

KEBERADAAN ANILIN DI SUNGAI CITARUM HULU AKIBAT PENGGUNAAN AZO DYES PADA INDUSTRI TEKSTIL

Edward Suhendra¹, Purwanto², dan Edwan Kardena³

¹Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro

²Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro

³Program Studi Teknik Lingkungan, Program Pasca Sarjana Insitut Teknologi Bandung

Email : edsuhendra@gmail.com, p.purwanto@gmail.com, kardena@pusat.itb.ac.id

Abstract

The dyeing and printing processes in textile industry produces wastewater containing residual dyes. The most widely used textile dyes are azo dyes. The textile industry is one of the main industries in West Java province, where one of the textile industry centers is Majalaya textile industry center. Majalaya textile industry center had begun since the 1910s, where in Majalaya subdistrict located the most textile companies which produced textile wastewater. Textile wastewater which contained azo dyes discharged into the Citarum Hulu River directly or after treatment in the Waste Water Treatment Plant (WWTP) owned by the company. One of the product metabolites produced from azo dyes biodegradation by bacteria in anaerobic conditions are various anilines. Several anilines which are persistent, could flow to downstream of Citarum Hulu River. Various anilines, referred to as total anilines, could be analyzed by the colorimetric method using visual spectrophotometer. Total anilines in water samples after biodegradation by anaerobic bacteria was 14.46 mg/l highest. While total aniline in river water samples was 3.58 mg/l highest. And at the downstream of Citarum Hulu River, there was total of aniline 1,825 mg/l highest in the river sediment samples. DO in the river water samples were 4.25 - 7.8 mg/l, while pH of the river water samples were 7.1 - 10.7. The occurrence of total aniline in textile wastewater and river water samples in Citarum Hulu River (Majalaya subdistrict) and in river sediments at the downstream of Citarum Hulu indicated biodegradation of azo dyes from textile wastewater by anaerobic bacteria.

Key words : Citarum Hulu River, textile wastewater, azo dyes, total aniline

1. PENDAHULUAN

Salah satu industri unggulan di provinsi Jawa Barat, Indonesia adalah industri tekstil, yang menempati urutan pertama komoditas ekspor non migas Provinsi Jawa Barat pada tahun 2011 dengan nilai ekspor mencapai USD 6,1 juta atau 26,42% dari total ekspor non migas provinsi Jawa Barat (Kusuma, 2012). Salah satu pusat industri tekstil di Provinsi Jawa Barat adalah di wilayah Bandung (Kemenperin, 2007). Sentra industri tekstil Majalaya merupakan salah satu sentra industri tekstil di wilayah Bandung, di mana Kecamatan Majalaya merupakan bagian dari sentra industri tekstil Majalaya yang paling banyak menghasilkan air limbah. Di Kecamatan Majalaya terdapat sekitar 50 (lima puluh) industri tekstil penghasil air limbah yang

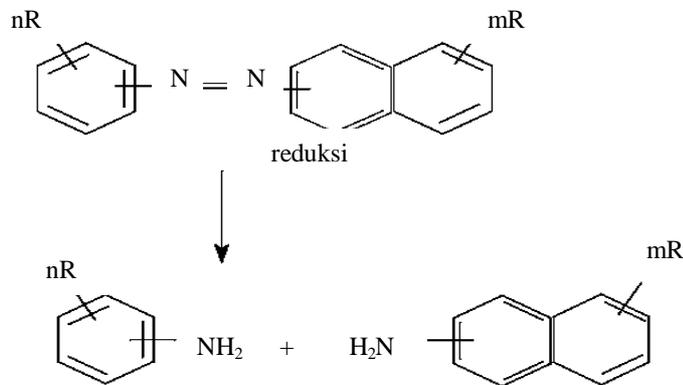
sudah memiliki izin pembuangan air limbah (Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung, 2010).

Air limbah industri tekstil dapat berasal diantaranya dari proses pencelupan dan pencapan (Proud, 1966). Proses tersebut menggunakan zat pewarna tekstil, di mana zat pewarna tekstil yang paling dominan digunakan adalah pewarna azo / *azo dyes* (Chang et al, 2001). *Azo dyes* adalah senyawa aromatik dengan satu atau lebih ikatan azo ($-N=N-$) (Vandevivere et al., 1998). *Azo dyes* dapat mengalami biodegradasi terutama dalam kondisi anaerobik (Syed et al., 2009).

Jika *azo dyes* mengalami biodegradasi secara anaerobik maka akan terbentuk senyawa amina aromatik antara lain adalah berbagai senyawa aminobenzen atau anilin,

dengan reaksi reduksi dari *azo dyes* seperti pada Gambar 1 (Pielesz A. Et al, 2002). Berbagai senyawa anilin (selanjutnya disebut sebagai total anilin) adalah senyawa anilin dan seluruh turunannya (Bollag dan Russell, 1976). Senyawa anilin yang paling sederhana adalah anilin yang memiliki nama lain fenilamin atau aminobenzen merupakan senyawa amina aromatik dengan rumus $C_6H_5NH_2$. Anilin tidak berwarna dan berwujud cair berminyak pada suhu kamar. Anilin terlepas ke lingkungan terutama karena penggunaannya dalam industri pewarna, polimer, pestisida, dan farmasi (U.S. EPA,

1985). Anilin memiliki karakteristik antara lain beracun bila terhirup, beracun jika kena kulit, beracun jika tertelan, menyebabkan kerusakan organ-organ melalui eksposur yang lama atau berulang-ulang, menyebabkan kerusakan mata berat, dapat menyebabkan reaksi alergi pada kulit, dan sangat beracun bagi mahluk hidup perairan (Sigma Aldrich, 2012a). Senyawa turunan anilin antara lain adalah senyawa anilin terhalogenasi, dimana beberapa senyawa anilin terhalogenasi memiliki potensi sifat racun terhadap syaraf (Okazaki et al., 2003).



Sumber : Pielesz et al., 2002

Gambar 1. Reaksi pemisahan *azo dyes* secara reduksi dari *azo dyes* (atas) menjadi amina aromatik, diantaranya berbagai senyawa anilin dan senyawa lain (bawah).

Total anilin dapat menjadi indikasi keberadaan senyawa anilin yang memiliki sifat berbahaya, seperti senyawa kloroanilin. Senyawa kloroanilin seperti 4-kloroanilin jauh lebih berbahaya dibanding anilin karena bersifat karsinogenik (Pinheiro, 2004).

