Environment Protection Agency (US-EPA)*.

Status mutu air diklasifikasikan dalam empat kelas: yaitu kelas A = baik sekali/memenuhi baku mutu, skor 0; kelas B = baik/tercemar ringan, skor -1 sampai -10; kelas C = sedang/tercemar ringan, skor -11 sampai dengan -30; kelas D = buruk/tercemar berat, skor  $\leq$  -31.

**Tabel 1** Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	18

Sumber: KepMen LH no KEP 115/MENLH/2003

Minus menunjukkan bahwa nilai pengukuran parameter (kimia/fisika/biologi) pada saat penelitian berada diatas baku-mutu yang ditetapkan. Sebagai contoh, baku mutu NH<sub>3</sub>-N (parameter kimia) adalah 0,02 mg/l, sementara dari hasil pengukuran nilai maksimum 1,53 mg/l, nilai minimum tidak terdeteksi maka nilai rerata untuk NH<sub>3</sub>-N adalah 0,596 mg/l. Skor akhir untuk NH<sub>3</sub>-N adalah nilai maksimum (-2) ditambah nilai rerata (-6) atau total skor (-8), itu untuk kasus jumlah parameter kurang dari 10, pada penelitian ini jumlah parameter yang fisika dan kimia yang diukur lebih dari 10 parameter, tepatnya ada minimal sekitar 16 parameter. Sehingga acuan penilaian dari Tabel 1 berdasarkan jumlah parameter lebih dari 10.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1 Evaluasi Data dan Kualitas Air

Pada penelitian ini parameter-parameter kualitas Perairan Waduk Jatiluhur, dianalisis dan dievaluasi setelah dilakukan proses *smoothing* untuk data pencilan dan data kosong. Adapun kualitas air di lokasi penelitian ini dilihat dari parameter fisika (suhu, zat padat terlarut, kekeruhan) dan kimia, yakni pH, oksigen terlarut, besi (Fe), seng (Zn), amoniak bebas (NH<sub>3</sub>-N), nitrit (NO<sub>2</sub>-N), sulfat (SO<sub>4</sub>), sulfida (H<sub>2</sub>S), kebutuhan oksigen biokimiawi (*biochemical oxygen demand*/BOD) dan kebutuhan oksigen kimiawi (*chemical oxygen demand*/COD) yang selanjutnya dibandingkan standar Baku Mutu Air (BMA) menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 kelas 1. Dari pengambilan data kualitas air dilakukan pada periode 2013-2014 terlihat beberapa parameter yang sudah di atas baku mutu air kelas I yaitu konsentrasi kekeruhan (*turbidity*), oksigen terlarut, besi (Fe), mangan (Mn), Sulfida sebagai

H<sub>2</sub>S, BOD dan COD; sedangkan konsentrasi dari parameter zat padatan terlarut, seng (Zn), amoniak (NH<sub>3</sub>), nitrat, nitrit, sulfat, dan klorida (Cl) hampir melebihi/mendekati baku mutu. Konsentrasi kekeruhan dan zat padat terlarut, walau secara umum masih normal namun cukup mengkhawatirkan, terutama saat musim hujan terjadi, sedimentasi kekeruhan dapat mencapai lebih dari 10.000 NTU. Namun, teknologi yang ada hanya mampu mengolah air dengan tingkat kekeruhan 5-1.000 NTU dan kadar maksimum untuk tingkat kekeruhan adalah 5 NTU (Rak 2013).

Hasil pengamatan yang dilakukan di Waduk Jatiluhur, didapatkan variasi rata-rata hasil oksigen terlarut 4,26-8,16 ppm. Konsentrasi oksigen terlarut di perairan waduk antara Januari-September 2013 berada di stasiun tertentu cukup tinggi, namun beberapa lokasi konsentrasinya cukup rendah (4). Konsentrasi oksigen terlarut yang lebih rendah terjadi karena tingginya bahan organik. Di lain pihak penguraian bahan organik yang terjadi di perairan akan mengurangi kandungan oksigen terlarut (Kannel *et al.* 2007). Bahan organik yang dianalisis di perairan waduk dan setelah *outlet* Waduk Jatiluhur menunjukkan nilai yang tinggi jika dibandingkan dengan BMA, hal ini menunjukkan bahwa perairan tersebut telah terkontaminasi bahan organik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai BOD dan COD yang melebihi BMA ditetapkan. Tingginya nilai BOD dan COD diduga berasal dari serasah guguran daun-daun pepohonan dan aktivitas masyarakat yang tinggal disekitar Waduk Jatiluhur seperti persawahan dan peternakan serta pariwisata dan juga aktivitas industri yang ada di hulu Sungai Citarum serta dari sisa pakan kegiatan Keramba Jaring Apung (KJA).

Air yang berasal dari Waduk Jatiluhur merupakan sumber air bersih terbesar yang digunakan untuk air minum warga DKI Jakarta. Namun dari hasil analisis penelitian diketahui nilai besi (Fe) yang ada di perairan Waduk Jatiluhur dan juga setelah *outlet* Waduk Jatiluhur telah melebihi batas baku mutu yang telah ditentukan (Gambar 1). Adanya kandungan Fe dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat-kemerahan setelah beberapa saat kontak dengan udara. Kondisi tersebut dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Oleh karena itu berdasarkan PP RI No. 20 Tahun 1990, kadar (Fe) dalam air minum maksimum yang dibolehkan adalah 0,3 mg/l, dan kadar mangan (Mn) dalam air minum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/l. Sebagian besar

