

Studi Kadar Fosfat (Total, Polifosfat dan Ortofosfat) pada Daerah Aliran Sungai Lamat Kecamatan Muntilan

Marius Agung Sasmita Jati^{1*}

¹Prodi D3 Teknologi Bank Darah STIKES Wira Husada Yogyakarta. Telp (0274) 485110,485113

*Koresponden E-mail: agungsj85@gmail.com

(Diterima: 24 Maret 2022 | Disetujui: 28 Juli 2022 | Diterbitkan: 31 Juli 2022)

Abstract: *Studies on phosphate levels (total, polyphosphate, and orthophosphate) have been carried out in the Lamat Muntilan watershed. A detergent is an approach to the amount of waste disposal of various types of phosphate in the Lamat river. High levels of phosphorus cause eutrophication, which can cause various human health problems. This study aims to determine the levels (total, polyphosphate, and orthophosphate) and compared rain and dry season with water quality standards that have been agreed upon nationally as well as theoretical studies on eutrophication pollution. This research uses the UV-Vis Spectrophotometer method by utilizing the interaction of ammonium tartrate and potassium antimonyl tartrate on orthophosphate ions to form phosphomolybdic acid which is then reduced by ascorbic acid to a modern blue color which is proportional to the number of orthophosphate ions. This modern blue color is measured at a wavelength of 880 nm. The result data showed that the average total phosphate levels of river water of 0.240 ppm in the rainy season and 0.204 ppm in the dry season, for polyphosphates were found at 0.032 ppm in the rainy season and 0.064 ppm in the dry season, while orthophosphate 0.051 ppm in the rainy season and 0.101 ppm in the dry season. In the dry and rainy seasons, there were specific differences between them. This level surpassed Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 about concerning Management of Water Quality and Control of Pollution Water, was not suitable for consumption directly or indirectly specifically for human needs, but if it was used for animals and plants it is still feasible. The level of all phosphate species triggered the formation of eutrophication.*

Keywords: *spectrophotometer UV-Vis; phosphate; muntilan*

PENDAHULUAN

Linier Alkil Benzene Sulfonate dan senyawa fosfat yang terlepas pada suatu badan air telah banyak menjadi bahan yang diteliti diberbagai negara, karena banyak digunakan secara global. Dalam kenyataannya penggunaan deterjen berbasis fosfat menimbulkan kerugian yang berupa sisa deterjen yang dibuang langsung ke perairan terdekat tanpa pengolahan. Deterjen mengandung zat *builders* (50%, yang mengandung senyawa fosfat), surfaktan (*LAS* maupun *BAS* sebagai zat aktif deterjen berkisar 15%), pemutih (7%), enzim (2%), agen anti-redeposisi tanah, busa, regulator, inhibitor korosi, pencerah optik, inhibitor transfer pewarna, wewangian (sebagai pewangi), pewarna, pengisi dan bahan bantu formulasi (Irawan *et al.*, 2020). Deterjen merupakan senyawa penting dalam berbagai proses industri diantaranya juga dari sektor pertanian dan peternakan (Puspitasari *et al.*, 2021), (Vadde *et al.*, 2018), (Wardiani *et al.*, 2019).

Fakta sesungguhnya yang terjadi bersamaan dan lebih mengkhawatirkan selain deterjen mencemari perairan juga terjadi pencemaran yang juga disebabkan oleh komposisi dari deterjen selain mengandung *LAS* tersebut yaitu oleh komponen *Builders*. Komponen *Builders* merupakan senyawa fosfat yang berguna untuk menonaktifkan ion-ion sadah dalam air. Dengan adanya senyawa fosfat tersebut kinerja deterjen di air sadah tidak mengalami suatu penurunan drastis. Bentuk fosfat dalam perairan adalah ortofosfat. Secara umum, senyawa fosfat yang terdapat dalam suatu

ekosistem air dapat berasal dari kotoran manusia atau limbah peternakan, deterjen dan pabrik pengolahan kertas. Secara alami semua makhluk hidup yang tinggal di ekosistem air memerlukan fosfat dalam jumlah tertentu. Pada kenyataannya, kandungan senyawa fosfat yang berlebihan akan membahayakan kelangsungan makhluk hidup yang bertahan di ekosistem tersebut. Kandungan senyawa fosfat yang tinggi dalam ekosistem air dapat meningkatkan pertumbuhan beberapa jenis alga yang mengakibatkan terhalangnya sinar matahari yang masuk ke perairan (Ngibad, 2019). Untuk beberapa merk deterjen yang ada dipasaran komponen Builders selain berbentuk fosfat dapat berupa Asetat: Nitril Tri Acetate (*NTA*), Ethylene Diamine Tetra Acetate (*EDTA*), Silikat: Zeolit, Sitrat: Asam sitrat, namun penggunaan secara ekonomis belum digunakan secara umum. Hal inilah yang dijadikan dasar dari penelitian karena senyawa fosfat lebih banyak digunakan industri dari segi ekonomis.

