

Hubungan kualitas air dengan parameter hidrologi di Sungai Batang Arau Sumatera Barat (2013-2020)

The relationship between water quality and hydrological parameters in the Batang Arau River, West Sumatra (2013-2020)

D. S. I. P. Sari^{1*}, S. Hariyadi¹, H. Effendi^{1,2}

¹Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, Indonesia

²Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, IPB University, Bogor, Indonesia

Abstrak.

Sungai Batang Arau merupakan sungai terpanjang kedua di Kota Padang (Sumatera Barat). Banyaknya aktivitas antropogenik dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Penelitian ini bertujuan menentukan hubungan kualitas air dengan parameter hidrologi sungai Batang Arau (2013-2020). Data yang diolah berupa data sekunder dari beberapa instansi di Kota Padang. Regresi Linear Sederhana antara parameter kualitas air terhadap kecepatan aliran dan debit sungai diaplikasikan. Debit berkorelasi cukup erat dengan DO ($r = 0,68$), dan kecepatan aliran berkorelasi sangat erat dengan TDS ($r = 0,82$) di musim penghujan. Sementara itu, korelasi sangat erat terjadi antara debit dengan TDS ($r = 0,98$), dan kecepatan aliran dengan DO ($r = 0,95$) pada musim kemarau.

Kata kunci: Batang Arau, debit, kecepatan aliran, kualitas air

Abstract.

The Batang Arau River is the second longest river in the city of Padang (West Sumatra). Many anthropogenic activities can reduce water quality. This study aimed to determine the correlation water quality with the hydrological parameters of the Batang Arau River (2013-2020). The data taken is secondary data from several agencies in the city of Padang. Data analysed was secondary data from various institution in Padang. Simple Linear Regression between water quality parameters towards velocity and river discharge was applied. River discharge correlated with DO ($r = 0.68$), and velocity is very closely correlated with TDS ($r = 0.82$) in the rainy season. Meanwhile, very close correlation between discharge and TDS ($r = 0.98$) and velocity with DO ($r = 0.95$) in the dry season.

Keywords: Batang Arau, discharge, velocity, water quality

1. PENDAHULUAN

Sungai tidak hanya berfungsi sebagai ekosistem perairan, tetapi juga penunjang kehidupan masyarakat sekitar sungai. Aktivitas masyarakat seperti mencuci, memancing, kegiatan industri, dan lainnya dapat berdampak terhadap kualitas air sungai (Effendi *et al.* 2018a; Effendi *et al.* 2018b; Effendi *et al.* 2018c). Batang Arau merupakan sungai yang terdapat di Sumatera Barat. Bagian hulu sungai dimulai dari sungai Lubuk Paraku yang berada di timur laut Kota Padang. Sumber air sungai berasal dari kawasan pegunungan Bukit Barisan di sebelah timur Kota Padang dan bermuara di Samudera Indonesia. Kualitas air sungai yang dinamis berkaitan dengan debit air yang juga berubah-ubah. Debit air yang rendah mengakibatkan kandungan oksigen dalam air menjadi berkurang, sebaliknya jika debit air tinggi kandungan oksigen serta kekuatan arus yang dihasilkan juga tinggi (Leščešen *et al.* 2018).

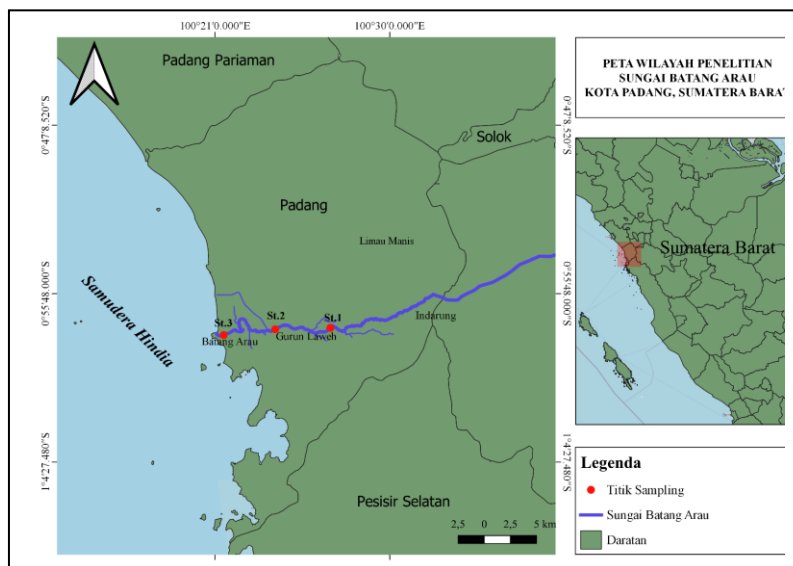
* Korespondensi Penulis
Email : dwisuciindah0101@gmail.com

