

BAB IV

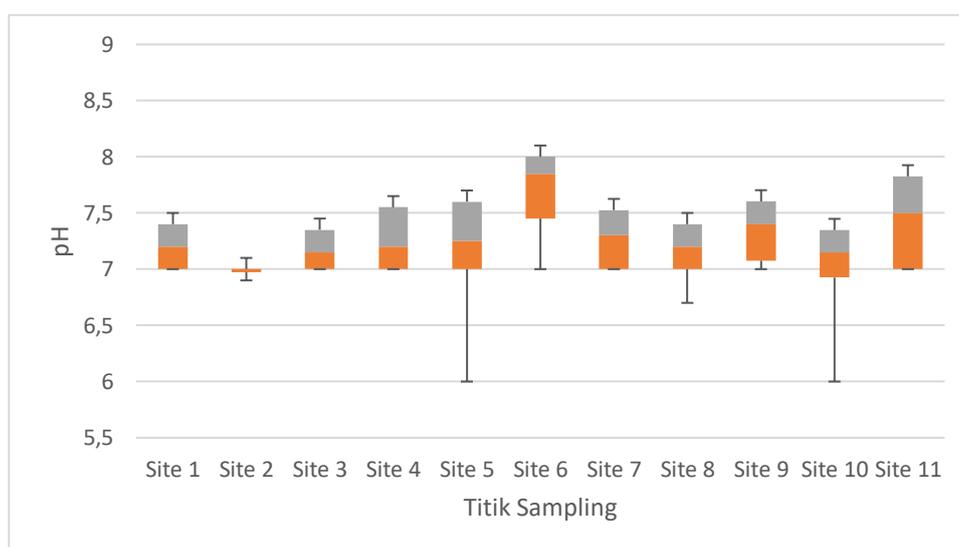
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Analisis Kualitas Air DAS Opak

4.1.1. Parameter Fisika

4.1.1.1. pH

Berikut adalah diagram pH pada setiap site pengambilan sampel:



Gambar 4.1 Diagram Konsentrasi pH Sungai Opak Berdasarkan Lokasi Site

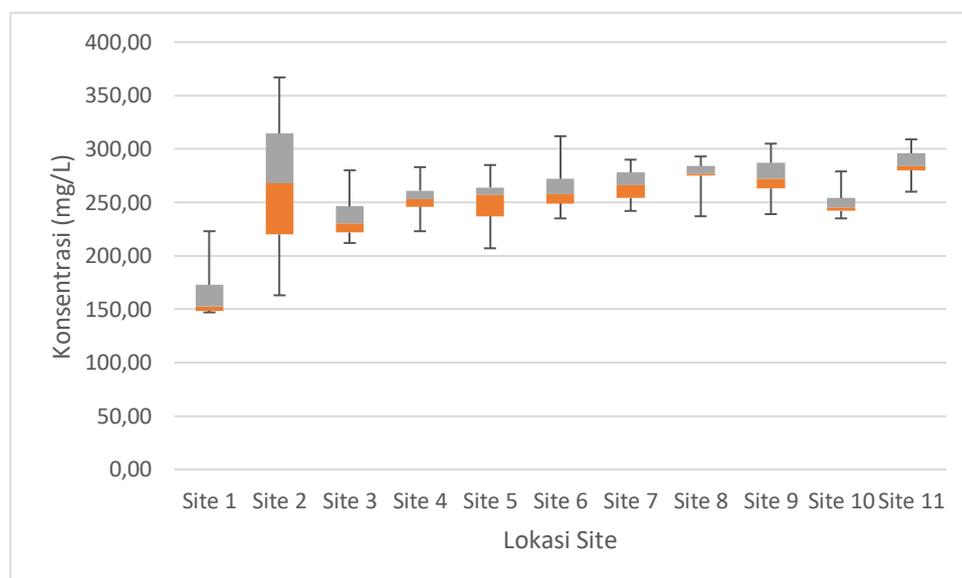
pH atau derajat keasaman menunjukkan sifat basa atau asam dalam air. Untuk sungai di Indonesia rata-rata memiliki nilai pH 6-8,5. Nilai pH dipengaruhi oleh faktor oksigen terlarut, aktivitas organisme, dan peningkatan suhu air. Diagram di atas menunjukkan nilai pH pada semua site berada pada kisaran 6 - 8,6. Tingkat derajat keasaman tertinggi terletak pada site 6 dengan nilai median 7,85. Tingginya pH dapat dipengaruhi oleh peningkatan suhu pada site tersebut.

Pada Pergub DIY No.20 Tahun 2008, derajat keasaman yang diperbolehkan untuk kelas II yaitu pada nilai 6-9. Dari hasil pengukuran pH pada penelitian, semua site memenuhi baku mutu yang ditentukan. Nilai pH dapat mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia, semakin tinggi nilai pH maka nilai alkalinitas semakin tinggi dan kadar karbondioksida semakin rendah (Effendi, 2003). Jika pH rendah, maka

perairan tersebut bersifat asam dan korosif, toksisitas logam mengalami peningkatan, serta proses nitrifikasi akan terhambat (Effendi, 2003). Aktifitas pertanian berupa sisa pupuk merupakan salah satu sumber bahan pencemar pH di perairan (Ekha, 2015). pH yang sangat rendah, menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar, yang bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air (Tatangindatu, et al., 2013)

4.1.1.2. TDS

Berikut adalah hasil pengujian TDS yang dilakukan pada saat pengambilan sampel:



Gambar 4.2 Diagram Konsentrasi TDS Sungai Opak Berdasarkan Lokasi Site

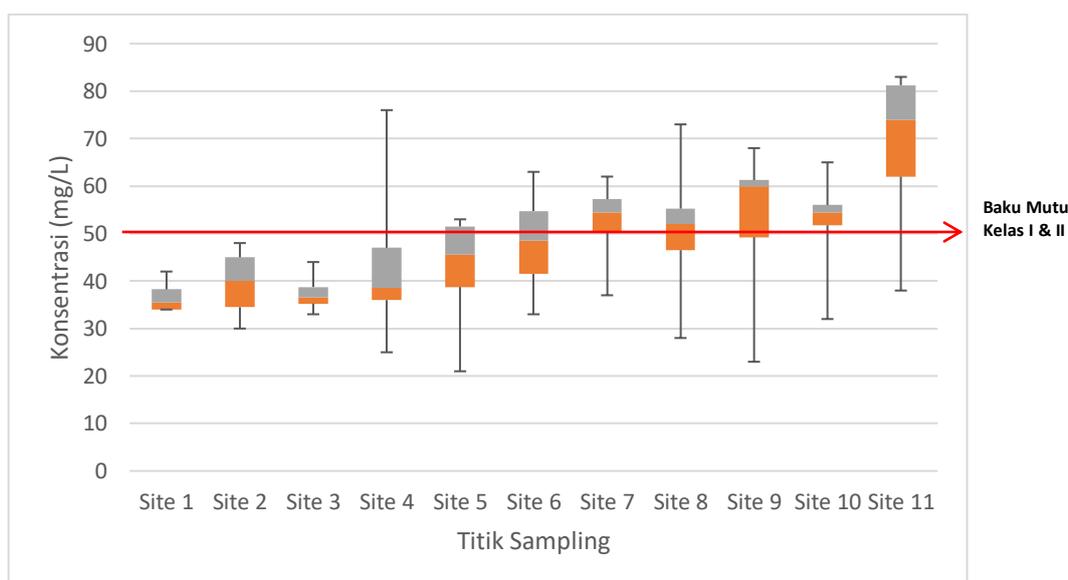
Total Dissolved Solid (TDS) atau total padatan terlarut adalah bahan yang tersisa setelah air mengalami penguapan (evaporasi) pada suhu tertentu. Padatan terlarut memiliki diameter $< 10^{-6}$ μm . Dari diagram di atas rentang nilai minimum hingga maksimum yaitu 147– 367 mg/L, sedangkan nilai median rata-rata 251,14 mg/L. Fluktuasi nilai konsentrasi TDS dalam air dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu limpasan (run off) pertanian dan perumahan, pencucian kontaminasi tanah dan limbah dari instalasi pengolahan industri atau rumah tangga. Pada Site 2, nilai

median konsentrasi TDS lebih tinggi dibandingkan ke sebelas site lainnya. Hal tersebut dipengaruhi karena site 2 berdekatan dengan lokasi penambangan pasir.