Air limbah industri tekstil di Kecamatan Majalaya yang mengandung *azo dyes* / anilin dibuang ke Sungai Citarum Hulu, baik dengan pengolahan atau tanpa pengolahan terlebih dahulu. Sungai Citarum Hulu adalah bagian sungai Citarum yang melewati DAS Citarum bagian hulu, bersumber dari Gunung Wayang di Desa Cibereum, Kecamatan Kertasari Kabupaten Bandung mengalir hingga ke Waduk

Saguling, Kabupaten Bandung Barat (Puslitbang SDA, 2005). Dengan demikian, timbul potensi keberadaan total anilin di sungai Citarum Hulu akibat penggunaan *azo dyes* oleh industri tekstil.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung dan di daerah hilir daripada Sungai Citarum Hulu sebelum masuk waduk Saguling, terletak di Kabupaten Bandung Barat (selanjutnya disebut ujung Citarum Hulu). Berdasarkan data Badan Pengendalian Lingkungan Hidup (BPLH) Kab. Bandung (2010), di Kecamatan Majalaya yang merupakan

bagian dari sentra industri tekstil Majalaya terdapat sekitar 50 (lima puluh) perusahaan tekstil yang menghasilkan air limbah tekstil. Sentra industri tekstil Majalaya merupakan sentra industri pertama yang dilalui oleh Sungai Citarum Hulu (Pustlitbang SDA, 2005).

Sedangkan ujung Sungai Citarum Hulu merupakan muara dari berbagai air limbah industri, terutama industri tekstil sebelum masuk ke Waduk Saguling. Air Waduk Saguling digunakan menjadi sumber air baku bagi PDAM Kota Bandung (Bukit, 2002). Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

2.2 Waktu Penelitian

Waktu sampling dilakukan pada siang hari di bulan September 2013 yaitu pada musim kemarau, sesuai keterangan Kepala Bidang Peringatan Dini Cuaca Ekstrem BMKG bahwa puncak musim kemarau di Indonesia termasuk pulau Jawa tahun 2013 akan jatuh di bulan September (Utomo, 2013).

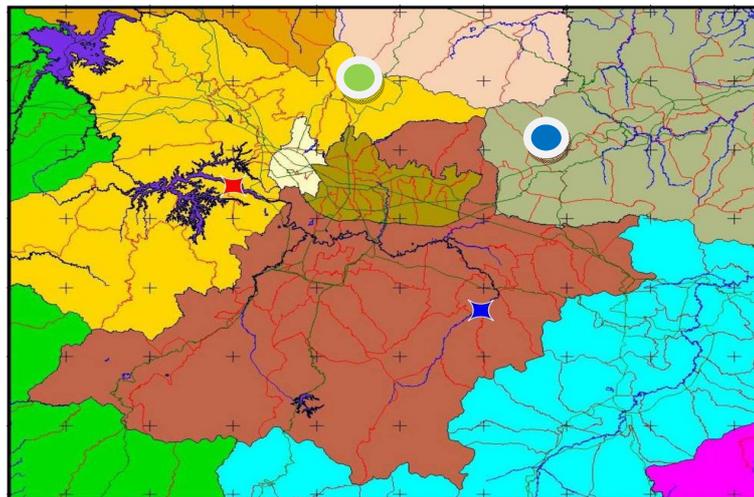
2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder dan

data primer. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti hasil penelitian terdahulu, hasil studi pustaka, laporan serta dokumen dari berbagai instansi yang berhubungan dengan topik yang dikaji. Sedangkan data primer yang berupa hasil analisis konsentrasi total anilin pada sampel air limbah industri tekstil, hasil analisis pH, DO, dan konsentrasi total anilin pada sampel air sungai, serta hasil analisis konsentrasi total anilin pada supernatan dari endapan sungai.

2.4 Sampling

Pada sampling industri tekstil, populasi adalah seluruh industri tekstil yang beroperasi di Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung, dan sudah memiliki izin pembuangan air limbah. Ukuran sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Slovin, sedangkan teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*. Populasi yang diteliti adalah seluruh industri tekstil yang beroperasi di Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung, telah memiliki izin pembuangan air limbah, dengan jumlah seluruhnya 54 (lima puluh empat) perusahaan tekstil (BPLH Kab. Bandung, 2010).



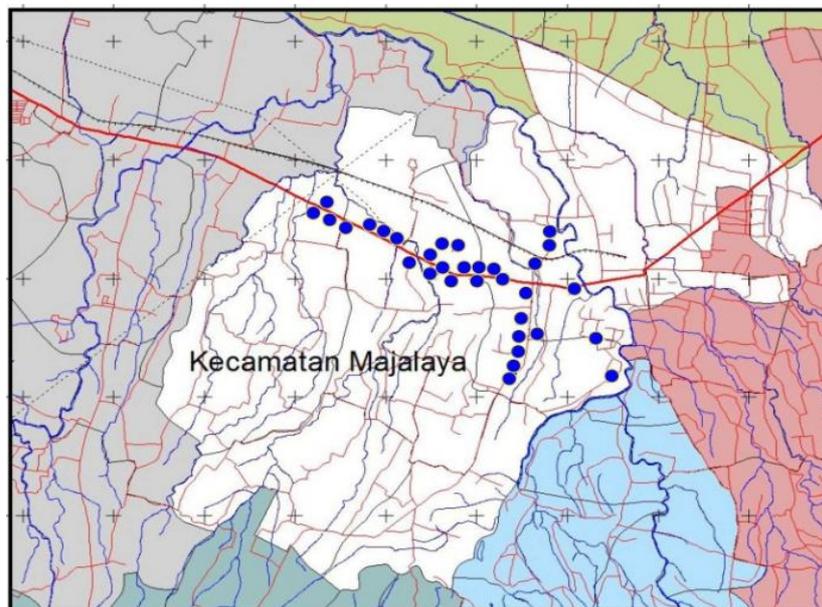
Sumber : Bappeda Provinsi Jawa Barat, 2012

Gambar 2. Peta lokasi penelitian : ● Kec. Majalaya, dan ● Ujung S. Citarum Hulu

Ukuran sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Slovin : $n = N / (1 + (N \times e^2))$, di mana n = ukuran sampel, N = jumlah populasi yaitu 54 perusahaan tekstil, dan e = persentase kelonggaran ketidakterikatan karena kesalahan pengambilan sampel yang masih diinginkan; dalam hal ini diambil 1,3 %. Sehingga didapatkan ukuran sampel $n = 32$ buah. Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*, dimulai dari perusahaan tekstil dengan debit izin pembuangan air limbah terbesar yang bersedia memberikan sampel air limbah tekstilnya untuk diteliti. Peta sampling industri tekstil di Kecamatan Majalaya dapat dilihat pada Gambar 3. Sampling air limbah tekstil yang belum diolah (influen), diambil sesuai prosedur pengambilan contoh air limbah untuk senyawa aromatik berdasarkan SNI no. 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah - Bagian 59 : Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Pada sampling air sungai,