Aliran air Sungai Lamat yang melintasi Muntilan, kecamatan teramai di Kabupaten Magelang, berhulu di Gunung Merapi. Jarak Gunung Merapi dengan Kecamatan Muntilan sekitar 15 kilometer. Sungai Lamat merupakan salah satu di antara beberapa sungai besar yang menjadi jalur aliran material erupsi Gunung Merapi bila terjadi banjir lahar. Sungai Lamat sendiri sering digunakan sehari-hari bagi penduduk sekitar bantaran Sungai Lamat sebagai MCK. Sungai Lamat merupakan sungai vital yang menyediakan sumber air bagi penduduk yang jauh dari bantaran sungai yaitu menyediakan air di tiap-tiap sumur penduduk

(Puspitasari *et al.*, 2021). Peneliti tertarik untuk mengidentifikasi kadar senyawa fosfat yang terlepas pada Sungai Lamat tersebut karena vitalnya sungai tersebut namun masih banyak penduduk yang membuang limbah rumah tangga di sungai tersebut. Sungai Lamat belum pernah dijadikan subyek penelitian untuk kandungan fosfat pada air Sungai Lamat sehingga penelitian ini bersifat penelitian perintis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar rerata senyawa fosfat (ortofosfat, polifosfat, total dan fosfat organik) pada air Sungai Lamat dan dapat menentukan apakah melampaui dari ambang batas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian survey karena melakukan perkiraan dari kadar fosfat sampel air yang diperoleh. DAS Lamat di bantaran wilayah Dusun Jagalan, dusun Pepe, dusun Balemulyo dalam kelurahan Muntilan, Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang, Propinsi Jawa Tengah jarak sejauh 1,5 kilometer.

Metode yang digunakan yaitu dengan sampling secara kontinu (Ahdiaty & Fitriana, 2020) langsung di tempat dan tak langsung yang akan diuji pada laboratorium serta penggunaan instrumen yang mempunyai akurasi dan presisi yang tinggi; pada pengambilan pada DAS Lamat di bantaran wilayah Desa Kuwilet, Kecamatan Dukun hingga Desa Gunung Pring, Kecamatan Muntilan, sejauh sekitar tiga kilometer. Waktu yang akan diuji yaitu pada musim kemarau dan penghujan. Pada 2 musim inilah diuji kadar fosfat (SNI 8995:2021), hal ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi yang konstan dari kadar senyawa fosfat yang dilepas oleh penduduk selama setahun pertama dan apakah melampaui kandungan dari ambang batas.



Gambar 1. Peta Kota Muntilan (Propinsi Jawa Tengah) yang dialiri sungai Lamat beserta titik-titik sampling yang diambil.

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni karena karena intensitas hujan pada bulan Juni masih sangat tinggi sedangkan pada bulan Agustus intensitas hujan sudah berkurang disebabkan masuk pada musim kemarau, walaupun demikian hujan masih sesekali terjadi pada musim kemarau 2016 dengan intensitas rendah. Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada sungai Lamat yang mengalir tiga Dusun yaitu Dusun

Jagalan, Dusun Pepe, Dusun Balemulyo; dengan mengambil langsung ke badan air pada kedalaman setengah dari kedalaman maksimal dan mengambil pada aliran dengan arus yang besar dan deras. Lokasi pengambilan air sungai ditentukan pada koordinat 7°34'19,2" LS dan 110°17'22,9"BT sampai 7° 35'2" LS dan 110°18'10,5" BT dan dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 juga ditunjukkan titik-titik

Populasi dan Sampling

Populasi yang digunakan adalah titik-titik kumpul air pembuangan air limbah rumah tangga dan titik-titik representatif potensi eutrofikasi terjadi. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air Sungai Lamat diambil secara purposive sampling dengan tetap menggunakan titik-titik representatif. Penentuan Lokasi Sampling ditetapkan dengan GPS dan bantuan fitur Google Maps; pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling yaitu sampel diambil dengan maksud atau tujuan tertentu. Lokasi sampling lebih diutamakan pada outlet saluran drainase yang masuk sepanjang perairan Sungai Lamat yang terpetakan berpedoman pada Sari *et al.*, 2016. Terdapat 15 titik pengambilan sampling dilakukan sesuai dengan Gambar 1. Pengambilan masing-masing sample sebanyak 500 mL. Pengambilan sampel dilakukan dengan botol pemberat yang dibenamkan pada ½ ketinggian sungai dengan bantuan tali. Pengambilan dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada Bulan Juni 2016 karena masih terdapat hujan dan pada Agustus 2016 pada saat kemarau kering.

Peralatan dan Bahan

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: pH meter (Lutron PH-208), Spektrofotometer *UV-Visible* (OPTIMA SP- 300), Termometer, Timbangan Analitik (Lutron GM-300P). Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini: KH_2PO_4 *p.a.*, fenoltalien, asam sulfat *p.a.*, asam nitrat *p.a.*, SnCl_2 , asam Askorbat *p.a.*, kalium antimonitratrat *p.a.*, amonium molibdat *p.a.*, HgCl_2 *p.a.*, CHCl_3 *p.a.*, asam klorida *p.a.*, akuabides. Semua bahan kimia yang digunakan produksi *E-merck* (99,9%).

Untuk penampungan sampel air sungai menggunakan botol kaca berwarna gelap yang sudah dibersihkan tanpa menggunakan deterjen. Sumbat botol yang digunakan adalah sumbat botol karet berwarna hitam. Pengenceran sampel maupun pengenceran bahan menggunakan akuatridestilata.

Cara Kerja

Cara kerja yang dilakukan adalah memodifikasi antara prosedur pada SNI dan analisis fosfat secara umum

1. Teknik Pengambilan Sampel (SNI 03-7016-2004, 2021)
2. Pengukuran Tingkat Keasaman (SNI 06.6989.11-2004, 2019)
3. Pengukuran Suhu Air Sungai (SNI 26.6989.23-2005, n.d.)