Pada Pergub DIY No.20 Tahun 2008, nilai konsentrasi padatan terlarut untuk kelas II yaitu sebesar 1000 mg/L. Dari semua hasil pengujian, konsentrasi TDS pada Sungai Opak berada dibawah nilai baku mutu yang telah ditentukan.

4.1.1.3. TSS

Total Suspended Solid (TSS) adalah padatan yang tidak larut dan tidak mengendap langsung di dalam air, TSS dapat meningkatkan kekeruhan dalam air. Berikut adalah diagram TSS berdasarkan lokasi site:



Gambar 4.3 Diagram Konsentrasi TSS Sungai Opak Berdasarkan Lokasi Site

Berdasarkan data diagram di atas, nilai rentang konsentrasi minimum sampai maksimum yaitu 21 – 83 mg/L. Untuk nilai rata-rata mediannya yaitu 49,05 mg/L. Jika ditarik garis linear, konsentrasi TSS dari Site 1 sampai Site 11 mengalami peningkatan dan sedikit fluktuasi. Peningkatan kadar TSS tersebut disebabkan padatan tersuspensi terbawa aliran sungai ke hilir, dan terakumulasi, sehingga tidak menutup kemungkinan nilai kadar TSS pada hilir tinggi. Menurut Winnarsih dkk. (2016) masuknya muatan bahan tersuspensi berasal dari aliran air sungai, adanya

input limbah rumah tangga yang dibuang langsung ke perairan serta adanya kegiatan pembangunan di sekitar sungai. Limbah yang dibuang ke perairan tersebut terbawa oleh arus sehingga dapat menyebabkan kekeruhan dan kecerahan sungai menjadi rendah. Ekha (2015) dalam penelitiannya menyebutkan rendahnya nilai SS dapat juga disebabkan oleh debit aliran sungai pada lokasi pengamatan dan pengaruh musim. Selain itu, tingkat erosi permukaan tanah di kawasan sempadan (permukiman padat penduduk) dapat juga menjadi pemicu tinggi rendahnya nilai SS pada air sungainya.

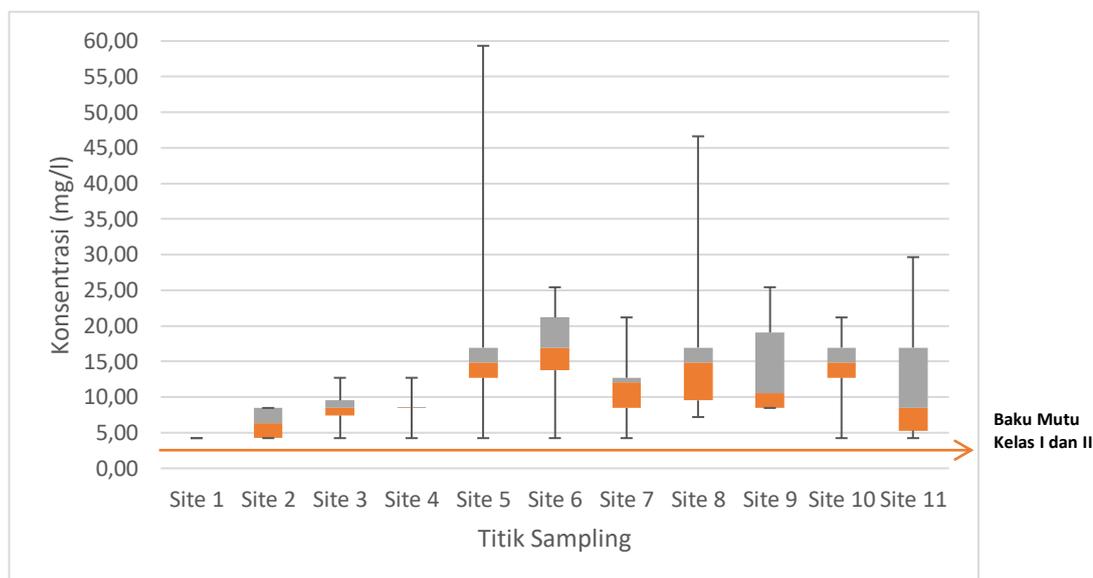
Pada Pergub DIY No.20 Tahun 2008, nilai kadar TSS dalam air untuk kelas II yang diperbolehkan adalah 50 mg/L. Dari hasil analisis data diatas, nilai kadar TSS untuk Sungai Opak masih berada pada nilai baku mutu yang diperbolehkan.

4.1.2. Parameter Kimia

4.1.2.1. Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)

BOD adalah kebutuhan oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik, BOD dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut (DO) dalam air. Berdasarkan pada Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, baku mutu BOD untuk kelas I yaitu 2 mg/L dan kelas II sebesar 3 mg/L. Jika konsentrasi BOD di perairan tinggi maka konsentrasi/kandungan organik dalam air juga semakin tinggi (Aisyah, 2018).

Berdasarkan diagram 4.4, nilai rentang konsentrasi minimum sampai maksimum yaitu 4,24 – 59,33 mg/L. Nilai rata-rata median parameter BOD yaitu 10,92 mg/L. Nilai median site 1 dan site 2 menunjukkan kualitas BOD badan air dibawah baku mutu yaitu 4,24 mg/L. Site 1 merupakan hulu sungai Opak, dimana DAS sekitar sungai masih alami dan sedikit pemukiman. Sedangkan site 2 merupakan berada di sungai Gendol dimana masih terdapat banyak hutan dan sedikit pemukiman.



Gambar 4.4 Diagram Konsentrasi BOD Sungai Opak Berdasarkan Lokasi Site

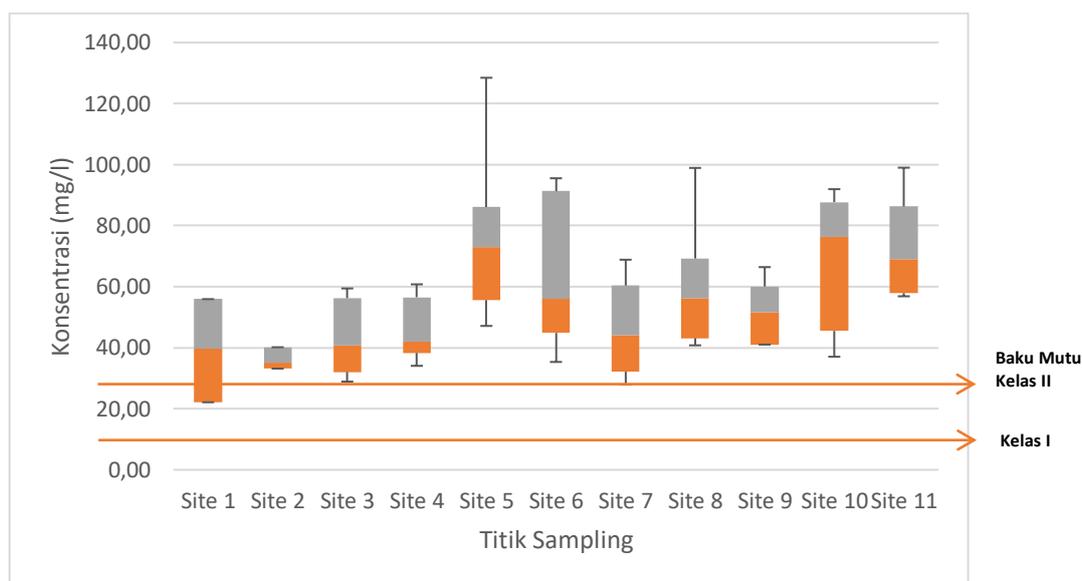
Site 6 memiliki nilai median tertinggi yaitu dengan konsentrasi 16,95 mg/L, tingginya konsentrasi pada site tersebut dikarenakan lokasi site dekat dengan TPST Piyungan, pertokoan, industri penyamakan kulit dan pasar desa Ngablak yang outputnya dibuang ke badan sungai Opak.