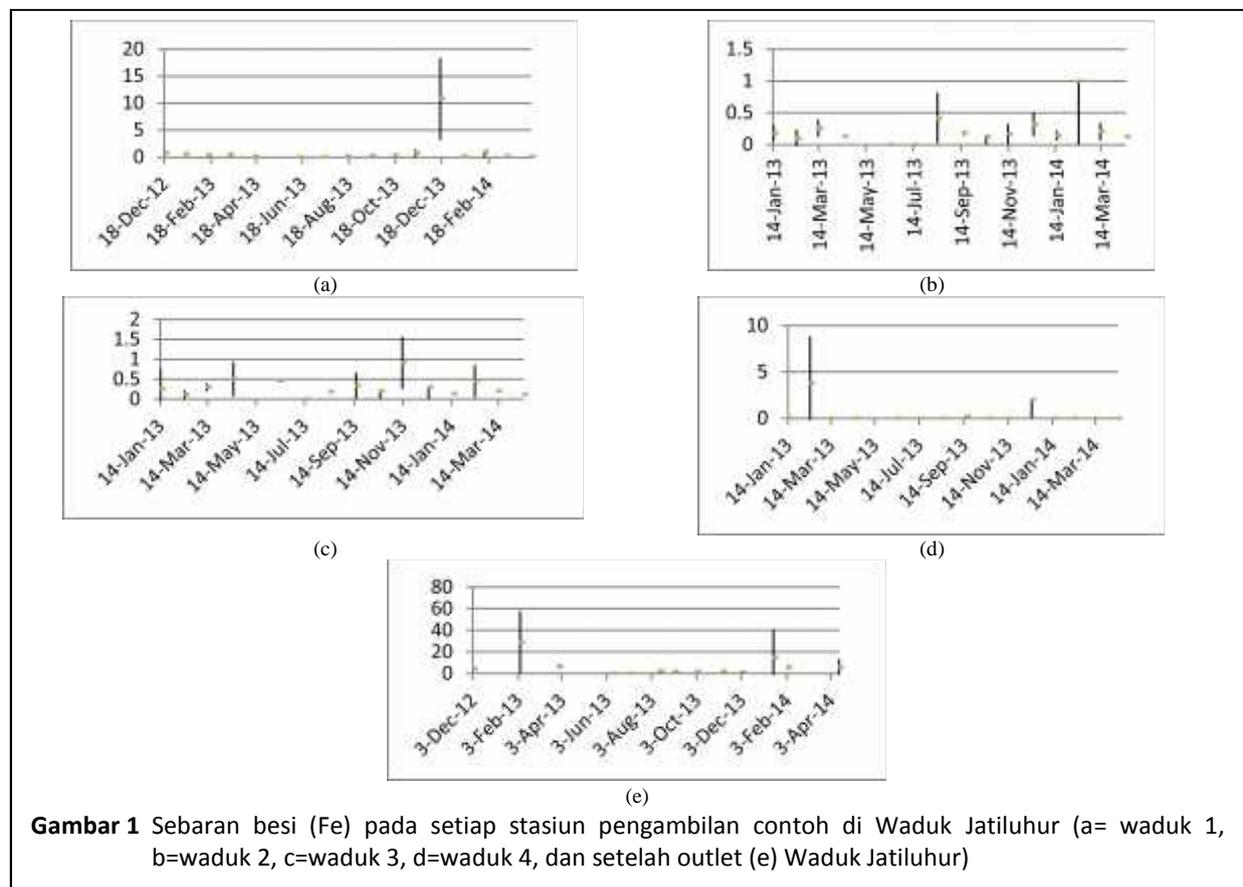
area pengambilan sampel menggambarkan Waduk Jatiluhur telah tercemar oleh besi.

Konsentrasi Zn berdasarkan ketetapan baku mutu PP Nomor 82 di semua pengamatan di Waduk Jatiluhur masih dalam rentang aman, karena kebutuhan air untuk pengolahan air minum secara konvensional masih memperbolehkan kandungan Zn < 0.05 mg/l. Padahal target pengukuran air waduk/sungai bukan hanya spesifik air waduk, namun menggunakan tolak ukur alamiah waduk yang memiliki multi fungsi (Dudgeon 2008).

Hasil pengukuran kadar nitrit di setiap stasiun pengamatan pada perairan Waduk Jatiluhur dan di perairan setelah *outlet* Waduk Jatiluhur mempunyai nilai rata-rata berkisar antara 0,001 – 0,150 mg/l. Kondisi tersebut telah melebihi batas baku mutu yang ditentukan pemerintah RI sehingga cukup mengkhawatirkan. Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Di perairan, kadar nitrit jarang melebihi 1 mg/liter (Sawyer dan McCarty, 1978). Bagi manusia dan hewan, nitrit bersifat lebih toksik daripada nitrat (Alaerts dan Santika 1987). Garam-garam nitrit digunakan sebagai penghambat terjadinya proses korosi pada industri. Pada manusia, konsumsi nitrit yang

berlebihan dapat mengakibatkan terganggunya proses pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah, yang selanjutnya membentuk met-hemoglobin yang tidak mampu mengikat oksigen. Selain itu, NO<sub>2</sub> juga dapat menimbulkan nitrosamin (RR'N – NO) pada air buangan tertentu yang dapat menyebabkan kanker. Penetapan nitrogen pada umumnya digunakan sebagai pengontrol derajat purifikasi yang terjadi pada pengolahan biologis (Alaerts dan Santika 1987).

Pengamatan dilakukan pada 17 titik pengukuran yang dilakukan dari Desember 2012 hingga Maret 2014 (kecuali Mei 2013). Hasil pengukuran kadar sulfat di setiap stasiun pengamatan pada perairan Waduk Jatiluhur memiliki nilai konsentrasi rata-rata yang berkisar antara 23,4–61,6 mg/l. Pada perairan Waduk Jatiluhur konsentrasi sulfat paling tinggi ditemukan pada stasiun pengamatan waduk 1 pada Desember 2013. Hasil pengukuran kadar sulfat di setiap stasiun pengamatan pada perairan setelah *outlet* Waduk Jatiluhur memiliki konsentrasi rata-rata yang berkisar antara 29,6 – 62,7 mg/l. Kadar sulfat yang diperoleh selama penelitian masih dibawah baku mutu air kelas I, II, III dan IV. Perubahan atau naik turunnya kandungan sulfat diduga masukan sisa pakan Keramba Jaring Apung (KJA) dan dari kegiatan



**Gambar 1** Sebaran besi (Fe) pada setiap stasiun pengambilan contoh di Waduk Jatiluhur (a= waduk 1, b=waduk 2, c=waduk 3, d=waduk 4, dan setelah outlet (e) Waduk Jatiluhur)

lainnya.

Adanya konsentrasi sulfat pada perairan Waduk Jatiluhur perlu diwaspadai, mengingat air waduk yang lebih dari 83% menjadi sumber air baku wilayah Jakarta (Perum Jasa Tirta II 2013 dan PAM Jaya 2012). Selain hal tersebut, apabila  $O_2$  tidak ada, akan terjadi dekomposisi secara analog menghasilkan gas racun  $H_2S$ . Reduksi sulfat dan terbentuk ion sulfida. S akan berubah menjadi  $H_2S$  pada pH tertentu dan sebagian lepas ke udara. Apabila pipa berventilasi baik dan dindingnya kering, hal ini tidak akan menimbulkan masalah. Apabila terjadi hal sebaliknya, keseimbangan berkumpul pada dinding bagian atas pipa.  $H_2S$  larut dalam air sesuai dengan tekanan parsial udara dalam pipa dan bakteri akan mengoksidasi  $H_2S$  menjadi  $H_2SO_4$ , yang dapat merusak beton yang dikenal dengan "crown" korosi (Clescerl *et al.* 1999).