Parameter-parameter yang dilakukan untuk mengetahui kualitas dari limbah deterjen adalah sebagai berikut:

1. Fisik (warna)
2. Odour (Bau)

Identifikasi senyawa fosfat (Utomo *et al.*, 2018), (Oktaviani *et al.*, 2015), (Karil *et al.*, 2015):

1. Hidrolisa pendahuluan: analisa polifosfat
2. Peleburan pendahuluan: analisa fosfat total
3. Analisa ortofosfat (metode asam askorbat)

Pengambilan sampel dan pengawetan sampel

Pengambilan menggunakan botol yang sudah dicuci dengan detergen. Sampel disaring segera sewaktu pengambilan sampel dan penambahan 40 mg HgCl₂ perliter sampel dan didinginkan pada konsistensi suhu < -10°C dan tidak ditambahkan dengan asam maupun CHCl₃. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan data primer yaitu dilakukan dengan cara pengukuran kadar fosfat dari sampel air Sungai Lamat secara survey. Data yang sudah didapat kemudian dikelompokkan menurut waktu pengambilan yaitu pada musim penghujan dan kemarau, kemudian dilakukan identifikasi kadar fosfat, selanjutnya dibandingkan dengan Baku Mutu Air menurut golongannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisika dan lingkungan sekitar sungai dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dan pada Tabel 2. Lingkungan sekitar sungai Lamat sendiri juga dipengaruhi oleh berbagai faktor aktivitas manusia. Sungai Lamat merupakan sungai alami dengan pola mengumpul dari berbagai sumber air yang berasal dari lereng Gunung Merapi, Propinsi Jawa Tengah.

Karakter lingkungan pada titik sampling 1,2,3,4 mempunyai karakteristik yang sama hanya saja pada titik sampling 5 yang membedakan adalah tidak adanya tempat peternakan. Untuk titik sampling 6,7,8,9,10 mempunyai karakteristik yang hampir sama, tetapi untuk titik 8,9,10 perbedaannya hanya terdapat bangunan sekolah. Titik sampling 11,12,13,14,15 mempunyai karakteristik yang sama karena dimulai pada tempat pemukiman yang memadat disertai terdapat bangunan fasilitas umum. Kepadatan penduduk dimulai dari titik 11 sedangkan dari titik 6 sampai 10 masih terdapat areal sawah. Keadaan lingkungan sekitar sungai Lamat dapat dilihat pada Gambar 2 dan pemeriksaan karakteristik fisika dan kondisi lingkungan sekitar ditunjukkan pada Gambar 3. Karakter Sungai Lamat juga didominasi oleh bebatuan hasil erupsi Gunung Merapi, Propinsi Jawa Tengah.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa volume air pada bulan Juli 2016 lebih banyak dari pada Agustus 2016 yang merupakan karakter fisik wilayah pegunungan tinggi di Jawa Tengah, yaitu surutnya air hanya terjadi pada Bulan Agustus. Dibandingkan dengan bulan Juli seharusnya terjadi surutnya air karena musim kemarau, namun karena masih terjadi

hujan di Bulan Juli, ketinggian air sungai masih relatif tinggi.

Pengambilan sampel serta pengukuran pH dan suhu dilakukan di tempat. Hal ini dilakukan supaya tidak terjadi perubahan yang besar jika dilakukan di Laboratorium tertutup. Untuk pengukuran kadar fosfat dilakukan di Laboratorium tertutup karena reagen yang digunakan sensitif terhadap sinar Ultraviolet yang berasal dari matahari. Pengambilan sampel dan pengukuran pH dan suhu ditunjukkan pada Gambar 3. Sementara pemeriksaan tersebut, dilakukan juga pemeriksaan karakteristik lingkungan sekitar.



Gambar 2. Sungai Lamat Juni 2016 (kiri) dan Agustus 2016 (kanan)



Gambar 3. Pemeriksaan Karakteristik Fisika dan Kondisi Lingkungan Sekitar

Tabel 1. Karakter fisika air sungai Lamat

Titik	Lokasi	Musim kemarau		Musim Penghujan	
		pH	Suhu (°C)	pH	Suhu (°C)
1	Dsn. Jagalan	7,50	28	7,28	25
2	Dsn. Jagalan	7,53	28	7,38	26,50
3	Dsn. Jagalan	7,58	28,50	7,40	25
4	Dsn. Jagalan	7,62	28	7,38	25
5	Dsn. Jagalan	7,79	28	7,34	25
6	Dsn. Pepe	7,76	29	7,73	25
7	Dsn. Pepe	7,77	29	7,67	25
8	Dsn. Pepe	7,81	28	7,36	25
9	Dsn. Pepe	7,85	28	7,73	26,50
10	Dsn. Pepe	7,87	29	7,63	25
11	Dsn. Balemulyo	8,00	28	7,70	25
12	Dsn. Balemulyo	8,00	28	7,65	25
13	Dsn. Balemulyo	8,02	28,50	7,58	25
14	Dsn. Balemulyo	8,04	28,50	7,51	26,50
15	Dsn. Balemulyo	8,06	28,50	7,45	26,50
Rerata		7,81	28,33	7,52	25,40