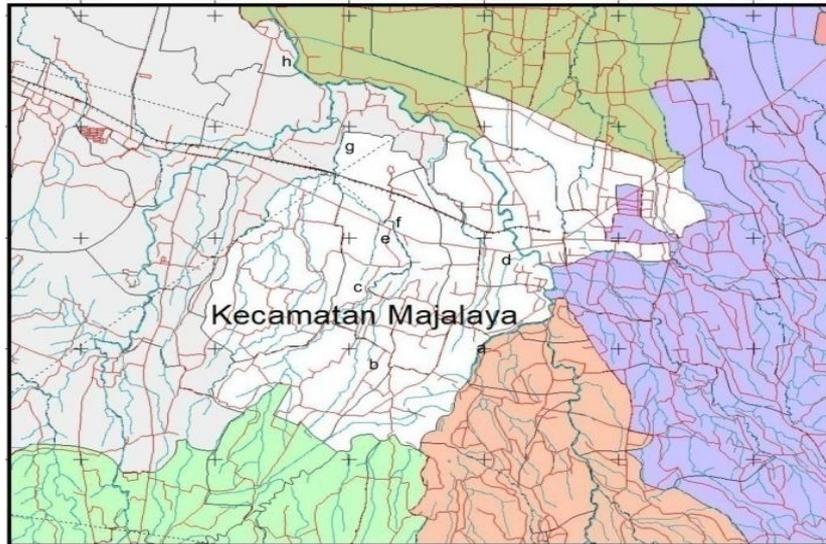
penentuan titik sampling mengacu ke titik pantau BPLH Kab. Bandung (2012) dan berdasarkan prinsip pemilihan lokasi sampling seperti yang tercantum pada SNI 03-7016-2004 tentang Tata Cara Pengambilan Contoh dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai. Peta sampling sungai Citarum Hulu di Kecamatan Majalaya dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengambilan sampel air sungai dilakukan dengan mengacu kepada SNI no. 6989.57:2008 tentang Air dan Air Limbah - Bagian 57 : Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Analisis pH dan DO langsung dilakukan di lapangan. Analisis pH dilakukan dengan mengacu kepada SNI 06-1140-1989 dengan menggunakan pH meter Lutron YK-2005WA. Sedangkan analisis DO dilakukan secara yodometri berdasarkan SNI 06-6989.14-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut secara Yodometri.



Sumber : Bapedda Kab. Bandung, 2012

Gambar 3. Peta Sampling Industri Tekstil (● Perusahaan Tekstil)



Sumber : Bapedda Kab. Bandung, 2012

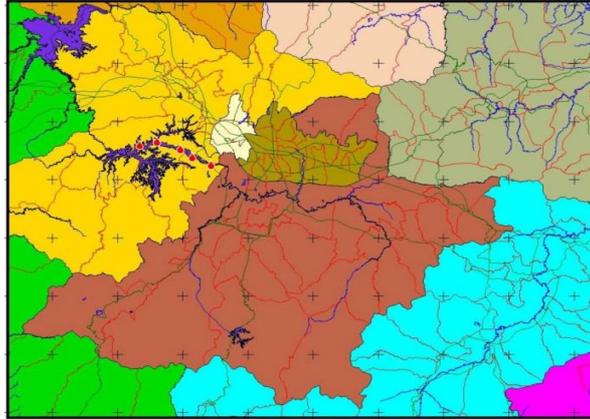
Gambar 4. Peta Sampling Sungai di Kec. Majalaya (Titik sampling : a, b, c, d, e, f, g, dan h)

Di ujung S. Citarum Hulu sebelum masuk ke waduk Saguling, selain dilakukan sampling air sungai juga dilakukan sampling endapan sungai. Peta sampling air sungai dan endapan/sedimen sungai di ujung S. Citarum Hulu sebelum masuk ke waduk Saguling dapat dilihat pada Gambar 5. Sampel endapan/sedimen sungai kemudian akan dipisahkan supernatannya, dan dilakukan analisis total anilin. Pada sampling endapan sungai, teknik pengambilan sampling yang digunakan adalah metode Ekman Bottom Grab Samplers (British Columbia, 1997).

2.5 Tahap Preparasi dan Analisis Sampel

Sampel influen air limbah tekstil mengalami perlakuan terlebih dahulu agar terjadi biodegradasi *azo dyes* secara anaerobik, yaitu sebesar 300 ml sampel influen air limbah tekstil dimasukkan ke wadah berupa botol berkapasitas 600 ml, lalu dimasukkan 100 ml biomassa terdiri dari bakteri anaerob dan bakteri fakultatif,

yang diambil dari *sludge* / lumpur hasil proses pengendapan di IPAL Terpadu Cisirung PT. Damba Intra, Kabupaten Bandung yaitu perusahaan jasa pengolahan air limbah industri – industri yang berada di wilayah Bandung Selatan di mana 79% pelanggannya adalah industri tekstil, dan sistem pengolahan air limbah adalah secara kimia maupun biologi (Damba Intra PT., 2010). Kemudian dimasukkan 200 ml air limbah tahu yang berasal dari industri pengolahan tahu di Kecamatan Cangkuang, Kab. Bandung berfungsi sebagai sumber nutrisi karbon (C), nitrogen (N) dan fosfor (P). Lalu wadah berupa botol ditutup rapat dan dibiarkan selama 3 (tiga) hari. diambil dari. Selanjutnya dilakukan pengamatan secara visual untuk menentukan sampel yang mengalami penurunan warna secara signifikan. Sampel tersebut kemudian disaring dengan kertas saring Whatman Glass Microfiber Filter 934-AH untuk kemudian dilakukan analisis konsentrasi total anilin.