Hasil pengukuran kadar sulfida sebagai  $H_2S$  di setiap stasiun pengamatan pada perairan Waduk Jatiluhur memiliki nilai konsentrasi rata-rata berkisar antara 0,001–1,00 mg/l. Dari kadar  $H_2S$  yang diperoleh selama penelitian berada diatas baku BMA kelas 1 (0,002 mg/l). Perubahan atau naik turunnya konsentrasi  $H_2S$  di perairan Waduk Jatiluhur diduga karena adanya masukan buangan limbah industri atau dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik yaitu proses reduksi sulfat oleh bakteri pada kondisi anaerob (Hariyadi *et al.* 1992).

Sumber sulfida di perairan berasal dari limbah industri atau dari proses dekomposisi bahan organik yaitu proses reduksi sulfat oleh bakteri pada kondisi anaerob (Hariyadi *et al.* 1992). Pada dasarnya penentuan kadar sulfida dibedakan menjadi sulfida total, sulfida terlarut (*Dissolved sulfide*) dan  $H_2S$  (*Hydrogen sulfide* atau *Unionized sulfide*). Sulfida dalam bentuk  $H_2S$  tak terionisasi (*unionised H<sub>2</sub>S*) bersifat sangat toksik dan korosif terutama terhadap bahan-bahan yang berasal dari logam dan dipengaruhi oleh pH dan suhu perairan. Sulfida total mencakup  $H_2S$ ,  $HS^-$ , dan sulfida yang berikatan dengan ion-ion logam yang terdapat dalam bahan tersuspensi yang dapat dilarutkan dengan asam, sedangkan *Dissolved sulfide* merupakan sulfida yang terlarut setelah bahan-bahan tersuspensi diendapkan.

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Sawyer dan McCarty 1978). Bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD

merupakan bahan organik yang siap terdekomposisi (*readily decomposable organic matter*). Clescerl *et al.* (1999) menambahkan BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai atau gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan.

BOD merupakan parameter yang umum dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran yang diperbolehkan akibat air buangan dan untuk mendesain sistem pengolahan secara biologis (Alaerts dan Santika 1987). Hasil pengukuran nilai BOD di setiap stasiun pengamatan pada perairan Waduk Jatiluhur memiliki mempunyai nilai konsentrasi rata-rata yang berkisar antara 3–10 mg/l. Dari nilai BOD yang diperoleh selama penelitian di seluruh lokasi dan semua waktu pengamatan berada di atas BMA kriteria kelas 1 (2 mg/l). Hal tersebut mengindikasikan badan air Waduk Jatiluhur mengandung banyak pencemar organik baik yang dihasilkan oleh buangan domestik dari penduduk seperti sampah maupun limbah cair dan limbah industri yang dibuang ke sungai Citarum maupun ke Perairan Waduk Jatiluhur langsung. Limbah tersebut kemungkinan besar berasal dari limbah hotel, swalayan, industri hingga permukiman yang berada di sepanjang Sungai Citarum maupun yang ada di sekitar Waduk Jatiluhur. Selain itu, kandungan bahan organik dari kegiatan pertanian di hulu Sungai Citarum dan di sekitar waduk serta kegiatan budidaya perikanan yang ada di perairan Waduk Jatiluhur. Adanya bahan organik yang cukup tinggi (ditunjukkan dengan nilai BOD) menyebabkan mikroba menjadi aktif dan menguraikan bahan organik tersebut secara biologis menjadi senyawa asam-asam organik. Apabila kandungan zat-zat organik dalam limbah tinggi, maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi zat-zat organik tersebut, sehingga nilai BOD akan semakin tinggi.

COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Limbah organik akan teroksidasi oleh kalium bichromat ( $K_2Cr_2O_4$ ) sebagai sumber oksigen menjadi gas  $CO_2$  dan  $H_2O$  serta sejumlah ion Chrom. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik. Hasil pengukuran nilai COD di setiap stasiun pengamatan pada perairan Waduk Jatiluhur memiliki nilai konsentrasi rata-rata

yang berkisar antara 5,5– 24,6 mg/l. Hasil pengukuran nilai COD di setiap stasiun pengamatan pada perairan setelah *outlet* Waduk Jatiluhur memiliki mempunyai konsentrasi rata-rata yang berkisar antara 10,4–30,15 mg/l. Nilai COD yang diperoleh selama penelitian di seluruh lokasi, hampir semua waktu pengamatan berada di atas BMA. Nilai COD yang tinggi tersebut disebabkan karena adanya pembuangan limbah dari industri yang berada di hulu sungai Citarum dan di sekitar Waduk Jatiluhur. Konsentrasi COD yang tinggi menunjukkan bahwa kadar pencemar organik yang ada dalam air tinggi. Salah satu penyebab tingginya konsentrasi pencemar organik dalam air adalah adanya masukan limbah organik baik dari buangan sisa aktivitas manusia maupun limbah industri. Semakin tinggi konsentrasi COD menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik tinggi tidak dapat terdegradasi secara biologis.

Nilai COD juga menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses kimiawi dalam menguraikan bahan organik yang tidak terurai secara biologi (*non biodegradable organics*) yang ada di perairan. Dapat dikatakan perairan Waduk Jatiluhur dan perairan setelah *outlet*nya telah tercemar bahan organik yang tidak dapat didegradasi secara biologi.

