

KAJIAN KUALITAS LIMBAH CAIR DOMESTIK DI BEBERAPA SUNGAI YANG MELINTASI KOTA MANADO DARI ASPEK BAHAN ORGANIK DAN ANORGANIK

(Quality of Study of Domestic Wastewater in Rivers Passing Through Manado City Based on Organic and Inorganic Materials)

Adianse Tarigan^{1*}, Markus T. Lasut¹, Sandra O. Tilaar¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado

*e-mail: adianse.tarigan@yahoo.com

Study on the quality of domestic wastewater in rivers passing through Manado City to Manado bay was done based on organic and inorganic materials. The study aimed to provide suitable information for environmental management of rivers and beaches in the city. Three rivers were selected to be observed, such as S. Bailang, S. Maasing and S. Tondano, using parameter of Biological Oxygen Demand-5 days (BOD₅), Phosphate (PO₄) and Nitrate (NO₃). Water samples were taken from three locations (upper, middle and river mouth parts) in each rivers. The result showed that average concentrations of the parameters, respectively, were 2 mg/L, 0.014 mg/L and 0.388 mg/L in S. Bailang; 17.66 mg/L, 1.858 mg/L and 0.029 mg/L in S. Maasing; and 4 mg/L, 0.289 mg/L and 0.314 mg/L in S. Tondano. In this paper, water quality status of the observed rivers based on current regulation was discussed.

Keywords: Waste Water, BOD, Phosphate, Nitrate, Manado.

Kajian tentang kualitas limbah cair domestik di beberapa sungai yang melintasi Kota Manado dari aspek bahan organik dan anorganik telah dilakukan. Kajian ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang dapat digunakan dalam upaya pengelolaan lingkungan daerah sungai dan pesisir. Tiga sungai yang diamati, yaitu: Sungai Bailang, S. Maasing dan S. Tondano. Pengambilan sampel air dilakukan di 3 lokasi (bagian atas, tengah dan dekat muara) di masing-masing sungai tersebut. Parameter yang diukur adalah Biological Oxygen Demand 5 hari (BOD₅), Fosfat (PO₄) dan Nitrat (NO₃). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rerata dari ketiga parameter tersebut di S. Bailang, berturut-turut, sebesar 2 mg/L, 0,014 mg/L dan 0,388 mg/L; di S. Maasing sebesar 17,66 mg/L, 1,858 mg/L dan 0,029 mg/L; di S. Tondano sebesar 4 mg/L, 0,289 mg/L dan 0,314 mg/L. Dalam tulisan ini, status kualitas dari ketiga sungai tersebut di bahas berdasarkan peraturan yang berlaku.

Kata Kunci: Limbah Cair, BOD, Fosfat, Nitrat, Manado.

PENDAHULUAN

Limbah cair adalah limbah yang mempunyai sifat cair di mana komposisinya meliputi bahan organik, anorganik, dan lainnya. Bahan organik

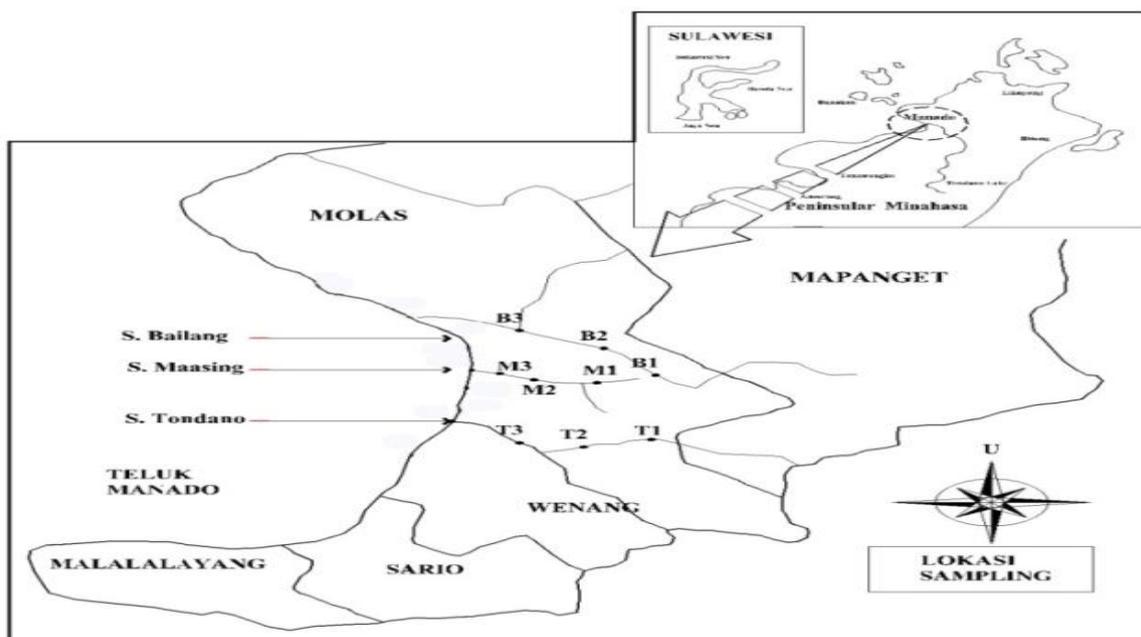
dan anorganik adalah bahan yang dapat mengalami degradasi oleh mikroorganisme. Limbah cair yang mengandung bahan ini pada umumnya berasal dari kegiatan manusia di permukiman (Darmono, 2001 dalam Nasution, 2003).