Menurut Effendi (2003), kadar oksigen yang terlarut diperairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Site 5 sampai site 8 dilakukan pengambilan sampel air saat siang hari dimana suhu sedang tinggi-tingginya, menyebabkan kandungan BOD di site tersebut tinggi. Dari seluruh nilai konsentrasi rata-rata setiap tempat pengambilan sampel melampaui baku mutu yang ditentukan. Sehingga adanya indikasi pencemaran pada badan air Sungai Opak.

4.1.2.2. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik di dalam air secara kimiawi (Mays, 1996). Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, baku mutu COD untuk kelas I yaitu 10 mg/L dan kelas II sebesar

25 mg/L. Apabila dibandingkan dengan hasil analisis data, nilai median COD rata-rata dari Site 1 sampai dengan Site 11 melampaui baku mutu dengan nilai 53,07 mg/L. Hal ini mengindikasikan adanya pencemaran pada badan air Sungai Opak. Berikut adalah diagram konsentrasi COD berdasarkan lokasi site:



Gambar 4.5 Diagram Konsentrasi COD Sungai Opak Berdasarkan Lokasi Site

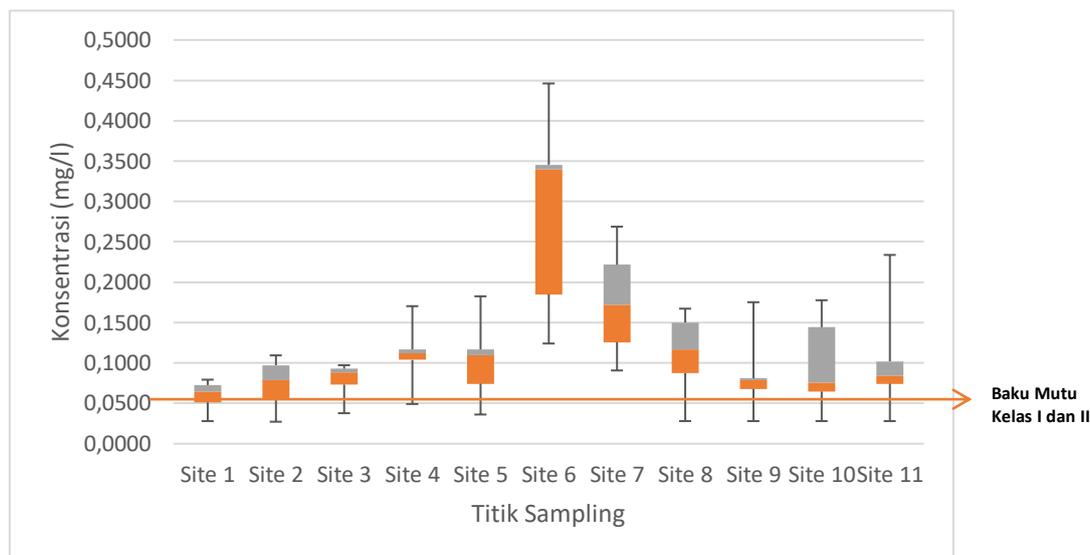
Dari hasil analisis data, nilai rentang konsentrasi minimum sampai maksimum yaitu 16 – 120,57 mg/L. Nilai konsentrasi COD tertinggi terdapat pada site 5 dan 6 yaitu sebesar 120,57 dan 110,57 mg/L. Tingginya konsentrasi COD di site 5 karena menerima akumulasi dari Sungai Gawe yang tercemar oleh limbah tahu. Husein (2003) dalam penelitiannya menyebutkan limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino. Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu mengandung BOD, COD, dan TSS yang tinggi. Selain itu terdapat Kawasan industri Piyungan Bantul dan wisata taman Tempuran Cikal dibantaran sungai Opak. Hal ini kemungkinan bisa berdampak pada pencemaran sungai akibat sampah wisatawan ke badan sungai. Sedangkan site 6 dekat dengan TPST Piyungan, industri penyamakan kulit, pertokoan dan pasar desa Ngablak yang outputnya dibuang langsung ke badan sungai Opak. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Susanto. J. P (2004) disebutkan bahwa dampak dari TPST Piyungan

yaitu warna air Sungai Opak menjadi keruh, dan dari 12 sumur gali disekitar TPST tersebut 58,3 % sudah tercemar oleh air lindi. Menurut Utami (2011) limbah rumah tangga dan industri merupakan sumber utama limbah organik dan merupakan penyebab utama tingginya konsentrasi COD, selain itu limbah peternakan juga menjadi penyebab tingginya konsentrasi COD.

Nilai konsentrasi median COD terendah yaitu pada site 1 dan site 2 sebesar 38,457 mg/L dan 38,239 mg/L. Rendahnya konsentrasi COD pada site tersebut dikarenakan daerah sekitar site dikelilingi oleh persawahan, kebun, hutan dan sedikit pemukiman. Menurut Supangat (2008), hutan mempunyai peranan penting terhadap kualitas air yaitu relatif lebih resistan, seperti pada sulfat dan klorida, pH, dan BOD. Keberadaan hutan di kanan-kiri sungai diantaranya dapat menjaga stabilitas dinding sungai, menurunkan tingkat kandungan sampah dan bahan kimia berbahaya yang masuk ke dalam badan air, memelihara suhu air agar tetap dingin serta memperbaiki tingkat kandungan dissolved oxygen (DO).

4.1.2.3. Amonia

Amoniak adalah senyawa yang terbentuk dari oksidasi bahan organik yang mengandung bahan nitrogen dalam air dengan bantuan bakteri. Amonia merupakan produk sisa metabolisme yang utama dari ikan. (Sastrawijaya, 2000). Masuknya amoniak dalam perairan melalui pembusukan dari mikroorganisme dan dioksidasi dengan memanfaatkan oksigen terlarut dan merubah nitrit menjadi nitrat atau biasa disebut dengan proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi terjadi pada kondisi aerobik dan dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan sumber utama bagi perkembangan algae dan tumbuhan air (Effendi, 2003).



Gambar 4.6 Diagram Konsentrasi Amonia Sungai Opak Berdasarkan Lokasi Site

Pada Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, baku mutu amonia hanya untuk golongan air kelas I yaitu sebesar 0,5 mg/L, sedangkan untuk kelas II, III, dan IV tidak memiliki ambang batas konsentrasi amoniak karena peruntukannya digunakan untuk mengairi, pertanian, dan untuk peruntukan lain yang tidak mempersyaratkan mutu amoniak dalam air. Menurut Effendi (2003) kadar amonia dalam perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg NH₃/liter. Parameter amoniak di sungai Opak memiliki nilai konsentrasi melampaui baku mutu.