Sumber : Bappeda Provinsi Jabar, 2012

Gambar 5. Peta sampling ujung Sungai Citarum Hulu (● Lokasi sampling)

Konsentrasi total anilin diukur dengan metoda kolorimetri dari Bollag and Russel (1976). Reagen dibuat dengan melarutkan 1 gram PDAB ke dalam 30 ml etanol, kemudian ditambahkan 30 ml HCl dan 180 ml n-butanol. Sampel sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung yang berisi 3 ml asam asetat glasial dan 0,5 ml reagen. Setelah dikocok, 30 menit kemudian warna kuning yang terbentuk dilakukan analisis *transmittant* (T) dengan spektrofotometer visual merk Thermo Scientific Spectronic 20+ pada panjang gelombang 450 nm, kemudian dilakukan penghitungan *absorbance* (A) dengan rumus $A = 2 - \log T$. Untuk mengetahui besarnya konsentrasi anilin, maka dibuat kurva kalibrasi dengan standar anilin pada berbagai konsentrasi. Sedangkan sampel air sungai yang tidak mengalami perlakuan terlebih dahulu, langsung disaring dengan kertas saring Whatman Glass Microfiber Filter 934-AH dan dilakukan analisis total anilin. Pada sampel endapan/lumpur sungai dilakukan pemisahan supernatan dengan padatan dengan metoda sentrifugasi menggunakan alat Hettich Zentrifugen pada 6000 rpm selama 10 menit, setelah itu supernatan disaring dengan kertas saring Whatman Glass Microfiber Filter 934-AH, dan dilakukan analisis total anilin.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Industri Tekstil di Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung

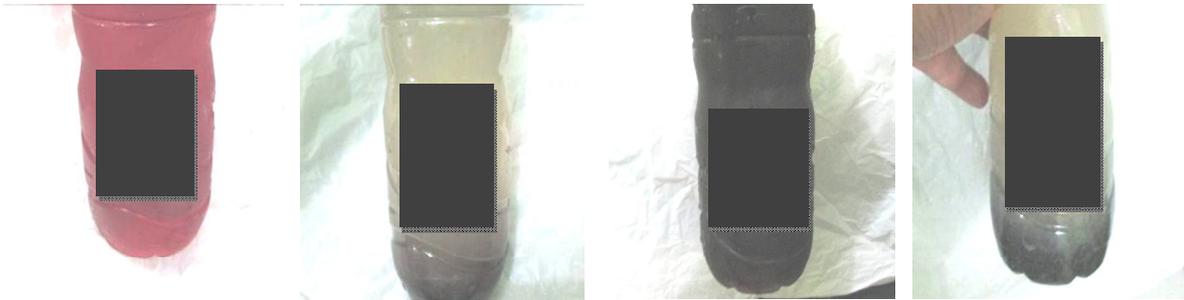
Sampel influen air limbah tekstil mengalami perlakuan terlebih dahulu agar terjadi biodegradasi *azo dyes* secara anaerobik. Biodegradasi *azo dyes* dapat lebih mudah dilakukan secara anaerobik, salah satunya karena *azo dyes* umumnya dirancang untuk tahan terhadap biodegradasi pada kondisi aerobik (Öztürk & Abd 31 2006; Kusic et al., 2011).

Selain itu, biodegradasi secara anaerobik dapat menghasilkan senyawa amina aromatik, diantaranya senyawa anilin (Pielesz et al, 2002). Beberapa bakteri dapat melakukan dekolonisasi (penghilangan warna) dari *azo dyes* yaitu pemisahan ikatan azo ($-N=N-$) dalam kondisi anaerobik, diantaranya adalah *Bacteroides sp.*, *Eubacterium sp.*, *Clostridium sp.*, *Proteus vulgaris*, dan *Streptococcus faecalis* (Bragger et al., 1997; Rafii et al., 1990). Setelah 3 hari, maka dilakukan pengamatan secara visual untuk menentukan sampel yang mengalami penurunan warna secara signifikan. Pengamatan visual terhadap penurunan warna *azo dyes* secara signifikan / penghilangan warna akibat aktivitas bakteri pernah dilakukan oleh Syed et al.(2009).

Dari total 32 buah sampel, hampir semua sampel positif mengalami penurunan warna secara signifikan (contoh seperti pada gambar 6), kecuali ada 2 buah sampel yang

negatif. Selanjutnya, pada sampel yang positif mengalami penurunan warna secara signifikan kemudian dilakukan analisis

konsentrasi total anilin. Hasil analisis total anilin dari air limbah tekstil dapat dilihat pada Tabel 1.



Sampel A (sebelum) Sampel A (sesudah) Sampel B (sebelum) Sampel B (sesudah)

Sumber : Hasil Biodegradasi Anaerobik Influen Air Limbah Tekstil oleh Bakteri, 2013

Gambar 6. Warna sampel air limbah tekstil : sebelum dan sesudah mengalami perlakuan

Tabel 1. Hasil Analisis Total Anilin pada Sampel Air Limbah Tekstil

No	Perusahaan	Konsentrasi Anilin (mg/l)	No	Perusahaan	Konsentrasi Anilin (mg/l)
1	A	7,80	17	Q	N
2	B	2,85	18	R	14,46
3	C	3,12	19	S	3,03
4	D	1,66	20	T	4,75
5	E	N	21	U	2,85
6	F	8,44	22	V	2,76
7	G	3,30	23	W	3,67
8	H	3,77	24	X	3,12
9	I	4,15	25	Y	7,42
10	J	4,15	26	Z	9,83
11	K	5,05	27	AA	8,58
12	L	3,03	28	BB	2,59
13	M	4,35	29	CC	2,85
14	N	1,83	30	DD	5,58
15	O	2,41	31	EE	4,55
16	P	11,70	32	FF	7,92

Sumber : Hasil Analisis Total Anilin dengan metode kolorimetri, 2013

Ket : N adalah sampel yang tidak dapat dilakukan analisis konsentrasi total anilin karena tidak mengalami penurunan warna secara signifikan.

Dari tabel 1 terlihat bahwa seluruh sampel yang positif mengalami penurunan warna secara signifikan memiliki kandungan total anilin. Total anilin pada sampel yang dapat diukur, bervariasi mulai dari tertinggi yaitu 14,46 mg/l dan terendah adalah 1,66

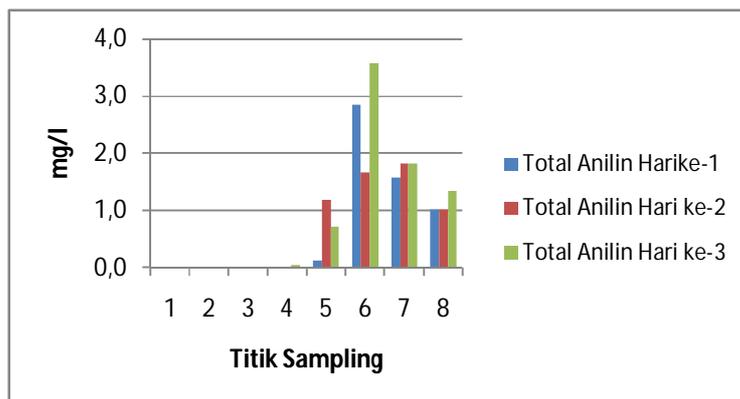
mg/l. Mayoritas sampel yaitu sebanyak 22 buah (73,33%) mengandung total anilin < 6 mg/l, meskipun demikian sebagian kecil sampel yaitu 5 buah (16,67%) memiliki total anilin > 8 mg/l.