Bahan organik meliputi kertas, tinja, urin, sabun, lemak, deterjen dan sisa makanan (Dix, 1981 *dalam* Sasangko, 2006). Menurut Mahida (1995 *dalam* Sasangko, 2006), biological oxygen demand (BOD) akan semakin tinggi jika kandungan limbah organik semakin besar. Kota Manado merupakan salah satu kota pesisir yang ada di Indonesia, yang dilintasi oleh beberapa sungai yang bermuara di Teluk Manado, antara lain, Sungai Bailang, S. Maasing dan S. Tondano. Sungai-sungai tersebut memiliki air yang kaya akan bahan organik dan anorganik yang bersumber dari aktivitas masyarakat berupa pembuangan limbah cair ke perairan sungai, misalnya: sebagai tempat mandi, cuci dan kakus (MCK), tempat pembuangan sampah, sarana transportasi dan kegiatan perikanan. Keadaan ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas perairan, baik di lingkungan sungai dan pantai. Bertolak dari uraian di atas, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji keberadaan ketiga sungai tersebut di atas di mana informasi yang akan diperoleh dapat digunakan dalam upaya pengelolaan lingkungan sungai dan pesisir.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di perairan sungai yang melintasi kota Manado yaitu, S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik observasi. Pemilihan ketiga sungai tersebut dilakukan berdasarkan analisis penentuan lokasi penelitian, di mana masing-masing sungai ditentukan 3 titik sampling (TS) (Gambar 1). Sampel air diambil dari kedalaman ± 30 cm, dan menggunakan botol yang bersih dan masih dalam keadaan steril (disediakan dari laboratorium). Pengukuran suhu dan salinitas dilakukan dengan menggunakan CST (Conductivity Salinity Temperature) meter.

Parameter yang diteliti meliputi bahan organik (BOD) dan anorganik (fosfat dan nitrat). Analisis BOD dilakukan dengan pengukuran BOD 5 hari (APHA, 2005 *dalam* WLN, 2009), analisis fosfat dilakukan dengan metode spektrofotometer pada panjang gelombang 750 nm (APHA, 2005 *dalam* WLN, 2009) dan analisis nitrat dilakukan dengan metode reduksi kadmium dan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (APHA, 2005 *dalam* WLN, 2009).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan sampel, B1-B3: S. Bailang, M1-M3: S. Maasing dan T1-T3: S. Tondano

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Perairan Sungai

Secara umum, kondisi perairan S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano ditemukan banyak sampah dan kondisi air sungai yang keruh (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena banyaknya aktivitas masyarakat yang tinggal di sepanjang aliran sungai yang membuang limbah secara langsung ke perairan. Sedangkan untuk hasil pengukuran parameter kualitas air di perairan sungai ditampilkan pada Tabel 2 dan konsentrasi rerata BOD₅, fosfat (PO₄) dan nitrat (NO₃) di perairan sungai ditampilkan pada Gambar 2, 3 dan 4.

