

Studi Kualitas Air Sungai Ciliwung Berdasarkan Bakteri Indikator Pencemaran Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung 2015

¹Riris L. Puspitasari, ²Dewi Elfidasari, ³Resti Aulunia, ⁴Farida Ariani

^{1,2,3,4}Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia, Komplek Masjid Agung Al Azhar Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110

Penulis untuk Korespondensi/Email: riris.lindiawati@uai.ac.id dan d_elfidasari@uai.ac.id

Abstrak - Kegiatan Bersih Ciliwung dilaksanakan untuk menanggulangi dan mengurangi pencemaran Sungai Ciliwung, kegiatan tersebut dilaksanakan sejak bulan Oktober 2014. Kondisi Sungai Ciliwung saat ini menunjukkan kondisi yang lebih baik, sehingga perlu dilakukannya studi lebih lanjut mengenai bakteri indikator pencemaran air Sungai Ciliwung dan resistensinya terhadap antibiotik yang dapat memberikan dampak secara langsung atau tidak langsung kepada penduduk yang tinggal di daerah aliran sungai (DAS). Pengujian terhadap kualitas air sungai Ciliwung berdasarkan faktor fisika dan kimianya serta keberadaan bakteri indikator pencemar terutama coliform masih perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air sungai Ciliwung berdasarkan faktor fisika, kimia, dan menentukan faktor biologi indikator pencemaran. Sampel air Ciliwung didapat dari titik di sekitar Rindam Jaya. Waktu pengambilan adalah pagi hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sungai Ciliwung tergolong sungai yang tercemar. Hal tersebut ditandai dengan rendahnya nilai oksigen terlarut dan tingginya nilai total padatan. Perbedaan suhu air sungai disebabkan oleh faktor aktivitas manusia dengan membuang sampah ke sungai sehingga proses penyerapan panas matahari berbeda-beda. Secara biologi, kualitas air sungai ciliwung menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri *coliform* yang ditandai dengan nilai MPN/100 ml sebanyak ≤ 1100 yang tergolong tinggi bila dibandingkan dengan standar *coliform* air minum.

Kata Kunci – Sungai Ciliwung, Kualitas Air, *coliform*

Abstract - Ciliwung Clean Activities is carried out to tackle and reduce the pollution of Ciliwung River, the activity is carried out since October 2014. The condition of Ciliwung River now shows better condition, so it is necessary to do further study on the bacteria indicator of Ciliwung River water pollution and its resistance to antibiotics that can directly or indirectly impacts the people living in the watershed (DAS). Tests on the water quality of the Ciliwung river based on the physics factor and the kimianya and the presence of pollutant indicator bacteria especially coliform still need to be done. The purpose of this study is to determine the water quality of the Ciliwung river based on physical, chemical, and biological factor factors of pollution indicator. Ciliwung water samples are obtained from the point around Rindam Jaya. Taking time is morning. The results showed that the Ciliwung river belongs to the polluted river. It is characterized by low dissolved oxygen value and high total value of solids. The temperature difference of river water is caused by human activity factor by throwing waste into the river so that the process of solar heat absorption is different. Biologically, the water quality of Ciliwung River shows the growth of coliform bacteria which is marked by the MPN / 100 ml value of ≤ 1100 which is high compared to the standard of drinking water coliform

Keyword: Ciliwung River, Quality of Water, *coliform*

PENDAHULUAN

Aliran sungai banyak dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga termasuk hasil ekskresi manusia. Banyak penduduk yang melakukan pembuangan limbah domestik melalui kegiatan pembuangan sampah, mandi, mencuci dan kakus. Limbah domestik pada perairan sungai sangat mencemari baik secara fisik, kimiawi maupun mikrobiologi. Mikroorganisme yang umumnya terdapat pada limbah domestik dalam jumlah banyak yaitu bakteri kelompok *coliform*, *Escherichia coli* dan *Streptococcus faecalis*¹.