Rentang total anilin yang cukup tinggi (1 ppm s/d 15 ppm) pada sampel menunjukkan bahwa berbagai senyawa anilin dapat terbentuk akibat biodegradasi *azo dyes* yang terkandung dalam air limbah tekstil secara anaerobik. Total anilin tidak tercantum di baku mutu efluen air limbah tekstil pada Peraturan Gubernur Jabar no. 6 tahun 1999 tentang Baku Mutu Industri di Jawa Barat. Keberadaan berbagai senyawa anilin pada air limbah tekstil berwarna azo yang sudah mengalami perlakuan biodegradasi secara anaerobik dapat menjadi indikasi keberadaan senyawa anilin yang lebih toksik dan berbahaya, seperti kloroanilin.

3.2 Sungai Citarum di Wilayah Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung

Potensi keberadaan anilin Sungai Citarum Hulu di Kecamatan Majalaya terutama berasal dari air limbah industri tekstil yang mengandung *azo dyes*, karena jumlah industri tekstil yang memiliki izin pembuangan air limbah mencapai 54 perusahaan (BPLH, 2010). Sampling air sungai dilakukan di 8 (delapan) titik sampling di Kecamatan Majalaya sebanyak 3 kali selama 3 hari berturut-turut. Cabang sungai Citarum Hulu yang menjadi tempat pembuangan air limbah dari industri tekstil

di Kecamatan Majalaya, selain sungai utama Citarum Hulu adalah anak sungai Citarum Hulu yaitu sungai Cikacembang dan sungai Cipadaulun, serta saluran Sasak Benjol. Ketiga cabang sungai tadi mengalir melalui kawasan industri tekstil, di mana saluran Sasak Benjol langsung bermuara di Sungai Citarum Hulu, sedangkan sungai Cikacembang bertemu dahulu dengan sungai Cipadaulun sebelum bermuara ke sungai Citarum Hulu. Di bagian hulu terdapat 3 titik sampling yaitu Citarum Majalaya Hulu (1), Cikacembang Hulu (2), dan Cipadaulun Hulu (3), sedangkan sisanya yaitu 5 titik sampling berada di bagian hilir yaitu Sasak Benjol Hilir (4), Cipadaulun Hilir (5), Cikacembang Hilir (6), Cikacembang setelah bersatu dengan Cipadaulun (7), dan Citarum Majalaya hilir (8). Hasil analisis total anilin dari air sungai Citarum (Majalaya) ditampilkan pada Gambar 7. Total anilin tertinggi terdapat pada titik sampling 6 hari ke-3 yaitu sebesar 3,579 mg/l dan hari ke-1 yaitu sebesar 2,851 mg/l tetapi di sebelah hilirnya yaitu titik sampling 7 total anilin lebih rendah 1,825 mg/l hari ke -3 dan 1,58 mg/l pada hari ke-3. Di sebelah hulu dari 3 hari sampling, yaitu titik sampling 1, 2, dan 3 tidak terdeteksi adanya konsentrasi anilin, hal ini disebabkan karena daerah hulu tidak terdapat area industri yang berpotensi membuang air limbah.



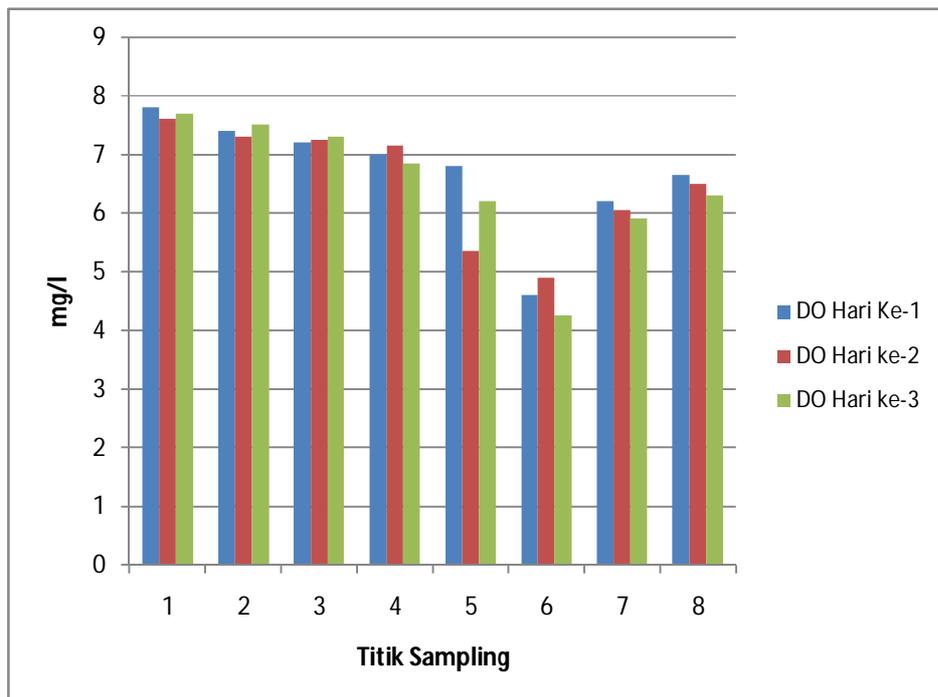
Sumber : Hasil Analisis Total Anilin Air Sungai Citarum (Kec. Majalaya), 2013

Ket. : Total Anilin pada titik sampling 1,2,3, dan 4 adalah nihil, kecuali pada titik sampling 4 hari ke-3 terdapat total anilin dalam jumlah sangat kecil

Gambar 7. Hasil Analisis Total Anilin di S. Citarum (Majalaya) pada hari ke-1 s/d hari ke-3