Berdasarkan data di atas, nilai rentang konsentrasi minimum sampai maksimum yaitu 0,028 mg/L – 0,45 mg/L. Nilai rata-rata median parameter amoniak yaitu 0,12 mg/L. Hasil pengukuran dari Site 1 sampai dengan Site 11 menunjukkan nilai median tertinggi yaitu pada Site 6 (Jembatan Ngablak) sebesar 0,339 mg/L. Nilai rata-rata konsentrasi ammonia tertinggi juga terdapat di site 6 yaitu 0,293 mg/L. Site tersebut dekat dengan industri penyamakan kulit, pertokoan dan pasar desa Ngablak yang outputnya dibuang langsung ke badan sungai Opak. Tingginya konsentrasi amoniak (NH₃) adalah indikasi adanya masuknya pembuangan limbah dari pemukiman ke badan air (Sastrawijaya, 2000). Limbah organik berpotensi besar dalam meningkatkan konsentrasi nitrat di perairan (Irwan dan dkk, 2017). Peningkatan kadar nitrat mengindikasikan efisiensi dalam pembenahan air limbah (Mahida, 1984). Namun, bila nitrat di perairan terdapat

dalam konsentrasi tinggi akan merangsang pertumbuhan ganggang yang tak terbatas sehingga air kekurangan oksigen terlarut dan mengakibatkan kematian bagi organisme akuatik yang tidak tahan dengan kondisi DO rendah (Alaerts dan Santika, 1984 dalam Mirna, 2005).

Nilai rata-rata konsentrasi paling rendah terdapat pada Site 1 yaitu 0,059 mg/L, rendahnya konsentrasi pada site ini diakibatkan oleh dangkalnya kedalaman sungai dan menyebabkan rendahnya debit pada site ini. Sungai dangkal memudahkan adanya proses aerasi. Rendahnya konsentrasi amonia pada site tersebut dikarenakan daerah sekitar site dikelilingi oleh persawahan, kebun, hutan dan sedikit pemukiman. Menurut Supangat (2008) keberadaan hutan di kanan-kiri sungai diantaranya dapat menjaga stabilitas dinding sungai, menurunkan tingkat kandungan sampah dan bahan kimia berbahaya yang masuk ke dalam badan air, memelihara suhu air agar tetap dingin serta memperbaiki tingkat kandungan dissolved oxygen (DO).

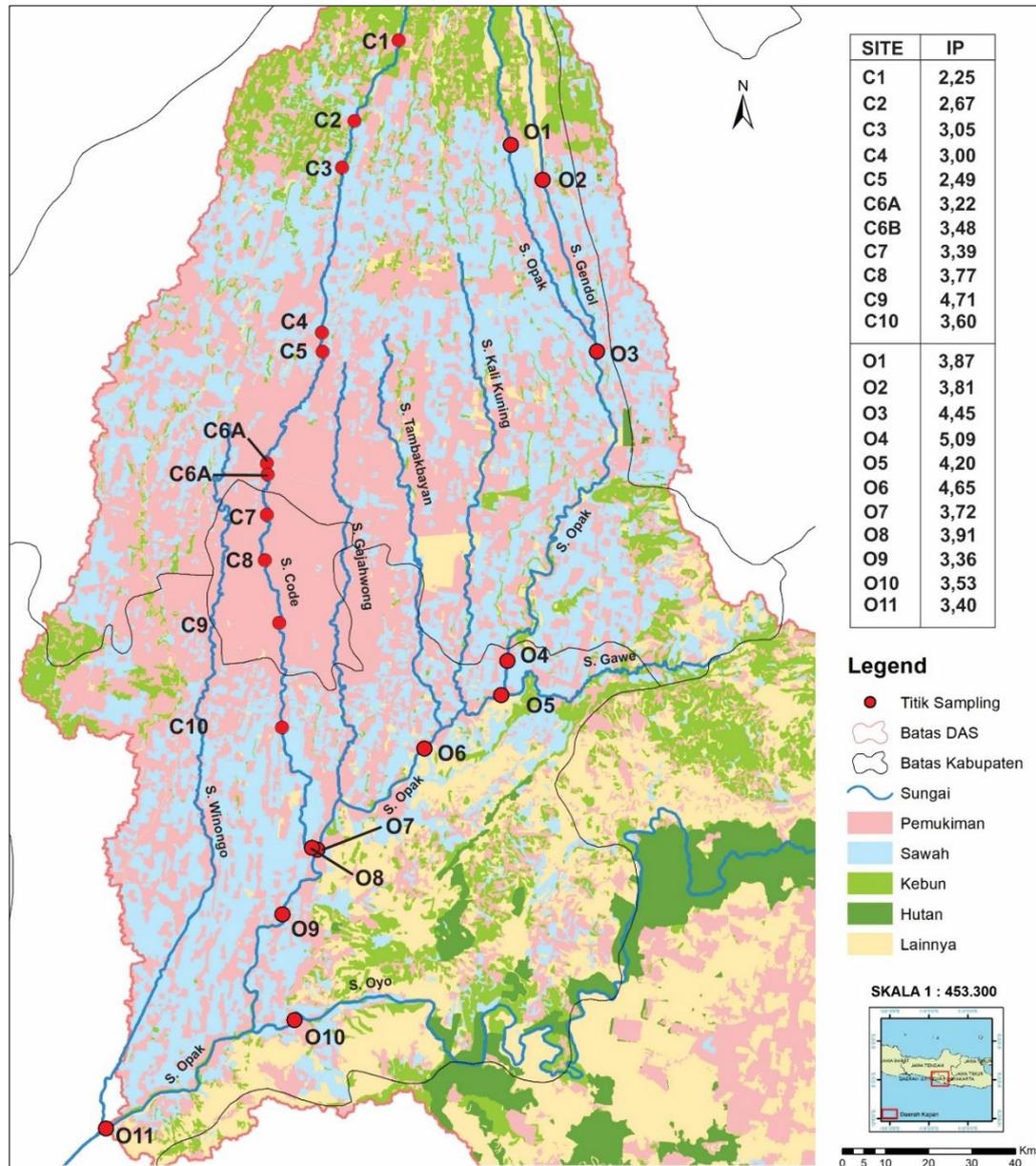
4.1.3. Analisis Status Mutu Air (*Water Quality Index*) DAS Opak

Water Quality Index (WQI) atau indeks pencemaran adalah metode yang digunakan untuk menilai parameter dalam penentuan kualitas air (Lathamani, 2014). Dari hasil studi, penilaian yang telah dilakukan menunjukkan metode WQI lebih realistis dan lebih sesuai dengan kondisi riil di lapangan. Pada penelitian ini digunakan metode Indeks Pencemaran (IP).

Langkah-langkah menentukan nilai IP yaitu pertama memilih parameter menjadi tiga kelompok, menghitung nilai Ci/Lij, menentukan nilai rata-rata dan maksimum dari seluruh data, dinyatakan sebagai (\bar{C}_i/L_{ij}) dan (C_{max}/L_{ij}) baru. Setelah didapatkan nilai indeksnya, dibandingkan dengan nilai rentang yang ditentukan pada KepMenLH No.115 Tahun 2003 berikut:

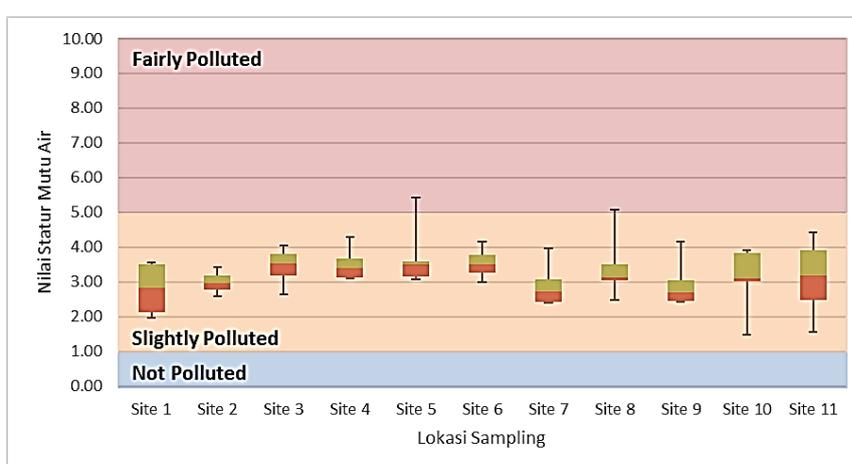
Tabel 4.1 Evaluasi terhadap nilai PI (Pollution Index)