Pada tahun 2006, Sungai Ciliwung dibagi oleh Kementerian Lingkungan Hidup menjadi lima segmen Daerah Aliran Sungai (DAS). Sungai Ciliwung yang melintasi Kab. Bogor yaitu Kecamatan Cibinong, Bojonggede dan Kota Depok yang melintasi Kecamatan Beji, Limo, Cimanggis, Sukma Jaya, Pancoran Mas serta DKI Jakarta melintasi Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Timur².

Penurunan kualitas air sungai dapat dilihat dari beberapa faktor antara lain temperatur, pH, kelarutan oksigen, BOD, COD, padatan terlarut total (TDS), dan mikroorganisme indikator pencemaran seperti *coliform*. Bakteri *coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, bakteri *coliform* fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan *coliform* fekal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen³. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kualitas air sungai Ciliwung berdasarkan faktor fisika, kimia, dan menentukan faktor biologi indikator pencemaran.

TINJAUAN PUSTAKA

Faktor-faktor fisika dan kimia

Temperatur air mempengaruhi proses-proses yang terjadi di dalam sungai. Pengukuran temperatur bertujuan untuk mengetahui kondisi perairan dan hubungan antara temperatur dengan kesehatan biota air di dalamnya. Menurut hukum Vant's Hoffs, kenaikan temperatur sebesar 100°C akan menaikkan metabolisme bakteri 2-3 kali lipat.

Akibat meningkatnya laju respirasi akan menyebabkan konsumsi oksigen meningkat. Dengan naiknya temperatur akan menyebabkan kelarutan oksigen (*DO-Dissolved Oxygen*) dalam air menjadi berkurang. Pola temperatur di suatu ekosistem sungai akan mengalami perbedaan berdasarkan kedalaman lapisan air dan dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari tahunan, letak geografis serta ketinggian air di atas permukaan laut serta pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya dan juga faktor kanopi (penutup vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Selain itu, aktivitas manusia juga mempengaruhi pola temperatur, seperti limbah. Temperatur yang optimum akan mendukung kehidupan organisme air yang hidup di dalamnya⁴.

Nilai pH merupakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan dengan nilai pH netral antara asam lemah dan basa lemah, umumnya antara 7-8,5. Perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik⁵.

Jumlah oksigen terlarut pada perairan dapat dipengaruhi oleh faktor temperatur. Kelarutan oksigen dalam air akan meningkat apabila temperatur air menurun dan begitu juga sebaliknya⁶. Nilai BOD dan COD adalah parameter kualitas air yang secara tidak langsung menggambarkan kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi sel baru, karbondioksida, air dan bahan anorganik. Tingginya konsentrasi BOD suatu perairan menunjukkan konsentrasi bahan organik di dalam air tinggi⁷.

Pengukuran BOD berdasarkan kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik secara biologis seperti limbah rumah tangga, sedangkan produk-produk kimiawi seperti minyak dan limbah bahan kimia lainnya sangat sulit atau bahkan tidak mampu diuraikan oleh mikroorganisme. Oleh karena itu di samping mengukur nilai BOD perlu dilakukan pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia oleh

mikroorganisme yang dikenal sebagai COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang dinyatakan dalam mg O₂/l. Dengan mengukur nilai COD diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap senyawa yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis.

Padatan terlarut total merupakan jumlah kepekatan padatan dalam suatu perairan. Penentuan padatan terlarut total dapat menentukan kualitas air dengan mengukur derajat konduktifitas air. Umumnya suatu sungai menjadi eutrofikasi bila padatan terlarut total melebihi 100 bpj (bagian per juta). Mineral dan molekul organik memberikan kontribusi terhadap kesehatan sungai⁵.

