

POTENSI SENYAWAAN NITROGEN DAN FOSFAT PADA PENCEMARAN SUNGAI CILIWUNG HULU KOTA BOGOR

Indri Suswanti^{1)*}, RTM Sutamihardja²⁾, Dian Arrisujaya²⁾

¹⁾PT Sucofindo SBU Laboratorium

Jl. Arteri Tol Cibitung No.1, Cibitung, Cikarang Barat, Bekasi 17520

²⁾Progam Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa

Jl. KH Sholeh Iskandar KM 4 Cimanggu Tanah Sereal, Bogor 16166

*email : iindrisuswanti@gmail.com

ABSTRACT

Potential of Phosphate and Nitrogen Compounds in Pollution of the Upper Ciliwung River in Bogor

River is a habitat for various types of aquatic organisms that can provide an overview of the state of the river, such as the quality and quantity of ecological relationships that occur within it. Ciliwung is one of the rivers that flow to Jakarta via Puncak, Bogor Regency, Bogor City, Depok City and empties into the Bay of Jakarta. In 2015, the quality status of the upstream Ciliwung river had moderate polluted status. One parameter for reviewing water quality is nutrient content (phosphate and nitrogen). The presence of high nutrients can stimulate the growth of algae in waters that can harm the aquatic ecosystem. This study shows that there is a relations and positive relations with a correlation coefficient of 0.508 on the nitrogen and phosphate compounds in the upstream Ciliwung river water pollution. The concentration of nitrogen compounds is higher than that of phosphate.

Keyword : Ciliwung, Nitrogen, Phosphates, River, Relations.

ABSTRAK

Sungai merupakan suatu habitat bagi berbagai jenis organisme akuatik yang dapat memberikan gambaran mengenai keadaan sungai, seperti kualitas dan kuantitas dari hubungan ekologis yang terjadi di dalamnya. Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang mengalir ke arah Jakarta melalui Puncak, Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kota Depok dan bermuara ke Teluk Jakarta. Pada tahun 2015, status mutu sungai Ciliwung bagian hulu memiliki status tercemar sedang. Salah satu parameter peninjauan kualitas air adalah kandungan zat hara (fosfat dan nitrogen). Keberadaan zat hara yang tinggi, dapat menstimulasi ledakan pertumbuhan *algae* di perairan yang dapat merugikan ekosistem perairan. Penelitian ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang sedang dan positif, dengan koefisien korelasi sebesar 0,508 terhadap senyawaan nitrogen dan fosfat pada pencemaran air sungai Ciliwung bagian hulu. Konsentrasi senyawaan nitrogen lebih tinggi dibandingkan dengan fosfat.

Kata kunci : Ciliwung, Fosfat, Hubungan, Nitrogen, Sungai.

PENDAHULUAN

Sumber air yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku adalah air sungai, namun dengan meningkatnya pembangunan, tingkat pencemaran air sungai pun semakin meningkat. Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang mengalir ke Jakarta melalui Puncak, Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kota Depok dan bermuara ke Teluk Jakarta. Panjang sungai Ciliwung dari hulu hingga muara \pm 117 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sekitar 347 km². Sumber pencemaran di Sungai

Ciliwung berasal dari efluen industri pengolahan limbah cair dari pabrik dan buangan dari kegiatan domestik rumah tangga, kantor, hotel, restoran, tempat hiburan, pertokoan dan rumah sakit. Industri pengolahan dapat berupa agro-industri (peternakan), industri pengolahan makanan, industri minuman, industri tekstil, industri kulit, industri kimia dasar, industri mineral non logam, industri dasar, industri hasil olahan logam juga industri listrik dan gas (Hendrawan, 2008). Salah satu parameter peninjauan kualitas air adalah kandungan zat hara (fosfat dan nitrogen). Keberadaan fosfat

secara berlebihan, disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir kecepatan pertumbuhan algae di perairan (*algae blooming*). Algae yang berlimpah dapat membentuk lapisan pada permukaan air, dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari, sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan.

Menurut WHO & European Commision (2002), sumber utama pengayaan nitrogen berasal dari lahan pertanian, sedangkan pengayaan fosfor berasal dari limbah rumah tangga dan industri, termasuk detergen berbasis fosfor. Fosfat dan nitrogen berperan dalam pembentukan komponen sel makhluk hidup. Protein, lemak dan karbohidrat menjadi produk pertama dalam perairan yang dibuat oleh fitoplankton yang bersifat heterotropis. Fitoplankton dimakan oleh zooplankton, herbivora kemudian dimakan lagi oleh zooplankton carnivora dan oleh ikan predator (Brotowidjoyo, *et.al.* 1995).

Perbandingan total nitrogen (N) dan total fosfor (P) dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton di perairan. Jika rasio total N dan total P > 12, maka P merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton, sedangkan rasio total N dan total P < 12, maka N merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton (Putri *et al.*, 2014). Berdasarkan data hasil analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung tahun 2015, diketahui bahwa kualitas air di lokasi bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Ciliwung kurang memenuhi persyaratan untuk pemanfaatan air kelas II pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001.