Nilai	Keterangan
$0 \leq PI_j \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < PI_j \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,0 \leq PI_j \leq 10$	Cemar sedang
$PI_j > 10$	Cemar berat



Gambar 4.8 Peta Hasil Status Mutu Air (Metode Indeks Pencemaran) di Sungai Opak dan Code, Yogyakarta

Berdasarkan Pergub DIY No. 22 tahun 2007 tentang penetapan kelas air sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Sungai Opak mulai dari bagian hulu kearah hilir sampai Dusun Klenggotan, Srimulyo, Piyungan, Bantul menurut peruntukannya sebagai sungai kelas satu. Sungai Opak mulai dari Dusun Klenggotan, Srimulyo, Piyungan, Bantul kearah hilir sampai muara menurut peruntukannya sebagai sungai kelas dua. Berdasarkan lokasi tersebut site 1 – 4 termasuk peruntukan kelas air 1 dan site 5 – 11 termasuk peruntukan kelas air II.



Gambar 4.7 Diagram Status Indeks Pencemaran Sungai Opak

Dari diagram diatas, diketahui nilai rata-rata indeks pencemaran berkisar antara 2,8 sampai dengan 3,63. Nilai rata-rata indeks pencemaran site Sungai Opak 1 sampai dengan Sungai Opak 11 dapat dilihat di lampiran 14. Semua site memiliki status mutu air tercemar ringan. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh site 4, 5 dan 6 dengan nilai berturut-turut 3,47, 3,63 dan 3,53. Tingginya nilai indeks pencemar pada site 4 dikarenakan Site tersebut dekat dengan industri pasir yang outputnya dibuang langsung ke badan sungai Opak, selain itu peruntukan site 4 termasuk kedalam sungai kelas 1. Oleh karena itu seharusnya ada penetapan atau pengkajian ulang mengenai peruntukan kelas air sungai Opak dan Sungai Code. Site 5 diakibatkan *input* polutan dari Sungai Gawe yang tercemar limbah cair tahu serta terdapat Kawasan industri Piyungan Bantul dan wisata taman Tempuran Cikal dibantaran sungai Opak. Hal ini kemungkinan bisa berdampak pada pencemaran sungai akibat sampah yang dibuang wisatawan. Site 6 dekat dengan TPST Piyungan, pertokoan dan pasar desa Ngablak yang outputnya dibuang langsung ke badan sungai Opak.

4.2. Klasifikasi Lahan DAS Opak

Penggunaan lahan DAS Opak di klasifikasikan menjadi 4 klasifikasi, yaitu sawah, kebun, hutan, dan pemukiman. Klasifikasi ini dipilih karena memiliki luas tutupan lahan paling besar di Daerah Istimewa Yogyakarta dan memiliki pengaruh besar terhadap perubahan kondisi lingkungan khususnya kualitas air. Selain itu kebutuhan akan lahan pemukiman, pertokoan dan industri seringkali menjadikan sawah, kebun dan hutan sebagai target alih fungsi lahan.

Dalam penelitian ini, area DAS per site dibagi menjadi dua sistem yaitu DAS tergabung dan DAS terpisah. DAS tergabung adalah area DAS yang sesuai dengan hasil pemetaan citra DEM. Contoh DAS tergabung adalah DAS site 3 merupakan gabungan dari site 1 dan site 2. Site 6 gabungan site 1 – site 5 dan site 11 merupakan gabungan seluruh site. Sedangkan DAS terpisah adalah luas area DAS yang telah dikurangi oleh area DAS hulu (DAS dari site sebelumnya). Contoh DAS terpisah yaitu luas DAS site 11 merupakan hasil pengurangan luas DAS site 1 – site 10. Luas DAS site 3 merupakan hasil pengurangan luas DAS site 1 dan site 2

Tabel 4.2 Wilayah Administratif di Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang

No	Catchment Ares	Administrative Region District	Area in the Catchment	
			km ²	(%)
1	Opak	Klaten	74,65	(10,12%)
		Sleman	283,75	(38,47%)
		Kota Jogjakarta	31,80	(4,31%)
		Bantul	347,48	(47,10%)
2	Oyo	Sukoharjo	1,09	(0,17%)
		Karang Anyar	1,00	(0,16%)
		Wonogiri	69,78	(10,93%)
		Gunung Kidul	561,09	(87,85%)
		Bantul	5,70	(0,89%)

Sumber: Kepmen PU No. 590 Tahun 2010

Untuk mengetahui batas DAS dan luas lahan per-klasifikasi dilakukan digitasi model terlebih dahulu. Database yang digunakan adalah DEM (*digital elevation model*) yang diperoleh dari Inageoportal. Digital Elevation Model (DEM)

merupakan bentuk penyajian ketinggian permukaan bumi secara digital. Dari pengolahan data DEM tersebut diperoleh *flow direction*, *flow accumulation*, *stream segmentation*, dan *catchment area*. Hasil tumpang-susun dari keempat data tersebut akan menjadi bahan untuk menentukan daerah aliran sungai tiap titik sungai yang kemudian dapat diketahui luas area-nya. Hasil perhitungan luas area per site disajikan pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.3 Luas Daerah Terpisah per Site

Nama	Luas DAS	Pemukiman		Sawah		Kebun		Hutan	
	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Site 1	6.51	0.95	0.05%	0.03	0.00%	3.09	0.18%	0.26	0.01%
Site 2	12.45	0.94	0.05%	0.25	0.01%	1.99	0.11%	3.88	0.22%
Site 3	38.56	11.49	0.66%	18.32	1.05%	6.87	0.39%	0.04	0.00%
Site 4	60.29	21.33	1.22%	32.33	1.85%	3.13	0.18%	0.68	0.04%
Site 5	59.59	14.64	0.84%	19.64	1.12%	15.04	0.86%	0	0.00%
Site 6	85.08	28.71	1.64%	31.77	1.81%	9.77	0.56%	5.41	0.31%
Site 7	127.76	70.48	4.02%	35.91	2.05%	6.15	0.35%	0.89	0.05%
Site 8	50.79	28.68	1.64%	12.13	0.69%	3.94	0.22%	4.22	0.24%
Site 9	19.5	3.85	0.22%	2.57	0.15%	2.95	0.17%	1.63	0.09%
Site 10	1016.61	229.27	13.09%	114.32	6.53%	90.74	5.18%	97.61	5.57%
Site 11	274.41	124.06	7.08%	101.72	5.81%	31.7	1.81%	0.11	0.01%
Jumlah	1751.54	534.41	31%	368.98	21%	175.37	10%	114.73	7%