Salinitas rerata di perairan S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano berturut-turut sebesar 10,3 ppt, 3,3 ppt dan 2 ppt. Suhu rerata di perairan S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano berturut-turut sebesar 31 ppt, 33,06 ppt dan 33,66 ppt. Konsentrasi tertinggi BOD₅, fosfat dan nitrat di perairan S. Bailang berada pada titik sampling (TS) B3 (berturut-turut sebesar 2 mg/L, 0,147 mg/L dan 0,522 mg/L); di S. Maasing berturut-turut terukur di TS M2 (33 mg/L), M2 (2,640 mg/L) dan M3 (0,061 mg/L); di untuk S. Tondano pada TS T2 (berturut-turut sebesar 7 mg/L, 0,641 mg/L dan 0,379 mg/L). Sedangkan konsentrasi terendah untuk BOD₅, fosfat dan nitrat di perairan S. Bailang berturut-

Tabel 1. Kondisi Umum Perairan Sungai

Lokasi Penelitian	TS	Koordinat		Kondisi Fisik Air	Kondisi fisik saluran	Guna air, dan saluran	Kondisi pinggir saluran
		LU	BT				
S.Bailang	B1	01°31'49,7"	124°50'45,8"	Keruh	SS	MCK,TRA	TB, ERO
	B2	01°31'38,2"	124°50'52,6"	Keruh	SS	TRA	TB,ERO
	B3	01°31'33,2"	124°50'42,0"	Keruh	BS	TRA	TB,ERO
S.Maasing	M1	01°30'23,5"	124°51'02,8"	Keruh	BS	-	BET,ERO
	M2	01°30'35,9"	124°50'51,2"	Keruh	BS	-	BET,TERO
	M3	01°30'51,1"	124°50'40,5"	Keruh	BS	-	BET,TERO
S.Tondano	T1	01°29'50,6"	124°52'38,9"	Keruh	TAS	MCK	TB, ERO
	T2	01°29'17,3"	124°51'17,1"	Keruh	SS	MCK, PR	TB,ERO
	T3	01°29'48,8"	124°50'41,2"	Keruh	BS	MCK,PR,TRA	TB,ERO

Keterangan :

- | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| TS = Titik Sampling | TAS = Tidak Ada Sampah | TRA = Transportasi |
| LU = Lintang Utara | SS = Sedikit Sampah | TB = Tidak ada bet |
| BT = Bujur Timur | BS = Banyak Sampah | ERO = Erosi |
| BET = Beton | MCK = Mandi, cuci dan kakus | TERO = Tidak Erosi |
| PR = Perikanan | | |

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Perairan Sungai

Lokasi	Titik Sampling	Salinitas (ppt)	Suhu Air (°C)	BOD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	N-NO ₃ (mg/L)
S.Bailang	B1	8,0	31,3	-	0,092	0,355
	B2	11,0	31,1	-	0,073	0,287
	B3	12,0	30,6	2	0,147	0,522
S.Maasing	M1	1,0	32,2	8	0,596	0,012
	M2	3,0	32,3	33	2,640	0,015
	M3	6,0	34,7	12	2,340	0,061
S.Tondano	T1	2,0	30,0	3	0,095	0,296
	T2	2,0	30,0	7	0,641	0,379
	T3	2,0	32,0	2	0,132	0,267

turut terukur di TS B3 (2 mg/L), B2 (0,073 mg/L) dan B2 (0,287 mg/L); di S. Maasing di TS M1 (berturut-turut sebesar 8 mg/L, 0,596 mg/L dan 0,012 mg/L); di S. Tondano berturut-turut terukur di TS T3 (2 mg/L), T1 (0,095 mg/L) dan T3 (0,267 mg/L) (Tabel 2).

Keberadaan Kualitas Air di Perairan Sungai

a. Konsentrasi Rerata BOD₅

Konsentrasi rerata BOD₅ di perairan S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano, berturut-turut sebesar 2 mg/L, 17,6 mg/L dan 4 mg/L (Gambar 2). Tingginya konsentrasi BOD₅ di S. Maasing dibandingkan dengan S. Bailang dan S. Tondano dapat dipengaruhi oleh banyaknya buangan limbah rumah tangga melalui selokan yang masuk ke aliran sungai. Tingginya konsentrasi BOD₅ di perairan S. Maasing sejalan dengan terciumnya bau busuk di perairan sungai tersebut, di mana disebabkan oleh gas hidrogen sulfida (H₂S) dan fosfor. Timbulnya gas ini sebagai akibat rendahnya konsentrasi oksigen di dalamnya atau bahkan sudah habis, sehingga bakteri aerob akan mati semua (Paytan dan Mclaughlin, 2007 dalam Susana dan Suyarso, 2008). Sejalan dengan itu maka kebutuhan akan oksigen pun menjadi bertambah untuk digunakan dalam proses respirasi organisme di dalamnya, sehingga mengakibatkan rendahnya konsentrasi oksigen dalam sungai ini. Kondisi demikian bisa menyebabkan kematian organisme air secara masal sebagai akibat kekurangan oksigen (Stum dan Zolinger, 1994 dalam Susana dan Suyarso, 2008). Seperti yang diungkapkan oleh Mahida (1995 dalam Sasangko, 2006) bahwa BOD akan semakin tinggi jika kandungan limbah organik semakin besar.