Panjang sungai Batang Arau menurut Alyandri *et al.* (2019) yaitu $\pm 15,49$ Km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) ± 172 km². Febriandi (2016) mengatakan bahwa lebar Sungai Batang Arau (hulu-tengah-hilir) sebesar 10 m, 34 m, dan 33 m. Hidrologi sungai dipengaruhi oleh faktor musim kemarau dan musim penghujan (Effendi *et al.* 2021a; Effendi *et al.* 2021b; Effendi *et al.* 2018b; Yusuf *et al.* 2021). Apabila kedua musim tersebut diamati dan dilakukan pengukuran lebih lanjut, ternyata memiliki perbedaan debit yang besar. Perbedaan curah hujan menyebabkan debit air sungai berbeda atau berfluktuasi. Informasi tentang hubungan kualitas air dengan hidrologi masih terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang hubungan kualitas air dengan hidrologi pada Sungai Batang Arau, Sumatera Barat.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada Januari-Maret 2021 di Sungai Batang Arau, Kota Padang, Sumatera Barat. Data yang digunakan berupa data sekunder. Terdapat tiga stasiun di antaranya bagian hulu (Lubuk Sarik) sebagai Stasiun 1, tengah (SMAN 4 Padang) sebagai Stasiun 2, dan hilir (Jembatan Situ Nurbaya Muara Padang) sebagai Stasiun 3. Adapun titik koordinat dari masing-masing stasiun pengamatan adalah 00°57'33.48" LS 100°30'57.96"BT, 00°57'41.04" LS 100°24'5.76"BT, dan 00°57'55.80" LS 100°21'27"BT (**Gambar 1**).



Gambar 1. Lokasi penelitian di Sungai Batang Arau.

2.2. Prosedur analisis data

Data parameter kualitas air berasal dari hasil pengamatan Balai Wilayah Sungai Sumatera V dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang. Data diambil 6 bulan sekali (musim penghujan dan musim kemarau) dari tahun 2013-2020. Data parameter hidrologi didapatkan dari hasil pengamatan Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat. Data tersebut diambil setiap bulan. Titik sampling pengambilan data parameter kualitas air yaitu pada bagian hulu (Lubuk Sarik) sebagai Stasiun 1, tengah (SMAN 4 Padang) sebagai Stasiun 2, dan hilir (Jembatan Situ Nurbaya MuaraPadang) sebagai Stasiun 3. Parameter hidrologi hanya diambil pada bagian hulu (Lubuk Sarik).

Analisis data berupa tabulasi dan grafik menggunakan Microsoft Excel. Setiap parameter diplot dalam grafik sehingga terlihat kecenderungannya dari tahun ke tahun dan antar lokasi (hulu–tengah–hilir) dan statusnya terhadap baku mutu (PP Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII).

Analisis yang digunakan untuk melihat hubungan antara parameter kualitas air dan hidrologi (kecepatan aliran atau debit) adalah analisis regresi linier sederhana (RLS). Analisis RLS merupakan analisis untuk mengukur hubungan satu variabel bebas (X) dengan satu variabel terikat (Y). Variabel yang digunakan yaitu kecepatan aliran atau debit sungai sebagai variabel X. Parameter kualitas air, yaitu DO (*Dissolved Oxygen*), TDS (*Total Dissolved Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), atau COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebagai variabel Y. Pengolahan data analisis regresi linear berganda menggunakan *software* SPSS 25. Berikut bentuk umum dari regresi linear sederhana **Persamaan 1** (Irwansyah *et al.* 2019):

$$\hat{Y} = a + bX \dots \dots \dots (1)$$

Besarnya konstanta *a* dan *b* dapat ditentukan menggunakan **Persamaan 2** dan **Persamaan 3** (Hijriani *et al.* 2016):