Penelitian tentang analisis senyawa anilin dan kloroanilin di sungai sebelumnya dilakukan oleh Bornick et al., 2001 dengan melakukan simulasi biodegradasi amina aromatik termasuk anilin dan kloroanilin dalam dasar endapan/sedimen sungai Elbe, Jerman. Sebagian senyawa anilin seperti anilin tidak memiliki baku mutu air permukaan, tetapi sebagian lagi seperti kloroanilin memiliki baku mutu air permukaan. Namun baku mutu total berbagai senyawa anilin untuk air permukaan belum ada. Anilin bersifat tidak persisten, tetapi kloroanilin bersifat persisten (Sigma Aldrich, 2012b), sehingga dengan adanya *self purification* di sungai (Peavy et al., 1985), maka senyawa anilin yg tidak persisten akan cepat terurai, tapi yang persisten sangat sulit terurai, sehingga akan tetap ada senyawa anilin yang persisten bahkan setelah mengalir jauh ke hilir. Hasil

analisis pada puncak musim kemarau artinya konsentrasi yang didapat adalah konsentrasi maksimum karena pada musim kemarau terjadi debit minimum pada sungai, sehingga air sungai lebih pekat dan dengan debit yang relatif kecil maka kemungkinan terjadinya biodegradasi anaerobik meningkat. Hasil analisis DO dari air sungai Citarum (Majalaya) ditampilkan pada Gambar 8. BOD dan COD dari influen air limbah tekstil di Kecamatan Majalaya umumnya tinggi jauh melampaui baku mutu (BPLH Kab. Bandung, 2010). Hal ini menyebabkan jika air limbah tekstil dibuang ke sungai tanpa diolah, maka terjadi biodegradasi zat organik yang memakai DO di air sungai. Hal ini akan menyebabkan penurunan DO di sungai, terutama pada lokasi di mana banyak dibuang air limbah tekstil (Peavy, 1985).

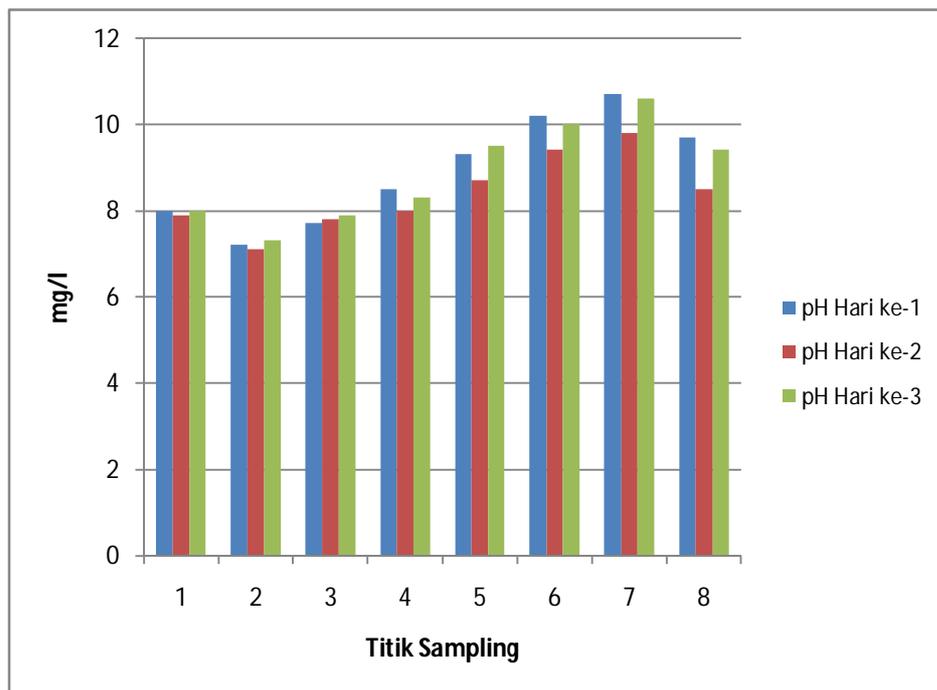


Sumber : Hasil Analisis DO Air Sungai Citarum (Kec. Majalaya), 2013

Gambar 8. Hasil Analisis DO di S. Citarum (Majalaya) Hari Ke-1 s/d hari ke-3

Dari hasil analisis DO pada gambar 8, pada seluruh titik sampling besar DO masih memenuhi baku mutu sungai yaitu $DO > 3$ mg/l, namun pada titik sampling 6 mendekati batas baku mutu (paling rendah 4,25 mg/l), hal ini dapat disebabkan karena titik sampling 6 merupakan hilir S. Cikacembang di mana dibuang air limbah tekstil dari 23 perusahaan (BPLH, 2010). Pada musim kemarau debit lebih kecil, aerasi lebih kecil, DO makin kecil. Dapat dilakukan penelitian dalam kondisi musim penghujan untuk mengetahui apakah pada kondisi di mana terjadi debit maksimal besar DO akan meningkat. Hasil analisis pH dari air sungai Citarum (Majalaya) ditampilkan pada Gambar 9. Dari hasil analisis pH pada gambar 9, pH umumnya cenderung basa yaitu > 8 . Besar pH berkisar dari paling rendah yaitu 7,1 pada titik sampling 2 hari ke-2 dan paling tinggi yaitu 10,7

pada titik sampling 7 hari ke-1. Hasil ini diperkuat oleh hasil analisis pH di S. Citarum Hulu Kec. Majalaya oleh BPLH Kab. Bandung (2010), di mana pH minimum adalah 7,15, sedangkan di titik sampling Cikacembang Hilir dan Cikacembang setelah bersatu dengan Cipadaulun $pH > 10$. Besar pH yang cenderung agak basa menunjukkan indikasi pembuangan air limbah tekstil tanpa diolah karena dari data BPLH Kab. Bandung kisaran pH air limbah tekstil yang belum diolah adalah 11 - 13 mg/l (BPLH Kab. Bandung, 2010). Pada musim kemarau DO akan cenderung lebih kecil, sehingga potensi biodegradasi anaerobik semakin tinggi. Hal ini berpotensi dihasilkannya asam, yang akan menurunkan pH. Sehingga pada musim hujan, pH kemungkinan akan lebih tinggi dari musim kemarau.