Kandungan senyawaan nitrogen pada air sungai Ciliwung masih berada di bawah baku mutu PP No 82 Tahun 2001 (Okhana, 2017). Sutamihardja *et al.* (2017), menyatakan bahwa kandungan fosfat pada air sungai Ciliwung mengalami peningkatan dan melebihi baku mutu kelas I dan II PP No 82 Tahun 2001 serta menunjukkan indikasi perairan yang tergolong sangat subur. Dinamika peningkatan nilai fosfat pada daerah aliran sungai (DAS) Ciliwung bagian hulu memiliki kesamaan hubungan terhadap peningkatan nilai suhu, *Total Suspended Solid*, *Biological Oxygen Demand* dan nitrat. Oleh karena itu, untuk melengkapi penelitian sebelumnya, dilakukan penelitian mengenai kandungan senyawaan nitrogen dan fosfor dalam air sungai Ciliwung untuk mengetahui hubungan antara keduanya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sampel air sungai Ciliwung, akuabides dan bahan-bahan kimia untuk analisis. Bahan kimia yang digunakan larutan asam sulfat (p), asam nitrat (p), pereaksi warna, pereaksi molibdat-vanadat, larutan ammonium klorida-EDTA, kolom pereduksi Cu-Cd, larutan fenol, larutan natrium nitroprusida p.a, larutan alkali sitrat, larutan hipoklorit 5,65-6%, larutan bufer fosfat, larutan magnesium sulfat p.a, larutan kalsium klorida p.a, larutan feri klorida p.a, larutan *seed*, perak klorida p.a, merkuri klorida p.a, indikator feroin p.a, larutan *fero ammonium sulphate* (FAS) 0,10N p.a, batu didih, *Glass Fibre Filter* (Whatman 934-AH).

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer *UV Visible* Hitachi U-2900, *DO meter* Horiba D-75G, *pH meter* Horiba D-75G, *FOC 225i refrigerated incubator*, oven *memmert UF 750*, neraca analitik *sartorius B5A2245-CW*, desikator, alat penyaring, cawan kaca, botol winkler, piala gelas, labu semprot, labu ukur, kolom reduksi, erlenmeyer asah, peralatan refluks, *hot plate*, pipet volume dan ukur, buret 25mL, botol sampling/gayung, jerigen 5 L, kertas tissue, spidol.

Metode

Pereparasi Sampel

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Sungai Ciliwung bagian hulu di Kota Bogor, pada tiga lokasi yang berbeda yaitu Bendung Katulampa, Pasar Bogor dan Pasar Warung Jambu. Waktu pengambilan sampel air sungai pagi, siang dan malam hari. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode Grab (sesaat) sesuai dengan SNI 01-7016-2004.

Sampel air sungai diambil secara horizontal dan vertikal kemudian dikomposit ke dalam jerigen 5 liter. Kemudian dilakukan analisis *in situ* dengan parameter pH, DO dan suhu. Sampel air sungai ditempatkan pada dua botol, yaitu botol pertama tanpa pengawet untuk analisis BOD dan TSS. Botol kedua dengan menambahkan asam sulfat 1:1 hingga pH < 2 untuk analisis NO₃, PO₄, NO₂, NH₃ dan COD. Selanjutnya, diberi kode mengenai lokasi dan waktu pengambilan sampel.

Analisis Fosfat (APHA Method 4500-P.C)

a. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Deret standar fosfat dibuat dengan konsentrasi 0,10 - 20,0 mg/L masing-masing sebanyak 50 mL. Pereaksi molibdat vanadat sebanyak 10 mL ditambahkan ke masing-masing labu ukur 50 mL, kemudian diimpitkan dengan akuabides hingga tanda batas. Absorbansinya dibaca pada kisaran panjang gelombang 400-490 nm dalam rentang waktu 15-30 menit.

b. Analisis Sampel

Sampel air sungai dihomogenkan kemudian 100 mL sampel air sungai dipipet ke dalam piala gelas, ditambahkan 1 mL H₂SO₄ pekat dan 5 mL HNO₃ pekat, lalu dipanaskan pada suhu 105 °C hingga volume akhir 2 mL. Kemudian larutan diadjust pH hingga 6-8, kemudian ditambahkan akuabides hingga volume akhir 100 mL. Pereaksi molibdat vanadat dipipet sebanyak 10 mL ke dalam labu ukur 50 mL kemudian diimpitkan dengan akuabides pada sampel yang telah didekstruksi. Absorbansinya dibaca pada kisaran panjang gelombang 400-490 nm dalam rentang waktu 15-30 menit setelah penambahan pereaksi. Kadar fosfat dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$\text{mg/L P} = \text{konsentrasi (mg/L)} \times \text{fp}$$

Analisis Nitrat (APHA method 4500-NO₃-E)

a. Pembuatan Kurva kalibrasi

Deret standar nitrat dibuat dengan konsentrasi 0,05 - 1,00 mg/L masing-masing sebanyak 100 mL. Setiap larutan standar dilewatkan ke dalam kolom Cu-Cd untuk direduksi menjadi nitrit dengan kecepatan alir 7-10 mL/menit. Larutan hasil reduksi tersebut ditampung menggunakan labu ukur 100 mL yang telah ditambahkan 2 mL pereaksi pewarna. Lalu dihomogenkan dan didiamkan 10 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm.

b. Analisis sampel

Sampel air sungai sebanyak 25 mL diencerkan dengan larutan ammonium-EDTA hingga 100 mL. Larutan tersebut kemudian dilewatkan ke kolom Cu-Cd untuk direduksi menjadi nitrit dengan kecepatan alir 7-10 mL/menit. Larutan hasil reduksi tersebut ditampung menggunakan labu ukur 100 mL yang telah ditambahkan 2 mL pereaksi warna, dihomogenkan dan didiamkan 10 menit, kemudian diukur absorbansinya pada panjang

gelombang 540 nm. Kadar nitrat dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut :

$$\text{mg/L} = \text{mg/L (NO}_2\text{) total} - \text{mg/L NO}_2$$

Analisis Nitrit (Metode 4500-NO₂-B)

a. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Deret standar nitrit dibuat dengan konsentrasi 0,02 - 1,00 mg/L dalam labu ukur 50 mL. Masing-masing deret standar ditambahkan 2 mL pereaksi pewarna lalu dihomogenkan, setelah itu larutan didiamkan selama 10 menit, kemudian larutan sampel diukur pada panjang gelombang 540 nm.