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$b = \bar{Y} - \bar{X}b \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

\hat{Y} = Garis regresi/ variabel terikat yaitu parameter kualitas air (mg/L)

X = Variabel bebas yaitu debit sungai (m³/s) atau kecepatan aliran (m/s)

\bar{Y} = Nilai rata-rata Y

\bar{X} = Nilai rata-rata X

a = Konstanta (intersep)

b = Konstanta regresi (*slope*)

n = Jumlah data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kecenderungan parameter kualitas air dan hidrologi

Debit sungai pada musim kemarau cenderung naik turun dari tahun 2013-2020, sedangkan kecepatan aliran cenderung menurun dari tahun ke tahun, dan meningkat lagi di tahun 2020. Kandungan oksigen (DO) tergolong cukup tinggi, BOD tergolong rendah, COD, TSS dan TDS yang berfluktuasi. Namun semuanya masih memenuhi baku mutu kelas 2 sesuai dengan ketentuan pada PP Nomor 22 Tahun 2021 (**Tabel 1**).

Tabel 1. Nilai parameter kualitas air dan hidrologi bagian hulu pada musim kemarau.

Parameter	Satuan	Baku Mutu	2013 April	2014 Mei	2015 Mei	2016 April	2017 Juli	2018 Mei	2019 April	2020 April
DO	mg/l	4	7,9	7,95	5,97	7,2	5,9	7,37	5,90	8,59
BOD	mg/l	3	2,1	2,49	3,2	0,18	1,48	1,61	<2	<2
COD	mg/l	25	5,12	5,23	10,67	13,18	6	22,08	<0,285	<0,285
TSS	mg/l	50	12	9	4	62	2	2	<2,5	<2,5
TDS	mg/l	1000	-	468,5	90,5	109	66	94	123	72,5
Debit Sungai	m ³ /detik	-	5,23	6,76	2,56	2,38	5,48	-	3,5	2,48
Kecepatan Aliran	m/detik	-	0,73	0,69	0,37	0,45	-	-	0,40	0,83

(-): tidak ada data

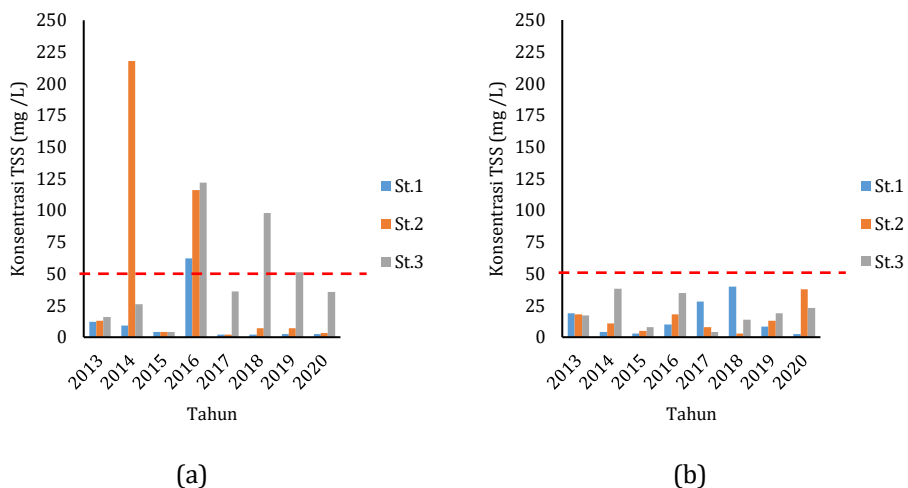
Parameter BOD memiliki nilai tertinggi saat musim penghujan sebesar 5,98 mg/L pada tahun 2013, sedangkan nilai terendah saat musim penghujan adalah 1 pada tahun 2015. Nilai debit sungai pada musim penghujan cenderung naik turun dari tahun 2013-2020 dan mengalami puncaknya pada tahun 2018 sebesar 10,90. Sedangkan untuk kecepatan aliran pada tahun 2013-2016 mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan dibandingkan tahun 2019-2020 (**Tabel 2**).

Tabel 2. Nilai kualitas air dan hidrologi bagian hulu pada musim penghujan.