Tabel 2. Karakteristik Lingkungan Sekitar Sungai Lamat

Titik	Dusun	Karakter
1,2,3, 4,5	Dusun Jagalan	Banyak nyamuk, dengan dengan peternakan sapi dan unggas, ada air karat sungai serta digunakan untuk MCK, belum ada pembuangan limbah rumah tangga ke sungai, ada ikan ukuran sedang sedikit. Secara umum: bening keruh hijau, ada air karat
6,7,8, 9,10	Dusun Pepe	Rumah sekitar bantaran sudah mulai memadat, terdapat bangunan sekolah, sudah terdapat pembuangan limbah rumah tangga ke sungai dan terdapat areal persawahan dan aliran air dari sawah yang dibuang ke sungai, berbatu tidak ada air karat dan tidak terdapat ikan besar maupun sedang, ikan kecil (comberan) ikut mendominasi, warna air sungai bening keruh putih agak hijau, terkadang berbuih Secara umum: bening keruh putih agak hijau, terkadang berbuih
11,12 ,13, 14,15	Dusun Balemul yo	Terdapat banyak sekolah, memadatnya rumah penduduk di bantaran sungai, tidak terdapat areal persawahan, terdapat pembuangan limbah rumah tangga ke sungai, berbatu, terdapat ikan kecil (comberan) yang mendominasi, terkadang berbuih agak lama dibandingkan di Dusun Pepe, Seacara umum: warna air sungai bening keruh putih hijau kehitaman atau terkadang coklat, tidak ada air karat

Pemilihan analisis fosfat (P) ini merupakan salah satu cara untuk menentukan penanggulangan dampak perairan yang dikatakan sebagai eutrofikasi (Kleinman et al., 2015) sebagai penilaian awal untuk mitigasi fosfat. Terutama lepasnya fosfat dari pertanian adalah suatu hal yang sulit untuk ditangani. Prosedur analisis senyawa fosfat ini dilakukan dengan tiga tahap. Pada tiap prosedur analisis fosfat dilakukan secara berurutan, karena mengacu pada perhitungan secara tidak langsung, dijelaskan sebagai berikut: 1) Pada tahap pertama dilakukan pengukuran ortofosfat tanpa melakukan destruksi sampel, dalam hal ini akan diukur ortofosfat bebas yang larut. Pengukuran ortofosfat ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar pemakaian pupuk kimia berbasis asam fosfat yang digunakan pertanian yaitu pada lahan sawah-sawah. Hal ini juga mempunyai kontribusi dalam pencemaran fosfat dalam air sungai. Diambil 15 titik yang mewakili sepanjang sungai Lamat pada kelurahan Muntilan; 2) Tahap kedua dilakukan dengan pengukuran polifosfat. Pengukuran polifosfat ini dimaksudkan untuk

mengetahui seberapa besar pemakaian detergen berbasis builder senyawa fosfat dan pelepasan limbah industri yang limbahnya mengandung organofosfat; 3) Untuk tahap terakhir atau tahap ketiga adalah pengukuran fosfat total. Pengukuran senyawa fosfat total ini dimaksudkan untuk menghitung total senyawa fosfat terlarut yang terlepas ke badan sungai. Untuk selanjutnya pengukuran dilakukan sama dengan tahap pertama. Dengan dilakukannya tahap ketiga ini maka dapat ditentukan konsentrasi senyawa fosfat organik yang terlepas pada sungai.

Dari beberapa tahapan yang dilakukan diatas dapat ditarik suatu formula (1) dan (2) bahwa:

$$\text{Fosfat total} = \text{ortofosfat} + \text{polifosfat} + \text{fosfat organik} \dots\dots\dots(1)$$

dan

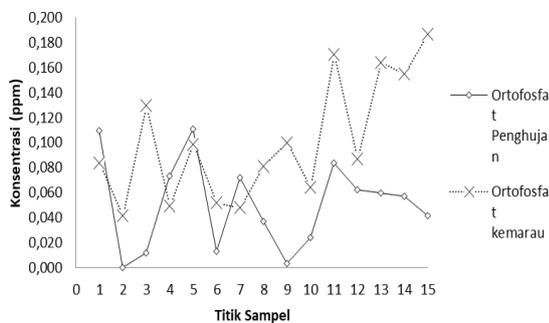
$$\text{Polifosfat} = \text{ortofosfat tahap II} - \text{ortofosfat tahap I} \dots\dots\dots (2)$$

Senyawa Ortofosfat

Besarnya kandungan senyawa ortofosfat yang dilepas oleh pertanian khususnya persawahan. Hasil ditunjukkan pada Gambar 4. Dilakukan pula perbandingan antara musim penghujan dan kemarau. Dari Gambar 4 terlihat bahwa pada titik sampel 11 pada musim penghujan mengalami lonjakan konsentrasi, yang seharusnya terdeteksi tinggi di titik sample 6 sampai 10 yang dekat dengan areal persawahan, namun terakumulasi karena aliran sungai tidak se deras pada titik sampel 1 sampai 5. Titik 15 mengalami konsentrasi ortofosfat tertinggi karena memang pola aliran sungai yang melambat dan membentuk genangan. Disinilah ortofosfat dari bagian atas hingga tengah terakumulasi dan membentuk air berwarna hijau semu, merupakan cikal bakal terjadinya eutrofikasi. Detail kadar ortofosfat untuk masing-masing titik lokasi yang diambil ditunjukkan pada Tabel 3. Pada Tabel 3 ini digambarkan secara grafik pada Gambar 4.