b. Analisis Sampel

Sampel air sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian ditambahkan 2 mL pereaksi pewarna. Lalu dihomogenkan dan didiamkan selama 10 menit. Larutan sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Kadar nitrit dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut :

$$\text{mg/L NO}_2 = \text{konsentrasi (mg/L)} \times \text{fp}$$

Analisis Ammonia (APHA method 4500-NH₃-F)

a. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Deret standar ammonia dibuat dengan konsentrasi 0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,10; 0,20; 0,40 dan 0,70 mg/L dalam labu ukur 50 mL. Lalu ditambahkan 1 mL fenol, 1 mL natrium nitroprusida dan 2,5 mL larutan pengoksidasi. Kemudian didiamkan selama 120 menit diruang gelap, kemudian larutan standar diukur absorbansi pada panjang gelombang 640 nm.

b. Analisis Sampel

Sampel air sungai sebanyak 25 mL ditambahkan ke dalam labu takar 50 mL. Lalu ditambahkan sebanyak 1 mL fenol, 1 mL natrium nitropruside, 2,5 mL larutan pengoksidasi. Kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 2x60 menit di ruang gelap. Larutan sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang 640 nm. Kadar ammonia dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut :

$$\text{mg/L NH}_3 = \text{konsentrasi (mg/L)} \times \text{fp}$$

Analisis BOD (Biochemical Oxygen Demand) (APHA Method 5210-B)

Sampel air sungai dimasukkan ke dalam botol Winkler secara hati-hati, hindarkan masuknya udara ke dalam botol Winkler,

kemudian salah satu dari botol Winkler tersebut langsung diperiksa oksigen terlarutnya, dan satu lagi di inkubasi pada suhu 20⁰C selama 5 hari, kemudian ditetapkan oksigen terlarutnya.

Perhitungan BOD menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{mg/L} = (\text{mg/L DO}_0 - \text{mg/L DO}_5) \times \text{fp}$$

keterangan :

DO₀ : *Dissolved Oxygen* sebelum diinkubasi

DO₅ : *Dissolved Oxygen* setelah diinkubasi 5 hari pada suhu 20⁰C

Analisis DO (*Dissolved Oxygen*) (APHA Method 4500-O.C)

Sampel air sungai dimasukkan ke dalam botol Winkler, kemudian ditutup hingga tidak ada gelembung udara dalam botol Winkler. Lalu ditambahkan 1 mL pereaksi MnSO₄ dan alkali iod azida ke dalam sampel dengan posisi pipet tercelup sampel dan dihomogenkan, ditunggu beberapa menit hingga mengendap sempurna, kemudian ditambahkan 1 mL H₂SO₄ (p) lalu dihomogenkan hingga endapan larut. Setelah itu, larutan sampel dipipet 100 mL ke dalam Erlenmeyer dan dilakukan titrasi dengan N-tiosulfat 0,025 N dengan indikator kanji. Nilai DO dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{mg/L O}_2 = \frac{(V \times N) \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8 \times 1000}{\text{Volum sampel}}$$

Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*) (APHA Method 5220-B)

Sampel air sungai dihomogenkan kemudian 50 mL sampel dipipet ke dalam erlenmeyer asah. HgSO₄, AgSO₄ beberapa batu didih sebanyak 1 spatula dan 20 mL asam sulfat ditambahkan ke dalam sampel dan dihomogenkan, ditambahkan 5 mL larutan K₂Cr₂O₇ 0,25 M ke dalam sampel dan diaduk. Erlenmeyer asah yang berisi larutan sampel kemudian dipasang pada kondensor dan dilakukan refluks selama 2 jam.

Setelah 2 jam, kondensor didinginkan dan dicuci dengan akuabides. Kemudian didinginkan pada suhu ruang dan kelebihan K₂Cr₂O₇ dititrasi dengan FAS 0,1 M, dengan indikator ferroin 1 sampai 0,15 mL (2-3 tetes). Titik akhir titrasi pada saat terjadi perubahan warna dari hijau kebiruan sampai warna kecoklatan. Dengan cara yang sama, penetapan blanko juga dilakukan.

Nilai COD dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{mg/L O}_2 = \frac{(A-B) \text{mL} \times M \times 8000}{\text{Volum sampel (mL)}}$$

keterangan :

A : Volume FAS yang digunakan untuk menitar blanko (mL)

B : Volume FAS yang digunakan untuk menitar contoh (mL)

M : Molaritas FAS

8000 : Berat miliekivalen dari oksigen x 1000 mL/L

Analisis TSS (*Total Suspended Solid*) (APHA Method 2540-D)

Fiber glass filter (kertas saring) ditempatkan di cawan aluminium, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105⁰C selama 1 jam. Kemudian cawan yang berisi *fiber glass filter* didinginkan dalam desikator lalu ditimbang sebagai bobot kosong. Sampel air sungai dipipet sebanyak 100 mL, disaring menggunakan *fiber glass filter* tersebut, lalu dipanaskan di dalam oven pada suhu 105⁰C selama 1 jam. Cawan kemudian didinginkan didalam desikator, lalu ditimbang sebagai bobot isi. Nilai TSS dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(W_a) - (W_o)}{\text{Volum sampel (L)}}$$