Parameter	Satuan	2013 Desember	2014 November	2015 November	2016 November	2017 Desember	2018 Oktober	2019 November	2020 Oktober
DO	mg/l	4,03	6,32	7,48	7,1	6	7,82	7,75	8,8
BOD	mg/l	5,98	1,61	1	1,68	3,94	2,4	<2	<2
COD	mg/l	23,67	10,54	5,81	5	6,44	<5,77	8,3	1,19
TSS	mg/l	19	4	3	10	28	40	8,15	<2,5
TDS	mg/l	-	38	81	47	4136	78,1	116	86,3
Debit Sungai	m ³ /detik	4,7	9,4	8,67	4,55	3,58	10,9	3,83	3,9
Kecepatan Aliran	m/detik	0,63	0,84	0,71	0,76	-	-	2,31	1,30

(-): tidak ada data

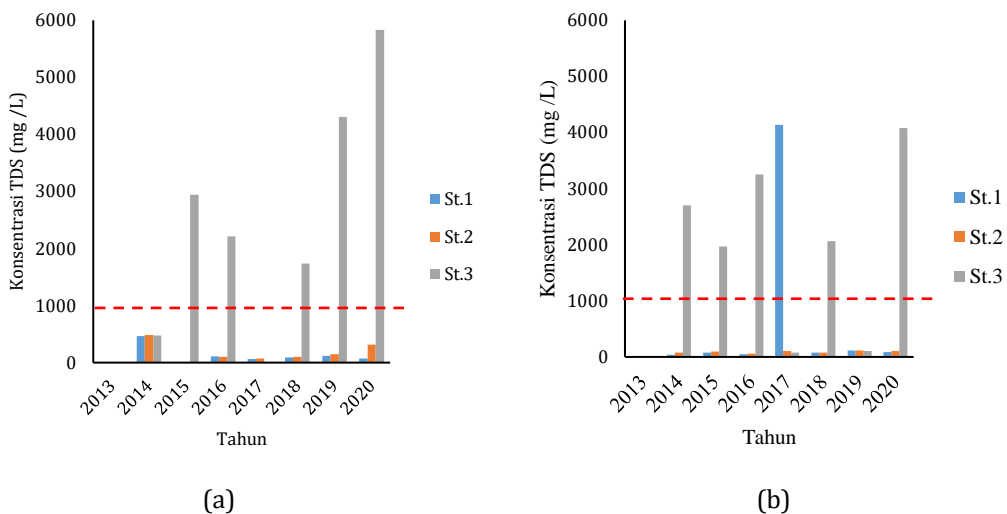
Berdasarkan data TSS tahun 2013-2020 (**Gambar 2**), TSS di ketiga stasiun pemantauan mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun, baik pada musim kemarau maupun pada musim penghujan. Di bagian hulu (St. 1), kandungan TSS cenderung menurun sejak tahun 2018 pada musim penghujan, di bagian tengah (St. 2) dan hilir (St. 3) justru memiliki kandungan yang meningkat dari tahun 2018. Saat musim penghujan kandungan TSS di ketiga stasiun pada umumnya lebih rendah daripada musim kemarau. Kandungan TSS pada musim kemarau telah melebihi baku mutu kelas II (50 mg/l), sedangkan pada musim penghujan memenuhi baku mutu.



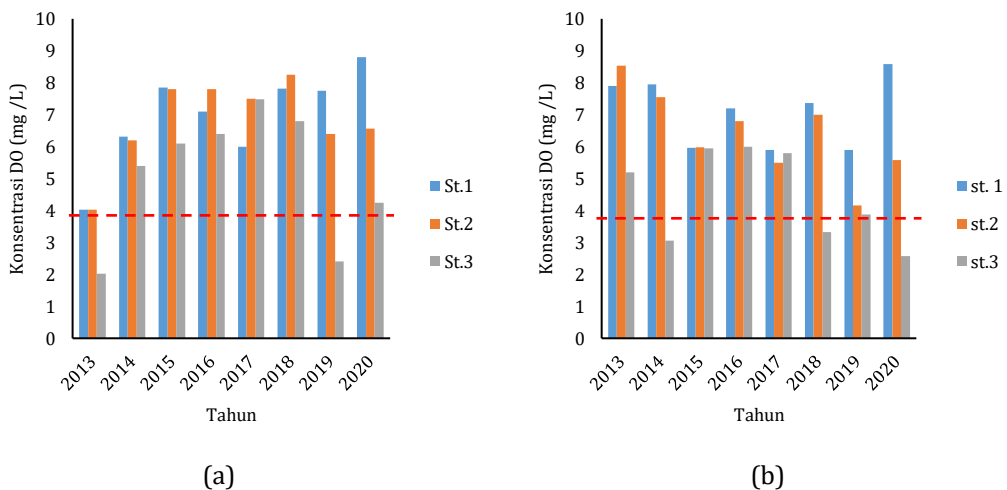
Gambar 2. Kandungan TSS di Sungai Batang Arau pada (a) musim kemarau dan (b) musim penghujan, tahun 2013–2020.