Lee *et al.*, (1978 dalam Wijayanti, 2007) menyatakan bahwa perairan yang mengandung BOD lebih dari 10 mg/L berarti perairan tersebut telah tercemar

oleh bahan organik, sedangkan apabila di bawah 3 mg/L berarti perairan tersebut masih cukup bersih. Jika dilihat dari parameter BOD₅, keberadaan S. Maasing telah tercemar oleh bahan organik, S. Tondano tercemar ringan oleh bahan organik dan S. Bailang bisa dikategorikan sebagai perairan yang cukup bersih.

b. Konsentrasi Rerata Fosfat (PO₄)

Konsentrasi rerata fosfat (PO₄) di perairan S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano, berturut-turut sebesar 0,104 mg/L, 1,858 mg/L dan 0,289 mg/L (Gambar 3). Terlihat bahwa di S. Maasing mempunyai konsentrasi fosfat yang lebih tinggi dibandingkan dengan S. Bailang dan S. Tondano. Tingginya konsentrasi fosfat di S. Maasing, S. Tondano dan S. Bailang tampaknya berkaitan dengan pemanfaatan sungai oleh masyarakat sekitar. Seperti yang diungkapkan oleh Winata (2000 dalam Sasangko, 2006) bahwa fosfat dapat bersumber dari air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang mengandung fosfat, seperti industri pencucian, industri logam, air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan yang dibuang secara langsung ke perairan. Selain itu penambahan fosfat yang berasal dari deterjen bersama-sama dengan nitrogen dan fosfat yang berasal dari bahan buangan domestik lainnya akan merangsang pertumbuhan tumbuhan air dan algae untuk berkembang secara pesat (Paytan & Mclaughlin, 2007 dalam Susana dan Suyarso, 2008). Senyawa fosfat merupakan faktor pembatas dalam suatu perairan, yaitu bila kadarnya di atas 0,009 mg/l dalam kategori subur, sementara pada kadar lebih dari 1 mg/l PO₄ dapat menimbulkan *blooming* (Mackentum dalam Mackentum, 2005 dalam Trofisa, 2011). Bertolak dari penggolongan tersebut, S. Maasing memiliki potensi terjadinya *blooming* karena memiliki konsentrasi fosfat yang tinggi (1,858 mg/L). Sedangkan untuk perairan S. Bailang dan S. Tondano berada dalam kategori subur dan belum berpotensi terjadinya *blooming*.

c. Konsentrasi Rerata Nitrat (NO_3)