Keterangan:

W_a = Bobot spl + Bobot cawan (mg)

W_o = Bobot kosong (mg)

Uji Statistik

Hubungan senyawaan Nitrogen dan Fosfor dianalisis menggunakan analisis regresi-korelasi. Pengolahan data menggunakan *software* Minitab versi 16. Interpretasi terhadap koefisien korelasi yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi

Interval koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

(Sumber : Sugiyono, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Titik pertama lokasi pengambilan sampel adalah Bendung Katulampa dengan titik koordinat 6°38'0" LS dan 106°50'14" BT. Bendung Katulampa dibangun dengan tujuan sebagai peringatan dini atas air yang mengalir ke Jakarta, serta sarana irigasi lahan. Kondisi lingkungan saat pengambilan sampel diperoleh kondisi air yang jernih dan tidak berbau pada pagi dan siang hari, serta pada malam hari sedikit keruh akibat hujan. Pada minggu kedua dan ketiga diperoleh kondisi air sungai yang lebih keruh tetapi tidak berbau. Kekeruhan terjadi akibat hujan yang deras. Hal ini disebabkan aktivitas yang dilakukan warga sekitar yaitu mandi, cuci, kakus (MCK) dan adanya industri kecil, seperti industri tahu dan tempe yang langsung dibuang ke sungai.

Titik kedua lokasi pengambilan sampel adalah Pasar Bogor dengan titik koordinat 6°36'8" LS dan 106°48'9" BT. Pada titik ini, aliran sungai Ciliwung telah melalui pemukiman

padat penduduk. Aktivitas warga di sekitar Pasar Bogor seperti aktivitas pasar, MCK, adanya sampah domestik dan plastik, serta aliran selokan dari pemukiman menjadi penyebab kondisi air menjadi keruh dan bau dibandingkan Bendung Katulampa. Kekeruhan juga disebabkan terjadinya hujan di daerah Pasar Bogor. Titik ketiga lokasi Pengambilan sampel adalah Warung Jambu dengan titik koordinat 6°34'12" LS dan 106°48'28" BT. Berdasarkan aliran pada sungai Ciliwung di Warung Jambu telah melalui pemukiman padat penduduk dan juga aktivitas pasar, peternakan ayam. Kondisi air pada saat pengambilan sampel keruh dan sedikit berbau.

Parameter Penunjang

Parameter pH, suhu, DO, COD, BOD dan TSS merupakan parameter yang mempengaruhi senyawaan nitrogen dan fosfat. Data penunjang kualitas air sungai Ciliwung pada titik pantau Bendung Katulampa, Pasar Bogor, dan Warung Jambu dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Data Penunjang Kualitas Air Sungai Ciliwung pada Titik Pantau Bendung Katulampa

Minggu ke-	Waktu	pH	T (°C)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)
1	Pagi	7,98	25,5	6,79	11,2	7,8	10
	Siang	7,92	25,7	6,69	14,4	10,0	14
	Malam	8,02	25,3	6,46	4,8	3,4	17
2	Pagi	7,88	24,3	6,61	9,2	6,2	12
	Siang	7,65	24,5	5,95	3,2	2,2	12
	Malam	7,53	24,3	6,34	2,6	1,1	10
3	Pagi	7,69	24,7	6,56	4,2	3,0	15
	Siang	7,60	24,5	6,46	6,4	4,5	14
	Malam	7,58	24,3	7,28	3,2	2,1	12

Tabel 3. Data Penunjang Kualitas Air Sungai Ciliwung pada Titik Pantau Pasar Bogor

Minggu ke-	Waktu	pH	T (°C)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)
1	Pagi	7,95	25,5	6,46	9,6	6,8	10
	Siang	7,87	25,7	6,75	10,0	7,0	13
	Malam	7,85	25,2	6,63	9,6	6,7	28
2	Pagi	7,78	24,9	6,19	6,4	4,5	12
	Siang	7,81	24,9	6,27	7,6	5,2	10
	Malam	7,80	24,7	6,11	6,4	4,5	12
3	Pagi	7,67	24,8	6,16	8,0	5,0	27
	Siang	7,65	25,1	6,36	8,0	5,2	21
	Malam	7,59	24,5	6,54	5,8	4,0	16

Tabel 4. Data Penunjang Kualitas Air Sungai Ciliwung pada Titik Pantau Warung Jambu

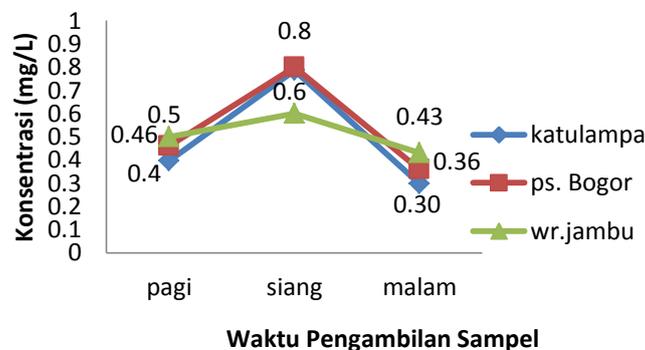
Minggu ke-	Waktu	pH	T (°C)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)
1	Pagi	7,81	25,5	6,40	6,4	4,5	28
	Siang	7,79	25,1	6,73	19,2	15,2	19
	Malam	7,87	25,4	6,22	9,6	6,7	27
2	Pagi	7,79	25,1	6,82	9,6	6,7	19
	Siang	7,59	25,3	6,87	4,8	3,4	11
	Malam	7,81	25,0	6,12	3,2	2,2	16
3	Pagi	7,66	24,9	6,41	3,2	2,2	20
	Siang	7,65	25,0	6,57	12,8	9,0	26
	Malam	7,59	24,8	6,14	9,6	6,5	23