Mikroorganisme indikator pencemaran

Salah satu indikator pencemaran mikroba adalah keberadaan bakteri *coliform*. Bakteri *coliform* bersifat patogen serta dapat menimbulkan penyakit. Bakteri *coliform* masuk dalam famili *Enterobacteriaceae* yang mempunyai 14 genus air dibedakan ke dalam 2 kelompok yaitu kelompok fecal (*E. coli*) dan non fecal (*Enterobacter aerogenus*). Bakteri *coliform* merupakan indikator kontaminasi lingkungan atau sanitasi yang kurang baik, sedangkan *E. coli* sebagai indikator kontaminasi tinja dari manusia dan hewan⁸. Penentuan *coliform* fecal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen⁹.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi pengambilan sampel berada di belakang Rindam Jaya yaitu tepatnya di RT 013 RW 002 Kecamatan Guduk, Jakarta Timur. Pengambilan sampel dilakukan di 3 titik pada lokasi tersebut. Dilanjutkan pengolahan atau analisis data yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Al Azhar Indonesia. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Oktober 2015 hingga Juli 2016.

Alat dan bahan yang digunakan

Alat yang diperlukan pada penelitian ini untuk uji fisika dan kimia yaitu termometer, pH meter, DO meter, TDS dan EC (*Electric Conductivity*) meter serta botol sampel. Untuk uji biologi, alat yang di butuhkan adalah *laminar air flow*, autoklaf, neraca analitik, mikroskop, botol sampel, *coolbox*, cawan petri, tabung biak, gelas piala, oven, tabung durham, gelas ukur, erlenmeyer, pipet, ose lurus dan bulat, sendok, botol steril, *magnetic stirrer*, pH meter, cawan petri, kaca objek dan penutup, vortex, *hot plate*, bunsen, oven, kulkas, kamera digital, dan alat tulis, tali, tisu, kapas, sarung tangan, masker, kertas, kertas label, aluminium foil.

Bahan-bahan yang digunakan antara lain media nutrien agar, *potato dextrose agar* (PDA), sulphate API agar, akuades, etanol 70%, glukosa, media *laktose broth* (LB), TSIA, larutan iodin, kristal ungu, larutan safranin, larutan alfa neftol, KOH 40%, etanol 95%, alkohol 70%, citrat, Trypton, Malonat, Glukosa, Laktosa, Sukrosa, Manitol, Maltosa, dan akuades steril. Media yang digunakan bagi pertumbuhan bakteri Coliform adalah media M-Endo agar, sedangkan bakteri fecal menggunakan media MPN (LB dan BGLB).

Metodologi penelitian

Pengukuran faktor fisika dan kimia air bertujuan untuk menentukan kualitas air sungai. Faktor fisika dan kimia yang diukur adalah suhu, total padatan, daya hantar listrik, DO dan BOD. Pengujian biologi air dilakukan dengan mengambil sampel air di titik Rindam Jaya. Pengambilan dilakukan pada pagi hari dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Sampel air yang terambil kemudian dilakukan pengujian laboratorium terhadap kandungan bakteri *coliform*. Pengujian yang dilakukan yaitu uji penduga (*Presumptive Test*) pada media *Lactose Broth* (LB) dan uji kepastian (*Confirmed Test*). Pada uji penduga, sampel diinkubasi di suhu 35 °C selama 48 jam. Tabung Durham yang menunjukkan positif ditandai dengan terbentuknya gas dan adanya perubahan warna. Pengujian berikutnya adalah uji kepastian. Tabung LB yang menunjukkan hasil positif selanjutnya diinokulasikan pada tabung berisi media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB). Inkubasi dilakukan pada suhu 45°C untuk bakteri fecal, selama 48 jam.

Jumlah bakteri yang muncul dihitung dengan menggunakan alat *colony counter* yang kemudian dicatat dan dikalikan dengan besaran pengenceran yang telah dilakukan. Jumlah bakteri dinyatakan dalam satuan cfu/ml (*colony-forming unit/ml*).