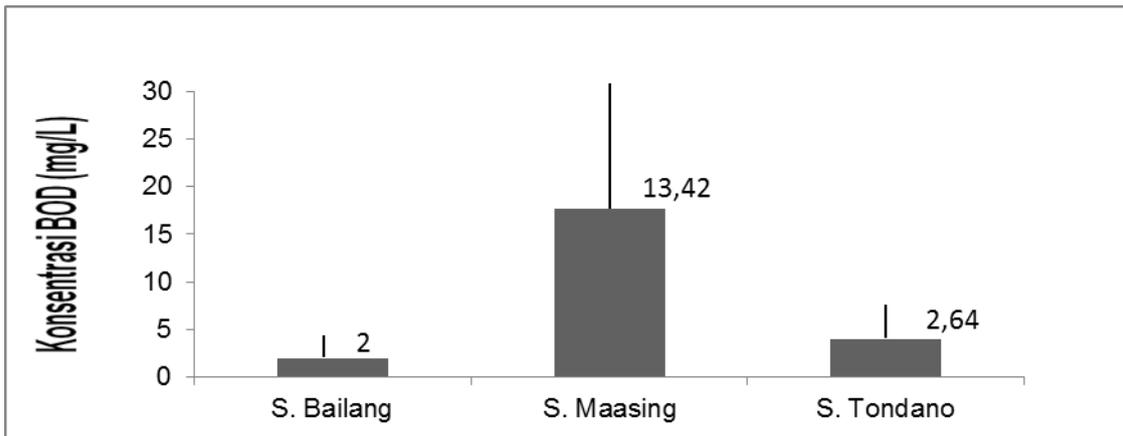
Konsentrasi rerata nitrat (NO_3) di perairan S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano, berturut-turut sebesar 0,388 mg/L, 0,029 mg/L dan 0,314 mg/L (Gambar 4). Terlihat bahwa konsentrasi nitrat lebih tinggi di S. Bailang dan diikuti oleh S. Tondano. Masuknya nitrat ke perairan S. Bailang dan S. Tondano tampaknya berkaitan dengan pemanfaatan sungai oleh masyarakat sekitar. Sharp (1983 dalam Susana dan Suyarso, 2008) menyatakan bahwa konsentrasi nitrat yang tinggi dalam suatu badan air dapat disebabkan oleh banyaknya limbah manusia. Seperti yang terlihat pada Tabel 1 bahwa perairan S. Bailang dan S. Tondano dijadikan sebagai tempat MCK, transportasi, dan adanya kegiatan perikanan (S. Tondano) yang menggunakan keramba apung di sungai tersebut. Seperti yang diungkapkan oleh Darmono (2001 dalam Mehare, 2003) bahwa usaha perikanan yang menggunakan jaring apung di sungai dapat menyebabkan peningkatan jumlah nitrat. Peningkatan ini dikarenakan adanya sisa-sisa pakan yang terbuang ke sungai maupun kotoran ikan.

Nitrat dalam perairan tidak bersifat racun bagi organisme perairan, hanya saja jika mengkonsumsi air yang mengandung nitrat yang tinggi akan mengakibatkan turunnya kapasitas darah untuk mengikat oksigen (Davis dan Conwell 1991 dalam Sundra, 2011). Menurut Effendi (2003 dalam Simanjuntak dan Kamlasi, 2012) kadar nitrat perairan lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi yang dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton dengan cepat (*blooming*). Berdasarkan penggolongan tersebut, perairan S. Bailang dan S. Tondano berpotensi terjadinya *blooming* karena memiliki konsentrasi nitrat yang tinggi (0,388 mg/L dan 0,314 mg/L) sehingga dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang ada dalam air. Selain itu, Palar (1994 dalam Budhihardjo dan Huboyo,

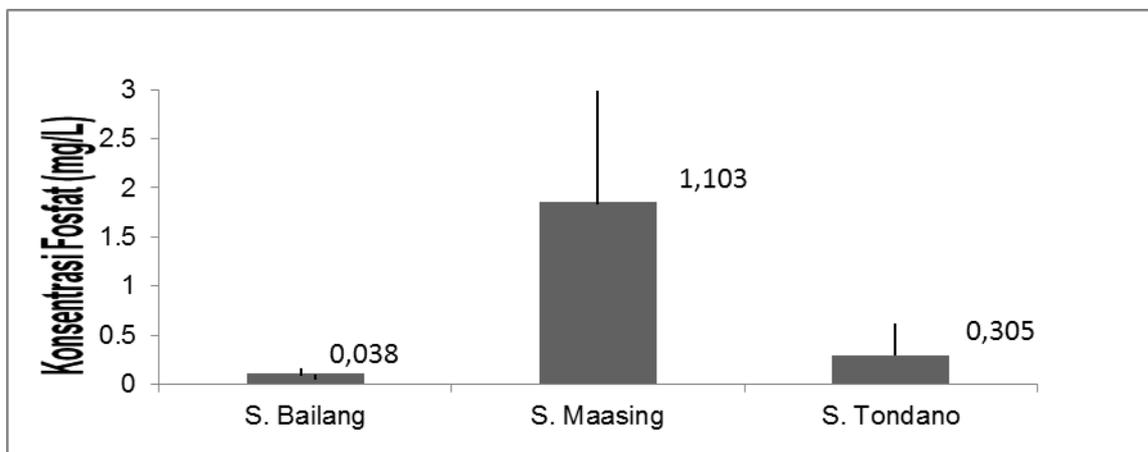
2007) menyatakan bahwa dalam beberapa kasus pencemaran air, pelepasan polutan yang berasal dari aktifitas manusia jauh lebih besar dari pada yang dihasilkan melalui proses alamiah. Dengan demikian dapat diketahui bahwa sumber polutan seperti nitrat yang berasal dari perairan mempunyai jumlah lebih sedikit dari pada yang berasal dari aktifitas manusia.