Sumber : Hasil Analisis pH Air Sungai Citarum (Kec. Majalaya), 2013

Gambar 9. Hasil Analisis pH di S. Citarum (Majalaya) hari ke-1 s/d Hari Ke-3

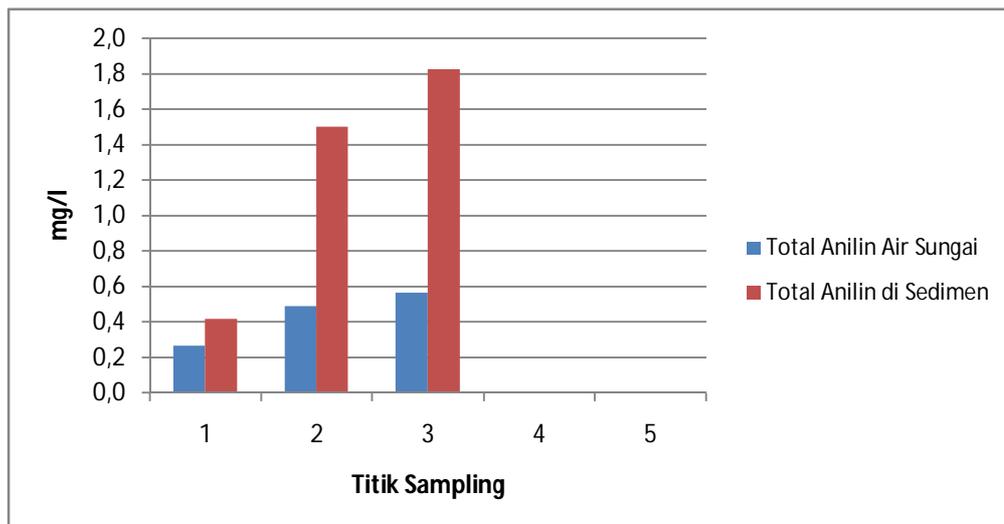
3.3 Ujung Sungai Citarum Hulu (sebelum masuk ke Waduk Saguling)

Sampling air sungai dilakukan di 5 (lima) titik sampling di ujung Sungai Citarum Hulu sebelum masuk waduk Saguling, sebanyak satu kali selama satu hari. Selain itu dilakukan sampling sedimen sungai, untuk mengetahui total anilin yang terdapat pada sedimen sungai. Hasil analisis total anilin di ujung Sungai Citarum Hulu (sebelum masuk ke Waduk Saguling) ditampilkan pada Gambar 10. Di ujung S. Citarum Hulu, konsentrasi anilin di air sungai relatif kecil. Sedangkan pada sedimen sungai di titik sampling 1 relatif kecil, sedangkan di titik sampling 2 dan 3 cukup tinggi, tetapi pada titik sampling 4 dan 5 tidak terdeteksi keberadaan total anilin. Hal ini disebabkan titik 2 dan 3 merupakan area pertama / awal di mana endapan sungai terbentuk secara masif karena arus sungai yang lebih lambat

Hasil analisis pH dan DO di ujung Sungai Citarum Hulu (sebelum masuk ke Waduk Saguling) ditampilkan pada Gambar 11. DO air sungai di lokasi sampling relatif cukup tinggi berkisar 6-8 mg/l. Hal ini dapat disebabkan sumber pencemar seperti air limbah industri / domestik dibuang cukup jauh di sebelah hulu, sehingga sudah terjadi self purification dalam perjalanannya, mengakibatkan COD dan BOD air sungai

dibandingkan dengan titik 1 di mana arus sungai cukup deras, sehingga potensi terperangkapnya pewarna azo dan berbagai senyawa anilin relatif besar. Biodegradasi anaerobik di perairan umumnya terjadi di endapan/sedimen sungai (Bornick et al., 2001). Lebih besarnya total anilin yang terdapat pada sedimen di ujung Sungai Citarum Hulu dibandingkan total anilin pada air sungainya memberikan indikasi pada daerah hilir sungai, anilin yang terbawa aliran air sungai dapat terperangkap pada endapan lumpur yang terbentuk atau terjadinya biodegradasi anaerobik dari pewarna azo yang terperangkap pada endapan lumpur sehingga terbentuklah berbagai senyawa anilin. Selain itu, sedimen sungai sebagian sangat mungkin berasal dari *sludge* pengolahan air limbah tekstil (Kabir et al., 2011), di mana *sludge* tersebut berpotensi tinggi mengandung *azo dyes* ataupun berbagai senyawa anilin.

ketika sampai di lokasi sampling sudah berkurang. Besaran pH air sungai pun memenuhi baku mutu yaitu berkisar 7-8 mg/l, hal ini pun dapat disebabkan sumber pencemar seperti air limbah tekstil yang mengandung pH tinggi berada cukup jauh di sebelah hulu, sehingga pH sudah agak menurun ketika air sungai tiba di lokasi sampling.



Sumber : Hasil Analisis Total Anilin Air Sungai dan Sedimen Ujung Citarum Hulu, 2013

Gambar 10. Hasil Analisis Total Anilin di Ujung Sungai Citarum Hulu

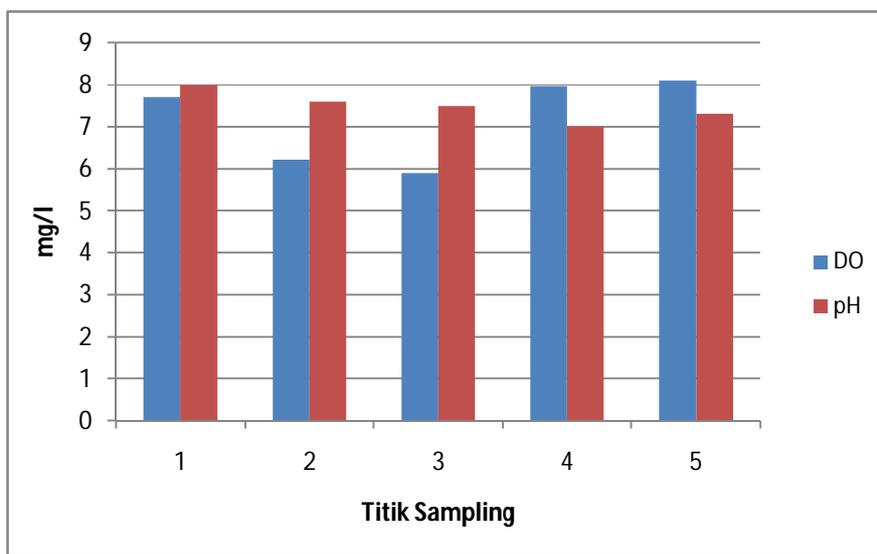
4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Keberadaan total anilin dalam sampel industri tekstil merupakan indikasi terbentuknya berbagai senyawa anilin akibat biodegradasi *azo dyes* yang terkandung dalam air limbah tekstil secara anaerobik. Dari hasil sampling air sungai, terlihat semakin kecil DO, maka konsentrasi total anilin semakin tinggi. Pada endapan sungai di ujung sungai Citarum Hulu terdapat total anilin yang lebih tinggi dari air sungai. Hal

ini menjadi indikasi bahwa berbagai senyawa anilin yang terbawa aliran air sungai dapat terperangkap pada endapan lumpur, dan dapat terjadi biodegradasi anaerobik dari pewarna azo yang terperangkap pada endapan lumpur sehingga terbentuk berbagai senyawa anilin.