## 2 Status Kualitas Air

Hasil pengujian kualitas air waduk Jatiluhur baik secara parameter fisika maupun kimia di beberapa titik pengamatan menunjukkan rata-rata di atas BMA, kecuali Suhu, PH, Zat Padat Terlarut, NH<sub>3</sub>-N, Zn, Nitrit, Nitrat dan Klorida. Hasil analisis status mutu air dengan menggunakan metode Storet di lokasi Citarum STB menunjukkan bahwa total skor nilai Storetnya mencapai -116 dan disimpulkan bahwa pada periode Desember 2012-April 2014 sudah tercemar berat (D). Metode analisis yang sama juga dilakukan pada data hasil analisis kualitas air di lokasi lainnya, dan diperoleh nilai indeks storet mutu air secara keseluruhan di tujuh lokasi. Hasilnya menunjukkan bahwa semua lokasi perairan yang dijadikan sampel sudah termasuk kategori **tercemar berat (D)**, tingkat nilai cemar tertinggi berada di *outlet* Jatiluhur pada bulan April hingga Oktober 2013 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menyimpulkan bahwa kualitas air waduk Jatiluhur dari waduk hingga ke Sub Sistem Tarum Barat sudah masuk kategori tercemar berat, khususnya untuk peruntukkan air minum. Kualitas air merupakan indikator yang penting untuk mengetahui sejauh mana tingkat kelayakan air untuk bisa dikonsumsi oleh manusia. Kualitas air minum memiliki standar baku mutu yang menjadi acuan apakah parameter dalam kualitas

air tersebut memenuhi syarat sebagai air minum atau tidak. Jika parameter ini melebihi batas nilai baku mutu yang telah ditentukan maka akibatnya akan fatal, tidak hanya memberikan dampak negatif pada lingkungan akan tetapi mempengaruhi kesehatan tubuh manusia juga.

**Tabel 2** Hasil perhitungan indeks Storet

Lokasi	Nilai Indeks Storet		Keterangan
	BMA Kelas 1	Kategori	
STB	-116	Tercemar Berat	Rekapitulasi dan Evaluasi Data Pengujian Kualitas Air Saluran Induk Tarum Barat
Waduk 1	-104	Tercemar Berat	Rekapitulasi dan Evaluasi Data Hasil Pengujian Kualitas Waduk Ir. Djuanda
Waduk 2	-74	Tercemar Berat	
Waduk 3	-74	Tercemar Berat	
Waduk 4	-94	Tercemar Berat	
Tarum Barat Intake Cikarang	-104	Tercemar Berat	Hasil Pengukuran PT. Jababeka Infrastruktur
<i>Outlet</i> Jatiluhur Apr-Okt 2013	-145	Tercemar Berat	Hasil Pengujian BPLHD Jabar 2014

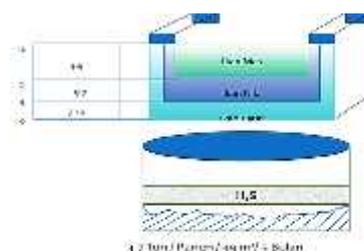
Kondisi perairan Waduk Jatiluhur pada umumnya fluktuatif yaitu baik volume maupun konsentrasi bahan pencemar selalu berubah setiap waktu. Selain volume pencemar yang dibuang fluktuatif setiap waktu, namun juga musim dapat mempengaruhi konsentrasi limbah di badan air Waduk Jatiluhur. Namun, kondisi kualitas air dapat dikatakan telah tercemar oleh kegiatan antropogenik yang ada di hulu sungai Citarum dan di sekitar Waduk Jatiluhur. Hasil analisis kualitas air yang dilakukan di perairan Waduk Jatiluhur dan di perairan setelah *outlet* Waduk Jatiluhur mengacu BMA Kelas I, karena peruntukan air yang dipergunakan sebagai air baku untuk wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya.

Permasalahan yang timbul pada Waduk Jatiluhur akibat pengelolaan ekosistem waduk yang belum dilaksanakan dengan terpadu diantaranya adalah pencemaran nutrien yang menyebabkan penyuburan fitoplankton perairan. Pencemaran nutrien tersebut telah memicu pertumbuhan fitoplankton secara berlebihan sehingga terjadi *blooming* fitoplankton yang mengancam keberlanjutan fungsi waduk untuk tempat budidaya perikanan. Nutrien utamanya nitrogen (N) dan fosfor (P) yang terdapat pada Waduk Jatiluhur adalah hasil dekomposisi limbah organik dari kegiatan di sekitar waduk. Limbah organik tersebut masuk ke dalam perairan waduk dalam berbagai bentuk seperti partikel suspensi, koloid dan larutan. Sebagian partikel tersebut

akan mengendap dan sebagian lagi akan masuk ke badan air. Limbah organik tersebut jika dibiarkan terus menerus akan menjadi eutrofik dan umurnya menjadi pendek, akibat proses sedimentasi bahan organik di dasar.

Selain itu, KJA yang terus meningkat di kawasan Waduk Jatiluhur juga merupakan permasalahan yang harus segera ditangani. Jika kondisi demikian dibiarkan berlangsung terus menerus maka mutu air waduk Jatiluhur akan semakin buruk. Disamping itu juga menyebabkan korosi pada pintu pelimpas yang seluruhnya terbuat dari besi dan kematian masal ikan budidaya KJA karena adanya pembalikan massa air. Untuk mencegah kejadian serupa terulang kembali, seharusnya unit KJA yang beroperasi dikurangi setiap tahunnya karena semakin lama beroperasi dengan jumlah yang semakin banyak, maka akumulasi bahan organik di dasar perairan akan semakin banyak. Peningkatan bahan organik yang menjadi nutrisi tersebut mengakibatkan meningkatnya kesuburan perairan dan densitas fitoplankton, sehingga akan meningkatkan kebutuhan  $O_2$  yang diperlukan fitoplankton pada malam hari. Pada kondisi populasi fitoplankton yang padat dan padatnya ikan dalam KJA, menyebabkan terjadinya defisit  $O_2$  yang lebih besar, akibatnya jumlah ikan dalam KJA yang mengalami kematian juga meningkat.