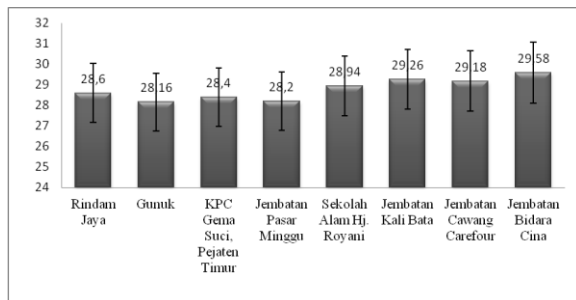
Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif menggunakan *Microsoft Excel*, dan akan disajikan berupa gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Fisik dan Kimia Air Sungai Suhu

Suhu sangat berpengaruh dengan kemampuan badan air menyerap panas. Berikut adalah hasil pengukuran suhu air sungai Ciliwung dari kawasan Rindam Jaya hingga Bidara Cina.

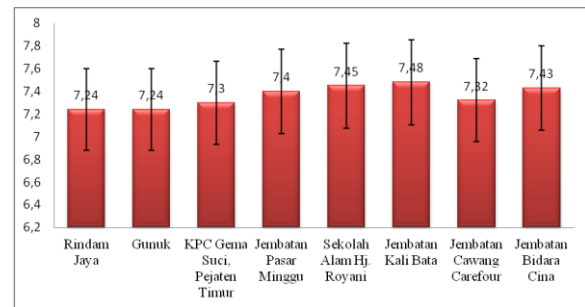


Gambar 1. Rata-rata suhu air sungai Ciliwung dari kawasan Rindam Jaya hingga Jembatan Bidara Cina

Gambar 1 menunjukkan adanya perbedaan suhu pada beberapa daerah pengukuran. Suhu ditimbulkan oleh adanya panas pada badan permukaan air akibat dari penyerapan radiasi matahari oleh permukaan air. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu perairan sungai Ciliwung berkisar 28-30 °C. Perbedaan suhu disebabkan oleh faktor antropogen (aktivitas manusia) seperti pembuangan limbah ke sungai dan hilangnya pelindung badan air. Pelindung badan air berupa pohon-pohon hilang diakibatkan oleh konversi lahan menjadi pemukiman warga. Adanya aktivitas manusia di sekitar sungai menyebabkan peningkatan suhu air⁵.

Derajat keasamaan (pH)

Gambar 2 berikut menunjukkan hasil pengukuran pH sungai Ciliwung.



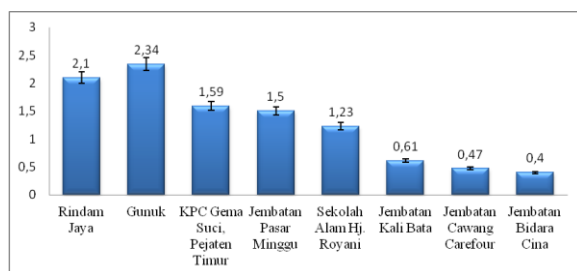
Gambar 2. Rata-rata derajat keasamaan (pH) air sungai Ciliwung dari kawasan Rindam Jaya hingga Jembatan Bidara Cina

Hasil pengukuran menunjukkan nilai pH berkisar 7,26-7,43. pH terendah terdapat di daerah Rindam Jaya dan tertinggi di daerah Sekolah Alam H. Royani. pH yang tinggi disebabkan zat kapur yang terkandung lebih banyak. Penurunan pH disebabkan oleh kandungan asam organik yang di hasilkan melalui proses penguraian bahan organik secara aerob. pH sungai Ciliwung masih tergolong layak bagi organisme air. Efek letal atau kematian akan terjadi jika nilai pH lebih kecil dari lima³.

Derajat keasamaan (pH) termasuk salah satu faktor yang penting dan berperan sebagai faktor pembatas pada perairan. Hal ini disebabkan karena sebagian besar biota air sangat sensitif terhadap perubahan nilai pH. Parameter PH menunjukkan tingkat keasamaan atau alkalinitas pada suatu cairan dan mewakili konsentrasi ion hidrogen. Jika ion hidrogen berlebih, maka cairan akan bersifat asam, namun jika kekurangan, cairan akan mengandung alkali¹⁰.