Tabel 3. Perbandingan konsentrasi ortofosfat pada musim penghujan dan kemarau

Sampel	Konsentrasi Ortofosfat musim penghujan (ppm)	Konsentrasi Ortofosfat musim kemarau (ppm)
1	0,110	0,084
2	0,000	0,041
3	0,012	0,129
4	0,073	0,049
5	0,111	0,099
6	0,013	0,052
7	0,072	0,048
8	0,037	0,081
9	0,003	0,100
10	0,024	0,064
11	0,084	0,171
12	0,063	0,087
13	0,060	0,164
14	0,057	0,155
15	0,041	0,187
Rerata	0,051	0,101



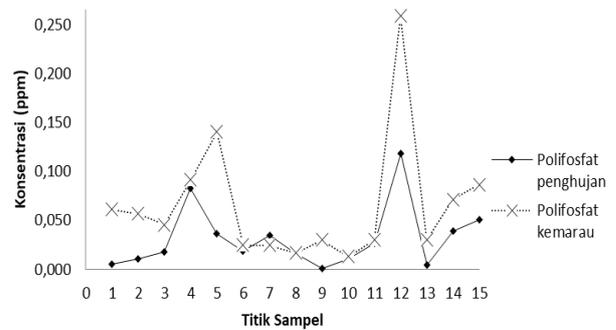
Gambar 4 Konsentrasi Ortofosfat pada musim kemarau dan penghujan

Pada musim kemarau yang terjadi adalah kebalikannya, air sungai mengalami penyusutan volume debit yang didukung banyak bebatuan yang

mengakibatkan terbandungnya aliran sungai yang membawa ortofosfat. Hal tersebut juga memungkinkan daerah bagian atas (hulu) juga terdapat banyak sawah yang mempergunakan pupuk berbasis asam fosfat. Ditandai pada titik sampel 1 sampai 5 yang memiliki konsentrasi tertinggi. Titik 11 sampai 15 pada musim kemarau mengalami penyusutan karena memang disekitar titik sampling ini tidak ada areal persawahan. Jadi dapat disimpulkan bahwa kadar ortofosfat yang cenderung tinggi dibandingkan kemarau ini disebabkan karena aktivitas pertanian khususnya padi hanya dilakukan pada musim penghujan saja, sedangkan pada musim kemarau tidak dilakukan.

Senyawa Polifosfat

Pengamatan senyawa polifosfat merupakan tahap kedua yang dilakukan. Tujuan pengamatan ini adalah mengetahui senyawa polifosfat yang digunakan penduduk sekitar dalam bentuk limbah detergen dan industri-industri yang memiliki limbah organofosfat. Hasil ditunjukkan pada Gambar 5. Dilakukan pula perbandingan antara musim penghujan dan kemarau.



Gambar 5 Konsentrasi Polifosfat pada musim kemarau dan penghujan

Tabel 4 Perbandingan konsentrasi Polifosfat pada musim penghujan dan kemarau

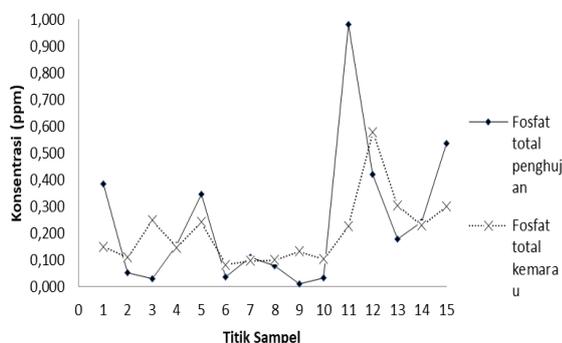
Sampel	Konsentrasi Polifosfat musim penghujan (ppm)	Konsentrasi Polifosfat musim kemarau (ppm)
1	0,005	0,061
2	0,011	0,057
3	0,018	0,046
4	0,082	0,091
5	0,037	0,140
6	0,019	0,025
7	0,035	0,025
8	0,016	0,017
9	0,001	0,030
10	0,010	0,013
11	0,026	0,030
12	0,119	0,259
13	0,004	0,030
14	0,039	0,071
15	0,050	0,086
Rerata	0,032	0,069

Dari Gambar 5 terlihat bahwa pada titik sampel 11 pada musim penghujan mengalami lonjakan konsentrasi, hal tersebut dimungkinkan pembuangan limbah yang terjadi pada musim penghujan dapat terdeteksi namun kecil bila dibandingkan dengan musim kemarau karena banyaknya volume debit air hujan yang meluap mengalir sungai, walaupun terdeteksi kecil namun dapat merubah pH karena garam anionik surfaktan yang mempengaruhi karakteristik fisika maupun kimia air sungai. Untuk detail kadar polifosfat dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4 memuat berbagai kadar polifosfat yang kemudian disajikan pada Gambar 5.

Hasil ditunjukkan pada Gambar 5. Dilakukan pula perbandingan antara musim penghujan dan kemarau. Dari Gambar 5 terlihat bahwa pada titik sampel 11 pada musim penghujan mengalami lonjakan konsentrasi, hal tersebut dimungkinkan pembuangan limbah yang terjadi pada musim penghujan dapat terdeteksi namun kecil bila dibandingkan dengan musim kemarau karena banyaknya volume debit air hujan yang meluap mengalir sungai, walaupun terdeteksi kecil namun dapat merubah pH karena garam anionik surfaktan yang mempengaruhi karakteristik fisika maupun kimia air sungai. Jadi dapat disimpulkan bahwa pada musim penghujan aktivitas industri yang menggunakan deterjen mempunyai kecenderungan lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau dan juga pada musim kemarau posisi air tanah mengalami penurunan hal inilah yang menyebabkan sisa deterjen tidak langsung menuju sungai tetapi justru meresap ke tanah.