Permasalahan KJA di perairan Waduk Jatiluhur sendiri merupakan permasalahan serius dan tidak dapat dianggap enteng karena jumlah KJA di Waduk Jatiluhur telah melebihi batas maksimal KJA bahkan pernah mencapai luas  $\pm 31.000$  petak dan data terakhir Oktober 2015 dari Humas PJT II setelah ditertibkan berjumlah 23.000 petak. Namun jumlah tersebut masih jauh di atas jumlah ideal petak KJA yang diperbolehkan untuk beroperasi adalah sebanyak 4.040 petak. KJA yang terlampaui banyak dapat merusak daya dukung perairan Waduk Jatiluhur. KJA tersebut dapat menyebabkan pencemaran air yaitu dari sisa pakan yang mengendap. Dampak dari KJA ini adalah terjadinya degradasi lingkungan perairan serta sedimentasi yang meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan penelitian (McDonald *et al.* 1996) dalam budidaya perikanan secara komersial 30% dari total pakan yang diberikan tidak dikonsumsi oleh ikan sekitar 25-30% dari pakan yang dikonsumsi akan diekskresikan. Kartamiharja (1996; 1998) mengemukakan bahwa pada budidaya KJA yang dilakukan petani ikan di Jawa Barat menunjukkan bahwa jumlah pakan yang terbuang ke perairan berkisar antara 30-40%. Gambaran kondisi KJA di Waduk Jatiluhur secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Kondisi keramba jaring apung (KJA) di Waduk Jatiluhur (sumber: hasil observasi lapangan 2014)

Dampak dari KJA selain menghasilkan endapan pakan yang menyebabkan meningkatnya  $H_2S$  (senyawa belerang) dan menjadikan korosi pada pintu air maupun pada turbin, juga menghasilkan sampah seperti stereofom yang digunakan sebagai pelampung dan limbah kotoran manusia, karena ada sekitar  $\pm 3.500$  orang yang tinggal di perairan Waduk Jatiluhur baik yang bekerja di KJA atau sebagai pemilik. Akibat adanya korosi pada pintu air menyebabkan menurunnya umur ekonomis (*life cycle*) dari 10 tahun menjadi 4 tahun, hal tersebut berdampak signifikan pada meningkatnya biaya pemeliharaan.

Keberadaan KJA di Waduk Jatiluhur sebagai ancaman serius, karena sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2, setiap satu petak KJA dengan ukuran  $7 \times 7$  m, membutuhkan 3-7 ton pakan/tiga bulan. Apabila setiap petak dalam tiga bulan membutuhkan pakan sebanyak tiga ton berarti dalam satu tahun ada 12 ton pakan yang diberikan dikali jumlah petak KJA (23.000 - 31.000 petak) yang ada di perairan Waduk Jatiluhur. Anggap saja yang aktif hanya 23.000 petak, berarti jumlah pakan yang ditaburkan ke perairan waduk dalam satu tahun mencapai 276.000 ton. Apabila limbah pakan yang terbuang mencapai 30%, maka sedimentasi yang terjadi akibat limbah dari pakan KJA saja dapat mencapai 82.800 ton per tahun. Bayangkan kalau KJAny ada 31.000 petak dan keberadaan puluhan tahun serta pekerja KJA mencapai 3500 orang yang membuang kotoran ke waduk, maka seberapa besar sedimentasi dan pencemaran yang terjadi di perairan Waduk Jatiluhur. Idealnya waduk tidak boleh ditempati oleh manusia lebih dari 3.500 orang, sehingga harus di hentikan, namun hal tersebut akan berbenturan dengan Kementerian Perikanan dan Kementerian Pertanian.

Akibat kondisi perairan Waduk Jatiluhur yang tercemar bahan organik dapat berdampak besar bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM dan PAM Jaya) karena kualitas air yang menurun. PDAM dan PAM Jaya memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk melakukan proses pengolahan air yang tercemar. Selain itu pada pipa distribusi air baku, bahan organik secara tidak langsung dapat menimbulkan kerak yang dapat mengakibatkan pemampatan, mempengaruhi aliran air, menaikkan faktor kekasaran dan mengakibatkan debit turun. Dalam pipa distribusi air baku juga berpotensi terjadi proses perubahan secara biologis selama transportasi air buangan.

Manajemen PT Indonesia Power (2014) menyatakan kualitas air Sungai Citarum yang di bendung di Waduk Jatiluhur dari waktu ke waktu mengalami degradasi kualitas menjadi permasalahan karena kerap mengganggu peralatan PLTA. Kualitas air Sungai Citarum tersebut sudah masuk golongan D atau tidak layak minum akibat tata guna lahan DAS Citarum sudah rusak sehingga menyebabkan meningkatnya *turbidity* (kekeruhan), limbah industri dan rumah tangga. Sampah dan gulma atau ganggang yang menumpuk di waduk juga meningkat tajam. Sedimentasi yang masuk ke Waduk Jatiluhur cukup tinggi, yakni sebesar 7000000 M<sup>3</sup> per tahun. Dengan adanya kondisi tersebut semakin menguatkan hasil penelitian bahwa kerusakan atau korosi pada turbin mengurangi umur pakai turbin. Mesin dan turbin yang cepat korosi, mengakibatkan pemeliharaan harus ditingkatkan, serta biaya, dan waktu sehingga mengurangi jam operasi. Fungsi pendingin generator yang memakai air Waduk Jatiluhur juga berkurang karena kualitas air turun. Temuan dan gambaran kualitas air di Waduk Jatiluhur, khususnya di Tarum Barat di atas diperkuat juga hasil penelitian yang disusun AS Birry dan Hilda Meutia (2012) yang diterbitkan *Greenpeace Asia Tenggara* dan Walhi Jawa Barat yang menyatakan bahwa Sungai Citarum Jawa Barat merupakan sungai yang paling tercemar di Indonesia. Karena daerah aliran sungai Citarum didominasi oleh sektor industri manufaktur seperti tekstil, kimia, kertas, kulit, logam khususnya elektroplating, farmasi, produk makanan dan minimum dan lainnya. Padahal Citarum merupakan sumber pasokan air minum bagi provinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta.

Hal ini juga telah dikonfirmasi oleh Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Jawa Barat (BPLHD Jabar) bahwa limbah industri jauh lebih intens dalam hal konsentrasi dan mengandung bahan-bahan berbahaya. Sebanyak 48% industri yang diamati, rata-rata

pembuangan limbahnya 10 kali melampaui baku mutu yang telah ditetapkan (BPLHD Jabar 2010). Bahkan Riani *et al.* (2014) menjelaskan pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat pada perairan Waduk Saguling (bagian hulu Waduk Jatiluhur) telah berpengaruh negatif terhadap kehidupan organisme sebagai efek teratogenik, yang mengakibatkan gangguan reproduksi yang menyebabkan unviable embryo (embrio yang cacat), kematian, dan lain-lain. Artinya pencemaran di perairan waduk merupakan permasalahan serius, tidak hanya mengakibatkan kualitas air yang buruk, tetapi mengancam kehidupan organisme di dalamnya dan mengancam makhluk hidup yang mengkonsumsinya cepat atau lambat.