Oksigen terlarut (DO)

Kandungan oksigen terlarut sangat penting dalam menentukan kelangsungan hidup organisme perairan. Oksigen diperlukan untuk mengoksidasi nutrient yang masuk ke dalam tubuhnya. Oksigen yang ada di dalam perairan berasal dari hasil fotosintesis organisme air berklorofil dan juga hasil dari difusi dari atmosfer. Peningkatan difusi oksigen dari atmosfer ke dalam perairan dibantu oleh angin. Temperatur, tekanan, dan konsentrasi dari berbagai ion yang larut dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan oksigen terlarut⁴. Berikut adalah hasil pengukuran oksigen terlarut dalam perairan sungai Ciliwung.

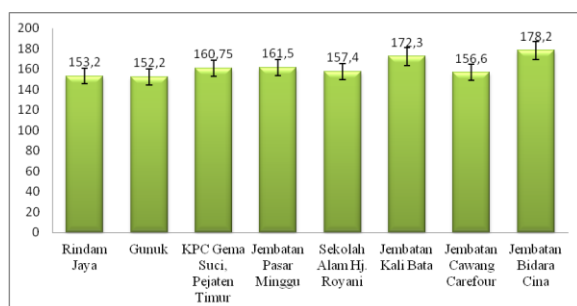


Gambar 3 Grafik rata-rata oksigen terlarut (DO) air sungai Ciliwung dari kawasan Rindam Jaya hingga Jembatan Bidara Cina

Hasil penelitian didapat bahwa kandungan oksigen terlarut dalam perairan sungai Ciliwung terendah terdapat di kawasan Jembatan Bidara Cina. Rendahnya nilai DO pada air sungai disebabkan sampah yang menumpuk dan adanya pengerukan sungai serta vegetasi di sekitar sungai juga sedikit. Rendahnya nilai oksigen terlarut membuktikan bahwa sungai Ciliwung telah tercemar dan organisme air yang hidup di dalamnya terganggu. Kehidupan organisme di dalam air dapat berlangsung dengan baik apabila kandungan oksigen terlarut (DO) minimal 5 mg/l⁴.

Total padatan terlarut (TDS)

Jumlah padatan terlarut dalam perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya. Penetrasi cahaya akan terhambat bila padatan terlarut semakin tinggi. Hal ini dapat berakibat pada penurunan aktivitas fotosintesis oleh organisme berklorofil yang ada di dalam air¹¹. Berikut merupakan gambaran jumlah padatan terlarut pada sampel.



Gambar 4 Rata-rata total padatan terlarut (TDS) air sungai Ciliwung dari kawasan Rindam Jaya hingga Jembatan Bidara Cina

Gambar 4 menunjukkan bahwa total padatan terlarut (TDS) air sungai Ciliwung dari kawasan Rindam Jaya hingga Jembatan Bidara Cina antara 157,5-178,2 mg/l. Tingginya nilai padatan terlarut disebabkan oleh area sungai yang dekat dengan pemukiman warga

sehingga limbah yang berasal dari aktivitas manusia dan dibuang ke sungai menambah jumlah partikel terlarut. Nilai TDS yang tinggi menunjukkan bahwa sungai Ciliwung tergolong sungai yang tercemar¹¹.

Uji Biologi Air Sungai

Hasil yang didapat dari tiga titik tempat pengambilan sampel yaitu semua tabung terlihat adanya gelembung pada tabung durham dan larutan menjadi keruh, sehingga sampel air positif mengandung bakteri *coliform*. Berikut merupakan hasil pengujian biologi sampel pada uji penduga.



Gambar 5. Hasil uji penduga bakteri *coliform* (A) titik ke-1 (B) titik ke-2 (C) titik ke-3

Berikut merupakan hasil perhitungan bakteri *coliform* sampel dari 3 lokasi pengambilan air di sekitar Rindam Jaya.