Senyawa Fosfat Total

Pengamatan senyawa fosfat total merupakan tahap ketiga yang dilakukan. Tujuan pengamatan ini adalah mengetahui senyawa fosfat total yang digunakan penduduk sekitar sungai dalam bentuk limbah deterjen dan industri-industri yang memiliki limbah organofosfat serta berbagai limbah yang memiliki kontribusi terhadap terakumulasinya senyawa fosfat dalam badan sungai Lamat. Hasil ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Konsentrasi Fosfat total pada musim kemarau dan penghujan

Tabel 5. Perbandingan konsentrasi Polifosfat pada musim penghujan dan kemarau

Sampel	Konsentrasi Polifosfat musim penghujan (ppm)	Konsentrasi Polifosfat musim kemarau (ppm)
1	0,005	0,061
2	0,011	0,057
3	0,018	0,046
4	0,082	0,091
5	0,037	0,140
6	0,019	0,025
7	0,035	0,025
8	0,016	0,017
9	0,001	0,030
10	0,010	0,013
11	0,026	0,030
12	0,119	0,259
13	0,004	0,030
14	0,039	0,071
15	0,050	0,086
Rerata	0,032	0,069

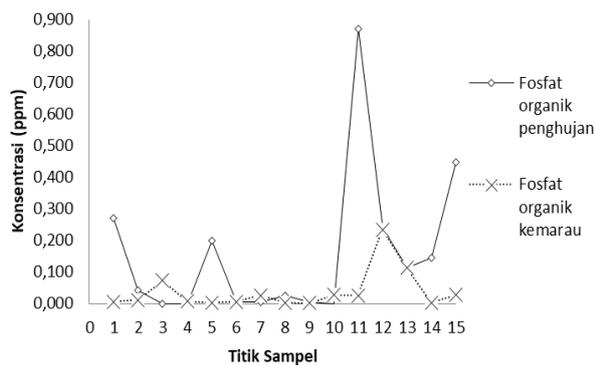
Dalam Gambar 6 merupakan hasil dari Tabel 5 yang merupakan detail kadar fosfat total, terlihat bahwa pembuangan limbah fosfat non spesifik meningkat pada musim penghujan dibandingkan pada musim kemarau, apabila dibandingkan pada musim yang sama yaitu pada musim penghujan, buangan ortofosfat maupun polifosfat terpaut jauh dengan buangan fosfat non spesifik (fosfat total). Hal ini disebabkan oleh adanya buangan limbah fosfat organik seperti halnya asam-asam nukleat, fosfolipida dan glukofosfat yang dimungkinkan dari limbah makanan yang khususnya pada musim kemarau tidak larut ke badan sungai, namun jika musim hujan maka limbah fosfat non spesifik tersebut larut ke badan sungai. Limbah tersebut berasal dari sisa makanan yang dibuang penduduk sepanjang bantaran sungai.

Di sekitar titik tersebut memang kepadatan penduduk tinggi. Peningkatan tersebut dimulai pada titik sampel yang ekstrim di lokasi 11 dimusim hujan dan lokasi 12 dimusim kemarau. Pada titik 1 sampai 10 baik pada musim hujan dan musim kemarau mengalami fluktuatif yang dapat dikategorikan konstan yang belum dikenai oleh aktivitas tertinggi penduduk di sekitar bantaran sungai Lamat. Jadi dapat disimpulkan secara umum bahwa fosfat total merupakan fosfat gabungan dari limbah pertanian dan limbah industri yang menggunakan basis deterjen berbasis fosfat yang memiliki konsentrasi yang cenderung tinggi dibandingkan dengan musim kemarau hal ini dikarenakan tingginya aktivitas dan penurunannya disebabkan oleh penurunan air tanah yang menyebabkan limbah cenderung meresap ke tanah dibandingkan mengalir ke badan sungai.

Senyawa Fosfat Organik

Pengamatan senyawa fosfat organik merupakan hasil teoritis yang dilakukan dengan cara konsentrasi

fosfat total dikurangi konsentrasi ortofosfat dan polifosfat (Wan *et al.*, 2020). Hasil tersebut merupakan hasil sekunder. Senyawa fosfat organik diantaranya adalah senyawa fosfat yang bergabung dengan biomolekul dan sulit untuk didestruksi jika hanya menggunakan asam sulfat pekat dan asam nitrat saja. Diperlukan katalis seperti yang sudah disebutkan dalam subbab sebelumnya. Senyawa fosfat organik juga mempunyai kontribusi penyumbang tercemarnya perairan menjadi eutrofikasi, namun untuk mencemari perairan senyawa fosfat organik membutuhkan jenis bakteri yang dapat meguraikannya menjadi ortofosfat. Hasil ditunjukkan pada Gambar 7. Tabel 6 merupakan detail kadar fosfat organik yang kemudian disajikan secara grafik pada Gambar 7.