Adapun jenis dan jumlah industri di DAS Citarum Hulu cukup beragam, mulai dari industri tekstil, elektroplating, kulit sampai kepada industri logam yang tersebar dari Kabupaten Sumedang, Kab Bandung, Kota Bandung dan Kota Cimahi. Jumlah industri di DAS Citarum tidak kurang dari 359 perusahaan. Distribusi industri di DAS Citarum tersebar dari hulu, tengah hingga sampai ke hilir Bekasi (Direktori Perusahaan, PUSDATIN Kementerian Perindustrian 2012). Banyaknya jenis dan jumlah industri serta distribusinya di sepanjang DAS Citarum sungguh hal yang sangat memprihatinkan, terutama di hulu. Karena potensi pencemaran sungai (DAS Citarum) tidak dapat dielakkan dan sudah terjadi. Seharusnya pemerintah dan pemerintah daerah dari awal melarang tumbuhnya sektor industri di DAS hulu Sungai Citarum karena sangat membahayakan.

Karena sudah terjadi, maka pemerintah harus berani melakukan tindakan yang tegas dengan penegakan hukum (*law emporcement*) dan berani memberikan sanksi kepada pelaku industri yang melanggar, mulai dari mewajibkan melakukan pengolahan limbah industri dengan baik, pemberian sanksi *punishment* yang tegas dan terukur sampai kepada penutupan usaha. Kalau tidak dilakukan maka lambat laun bencana pasti terjadi.

Akibat dari banyaknya jenis dan jumlah industri yang tersebar di sepanjang DAS Citarum telah terjadi perubahan keasaman (PH) air sungai Citarum, bahkan dari hasil data penelitian ini air Waduk Jatiluhur pH berkisar kurang dari tujuh (7), bahkan sekitar 6 atau kurang. Belum lagi status pencemaran organik juga sudah terjadi dan Sungai Citarum sudah tercemar logam berat.



**Gambar 3** Green Business Impact Analysis (modifikasi BIA ERM-IFAT-COSO, 2004 dan Bsi 2007, Bsi 2012 dan The NS Emergency Management Office 2012)

Konsentrasi beberapa logam berat tingginya melebihi baku mutu yang dipersyaratkan (berada pada kondisi yang membahayakan) baik untuk kelas air maupun limbah cair. Karena industri tekstil adalah industri utama yang ada di sungai Citarum. Konsekuensinya, industri tekstil menyumbang pencemaran logam berat terbesar.

Bahkan logam berat tersebut juga terjadi dalam sedimen sungai, hal ini dapat berdampak krusial (Birry dan Meutia 2012). Selain itu, pada penelitian tersebut juga teridentifikasi senyawa organik berbahaya dan beracun dalam air Sungai Citarum. Dengan demikian berdasarkan hasil penelitian ini dan didukung beberapa referensi terkini lainnya dapat disimpulkan kualitas air sungai Citarum, Waduk Jatiluhur (khususnya Tarum Barat) sudah tercemar dan membahayakan.

Karena kualitas air merupakan hal yang vital dan utama dalam sistem pengelolaan sumber daya air, terutama untuk kebutuhan hidup dan sumber kehidupan maka kualitas air sebagai faktor kritis dan bernilai sangat strategis pada Waduk Jatiluhur. Kualitas air yang tidak baik dan tercemar berat dapat berdampak luas terhadap manusia, ekosistem dan telah mengganggu fungsi utama waduk, bahkan berdampak kepada korosi bendungan dan pintu-pintu air serta turbin PLTA. Usia pakai (*life cycle*) peralatan, khususnya pintu-pintu menjadi jauh berkurang, dari umumnya di atas 10 tahun, menjadi 2-4 tahun sehingga status di dalam pendekatan *Green Business Continuity Management* (GBCM), kondisi tersebut sudah pada tahap krisis menuju *disaster*. Sebagaimana diungkapkan oleh Shaw (2006) dan Gang (2012) bahwa krisis bisnis dan pengelolaan berkesinambungan sebagai suatu program strategis dengan mendukung fungsi dan subfungsi yang diintegrasikan. Kualitas air merupakan hal utama dalam pengelolaan

sumberdaya air, tentunya dalam pengelolaannya secara berkelanjutan harus menggunakan teknologi hijau dan harus dicegah dari pencemaran sebagaimana diungkap dalam konsep utama GBCM (Gang 2010). Oleh karena itu kualitas air dijadikan salah satu faktor kritis utama dalam kajian mitigasi pengelolaan sumber daya air dengan GBCM.

### 3 Dampak Status Mutu Air terhadap Critical Business Process (Proses Bisnis Vital/Strategi)

Berdasarkan analisis dampak bisnisnya dengan pendekatan lingkungan dalam hal ini penulis menyebutnya *risk map-green business impact analysis* atau pendekatan GBCM menunjukkan bahwa kualitas air sudah kategori krisis-menuju *disaster*. Dimana kejadiannya (*likelihood* atau *probability*) sudah terjadi dan sering (kategori *frequent*).

Dampaknya (*severity of the potential injury/damage*) sudah pada level *Catastrophics* dengan skor total 25 (*likelihood x severity*). Konsekuensinya, karena sudah level *Catastrophics*, maka harus dihentikan. Demikian juga kuantitas/ketersediaan air baku untuk minum sudah pada level kritis-disaster (*Catastrophics*) dan sedimentasi yang terjadi juga demikian (Gambar 3).

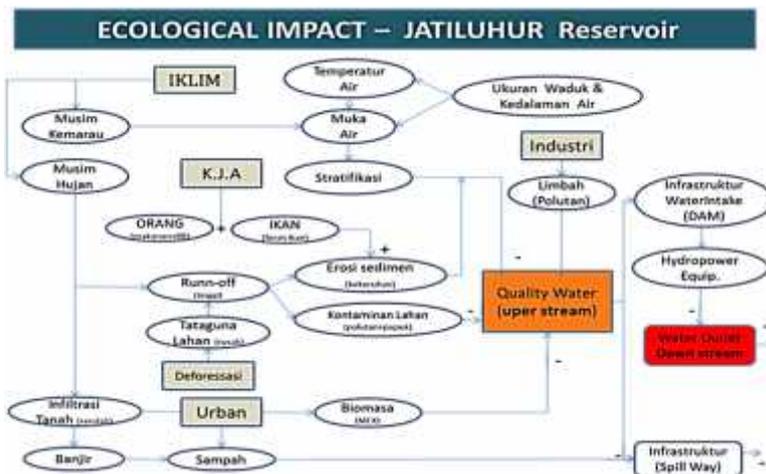
Kualitas air yang sudah tercemar berat berdampak langsung pada bertambahnya anggaran operasional terhadap pemeliharaan infrastruktur dan fisik bangunan waduk setiap tahun. Pengaruh kualitas air yang terus memburuk akibat masalah di hulu Sungai Citarum maupun aktivitas manusia di sekitar atau di Bendungan Jatiluhur, dampaknya tidak dapat dihindarkan dari pihak pengelola karena menjadi pihak yang menerima akibat (Gambar 4). Dampak ekologi yang terjadi sepanjang Daerah