Status Kualitas Air di Perairan Sungai

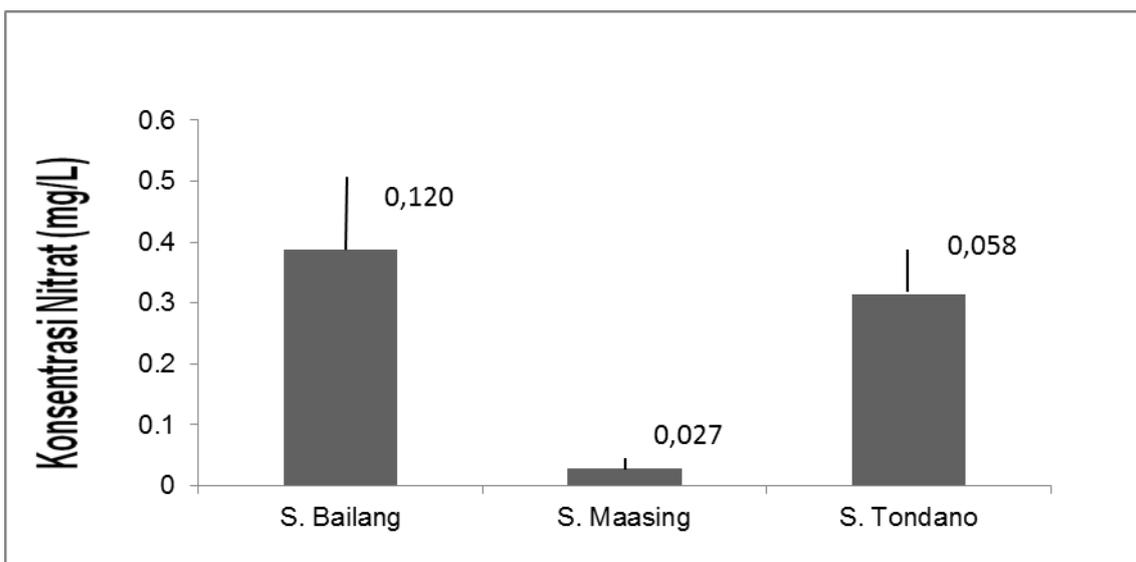
Penetapan status kualitas air di perairan sungai (S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano) dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian dengan standart baku mutu yang ditetapkan pemerintah yaitu berpedoman pada PP RI. No. 82. 2001, tentang pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Tabel 3). Status kualitas air di perairan S. Bailang berada dalam kategori "layak untuk semua kelas" jika dilihat dari ketiga parameter kualitas air (BOD_5 , fosfat dan nitrat). Berdasarkan hasil kajian tersebut maka perairan S. Bailang layak dijadikan sebagai peruntukan air sesuai dengan kelas air tersebut; untuk perairan S. Maasing berada dalam kategori "tidak layak untuk semua kelas" berdasarkan parameter BOD_5 dan "tidak layak untuk kelas" I, II, dan III berdasarkan parameter fosfat (PO_4). Berdasarkan hasil kajian tersebut maka perairan S. Maasing tidak layak dijadikan untuk air baku air minum, kegiatan budidaya, sarana dan prasarana rekreasi air, peternakan dan kegiatan yang lain sesuai dengan kelas dalam peruntukan air (BOD_5 dan fosfat); untuk perairan S. Tondano berada dalam kategori "tidak layak untuk kelas" I, II berdasarkan parameter BOD_5 dan fosfat (PO_4). Berdasarkan hasil kajian tersebut maka perairan S. Tondano tidak layak dijadikan untuk air baku air minum, budidaya ikan, peternakan, pertanaman, sarana/prasarana rekreasi air dan kegiatan yang lain sesuai dengan kelas dalam peruntukan air tersebut (BOD_5 dan PO_4).



Gambar 2. Konsentrasi rerata BOD₅ di perairan sungai (S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano).



Gambar 3. Konsentrasi rerata fosfat (PO₄) di perairan sungai (S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano).