Berdasarkan baku mutu PP 82 tahun 2001, kualitas air sungai Ciliwung bagian hulu memenuhi baku mutu kelas tiga, yaitu air yang digunakan untuk membudidayakan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman. Akan tetapi, parameter pendukung seperti pH, T, DO dan TSS menunjukkan kondisi di perairan sungai Ciliwung baik untuk aktivitas mikroba dalam proses dekomposisi limbah buangan organik. Aktivitas mikroba dan bahan organik tersebut berkaitan dengan siklus biogeokimia

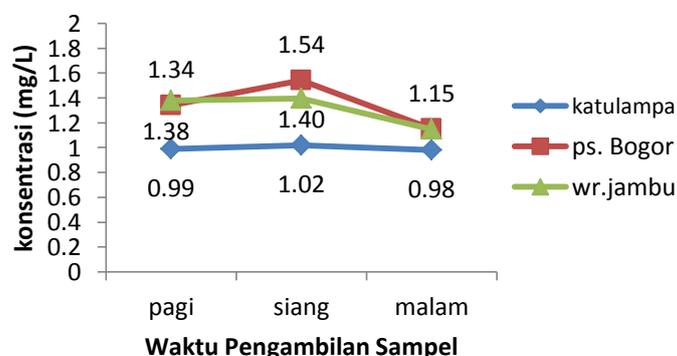
yang terjadi di perairan, yaitu siklus nitrogen dan fosfat.

Senyawaan Nitrogen

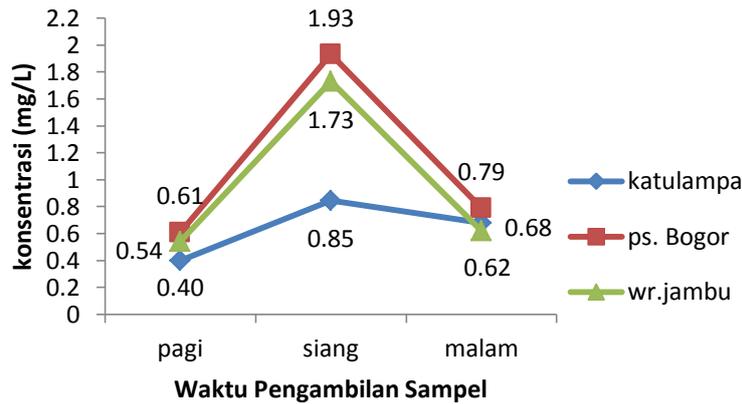
Nitrogen dibutuhkan fitoplankton untuk mensintesis protein. Hasil penelitian yang dilakukan pada tiga titik pantau yaitu Bendung Katulampa, Pasar Bogor dan Warung Jambu selama 3 minggu berturut-turut, disajikan dalam Gambar 1, 2 dan 3.



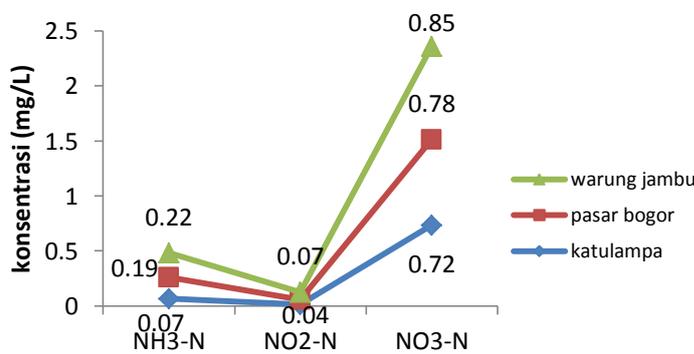
Gambar 1. Perbandingan Konsentrasi Total Nitrogen pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-1



Gambar 2. Perbandingan Konsentrasi Total Nitrogen pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-2



Gambar 3. Perbandingan Konsentrasi Total Nitrogen pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-3

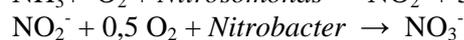


Gambar 4. Hasil Analisis N-NH₃, N-NO₂ dan N-NO₃ pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu

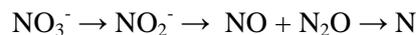
Konsentrasi total nitrogen tertinggi yaitu pada siang hari di titik pantau Pasar Bogor (Gambar 1, 2 dan 3). Hal ini disebabkan masuknya beban pencemaran di Pasar Bogor lebih tinggi dibandingkan dengan Bendung Katulampa dan Warung Jambu. Sumber pencemar nitrogen pada air sungai Ciliwung bagian hulu adalah cemaran dari aliran selokan perumahan warga, aktivitas MCK, limbah buangan peternakan, dan limbah aktivitas pasar. Limbah yang masuk ke badan air berupa limbah organik yang bersifat *biodegradable* yang ditandai dengan nilai BOD yang tinggi (Tabel 2, 3 dan 4). Bahan organik tersebut selanjutnya akan mengalami proses dekomposisi oleh bakteri pengurai menjadi senyawa ammonium. Oksigen terlarut yang cukup dan kondisi lingkungan (pH, suhu) yang baik untuk proses dekomposisi oleh mikroba, maka terjadi proses nitrifikasi, yaitu oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat yang dilakukan oleh bakteri aerob (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*). Senyawa nitrat yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai nutrisi bagi fitoplankton. Proses selanjutnya dalam siklus nitrogen adalah denitrifikasi, yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit, dinitrogen oksida

maupun molekul nitrogen (Makatita, *et al.*, 2014). Proses tersebut menyebabkan konsentrasi nitrogen yang diperoleh pada titik pantau Warung Jambu, lebih rendah dibandingkan dengan Pasar Bogor.