Aliran Sungai (DAS) Citarum pada hulu menjadikan air yang tertampung pada waduk berkualitas buruk atau tercemar dan berakibat pada sifat korosif sehingga merusak turbin pembangkit listrik dan pintu-pintu pengalih air atau *spill way* bahkan juga berakibat terjadinya kerusakan pada dinding-dinding dam (korosi beton) yang secara kebetulan usianya telah mencapai separuh *lifetime*-nya.

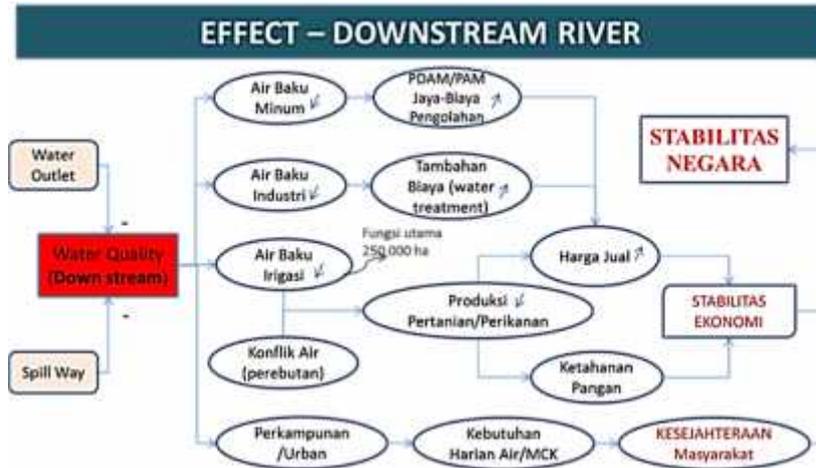
Dampak di hilir terjadi pada pengelolaan air bersih untuk minum (Perusahaan Daerah Minum) Purwakarta dan Bekasi maupun PAM Jaya yang menggunakan air Sungai Citarum sebagai bahan baku utama untuk produksi air bersih. Pengelolaan tersebut harus mengeluarkan dana miliaran rupiah untuk pengadaan alat dan bahan penjernih air dari Waduk Jatiluhur. Buruknya kualitas air Sungai Citarum saat ini menyebabkan PDAM perlu mengeluarkan biaya seperti untuk menjernihkan air dengan bahan kimia atau kombinasi penggunaan beberapa bahan kimia lainnya bahkan penggunaan teknologi yang lebih canggih, yang kesemuanya itu akan memerlukan tambahan biaya produksi yang tidak sedikit dan berujung pada harga jual yang lebih mahal. Demikian halnya dengan perusahaan industri yang menggunakan air Citarum untuk kebutuhan industri dan proses produksi lainnya (Gambar 5). Air Citarum di hilir yang mengalir sebagai saluran irigasi dipakai untuk sektor pertanian maupun perikanan. Kualitas air yang tercemar berat bahan kimia atau logam tertentu dapat menurunkan jumlah hasil panen, air yang tercemar bahan beracun (toksik) tidak dapat dipakai untuk membersihkan hasil panen seperti sayuran atau buah-buahan karena dapat membahayakan yang mengkonsumsinya.

Kandungan ion-ion seperti mangan dalam air juga berbahaya untuk hewan ternak. Hal tersebut bertambah parah pada saat musim kemarau panjang, karena air Sungai Citarum selain tercemar berat juga debit air sungainya berkurang sehingga banyak saluran irigasi di daerah tertentu kering yang berakibat muncul konflik antara petani dan peternak. Untuk pemukiman penduduk di sekitar aliran sungai dan anak sungai/saluran irigasi, kualitas air yang tercemar membuat masyarakat tidak dapat menggunakannya untuk mandi cuci dan kakus serta kebutuhan lainnya. Keresahan masyarakat ini dapat mengganggu tingkat kesejahteraan masyarakat bawah terhadap pelayanan kesehatan. Apabila masalah kesejahteraan terus bergulir dan dampak ekonomi dari harga jual yang terus merangkak naik akibat biaya produksi meningkat pada perusahaan air minum atau industri, seiring dengan semakin menurunnya kualitas air Sungai Citarum, maka hal tersebut menjadi potensi masalah pada kestabilan negara dalam bidang perekonomian.

Dampak strategik pengembangan bisnis kedepan terkait adalah bagaimana PJT-II dalam menyikapi kiriman air dari hulu yang berkualitas buruk/tercemar dan tertampung di *reservoir* untuk dikurangi bahkan dinetralisir guna kepentingan *stakeholders* di hilir. PJT-II juga perlu mengelola dua pihak terkait di hulu dan hilir sungai yang menjadi vektor dari *core business impact* dengan berupaya aktif menerapkan *Law Enforcement* dan terus meningkatkan *government relationship* untuk mengurangnya kontinjensidari timbulnya masalah dikemudian hari melalui pendekatan GBCM dengan membuat model-model mitigasi yang ada.



Gambar 4 Dampak kualitas air terhadap bendungan Jatiluhur



Gambar 5 Dampak terhadap proses bisnis vital (strategis)

## KESIMPULAN

Kualitas air Waduk Jatiluhur khususnya Tarum-Barat sudah tercemar baik dari parameter Fisika, Kimia atau Biologi. Pencemaran tersebut disebabkan oleh tata guna lahan yang buruk atau konversi lahan di hulu, industri, pertanian, sampah, limbah domestik dan aktifitas manusia di waduk (seperti KJA) dan di sekitar waduk.

Status mutu air sudah tergolong tercemar berat (D) di semua titik pengamatan baik di waduk sendiri dan sub-sistem Tarum Barat yang dapat mengancam proses bisnis vital dari PJT II dan mengancam ketersediaan pasokan air baku untuk DKI Jakarta dan sekitarnya (PAM Jaya dan PDAM).