Nilai TDS semakin ke hilir (St. 3) cenderung meningkat sejak tahun 2018 pada musim kemarau, di bagian tengah (St. 2), kandungan TDS cenderung menurun dari tahun 2014–2017 dan di bagian hulu (St. 1) cenderung mengalami fluktuasi (**Gambar 3**). Semua nilai TDS masih memenuhi baku mutu (1000 mg/l) sesuai PP Nomor 22 Tahun 2021.

Bagian hulu (St. 1) cenderung meningkat dari tahun 2013 hingga 2015 pada musim penghujan, begitu juga pada bagian tengah (St. 2) dan hilir (St. 3). Pada musim kemarau kandungan DO di ketiga stasiun pada umumnya lebih tinggi daripada musim penghujan (**Gambar 4**). Menurut Helard *et al.* (2016) kandungan DO dari hulu ke hilir mengalami fluktuasi. Nilai DO yang rendah bisa dikaitkan dengan adanya efluen dari industri.

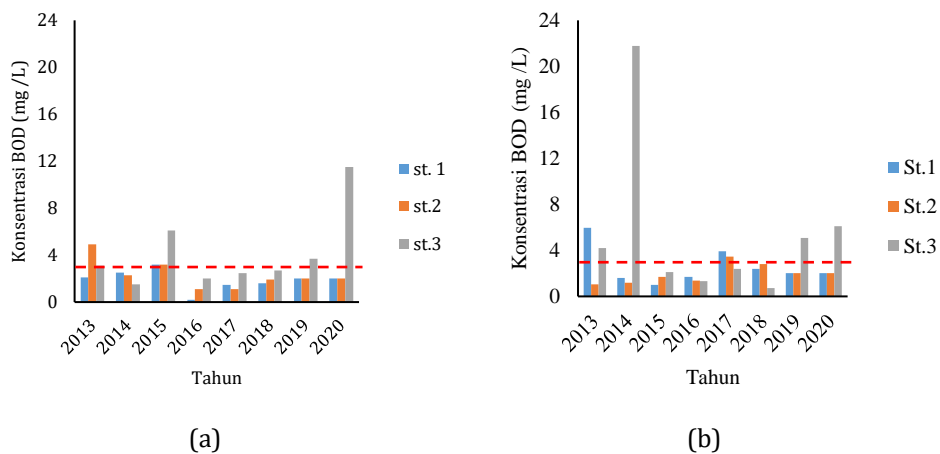


Gambar 3. Kandungan TDS di Sungai Batang Arau pada (a) musim kemarau dan (b) musim penghujan, tahun 2013–2020.