Gambar 7 Konsentrasi senyawa Fosfat organik pada musim kemarau dan penghujan

Senyawa fosfat organik ini memiliki pola yang sama dengan konsentrasi fosfat total karena merupakan selisih antara fosfat total dengan ortofosfat asli dan ortofosfat hasil hidrolisis (polifosfat), walaupun konsentrasinya kecil namun juga mempunyai pengaruh jika hasil dari fosfat organik ini mengalami peruraian bila terdapat bakteri pengurai fosfat organik ini di perairan, namun dalam penelitian ini tidak membahas mengenai identifikasi baik kualitatif maupun kuantitatif mengenai bakteri tersebut.

Kandungan fosfat organik ini tertinggi pada musim penghujan, terutama di titik sample 11 dan titik sampel 12 di musim kemarau. Lokasi pengambilan sampel ini juga tertinggi kandungannya untuk ortofosfat dan polifosfat, karena lokasi ini memang padat penduduk dan terdapat banyak sekolah.

Dari pemeriksaan senyawa ortofosfat, polifosfat, fosfat total dan fosfat organik pada musim penghujan mempunyai kecenderungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan tingginya air tanah serta kondisi fisik tanah pada waktu kemarau yaitu lebih cenderung menyerap air dibandingkan menahan air. Hal inilah yang akan menyebabkan lonjakan tinggi pada saat awal musim penghujan. Hal ini tidak jauh berbeda dengan (Hermawan & Wardhani, 2021) penelitian mengenai status Sungai Cibeureum yang pada musim kemarau justru indeks pencemaran lebih kecil dibandingkan dengan musim

penghujan. Hasil penelitian ini juga tidak jauh berbeda (Yanti, 2017) pada pemeriksaan secara musiman di sungai Kahayan, Kalimantan Tengah; yang pada intinya mengacu pada lonjakan pencemaran pada awal musim penghujan.

Tabel 6 Perbandingan konsentrasi Fosfat total pada musim penghujan dan kemarau

Sampel	Konsentrasi Fosfat total musim penghujan (ppm)	Konsentrasi Fosfat total musim kemarau (ppm)
1	0,386	0,150
2	0,052	0,110
3	0,030	0,248
4	0,156	0,147
5	0,346	0,242
6	0,036	0,082
7	0,110	0,098
8	0,079	0,101
9	0,010	0,132
10	0,034	0,104
11	0,981	0,226
12	0,420	0,579
13	0,178	0,306
14	0,242	0,229
15	0,538	0,300
Rerata	0,240	0,204

Tingginya kandungan P (fosfat) ini sangat mempengaruhi pada muara sungai Lamat tersebut. Hal ini berpotensi terjadinya eutrofikasi pada bagian muara. Hal ini juga bisa dipengaruhi oleh kandungan P (fosfat) pada air hujan yang terjadi pada wilayah tersebut (Putt *et al.*, 2019) yang di sisi lain kegiatan atau aktivitas manusia juga mempengaruhi secara dominan. Kejadian eutrofikasi memang bisa diredam namun kejadian re-eutrofikasi dapat terjadi apabila mengesampingkan nutrien lain seperti Nitrogen dan nutrien mikro lain serta cuaca yang terdapat atau terjadi disepanjang hulu sungai Lamat (Watson *et al.*, 2016).

Air limbah yang berasal dari rumah tangga, buangan pertanian yang mengandung pupuk dan limbah industri dari industri pupuk, deterjen, dan sabun merupakan sumber utama fosfat di lingkungan perairan (ekosistem air). Sebagian besar sumber merupakan limbah industri rumah tangga (laundry) dan limbah domestik dari daerah sekitar (Kundu *et al.*, 2015). Fosfat dapat disebabkan oleh konsentrasi deterjen. Deterjen secara langsung mempengaruhi lingkungan perairan, disebabkan oleh busa, yang berakibat menurunnya tegangan permukaan air sungai yang selanjutnya membatasi produksi oksigen, dan menyebabkan eutrofikasi (Ujianti *et al.*, 2018); (Khoirul *et al.*, 2019).

Dalam penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan mengenai eutrofikasi namun data yang didapat yang berupa kadar senyawa fosfat mempunyai potensi yang membuat eutrofikasi pada muara. Pengelolaan dan

pengendalian sumber fosfor sangatlah penting karena bertujuan untuk meningkatkan kualitas perairan. Hal sebagai langkah pencegahan. Langkah-langkah yang ditujukan untuk menekan keberadaan fosfor juga terkait dengan perilaku dan sikap penggunaan fosfor dan pentingnya langkah-langkah untuk mengendalikan dan membatasi penggunaannya (Quevedo & Paganini, 2017).