Tabel 4.4 Luas Daerah Tergabung per Site

Nama	Luas DAS	Pemukiman		Sawah		Kebun		Hutan	
	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Site 1	6.51	0.95	0.02%	0.03	0.00%	3.09	0.07%	26.07	0.01%
Site 2	12.45	0.94	0.02%	0.25	0.01%	1.99	0.05%	387.95	0.09%
Site 3	57.52	13.38	0.32%	18.59	0.44%	11.95	0.29%	417.54	0.10%
Site 4	117.81	34.71	0.83%	50.93	1.22%	15.09	0.36%	485.97	0.12%
Site 5	59.59	14.64	0.35%	19.64	0.47%	15.04	0.36%	0	0.00%
Site 6	262.47	78.06	1.87%	102.33	2.44%	39.89	0.95%	1026.66	0.25%
Site 7	390.23	148.55	3.55%	138.24	3.30%	46.04	1.10%	1115.29	0.27%
Site 8	50.79	28.68	0.69%	12.13	0.29%	3.94	0.09%	422.03	0.10%
Site 9	460.52	181.08	4.33%	152.94	3.65%	52.93	1.26%	1700.49	0.41%
Site 10	1016.61	229.27	5.48%	114.32	2.73%	90.74	2.17%	9761.36	2.33%
Site 11	1751.54	534.41	12.77%	368.98	8.81%	175.37	4.19%	11472.99	2.74%
Total			30%		23%		11%		6%

Berdasarkan perhitungan luas komponen penggunaan lahan diatas, pemukiman memiliki luas paling besar dengan 534,41 km² atau 53441 ha. Sebagian besar lahan pemukiman terpusat di kota Yogyakarta. Selanjutnya disusul lahan

pesawahan sebesar 368,98 km² atau 36898 ha. Lahan pesawahan tersebar di Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Lahan perkebunan memiliki luas 175,37 km² atau 17537 ha. Lahan perkebunan tersebar di Kabupaten Sleman dan Kabupaten Gunung Kidul. Komponen penggunaan lahan dengan luas terkecil adalah hutan dengan luas 114.73 km² atau 11473 ha. Lahan hutan tersebar di Kabupaten Sleman dan Kabupaten Gunung Kidul. Jenis tanaman perkebunan di DIY menurut data BPS diantaranya kelapa, cengkeh, jambu metet, coklat, lada, dan panili. Sedangkan jenis tanaman pertanian yaitu padi dan palawija. Hutan di DIY berupa hutan lindung dan hutan produksi. Jika ditotalkan, persentase lahan DIY khusus pemukiman, sawah, kebun dan hutan yaitu 69%. 31% sisanya berupa tegalan, badan air (danau, sungai), dan tanah kosong.

4.3. Evaluasi Korelasi Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air

Analisis hubungan penggunaan lahan terhadap kualitas air dilakukan dengan menggunakan metode korelasi Spearman. Metode korelasi spearman digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua atau lebih variabel berskala Ordinal. Dalam skala ordinal, objek atau kategorinya disusun berdasarkan urutan tingkatannya, dari tingkat terendah ke tingkat tertinggi atau sebaliknya. Metode spearman dipilih karena data dalam penelitian ini tidak berdistribusi normal. Metode analisis hipotesis yang digunakan adalah analisa *one-tailed* karena berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya mengenai pengaruh tata guna lahan terhadap kualitas air, terdapat korelasi hubungan, baik positif atau negatif.

Tabel 4.5 Hasil One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Pemukiman	Sawah	Kebun	Hutan
N		11	11	11	11
Normal Parameters	Mean	48.5818	33.5445	15.9427	10.4300
	Std. Deviation	70.30338	39.06106	26.26208	28.97793
Most Extreme Differences	Absolute	.339	.294	.332	.478
	Positive	.339	.294	.332	.478
	Negative	-.249	-.195	-.298	-.359
Test Statistic		.339	.294	.332	.478
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001	.009	.001	.000

Tabel 4.6 Lanjutan Hasil One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BOD	COD	Amonia	TDS
N		11	11	11	11
Normal Parameters	Mean	11.7736	56.1267	.1204	253.4267
	Std. Deviation	4.59006	12.64461	.06463	31.19626
Most Extreme Differences	Absolute	.137	.139	.321	.270
	Positive	.107	.114	.321	.159
	Negative	-.137	-.139	-.172	-.270
Test Statistic		.137	.139	.321	.270
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200	.200	.002	.024

Dalam uji normalitas, variabel memiliki nilai distribusi normal jika nilai signifikansi diatas 0,05, dan tidak berdistribusi normal jika nilai signifikansi dibawah 0,05. Berdasarkan tabel hasil uji normalitas diatas, didapatkan signifikansi dibawah 0,05 untuk semua fungsi lahan serta parameter ammonia dan TDS. Hanya parameter BOD dan COD saja yang memiliki nilai distribusi normal. Metode pearson dapat digunakan jika semua nilai berdistribusi normal. Oleh karena itu digunakan metode spearman sebagai alternatif.

Tabel 4.7 Spearman's Correlations DAS Terpisah

		Pemukiman	Sawah	Kebun	Hutan
BOD	Correlation Coefficient	0,509	0,382	0,564	0,245
	Sig. (1-tailed)	0,055	0,123	0,035	0,233
	N	11	11	11	11
COD	Correlation Coefficient	0,545	0,518	0,727	-0,064
	Sig. (1-tailed)	0,041	0,051	0,006	0,426
	N	11	11	11	11
Amonia	Correlation Coefficient	0,755	0,636	0,409	0,445
	Sig. (1-tailed)	0,004	0,018	0,106	0,085
	N	11	11	11	11

Tabel 4.8 Spearman's Correlations DAS Tergabung

		Pemukiman	Sawah	Kebun	Hutan
BOD	Correlation Coefficient	0,445	0,382	0,409	0,209
	Sig. (1-tailed)	0,085	0,123	0,106	0,269
	N	11	11	11	11
COD	Correlation Coefficient	0,591	0,555	0,618	0,345
	Sig. (1-tailed)	0,028	0,038	0,021	0,149
	N	11	11	11	11
Amonia	Correlation Coefficient	0,536	0,455	0,445	0,464
	Sig. (1-tailed)	0,044	0,080	0,085	0,075
	N	11	11	11	11

Tabel 4.9 Persentase dan Nilai Signifikansi per Klasifikasi Lahan

Lahan	Persentase	Signifikansi Kualitas Air		
		BOD	COD	Amonia
Pemukiman	31%	0,055	0,041	0,004
Sawah	21%	0,123	0,051	0,018
Kebun	10%	0,035	0,006	0,106
Hutan	7%	0,233	0,426	0,085

Hasil korelasi data ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu diantaranya pengaruh lokasi pengambilan sampel air, waktu pengambilan sampling, banyaknya titik sampling, pengaruh musim. Pernyataan ini sesuai dengan pernyataan dari Dewi (2004) yaitu besar kecilnya beban pencemaran (BOD, COD, total fosfat, total nitrogen) yang terjadi dipengaruhi banyak faktor. Selain sumber pencemar apa saja yang ada pada masing-masing saluran, faktor lain yang mempengaruhi besar kecilnya beban pencemar antara lain kondisi cuaca saat pengambilan sampel air, waktu pengambilan sampel air, titik pengambilan sampel air, kondisi pasang surut, kecepatan arus dan juga debit aliran. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 beban pencemaran adalah jumlah suatu pencemar yang terkandung di dalam air atau air limbah. Selain itu beban pencemaran juga didefinisikan dalam jumlah berat pencemar dalam satuan waktu tertentu, misalnya kg/hari.

Lokasi pengambilan air dalam penelitian ini didasarkan pada kemudahan akses karena mudah dicapai dan murah biaya. Dilakukan di setiap titik jembatan

dengan metode grab sampling. Perlu ada penambahan titik sampling air karena sungai Opak memiliki 8 cabang anak sungai dan luas DAS $\pm 1800 \text{ km}^2$. Semakin banyak titik sampling maka semakin mengintrepetasikan kualitas air sungai Opak. Input dari point source dan non-point source harus dipertimbangkan secara matang dalam penentuan titik sampling ini.