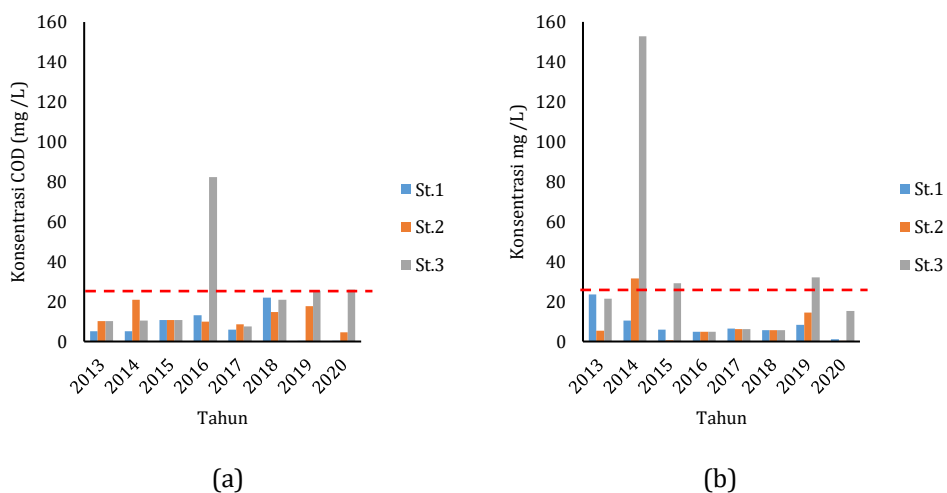
Gambar 4. Kandungan DO di Sungai Batang Arau pada (a) musim kemarau dan (b) musim penghujan, tahun 2013–2020.

Di ketiga stasiun, BOD cenderung mengalami kenaikan dari tahun 2017 hingga 2020 (**Gambar 5**). Pada musim penghujan bagian hilir (St. 3) cenderung naik pada tahun 2014, di bagian tengah (St. 2) dan hulu (St. 1) terjadi penurunan dari tahun 2017–2020. Berdasarkan baku mutu kualitas air PP Nomor 22 Tahun 2021 kelas II BOD memiliki nilai 3 mg/L. Menurut Alyandri *et al.* (2019), parameter BOD di Sungai Batang Arau sebesar 3,20–5,65 mg/L dikategorikan sebagai perairan yang relatif baik, namun telah melampaui baku mutu dibandingkan dengan kriteria mutu air kelas II sebesar 3 mg/L.



Gambar 5. Kandungan BOD di Sungai Batang Arau pada (a) musim kemarau dan (b) musim penghujan, tahun 2013–2020.

Di bagian hulu (St. 1) nilai COD paling rendah yaitu 0,3 mg/l yang terjadi pada tahun 2019 dan 2020 pada musim kemarau (**Gambar 6**). Di bagian tengah (St. 2) dan di bagian hilir (St. 3) kandungan COD meningkat sejak tahun 2017, kecuali St. 2 tahun 2020 mengalami penurunan. Pada musim kemarau kandungan COD di ketiga stasiun pada umumnya lebih tinggi daripada musim penghujan. Namun, di bagian hilir (St. 3) tahun 2014 dan 2016 pada kedua musim memiliki nilai paling tinggi di antara yang lainnya.



Gambar 6. Kandungan COD di Sungai Batang Arau pada (a) musim kemarau dan (b) musim penghujan, tahun 2013–2020.

3.2. Hubungan kualitas air dengan debit sungai dan kecepatan aliran

Analisis regresi linear sederhana dilakukan untuk mengetahui hubungan antara satu variabel independen (variabel bebas) dengan satu variabel dependen (variabel terikat). Variabel dependen (Y) terdiri dari beberapa parameter kualitas air yaitu DO, BOD, COD, TSS, dan TDS (Pangestu *et al.* 2017; Effendi *et al.* 2018a). Variabel independen (X) terdiri dari debit sungai dan kecepatan aliran (**Tabel 3**).

Tabel 3. Hubungan parameter kualitas air dengan debit dan kecepatan aliran di St.1 (hulu) Sungai Batang Arau.

Kemarau						
Parameter	Debit Sungai			r	Kecepatan Aliran	
	r	r ²	Persamaan		r ²	Persamaan
TSS	0,26	0,07	Y = 28,630 - 3,572X	0,25	0,06	Y = 33,411 - 31,772X
TDS	0,98	0,97	Y = -138,664+88,056X	0,31	0,10	Y = 31,471 + 257,717X
DO	0,25	0,25	Y = 6,559 + 0,159X	0,95	0,90	Y = 4,061 + 5,586X
BOD	0,30	0,09	Y = 1,330 + 0,182X	0,04	0,00	Y = 1,858 + 0,211X
COD	0,21	0,04	Y = 8,265 - 0,660X	0,51	0,26	Y = 14,038 - 14,792X
PENGHujan						
Parameter	Debit Sungai			r	Kecepatan Aliran	
	r	r ²	Persamaan		r ²	Persamaan
TSS	0,49	0,24	Y = 9,137 - 0,594X	0,27	0,07	Y = 3,936 + 1,346X
TDS	0,53	0,28	Y = 110,506 - 6,070X	0,82	0,67	Y = 28,224 + 38,375X
DO	0,68	0,46	Y = 8,862 - 0,226X	0,42	0,17	Y = 6,822 + 0,564X
BOD	0,76	0,58	Y = 2,351 - 0,114X	0,68	0,46	Y = 1,170 + 0,412X
COD	0,56	0,31	Y = 1,815 - 0,717X	0,10	0,01	Y = 5,522 + 0,545X