Proses Nitrifikasi :



Proses Denitrifikasi



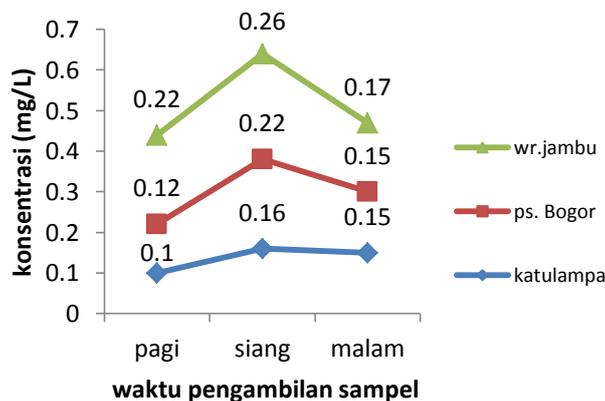
Pada Gambar 4, terlihat pula bahwa konsentrasi nitrat di tiga titik pantau lebih tinggi dibandingkan konsentrasi ammonia dan nitrit. Hal ini sesuai dengan dinamika nitrogen bahwa nitrat merupakan senyawaan nitrogen utama dari siklus nitrogen (Okhana, 2017). Dari data tersebut, diperoleh bahwa senyawaan nitrogen anorganik (ammonia, nitrit dan nitrat) masih memenuhi baku mutu PP No 82/2001 kelas satu (dapat digunakan untuk air baku air minum).

Fosfat

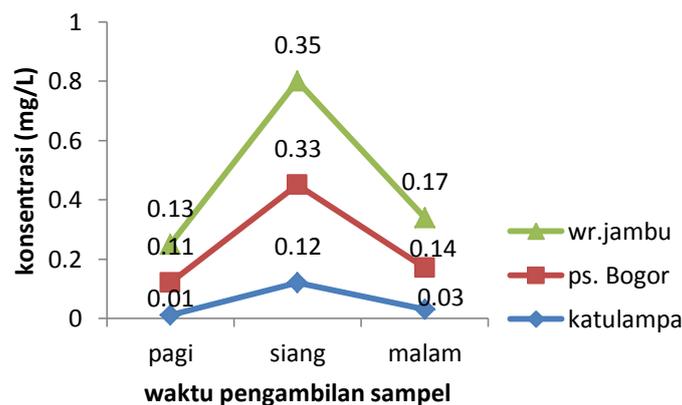
Fosfor sangat penting untuk kehidupan organisme perairan, karena berfungsi menyimpan dan transfer energi dalam sel dan berfungsi dalam sistem genetik (Putri, *et al.*,

2014). Berdasarkan perhitungan kadar fosfat yang disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5, 6 dan 7. Konsentrasi fosfat dari titik Pantau Bendung Katulampa hingga ke Warung Jambu mengalami peningkatan. Nilai rata-rata konsentrasi fosfat pada titik pantau Bendung Katulampa memenuhi baku mutu kelas I PP No 82 tahun 2001, sedangkan Pasar Bogor dan

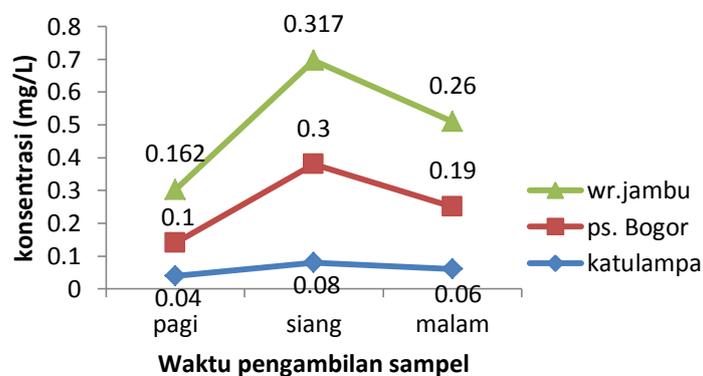
Warung Jambu memenuhi baku mutu kelas III PP No 82 tahun 2001. Warung Jambu menjadi titik pantau yang memiliki konsentrasi fosfat yang tertinggi dibandingkan dengan titik pantau lainnya. Lokasi pengamatan yang semakin ke hilir menyebabkan konsentrasi fosfat semakin besar.



Gambar 5. Perbandingan Konsentrasi Total Fosfat pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-1



Gambar 6. Perbandingan Konsentrasi Total Fosfat pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-2



Gambar 7. Perbandingan Konsentrasi Total Fosfat pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-3

Hal ini disebabkan adanya peningkatan aktivitas warga sekitar, seperti adanya peternakan ayam, limbah aktivitas pasar (sisa sayuran) yang mengandung bahan organik yang dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme, dan larutnya kandungan fosfat yang ada pada batuan dan sedimen saat terjadinya hujan. Demikian pula, fosfat juga mengalami siklus di alam. Siklus tersebut dimulai dari kandungan fosfat dalam tubuh makhluk hidup yang berlebihan, akan dikeluarkan ke alam dalam bentuk urin maupun feses sebagai fosfat organik. Fosfat yang masuk ke badan sungai berupa fosfat organik dan fosfat anorganik. Fosfat organik diuraikan oleh bakteri pengurai menjadi fosfat anorganik terlarut. Larutan fosfat kemudian diserap oleh tumbuhan dan makhluk hidup autotrof seperti fitoplankton (Effendi, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrasi fosfat berkisar antara 0,08-0,20 mg/L. Data tersebut dibandingkan dengan kadar total fosfat pada Tabel 5, diperoleh bahwa air sungai Ciliwung berada pada tingkat kesuburan

subur hingga sangat subur dan terindikasi berada dalam kondisi eutrofikasi.