Ditambah lagi sebagian endapan/lumpur sungai sangat mungkin berasal dari sludge pengolahan air limbah tekstil, di mana sludge tersebut berpotensi tinggi mengandung *azo dyes*.



Sumber : Hasil Analisis DO dan pH air sungai di Ujung Citarum Hulu, 2013

Gambar 11. Hasil Analisis pH dan DO di ujung Sungai Citarum Hulu

4.2 SARAN

Metode analisis total anilin yang lebih baik, terutama dari segi limit deteksi dapat dilakukan. Selain itu, dapat dilakukan metoda pengambilan sedimen yang berada pada lokasi lebih dalam/dasar, untuk mengetahui keberadaan berbagai senyawa anilin jika pada permukaan sedimen tidak terdeteksi. Penelitian dalam kondisi musim penghujan dapat dilakukan untuk mengetahui keberadaan berbagai senyawa anilin, pH, dan DO pada kondisi sungai di mana terjadi debit maksimum.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Bollag, Jean-Marc and Stefan Russel. 1976. *Aerobic versus Anaerobic Metabolism of Halogenated Aniline by a Paracoccus sp.* Laboratory of Soil Microbiology, Department of Agronomi, the Pennsylvania State University
- Boernick H., P. Eppinger, T. Grischek, dan E. Worch. 2001. *Simulation of biological degradation of aromatic amines in river bed sediments.* Wat. Res. Vol. 35, No. 3, pp. 619±624, 2001

- BPLH Kab. Bandung. 2010. Profil Pengendalian Pencemaran Air dan Udara Sumber Manufaktur, Prasarana, dan Jasa Kabupaten Bandung
- Bragger, J.L., A.W. Lloyd, S.H. Soozandehfar, S.F. Bloomfield, C. Marriot and G.P. Martin. 1997. *Investigations into the azo reducing activity of a common colonic microorganism*. Inter. J. Pharm., 157, 61-71 (1997)
- British Columbia, Province. 1997. *Methods for Aquatic Data Collection in British Columbia: A Catalogue*. British Columbia : Resources Inventory Committee
- Damba Intra, PT. 2010. *Dokumen pengelolaan lingkungan hidup kegiatan instalasi pengolahan air limbah terpadu Cisirung PT. Damba Intra*. BPLH Kab. Bandung
- Kabir Mahmudul, Masafumi Suzuki and Noboru Yoshimura. 2011. *Excess Sludge Reduction in Waste Water Treatment Plants*. Japan : Akita University
- Kemenperin RI. 2007. *Industri di Provinsi Jawa Barat*. www.kemenperin.go.id, diakses tgl. 6 Oktober 2013
- Kusic, H.; Juretic, D.; Koprivanac, N.; Marin, V.; Božić, A.L. (2011). *Photooxidation processes for an azo dye in aqueous media: Modeling of degradation kinetic and ecological parameters evaluation*. Journal of Hazardous Materials, Vol. 185, No. 2-3, pp. 1558– 1568, ISSN 0304-3894
- Kusuma, Widi. 2012. *Industri tekstil jadi potensi unggulan ekspor Jabar*. Bandung : Harian Pikiran Rakyat. <http://www.pikiran-rakyat.com>, diakses tgl. 5 Oktober 2013
- Bukit, Nana Terangna dan Iskandar A. Yusuf. 2002. *Beban Pencemaran Limbah Industri dan Status Kualitas Air Sungai Citarum*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3, No. 2 : 98-106
- Chang, J.S., Chien Chou, C, Yu-Chih Lin, Y.C., Ping-Jei Lin, P.J., Jin-Yen Ho, J.Y. & Hu, T.L. 2001. *Kinetic characteristics of bacterial azo-dye decolorization by Pseudomonas luteola*. Water Research, Vol. 35, No. 12, pp. 2841–2850
- Okazaki Y, Yamashita K, Ishii H, Sudo M, Tsuchitani M. 2003. *Potential of neurotoxicity after a single oral dose of 4-bromo-, 4-chloro-, 4-fluoro- or 4-iodoaniline in rats*. J Appl Toxicol. 2003 Sep-Oct;23(5):315-22
- Öztürk, A.; Abdullah, M.I. 2006. *Toxicological effect of indole and its azo dye derivatives on some microorganisms under aerobic conditions*. Science of the Total Environment, Vol. 358, No. 1-3, pp. 137-142, ISSN 0048-9697
- Peavy Howard S., Donald R. Rowe, George Tchobanoglous. 1985. *Environmental Engineering*. Singapore : McGraw-Hill
- Pielesz A., I. Baranowska, A. Rybak, and A. W"ochowicz. 2002. *Detection and determination of aromatic amines as products of reductive splitting from selected azo dyes*. Ecotoxicology and Environmental Safety 53, 42-47
- Pinheiro H.M., E. Touraud, O. Thomas. 2004. *Aromatic amines from azo dye reduction: status review with emphasis on direct UV spectrophotometric detection in textile*

- industry wastewaters. Dyes and Pigments* 61 (2004) 121–139
- Proud M., 1966. *Textille Printing and Dyeing*. London : B.T. Batsford Ltd
- Puslitbang Sumber Daya Air, Balai Lingkungan Keairan. 2005. *Status mutu air (Studi Kasus Sungai Citarum)*
- Rafii, F., W. Franklin and C.E. Cerniglia. 1990. *Azoreductase activity of anaerobic bacteria isolated from human intestinal microflora*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56, 2146-2151 (1990)
- Sigma Aldrich. 2012a. *Material Safety Data Sheet : Aniline*
- Sigma Aldrich. 2012b. *Material Safety Data Sheet : 2-Chloroaniline, 3-Chloroaniline, 4-Chloroaniline*
- Syed M.A., H.K. Sim, A. Khalid and M.Y. Shukor. 2009. *A simple method to screen for azo-dye-degrading bacteria*. *J. Environ. Biol.* 89-92 (2009)
- U.S. EPA. 1985. *Health and environmental effects profile for aniline*.
- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response Washington, D.C., Environmental Criteria and Assessment Office, Cincinnati.
- Utomo, Yunanti Wiji. 2013. *Puncak musim kemarau di Indonesia*. Jakarta : Harian Kompas. www.kompas.com, diakses 7 Oktober 2013
- Vandevivere, P.C., Bianchi, R., Verstraete, W. 1998. *Treatment and reuse of wastewater from the textile wet-processing industry: review of emerging technologies*. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 72, 289–30