Gambar 4. Konsentrasi rerata nitrat (NO₃) di perairan sungai (S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano).

Tabel 3. Status Kualitas Air di Perairan Sungai (S. Bailang, S. Maasing dan S. Tondano).

Parameter	Lokasi	Hasil	Baku Mutu*				Status
			I	II	III	IV	
BOD (mg/L)	S.Bailang	2	2	3	6	12	LS
	S.Maasing	17,67					TL
	S.Tondano	4					TL I,II
NO ₃ -N (mg/L)	S.Bailang	0,388	10	10	20	20	LS
	S.Maasing	0,029					LS
	S.Tondano	0,314					LS
PO ₄ -P (mg/L)	S.Bailang	0,104	0,2	0,2	1	5	LS
	S.Maasing	1,858					TL I,II,II
	S.Tondano	0,289					TL I,II

Keterangan :

* PP RI, No. 82. 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air

LS : Layak untuk semua

TL : Tidak layak untuk

TL S : Tidak layak untuk semua

- a. Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan peruntukan lain dengan syarat kualitas yang sama
- b. Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pertanian dan peruntukan lain dengan syarat kualitas yang sama
- c. Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, air industri, air pertambangan dan peruntukan lain dengan syarat kualitas yang sama
- d. Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian, air industri, air pertambangan dan peruntukan lain dengan syarat kualitas yang sama.

KESIMPULAN

Tingkat konsentrasi rerata berdasarkan parameter BOD₅, Fosfat (PO₄) dan Nitrat (NO₃) di perairan S. Bailang berturut-turut sebesar 2 mg/L, 0,014 mg/L dan 0,388 mg/L; di S. Maasing berturut-turut sebesar 17,66 mg/L, 1,858 mg/L dan 0,029 mg/L; di S. Tondano berturut-turut sebesar 4 mg/L, 0,289 mg/L dan 0,314 mg/L.

Status kualitas perairan S. Bailang berada dalam kategori "layak untuk semua kelas" berdasarkan parameter kualitas air (BOD₅, fosfat dan nitrat); untuk S. Maasing berada dalam kategori "tidak layak untuk semua kelas" berdasarkan parameter BOD₅ dan "tidak layak untuk kelas" I, II dan III berdasarkan parameter fosfat; untuk S. Tondano berada dalam kategori "tidak layak untuk kelas" I, II berdasarkan parameter BOD₅ dan fosfat (PO₄).

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharjo, A. B., dan Huboyo. 2007. Pola Persebaran Nitrat dan Phosfat dengan Model Aquatox2.2 Serta Hubungan Terhadap Tanaman Enceng Gondok Pada Permukaan Danau (Studi Kasus Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang). Jurnal Presipitasi. Vol. No. 2, ISSN 1907-187X.
- Mehare. F. S. 2003. Analisis Limbah Anorganik Di Perairan Sungai Yang Masuk Ke Teluk Manado. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Nasution, H. 2003. Jenis, Sumber Dampak dan Penanggulangan Limbah Organik. Makalah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Program Studi Ilmu

- Kelautan. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. PP RI No. 82. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Trofisa, D. 2011. Kajian Beban Pencemaran dan Daya Tampung Pencemaran Sungai Ciliwung Di Segmen Kota Bogor. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor 2011.
- Sasongko, A. L. 2006. Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk Disekitar Sungai Tuk Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang Serta Upaya Penanganannya. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang, 139 hal.
- Susana, T., dan Suyarso. 2008. Penyebaran Fosfat dan Deterjen di Perairan Pesisir dan Luat Cirebon Jawa Barat. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Volume. 34: 117-131.
- Sundra I. K. 2011. Kualitas Perairan Pantai di Kabupaten Badung Yang Dimanfaatkan Sebagai Aktivitas Pariwisata. Jurusan Biologi, Fakultas MIPA. Universitas Udayana, Denpasar-Bali. Vol. 2, Hal. 227-233.
- Simanjuntak, M., dan Kamlasi Y. 2012. Sebaran Horizontal Zat Hara di Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur. Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Politeknik Pertanian Negeri UNDANA. Kupang NTT. Vol. 17 (2) 99-108.
- Wijayanti. M. H. 2007. Kajian Kualitas Perairan Di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos. TESIS. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro Semarang.
- WLN. 2009. Intruksi Kerja Chemical Laboratory.