Tingkat koefisien korelasi (r) yang memiliki hubungan erat dan sangat erat antar parameter yaitu parameter TDS dengan debit sungai sebesar 0,98 saat musim kemarau. Selain itu, parameter DO dengan kecepatan aliran juga berkorelasi erat sebesar 0,95 pada musim kemarau (**Tabel 3**). Hasil analisis regresi menunjukkan debit aliran pada musim penghujan berpengaruh cukup erat terhadap konsentrasi DO (r = 0,68), BOD (r = 0,76), COD (r = 0,56), dan TDS (r = 0,53). Kecepatan aliran juga berpengaruh pada konsentrasi TDS (r = 0,82) dan BOD (r = 0,68) di musim penghujan.

TSS tidak memiliki hubungan dengan parameter kecepatan aliran dan debit sungai. Persamaan juga menunjukkan hubungan yang negatif antar parameter di kedua musim. Namun, menurut Kamarudin *et al.* (2020), ketika aliran air pada cekungan sungai meningkat maka nilai TSS juga akan semakin meningkat. Hal ini karena aliran yang lebih tinggi mengandung energi yang kuat untuk memindahkan konsentrasi sedimen tersuspensi dibandingkan jika aliran tersebut rendah. Kandungan TSS pada bagian hulu memiliki nilai yang paling rendah karena bahan tersuspensi yang masuk juga rendah. Nilai TSS tinggi terdapat di bagian hilir (**Gambar 2**). Nilai TSS yang rendah dapat disebabkan oleh kecilnya debit air sungai (Effendi 2016; Pangestu *et al.* 2017).

Nilai TDS memiliki hubungan yang positif terhadap kecepatan aliran (kemarau dan penghujan) dan berhubungan negatif dengan debit sungai (kemarau). Nilai TDS pada bagian hilir cenderung meningkat dibandingkan bagian hulu dan tengah. TDS bisa dihubungkan dengan terjadinya proses pelapukan sedimen dan batuan dasar di bagian hulu sungai (Effendi *et al.* 2013, 2015, 2016).

Berdasarkan **Tabel 3** pada musim kemarau, parameter DO memiliki hubungan dengan kecepatan aliran dan debit sungai. Nilai debit yang semakin tinggi maka kecepatan aliran yang terjadi pada suatu perairan juga tinggi dan kandungan oksigen akan meningkat. Berbeda dengan penelitian Rajwa-Kuligiewicz *et al.* (2015) yang mengatakan bahwa debit sungai tidak memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan konsentrasi DO rata-rata harian.

Perhitungan yang dilakukan pada regresi linear sederhana dibagi menjadi dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Jika dilihat berdasarkan **Tabel 3**, adanya hubungan antar variabel terjadi di setiap musim baik kemarau ataupun penghujan. Namun, tidak semua parameter memiliki hubungan yang erat. Nilai-nilai parameter kualitas air juga berfluktuasi. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, di antaranya waktu pengambilan sampel, periode pengambilan sampel saat intensitas hujan rendah atau sedang, pengambilan sampel yang dilakukan setiap tahun pada bulan yang berbeda, dan sebagainya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Musim berpengaruh pada kondisi hidrologi Sungai Batang Arau, yang menyebabkan perbedaan debit sungai yang berbeda antar musim, yaitu berkisar 2,00–5,00 m³/detik di musim kemarau dan 4,00–9,00 m³/detik di musim penghujan. Berdasarkan data pemantauan lima parameter kualitas air (TDS, TSS, DO, BOD, dan COD) tahun 2013-2020 pada ketiga stasiun dan dua musim, stasiun bagian tengah dan bagian hilir cenderung memiliki kualitas air lebih buruk daripada di bagian hulu.