KESIMPULAN

Kadar fosfat total rerata air sungai sebesar 0,240 ppm pada musim penghujan dan 0,204 ppm pada musim kemarau, untuk polifosfat sebesar 0,032 ppm pada musim penghujan dan 0,064 ppm pada musim kemarau, sedangkan untuk ortofosfat 0,051 ppm pada musim penghujan dan 0,101 ppm pada musim kemarau. Jika dibandingkan dengan kajian teori tentang pembentukan perairan ter-eutrofikasi maka kadar fosfat total pada sungai Lemat melebihi ambang yang dapat merangsang pertumbuhan alga hijau (< 0,01 ppm). Kadar tersebut melampaui dari (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82, 2001) Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kopertis Wilayah V atas dana yang diberikan melalui penelitian DIPA 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiaty, R., & Fitriana, D. (2020). Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong di Wilayah Kota Yogyakarta. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 3(2), 65–73. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol3.iss2.art4>
- Hermawan, Y. I., & Wardhani, E. (2021). Status Mutu Air Sungai Cibeureum, Kota Cimahi Water Quality Status of The Cibeureum River, Cimahi City. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 28–41.
- Irawan, C., Ratmasari, A., Rizaldi, F., Nata, I. F., & Putra, M. D. (2020). Removal phosphate-containing detergent wastewater by Mg-Al(NO₃) layered double hydroxide. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 524(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/524/1/012007>
- Karil, F., Muh, Y., & Maslukah, L. (2015). Studi Sebaran Konsentrasi Nitrat Dan Klorofil-a Di Perairan Teluk Ujungbatu Jepara. *Jurnal Oseanografi*, 4(2), 386–392. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>
- Khoirul, M., Rudiyantri, S., & Ain, C. (2019). Hubungan antara Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang Semarang. *Journal of Maquares*, 9(1), 23–30. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Kleinman, P. J. A., Sharpley, A. N., Withers, P. J. A., Bergström, L., Johnson, L. T., & Doody, D. G. (2015). Implementing agricultural phosphorus science and management to combat eutrophication. *Ambio*, 44(2), 297–310. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0631-2>
- Kundu, S., Vassanda Coumar, M., Rajendiran, S., Ajay, & Subba Rao, A. (2015). Phosphates from detergents and eutrophication of surface water ecosystem in India. *Current Science*, 108(7), 1320–1325.
- Ngibad, K. (2019). Analisis Kadar Fosfat dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *J. Pijar MIPA*, 14(3), 197–201. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14i3.1158>
- Oktaviani, A., Yusuf, M., & Maslukah, L. (2015). Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 85–92. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose%0ASEBARAN>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82. (2001). *Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Puspitasari, A. I., Novita, E., Pradana, H. A., Purnomo, B. H., & Rini, T. S. (2021). Identifikasi Perilaku Dan Persepsi Masyarakat Terhadap Pencemaran Air Sungai Bedadung Di Jember, Jawa Timur. *JPPDAS*, 89–104. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1755-315/485/1/012006>
- Putt, A. E., MacIsaac, E. A., Herunter, H. E., Cooper, A. B., & Selbie, D. T. (2019). Eutrophication forcings on a peri-urban lake ecosystem: Context for integrated watershed to airshed management. In *PLoS ONE* (Vol. 14, Issue 7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219241>
- Quevedo, M. G., & Paganini, W. da S. (2017). Management of phosphorus in water: case study of the Tietê River. *Ambiente e Agua*, 12(6), 902–917. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Sari, D. A., Haeruddin, & Rudiyantri, S. (2016). Analisis Beban Pencemaran Deterjen dan Indeks Kualitas Air di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dan Hubungannya dengan Kelimpahan Fitoplankton. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5, 353–362.
- SNI 03-7016-2004, bdk 8995-2021. (2021). *SNI (Standar Nasional Indonesia) Nomor 03 – 7016; 2004 Tentang Tata Cara Pengambilan Contoh Dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air Pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai*.
- SNI 06.6989.11-2004. (2019). *Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH meter [Water and waste water - Chapter 11: Method of pH by pH meter]*. SNI 06-6989.11-2004. 1–7.
- SNI 26.6989.23-2005. (n.d.). *SNI 06 6989 23 2005 Pengukuran Suhu Air Sungai.pdf*.
- Ujiyanti, R. M. D., Anggoro, S., Bambang, A. N., & Purwanti, F. (2018). Water quality of the Garang River, Semarang, Central Java, Indonesia based on the government regulation standard. *Journal of*

- Physics: Conference Series*, 1025(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1025/1/012037>
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriani, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127.
<https://doi.org/10.12962/j25493736.v3i1.3528>
- Vadde, K. K., Wang, J., Cao, L., Yuan, T., McCarthy, A., & Sekar, R. (2018). Assesment of Water Quality and Identification of Pollution Risk Location in Tiaoxi River (Taihu watershed), China. *Water*, 10, 2–18.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w10020183>
- Wan, J., Yuan, X., Han, L., Ye, H., & Yang, X. (2020). Characteristics and distribution of organic phosphorus fractions in the surface sediments of the inflow rivers around hongze lake, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17020648>
- Wardiani, F., Wimbaningrum, R., & Setiawan, R. . (2019). Hubungan Antara Tipe Penggunaan lahan dengan Kualitas Air di Sungai Rembangan, Kabupaten Jember. *Jurnal ILMU DASAR*, 20, 111–122.
<https://doi.org/10.19184/jid.v20i2.8939>
- Watson, S. B., Miller, C., Arhonditsis, G., Boyer, G. L., Carmichael, W., Charlton, M. N., Confesor, R., Depew, D. C., Höök, T. O., Ludsin, S. A., Matisoff, G., McElmurry, S. P., Murray, M. W., Peter Richards, R., Rao, Y. R., Steffen, M. M., & Wilhelm, S. W. (2016). The re-eutrophication of Lake Erie: Harmful algal blooms and hypoxia. In *Harmful Algae* (Vol. 56, pp. 44–66).
<https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.04.010>
- Yanti, E. V. (2017). Dinamika Musimam Kualitas Air di Daerah Sungai Kahayan Kalimantan Tengah. *Ziraa'ah*, 42(2), 107–118.
-