Mutu air yang "Tercemar Berat" tersebut termasuk dalam kategori krisis menuju *disaster* berdasarkan kriteria *Green Business Continuity Management* dapat berdampak terhadap proses bisnis vital atau strategis. Hal tersebut telah mengancam dan berdampak negatif terhadap bisnis vital (*Core Business Process*) khususnya ketersediaan air baku minum (krisis air bersih) dan air irigasi, infrastruktur (bendungan dan pintu-pintu air), dapat mengancam fungsi bendungan sebagai pengendali banjir untuk kabupaten Kerawang dan sekitarnya dan sebagai sumber PLTA, serta mengancam biota air lainnya. Pada akhirnya dapat mengancam stabilitas negara.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad A.B dan Hilda M. 2012. Bahan Beracun Lepas Kendali, Sebuah potret pencemaran Bahan Kimia Berbahaya dan Beracun di Badan sungai serta beberapa titik pembuangan industry tak bertuan. Jawa Barat:Greenpeace Asia Tenggara dan Walhi.

- [BPLHD] Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Jawa Barat. 2010. Buku Status Lingkungan Tahunan (ASER). Jawa Barat: BPLHD.
- [BSi] The British Standards Institution. 2006. Business continuity management-Part 1: Code of Practice.
- [BSi] The British Standards Institution. 2012. Societal security-Business continuity management systems-Ruquirements.
- [BSi] British Standards. 2007. Business Continuity Management-Part 2: Specification (BS 25999-2:2007)
- Chen Gang. 2010. Risk Evaluation of Business Continuity Management by Using Green Technology CETS 113: 86-92.
- Chen Gang. 2012. Decision-Making Model of Business Continuity Management CETS 2(140): 285-289.
- Clescerl L.S, Greenberg A.E, Eaton A.D., 1999. Standard Methods for Examination of Water & Wastewater (20th ed.). Washington: American Public Health Association.
- [COSO]The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. 2004. Enterprise Risk Management-Integrated Framework: Application Techniques.
- Dudgeon D. 2008. Tropical Stream Ecology. Oxford: Elsevier.
- Etty Riani. 2012. Perubahan Iklim dan Kehidupan Biota Akuatik (Dampak pada Bioakumulasi BahanBerbahaya dan Beracun & Reproduksi). Bogor: IPB Press.
- G Alaerts dan Sri Simestri S. 1987. Metode Penelitian Air. Surabaya: Usaha Nasional.

- Hariyadi S, Suryadiputra INN, dan Widigdo B. 1992. *Limnologi: Metode Analisa Kualitas Air*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kannel P.R, Lee S, Lee Y.S, Kanel S.R, Khan S.P., 2007. Application of Water Quality Indexes and Dissolved Oxygen as Indicators for River Water Classification and Urban Impact Assessment. *Journal of Environmental Monitoring Assessment* 132: 93-110.
- Kartamihardja E.S, Krismono. 1996 Pengembangan Teknologi Budidaya Ikan dalam Karamba Jaring Apung (KJA) yang Ramah Lingkungan di Perairan Waduk. *Balitkanwar, Sukamandi*.
- Kartamihardja E. S. 1998. Pengembangan dan Pengelolaan Budidaya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung Ramah Lingkungan di Perairan Waduk dan Danau Serbaguna. *Prosiding simposium perikanan indonesia II:174-182*. Ujung pandang.
- Lumb A, Halliwell D, Sharma T. 2006. Application of CCME Water Quality Index to Monitor Water Quality: A Case of the Mackenzie River Basin Canada. *Environment Monitoring and Assessment* 113: 411-429.
- Meybeck M, Kuusisto E, Mäkelä A, Mälkki. 1996. *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Canada: UNEP/WHO.
- PT Indonesia Power. 2014. Pencemaran Sungai Citarum ancaman terhadap PLTA [diakses tanggal 12 Januari 2016]. Tersedia pada <http://www.antaranews.com> dan <http://article.wn.com>
- Purnomo K, Krismono dan Sarnita A. 1993. *Prosiding Pola Tata ruang Waduk dalam Penyerasian 60 Tata Guna Air Bagi Pengelolaan PerikananJatiluhur*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Rak A. 2013. Water turbidity modelling during water treatment processes using artificial neural networks. *International Journal of Water Sciences*, 2(3): 1-10.
- Riani E, Sudarso Y, Cordova M.R., 2014. Heavy metals effect on unviable larvae of *Dicrotendipes simpsoni* (Diptera: Chironomidae), a case study from Saguling Dam, Indonesia. *AAAL Bioflux* 7 (2): 76-84.
- Saraswati S.P, Sunyoto, Kironot B.A, Hadisusanto S. 2014. Kajian bentuk sensitifitas rumus indeks PI, Storet, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis di Indonesia. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 21 (2): 129-142.
- Sawyer C.N, McCarty P.L., 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*. McGraw Hill Int.
- Shaw G.L., 2006. *Business crisis and continuity management*. The George Washington University: Institute Crisis, Disaster, and Risk Managemet.
- Sukimin S. 1999. Pengelolaan dan Pemanfaatan Perairan Waduk Ir. H. Djuanda untuk Perikanan yang Berwawasan Lingkungan. Di dalam: *Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk*. Prosiding Semiloka Nasional; Bogor, 30 Nov 1999. Bogor. XII-1 – XII-9.
- Supangat A.B, Paimin. 2007. Kajian peran waduk sebagai pengendali kualitas air secara alami. *Jurnal Geografi Universitas Muhammadiyah* 21(2): 123-134.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- The NS Emergency Management Office. 2012. *Business Continuity Management Program Toolkit Version 1.0*.
- T Miyazato, ME Khan. 2004. *Technical Assistance to The Republic Of Indonesia For Preparing The Integrated Citarum Water Resources Management Project*. Asian Development Bank. Southeast Asia Department. TAR:INO 37049 August:1-14
- Webster's Third New International Dictionary. 1986. Merriam-Webster Inc., USA
- Wetzel R.G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystem*. 3rd Ed . San Diego: Academic Pr.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Manajemen PJT II yang memberikan kesempatan meneliti dan memperoleh data yang berkaitan sumber daya air Waduk Jatiluhur, khusus Bapak Al Azhar Zamruddin & Tim serta terima kasih kepada Pengelola Program S3 PSL IPB.