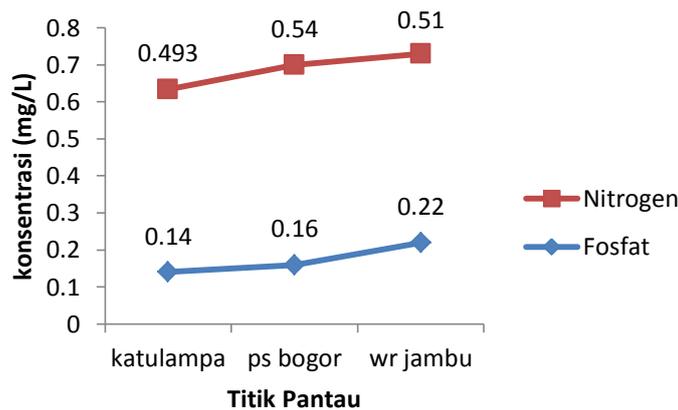
Tabel 5. Tingkat Kesuburan Perairan berdasarkan Kadar Fosfat

Fosfat (mg/L)	Tingkat Kesuburan
0-0,002	Kurang Subur
0,0021 – 0,050	Cukup subur
0,051 – 0,100	Subur
0,101 – 0,200	Sangat subur
> 0,201	Sangat subur sekali

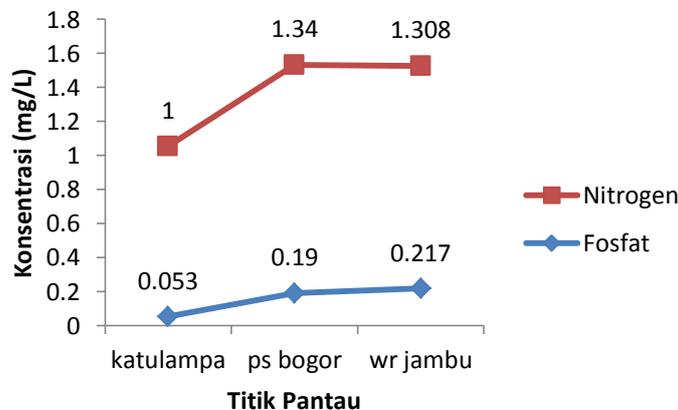
(Sumber : Wardoyo, 1982)

Distribusi Nitrogen dan Fosfat

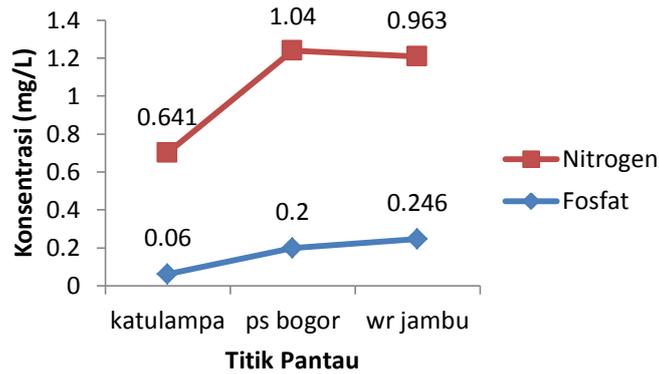
Nutrisi yang paling dibutuhkan oleh organisme adalah unsur karbon, nitrogen dan fosfor. Nutrien yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton adalah N dan P. Distribusi nitrogen dan fosfat hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10.



Gambar 8. Distribusi Nitrogen dan Fosfat pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-1



Gambar 9. Distribusi Nitrogen dan Fosfat pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-2



Gambar 10. Distribusi Nitrogen dan Fosfat pada Air Sungai Ciliwung bagian Hulu pada Minggu ke-3

Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 8, 9 dan 10 diperoleh bahwa konsentrasi senyawaan nitrogen lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi fosfat. Hal ini disebabkan, senyawa nitrogen mudah larut dalam air dibandingkan dengan senyawa fosfat. Fosfat mudah membentuk ikatan dengan logam-logam atau kation di dasar sungai dan mengalami pengendapan. Pada penelitian ini diketahui pula bahwa konsentrasi nitrogen dan fosfat lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi nitrogen dan fosfat (Sutamihardja *et al.*, 2017).

Perbedaan musim pada pengambilan sampel berpengaruh terhadap nilai nitrogen dan fosfat pada air sungai Ciliwung. Sutamihardja *et al.* (2017) melaporkan bahwa pada bulan Mei 2017 kondisi alamiah memasuki musim kemarau, sedangkan pada bulan Desember 2017 memasuki musim penghujan. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh dari proses pengenceran pada musim penghujan (Suhmana, 2012).