Debit berkorelasi cukup erat dengan DO ($r = 0,68$), dan kecepatan aliran berkorelasi sangat erat dengan TDS ($r = 0,82$) di musim penghujan. Sementara itu, korelasi sangat erat terjadi antara debit dengan TDS ($r = 0,98$), dan kecepatan aliran dengan DO ($r = 0,95$) pada musim kemarau.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Balai Wilayah Sungai Sumatera V, Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat, Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang, yang telah menyediakan data pada artikel ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alyandri FH, Mulya N, Sari RR, Nofrilianti SI, Oktari F, Permana ES dan Novendri F. 2019. Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air sungai tiga titik di kecamatan Kota Padang. *Jurnal Kapita Selekta Geografi* 2(5):13–24.
- Effendi H, Kristianiarso AA dan Adiwilaga EM. 2013. Karakteristik kualitas air Sungai Cihideung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Ecolab* 7(2):49–108.
- Effendi H, Romanto and Wardiatno Y. 2015. Water quality status of Ciambulawung River, based on pollution index and NSF-WQI [Proceeding]. *Procedia Environmental Sciences* 24: 228-237.
- Effendi H. 2016. Evaluation of water quality status of Ciliwung River based on pollution index [Proceeding]. *Proceedings IAIA 16 Nagoya*, 11-14 May 2016. Japan.
- Effendi H, Sabila MF and Setiawan Y. 2018a. Correlation between water quality and land use change in Ciliwung watershed. *Nature Environment and Pollution Technology* 17(1):139-144.
- Effendi H, Muslimah S and Permatasari PA. 2018b. Relationship between land use and water quality in Pesanggrahan River [Proceeding]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 149 012022.
- Effendi H, Permatasari PA, Muslimah S dan Mursalin. 2018c. Water quality of Cisadane River based on watershed segmentation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 149 012023.
- Effendi H, Prayoga G, Azhar AR and Azhar R. 2021a. Pollution source of Cileungsi-Cikeas-Bekasi River [Proceeding]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 744 (2021) 012014.
- Effendi H, Prayoga G, Azhar AR, Permadi T and Santoso EN. 2021b. Pollution index of Cileungsi-Cikeas-Bekasi River [Proceeding]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 744 (2021) 012015.
- Febriandi A. 2016. Analisis konsentrasi total coliform dan fecal coliform dalam sedimen Sungai Batang Arau, Kota Padang Sumatera Barat [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang.
- Helard D, Indah S dan Fitria N. 2016. Analisis variasi spasial konsentrasi sulfat Di Sungai Batang Arau, Padang, Sumatera Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan* 13(2): 68–75.
- Hijriani A, Muludi K dan Andini EA. 2016. penyajian hasil prediksi pemakaian air bersih PDAM informasi geofrafis. *Jurnal Informasi* 11(2):37–42.
- Irwansyah M, Ola LO La dan Piliانا WO. 2019. Kajian pengaruh harga terhadap volume penjualan cumi-cumi (*Loligo* sp) di Pasar TPI Kota Kendari. *Jurnal Sosial Ekonomi Perikanan* 4(3): 209–214.
- Kamarudin MKA, Wahab NA, Jalil NAA, Sunardi and Saad MHM. 2020. Water

- quality issues in water resources management at Kenyir Lake, Malaysia. *Jurnal Teknologi* 82(3):1–11.
- Leščešen I, Pavić D and Dolinaj D. 2018. Correlation between discharge and water quality - case study Nišava River (Serbia). *Geographica Pannonica* 22(2): 97–103.
- Pangestu R, Riani E dan Effendi H. 2017. estimasi beban pencemaran point source dan limbah domestik di Sungai Kalibaru Timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 7(3): 219–226.
- PP (Peraturan Pemerintah) Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Rajwa-Kuligiewicz A, Bialik RJ, Rowiński PM. 2015. Dissolved oxygen and water temperature dynamics in lowland rivers over various timescales. *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 63(4):353–363.
- Yusuf SM, Nugroho SP, Effendi H, Prayoga G, Permadi T and Santoso EN. 2021. Surface runoff of Bekasi River subwatershed [Proceeding]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 744 012108.