Selain itu waktu pengambilan sampling juga mempengaruhi data penelitian. Menurut Dewi (2004) beban pencemar menunjukkan bahwa waktu siang hari memiliki konsentrasi lebih tinggi daripada waktu pagi dan sore hari, karena rata-rata aktivitas domestik maupun non-domestik terjadi pada siang hari. Sampling di setiap lokasi site dilakukan dengan waktu (jam) yang berbeda. Site 1 dilakukan pada pagi hari, site 5, 6, 7 dilakukan pada siang hari, dan site 11 dilakukan pada sore hari. Oleh karena itu hasil uji kualitas air tidak akurat.

Pengaruh musim juga mempengaruhi kualitas data penelitian. Presipitasi pada musim penghujan akan menghasilkan air limpasan permukaan. Kualitas air limpasan dipengaruhi oleh kondisi dan fungsi lahan. Air limpasan dari pemukiman membawa sampah dan debu jalanan yang berakibat pada pencemaran air sungai. Begitu pula dengan air limpasan dari tanah kosong dan tegalan akan menyebabkan kekeruhan pada badan air.

Menurut Suripin (2004), faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu elemen meteorologi dan elemen sifat fisik daerah pengaliran. Elemen meteorologi meliputi jenis presipitasi, intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi hujan dalam daerah pengaliran, sedangkan elemen sifat fisik daerah pengaliran meliputi tata guna lahan (*land use*), jenis tanah dan kondisi topografi daerah pengaliran (*catchment*). Presipitasi menyebabkan adanya pengenceran air sungai. Proses pengenceran membantu sungai dalam mempurifikasi kualitas badan airnya. Purifikasi dapat dihitung menggunakan model Streeter-Phelps, koefisien Dispersi Longitudinal dan model O'Connor Dobbin's (Vandra, 2016)

Penelitian ini memiliki kelemahan di bidang tata guna lahan per sitenya dimana tidak dijelaskan secara detail mengenai aktifitas penduduk di pemukiman,

aktifitas industri di sekitar site, dan detail sistem pertanian atau perkebunan di sekitar site.

4.3.1. Evaluasi Lahan Pemukiman

Berdasarkan tabel hasil spearman, nilai BOD di pemukiman memiliki nilai signifikansi sedikit melebihi ketentuan yaitu 0,055 untuk DAS terpisah dan 0,085 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi BOD tidak memiliki hubungan korelasi dengan pemukiman. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,509 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,445.

Aktifitas manusia di lahan pemukiman baik daerah perkotaan dan pedesaan menghasilkan berbagai limbah cair dan padat. Limbah cair yang dihasilkan berupa limbah rumah tangga (*black and grey water*), limbah industri rumahan (*laundry*, kerajinan batik, rumah makan, bengkel, penginapan, industri tahu), limbah peternakan. Limbah padat berupa sampah yang dibuang sembarangan (tidak ada pengelolaan sampah). Tumpukan sampah-sampah ini akan terbawa oleh aliran permukaan saat musim hujan ke sungai dan mencemari badan air. Jika dilihat dari tabel 2.3 tentang komposisi tinja manusia khususnya BOD dan sumber pencemaran di pemukiman, seharusnya ada hubungan korelasi antara pemukiman dan konsentrasi BOD yaitu semakin luas lahan pemukiman maka semakin besar konsentrasi BOD.

Penyebab tidak adanya hubungan korelasi antara BOD dan pemukiman menurut hipotesa penulis adalah adanya pengelolaan limbah secara komunal di beberapa titik pemukiman di DAS Opak. Dikutip dari berita di Republika.co.id, Pemkab Sleman telah membangun 1.497 unit IPAL individu yang tersebar di delapan kecamatan dan 124 IPAL komunal yang ada di 14 kecamatan pada tahun 2017. Sedangkan menurut berita Mongabay.co.id terdapat 28 IPAL komunal di Kota Yogyakarta. Selain itu kondisi bantaran dan kelokan sungai Opak masih alami (tidak ada pemukiman di bantaran sungai) sehingga memungkinkan adanya proses purifikasi kualitas air sungai. Pemerintah DIY juga gencar dalam perbaikan kondisi DAS khususnya DAS Opak dengan menerbitkan Peraturan Daerah nomor 11 tahun

2016 tentang pengelolaan daerah aliran sungai. Pemerintah pusat juga melalui Menteri Pekerjaan Umum mengeluarkan kebijakan nomor 590 tahun 2010 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang.

Berdasarkan tabel hasil spearman, nilai COD di pemukiman memiliki nilai signifikansi 0,041 untuk DAS terpisah dan 0,028 untuk DAS tergabung. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,545 dan 0,591. Berbeda dengan nilai BOD yang tidak berkorelasi, nilai COD dengan pemukiman memiliki korelasi yang kuat. Artinya semakin luas lahan pemukiman maka semakin besar konsentrasi COD di badan air. Kondisi ini menurut penulis sudah sesuai, karena aktifitas manusia di lahan pemukiman baik daerah perkotaan atau pedesaan menghasilkan berbagai limbah cair dan padat. Menurut Utami (2011) limbah rumah tangga dan industri merupakan sumber utama limbah organik dan merupakan penyebab utama tingginya konsentrasi COD, selain itu limbah peternakan juga menjadi penyebab tingginya konsentrasi COD.

Berdasarkan tabel hasil spearman, nilai amonia di pemukiman memiliki nilai signifikansi 0,004 untuk DAS terpisah dan 0,044 untuk DAS tergabung. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi sangat kuat untuk DAS terpisah yaitu 0,755 dan korelasi kuat untuk DAS tergabung yaitu 0,536. Artinya semakin luas lahan pemukiman maka semakin besar konsentrasi amonia di badan air. Kondisi ini menurut penulis sudah sesuai, karena aktifitas manusia di lahan pemukiman baik daerah perkotaan atau pedesaan menghasilkan berbagai limbah cair dan padat. Senyawa nitrogen dalam bentuk nitrit (NO_2) atau amonia (NH_3) bersifat racun bagi ikan. Senyawa amonia berasal dari kegiatan pertanian (pupuk), pembuangan kotoran manusia dan hewan. Sumber utama amonia di pemukiman adalah limbah domestik (black water).

4.3.2. Evaluasi Lahan Pertanian

Limbah pertanian berupa sisa, tumpahan ataupun penyemprotan yang berlebihan misalnya dari pestisida dan herbisida. Secara alami dan dalam kondisi normal, air buangan pertanian sebenarnya tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, namun dengan digunakannya pestisida, herbisida dan pemupukan yang

berlebihan menyebabkan dampak terhadap kualitas badan air. Menurut Wilda (2008), limbah pestisida dan herbisida mempunyai sifat kimia yang stabil, yaitu tidak terurai di alam sehingga zat tersebut akan mengendap di dalam tanah, dasar sungai, danau dan laut. Selanjutnya akan mempengaruhi organisme-organisme yang hidup di dalamnya (*benthos*). Pada pemakaian pupuk buatan yang berlebihan akan menyebabkan eutrofikasi pada badan air/perairan terbuka.

Berdasarkan tabel hasil spearman nilai BOD di lahan pertanian memiliki nilai signifikansi melebihi ketentuan yaitu 0,123. Artinya konsentrasi BOD tidak memiliki hubungan korelasi dengan pertanian. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi sedang dengan nilai 0,382. Kondisi ini disebabkan oleh pelarangan penggunaan pestisida untuk pertanian. Dampak pestisida yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan menyadarkan masyarakat untuk mengurangi atau tidak menggunakan pestisida untuk pertanian dan perkebunan. Selain itu, pemakaian bioherbisida dan pestisida organik untuk pertanian dan perkebunan yang saat ini diterapkan tidak menimbulkan bahaya bagi lingkungan (Djunaedy, 2009).