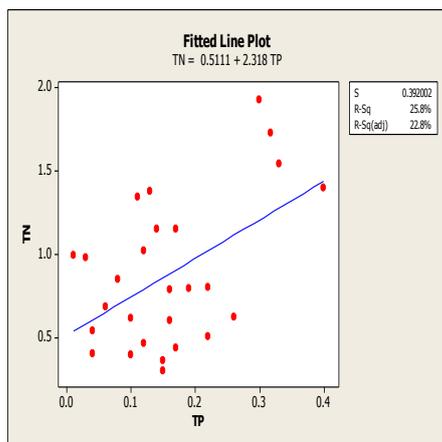
Pengolahan data Statistik

Pada penelitian, ditentukan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = Tidak ada hubungan antara total nitrogen dan total fosfat.

H_1 = Ada hubungan antara total nitrogen dan total fosfat.

Dari hasil analisis total nitrogen dan total fosfat diperoleh persamaan regresi yang terdapat pada Gambar 11. Hasil analisis regresi data penelitian menggunakan Minitab Versi 16, didapatkan bahwa nilai *p-Value* sebesar 0,007 ($\alpha = 0,05$) maka tolak H_0 dan terima H_1 . Kesimpulannya adalah ada hubungan antara total nitrogen dan total fosfat pada sungai Ciliwung bagian hulu. Selain itu, didapatkan pula nilai koefisien korelasi sebesar 0.508, menggambarkan bahwa antar konsentrasi total nitrogen dan total fosfat mempunyai hubungan positif dan hubungannya sedang. Nilai *p-Value* $< \alpha$, menunjukkan bahwa model regresi linear seperti pada Gambar 15 sudah mewakili data hasil analisa. Nilai koefisien korelasi yang didapatkan dari data tersebut memiliki tingkat hubungan yang sedang, sehingga perlu dilakukan uji statistika untuk memastikan adanya hubungan antara total nitrogen dan total fosfat tersebut. Cara sederhana untuk melakukan ini adalah uji t-dua arah dengan hipotesis nol yaitu tidak terdapat hubungan antara total nitrogen dan total fosfat pada air sungai Ciliwung (Miller & Miller, 1991). Uji t dua arah yang dilakukan menggunakan aplikasi minitab versi 16. Dari data hasil uji minitab didapatkan nilai *p-Value* $< \alpha$ (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 dan terima H_1 , artinya terdapat hubungan antara total nitrogen dan total fosfat pada sungai Ciliwung.



Gambar 11. Persamaan Regresi Linear Hubungan Antara Total Nitrogen dan Total Fosfat

KESIMPULAN

Senyawaan nitrogen dan fosfat memiliki hubungan dengan koefisien korelasi sebesar 0,508 artinya memiliki hubungan yang sedang dan bernilai positif. Senyawaan Nitrogen dan Fosfat di air sungai Ciliwung bagian hulu, secara keseluruhan masih berada dibawah baku mutu PP No 82 tahun 2001.

Kualitas air sungai Ciliwung bagian hulu memenuhi baku mutu kelas III PP No 82 tahun 2001, yaitu air yang dapat digunakan untuk membudidayakan ikan air tawar, peternakan dan mengairi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd ed., Port City Press, Maryland.
- Badan Standardisasi Nasional. *Tata Cara Pengambilan Contoh dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai*. SNI 03-7016-2004.
- Brotowidjoyo, M.D., Tribawono, D., & Mulbyantoro, E. (1995). *Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air*. Liberty. Yogyakarta.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hendrawan, D. (2008). Kualitas Air Sungai Ciliwung ditinjau dari parameter Minyak dan Lemak. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia Vol. 15 (2): 85-93*.
- Makatita, J. R. Susanto, A. B., & Mangimbulude J. C. (2014) *Kajian Zat Hara Fosfat dan Nitrat Pada Air dan Sedimen Padang Lamun Pulau Tujuh Seram Utara Barat Maluku Tengah*. Prosiding: Seminar Nasional FMIPA-UT 2014, 23 September 2014, Universitas Terbuka.
- Miller, J.C & Miller, J.N. (1991). *Statistika Untuk Kimia Analitik*. Terjemahan Sarono. Penerbit ITB, Bandung.
- Okhana, D.D. (2017). *Studi Dinamika Senyawa Nitrogen dalam Air Sungai Ciliwung Segmen 2 di Kota Bogor (Skripsi)*. Fakultas MIPA, Universitas Nusa Bangsa, Bogor, Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001: *Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Putri, F.D.M., Widyastuti, E. & Christiani, C. (2014). Hubungan Perbandingan Total Nitrogen dan Total Fosfor dengan Kelimpahan Chrysophyta di Perairan Waduk Panglima Besar Soedirman Banjarnegara. *Scripta Biologica*, Vol. 1 (1):92-97. doi: 10.20884/1.sb.2014.1.1.33
- Sugiyono. (2011). *Statistik untuk Penelitian*. Cetakan ke sebelas. CV Alfabeta.
- Suhmana, D. (2012). *Dinamika Kualitas Air Sungai pada Berbagai Penggunaan Lahan di sub DAS Cisadane (Skripsi)*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Sutamihardja, R.T.M., Azizah, M. & Hardini, Y. (2017). Studi Dinamika Senyawa Fosfat Dalam Kualitas Air Sungai Ciliwung Hulu Kota Bogor. *Jurnal Sains Natural, Vol. 8 (1), 43 – 49*. doi:10.31938/jsn.v8i1.114
- World Health Organization and European Commission. (2002). *Eutrophication and Health*. Edited by K. Pond. Luxembourg: Office for official Publication of the European communities. p 28.
- Wardoyo, S.T.H. (1982). *Water Analysis Manual Tropical Aquatic Biology Program*. Seameo Biotrop Bogor page 81.