Tabel 1. Data hasil uji praduga MPN pada media LB

Lokasi	Jumlah Tabung Positif			Keterangan	
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		
A	A1	3	3	3	Positif
	A2	3	3	3	Positif
B	B1	3	3	3	Positif
	B2	3	3	3	Positif
C	C1	3	3	3	Positif
	C2	3	3	3	Positif

Tabel 2. Data hasil uji konfirmasi MPN media BGLB

Lokasi	Jumlah Tabung Positif			MPN/100 ml	Keterangan	
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³			
A	A1	3	3	3	≥ 1100	Positif
	A2	3	3	3	≥ 1100	Positif
B	B1	3	3	3	≥ 1100	Positif
	B2	3	3	3	≥ 1100	Positif
C	C1	3	3	3	≥ 1100	Positif
	C2	3	3	3	≥ 1100	Positif

Tabel 3. Hasil perbandingan nilai *Coliform* dengan standar *Coliform* air minum dan air bersih

Lokasi	Coliform (MPN/100ml)	Standar Coliform air minum (MPN/100ml)	standar Coliform air bersih/100ml
A1	≥ 1100	0	50
A2	≥ 1100	0	50
B1	≥ 1100	0	50
B2	≥ 1100	0	50
C1	≥ 1100	0	50
C2	≥ 1100	0	50

Sumber: PERMENKES NO.492/MENKES/Per/IV/2010 & PERMENKES NO.416/MENKES /PER/IX/1990

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pengukuran fisika dan kimia serta mikrobiologi menunjukkan bahwa sungai Ciliwung tergolong sungai yang tercemar.

Secara biologi, nilai MPN dari bakteri *Coliform* yang tinggi membuktikan sungai Ciliwung tidak layak sebagai air bersih maupun air minum.

Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai identifikasi *coliform* hingga tingkat spesies dan analisis faktor fisika, kimia ataupun biologi di titik lain serta kandungan logam yang terdapat di sungai Ciliwung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Al Azhar Indonesia atas *research grant* yang diberikan
2. Universitas Al Azhar Indonesia atas dukungan sarana dan prasana yang disediakan
3. Kodam Jaya atas dukungan dan kesempatan yang diberikan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Feliatra. 2002. Sebaran Bakteri (*Escherichia coli*) di Perairan Muara Sungai Bantan Bengkalis Riau, Laboratorium Mikrobiologi Laut, Faperika. Universitas Riau.
- [2] Hartanto, Y. 2010. Identifikasi Sumber dan Jenis Pencemar DAS Ciliwung Segmen 4 Serta Upaya Penanggulangannya. Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL, Universitas Trisakti, Jakarta.
- [3] Suharyono. 2008. Analisis Mikrobiologi Pangan. PAU. IPB.
- [4] Barus, T.A, 2004. Faktor-faktor Lingkungan Abiotik dan Keanekaragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba. Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol XI (2).
- [5] Fitra E. 2008. Analisis kualitas air dan hubungannya dengan keanekaragaman vegetasi akuatik di Perairan parapat danau Toba. Medan: USU.
- [6] Yudo, S. 2010. Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di wilayah DKI Jakarta ditinjau dari parameter organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1): 34-42.
- [7] Wozniak, M. 2011. Investigation of total dissolved solids regulation in the Appalachian Plateau Physiographic Province: a case study from Pennsylvania and recommendations for the future. North Carolina State University, Pennsylvania.
- [8] Ali NS, K Mo, M Kim. 2012. A case study on the relationship between conductivity and dissolved solids to evaluate the potential for reuse of reclaimed industrial wastewater. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 16(5): 708-713.
- [9] Uwidia IE, HS Ukulu. 2013. Studies on electrical conductivity and total dissolved solids concentration in raw domestic wastewater obtained from an estate in Warri, Nigeria. *Greener Journal of Physical Sciences*, 3(3): 110-114.
- [10] Soewandita H, Sudiana N. 2010. Studi dinamika kualitas air DAS Ciliwung. *JAI*. 6(1)
- [11] Supangat AB. 2013. Pengaruh gangguan pada kawasan hutan lindung terhadap kualitas air sungai: studi kasus di provinsi Jambi (effect of disturbances of protected forest area on river water quality: study at Jambi province). *FRJ*. 1(1): 75-89.