Nilai COD di lahan pertanian memiliki nilai signifikansi 0,051 untuk DAS terpisah dan 0,038 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi COD memiliki hubungan korelasi dengan pertanian. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,518 untuk DAS terpisah, dan untuk DAS tergabung dengan nilai 0,555.

Nilai amonia di lahan pertanian memiliki nilai signifikansi 0,004 untuk DAS terpisah dan 0,044 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi amonia tidak memiliki hubungan korelasi dengan pertanian. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi sangat kuat dengan nilai 0,755 untuk DAS terpisah, dan untuk DAS tergabung berkorelasi kuat dengan nilai 0,536.

4.3.3. Evaluasi Lahan Perkebunan

Limbah perkebunan sama seperti limbah pertanian berupa sisa, tumpahan ataupun penyemprotan yang berlebihan misalnya dari pestisida dan herbisida. Secara alami dan dalam kondisi normal, air buangan perkebunan sebenarnya tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, namun dengan digunakannya

pestisida, herbisida dan pemupukan yang berlebihan menyebabkan dampak terhadap kualitas badan air. Menurut Wilda (2008), limbah pestisida dan herbisida mempunyai sifat kimia yang stabil, yaitu tidak terurai di alam sehingga zat tersebut akan mengendap di dalam tanah, dasar sungai, danau dan laut. Selanjutnya akan mempengaruhi organisme-organisme yang hidup di dalamnya (*benthos*). Akan tetapi pemakaian bioherbisida dan pestisida organik tidak mempengaruhi kualitas air. Menurut Djunaedy (2009), pestisida organik dibedakan menjadi dua yaitu pestisida nabati dan hayati. Pestisida nabati merupakan hasil ekstraksi dari tanaman baik itu daun, biji, buah, batang dan akar yang mengandung senyawa metabolik sekunder yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit. Pestisida hayati merupakan formulasi yang mengandung mikroba tertentu yang bersifat antagonis terhadap tanaman dan racun bagi serangga. Pada pemakaian pupuk buatan yang berlebihan akan menyebabkan eutrofikasi pada badan air/perairan terbuka.

Berdasarkan tabel hasil spearman, nilai BOD di lahan perkebunan memiliki nilai signifikansi 0,035 untuk DAS terpisah dan 0,106 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi BOD memiliki hubungan untuk DAS terpisah dan tidak memiliki hubungan untuk DAS tergabung. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,564 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,409.

Nilai COD di lahan perkebunan memiliki nilai signifikansi 0,006 untuk DAS terpisah dan 0,021 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi COD memiliki hubungan korelasi dengan lahan perkebunan. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,727 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,618.

Nilai amonia di lahan perkebunan memiliki nilai signifikansi 0,106 untuk DAS terpisah dan 0,085 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi amonia tidak memiliki hubungan korelasi dengan lahan perkebunan. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,409 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,445.

4.3.4. Evaluasi Lahan Hutan

Berdasarkan tabel hasil spearman, nilai BOD di hutan memiliki nilai signifikansi 0,233 untuk DAS terpisah dan 0,269 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi BOD tidak memiliki hubungan korelasi dengan hutan. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,245 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,209.

Nilai COD di hutan memiliki nilai signifikansi 0,426 untuk DAS terpisah dan 0,149 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi COD tidak memiliki hubungan korelasi dengan hutan. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai -0,064 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,345.

Nilai amonia di hutan memiliki nilai signifikansi 0,085 untuk DAS terpisah dan 0,075 untuk DAS tergabung. Artinya konsentrasi amonia tidak memiliki hubungan korelasi dengan hutan. Sedangkan nilai koefisien berkorelasi kuat dengan nilai 0,445 untuk DAS terpisah, dan berkorelasi sedang untuk DAS tergabung dengan nilai 0,465.

Menurut Supangat (2008), hutan mempunyai peranan penting terhadap kualitas air yaitu relatif lebih resistan, seperti pada sulfat dan klorida, pH, dan BOD. Keberadaan hutan di kanan-kiri sungai diantaranya dapat menjaga stabilitas dinding sungai, menurunkan tingkat kandungan sampah dan bahan kimia berbahaya yang masuk ke dalam badan air, memelihara suhu air agar tetap dingin serta memperbaiki tingkat kandungan dissolved oxygen (DO). Oleh karena itu fungsi lahan hutan tidak berdampak (tidak berpengaruh) pada konsentrasi parameter BOD, COD, dan amonia.

4.4. Pencegahan dan Penanggulangan Dampak

Pemerintah DIY turut memperhatikan kondisi DAS khususnya DAS Opak dengan menerbitkan Peraturan Daerah nomor 11 tahun 2016 tentang pengelolaan daerah aliran sungai. Pemerintah pusat juga melalui Menteri Pekerjaan Umum mengeluarkan kebijakan nomor 590 tahun 2010 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang.

Menurut Pasal 17 di Perda no. 11 tahun 2016, ada dua kebijakan yang diterapkan pemerintah DIY mengenai DAS yaitu pemulihan daya dukung dan mempertahankan daya dukung. Kebijakan pemulihan daya dukung DAS diantaranya:

1. optimalisasi penggunaan lahan sesuai dengan fungsi dan daya dukung wilayah;
2. penerapan teknik konservasi tanah dan air dilakukan dalam rangka pemeliharaan kelangsungan daerah tangkapan air, menjaga kualitas, kuantitas, kontinuitas dan distribusi air;
3. pengelolaan vegetasi dilakukan dalam rangka pelestarian keanekaragaman hayati, peningkatan produktivitas lahan, restorasi ekosistem, rehabilitasi dan reklamasi lahan;
4. peningkatan kepedulian dan peran serta instansi terkait dalam pengelolaan DAS; dan
5. pengembangan kelembagaan pengelolaan DAS untuk meningkatkan koordinasi, integrasi, sinkronisasi dan sinergi lintas sektor dan wilayah administrasi.

Sedangkan kebijakan mempertahankan daya dukung DAS diantaranya:

1. menjaga dan memelihara produktivitas dan keutuhan ekosistem dalam DAS secara berkelanjutan;
2. bimbingan teknis dan fasilitasi dalam rangka penerapan teknik konservasi tanah dan air, untuk menjaga kualitas, kuantitas, kontinuitas dan distribusi air;
3. peningkatan koordinasi, integrasi, sinkronisasi dan sinergi antarsektor dan wilayah administrasi dalam rangka mempertahankan kelestarian vegetasi, keanekaragaman hayati dan produktivitas lahan; dan
4. peningkatan kapasitas kelembagaan pengelolaan DAS untuk meningkatkan koordinasi, integrasi, sinkronisasi dan sinergi lintas sektor dan wilayah administrasi.

Penulis sebagai akademisi mempunyai peran sebagai edukator masyarakat, diataranya pemberian informasi atau rekomendasi berdasarkan hasil penelitian dan

pemikirannya yang berkaitan dengan pengelolaan DAS, pemberian informasi teknologi ramah lingkungan yang dapat diterapkan dalam pengelolaan DAS.

Akademisi juga berperan dalam monitoring dan evaluasi DAS, pembinaan dan pemberdayaan masyarakat serta berperan aktif dalam Forum Koordinasi Pengelolaan DAS dan organisasi kemasyarakatan lainnya. Sebagai seorang akademisi yang belajar mengenai ilmu lingkungan, rekomendasi pelaksanaan pengelolaan DAS yang bisa dilakukan diantaranya pengolahan sampah organik menjadi kompos, pembuatan pestisida dan herbisida organik, renaturalisasi dan revegetasi badan sungai bersama warga, pembuatan *riverbank filtration* di bantaran sungai.