

ANALYSIS OF RIVER WATER POLLUTION DUE TO DISPOSAL OF NATURAL STONE INDUSTRIAL WASTE IN CIREBON REGENCY

**Sri Wahyuningsih¹ · Feti Fatimatuzzahroh² ·
Iyat Hamiyati²**

Abstract *The development of the industrial sector has caused many changes in environmental quality, including the natural stone industry in Cirebon Regency. Water pollution that occurs is mostly caused by the disposal of waste to the river. Wastewater containing sludge causes changes in water quality including turbidity, high total and suspended solids, and sedimentation. The purpose of this study was to examine the condition of water quality and the status of river pollution due to the disposal of natural stone industrial waste using the STORET method and the pollution index. As a result, the concentration of TSS reached 1,042.33 mg/L and has exceeded the class III quality standard based on Government Regulation Number 22 of 2021. Pollution status based on the STORET method shows stations 1 and 2 are in the moderately polluted category, while*

station 3 is included in the category of lightly polluted. Meanwhile, based on the pollution index method, each station is included in the lightly polluted category. The results of both the STORET and the pollution index showed that station 2 had the highest score. Thus, efforts to treat waste from natural stone industrial activities are needed to reduce the rate of increase in river pollution.

Keywords: Natural Stone, Pollution, River

PENDAHULUAN

Air merupakan komponen abiotik yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Ketersediaan air adalah untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, perikanan, pertanian, industri, dan lain sebagainya.

¹ Program Studi Nautika, Akademi Maritim Cirebon (AMC)

² Fakultas Teknologi Kelautan dan Ilmu Perikanan, Universitas Nahdlatul Ulama (UNU), Cirebon

Email: syuni0389@gmail.com

Dengan demikian air merupakan sumberdaya yang perlu mendapat perlakuan dan perawatan khusus (Inopianti *et.al*, 2016). Di sisi lain populasi penduduk yang semakin banyak mendorong meningkatnya penggunaan air (Siregar *et.al*, 2016). Kondisi ini berdampak pada penurunan sumberdaya air baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Penelitian yang dilakukan oleh Peneliti Pusat Teknologi Lingkungan (BPPT) menyebutkan bahwa dalam 50 tahun terakhir, terdapat 1,2 miliar penduduk dunia yang tidak memiliki akses ke air bersih (Herlambang, 2006).

Perkembangan sektor industri di suatu daerah selalu memberikan pengaruh terutama terhadap lingkungan. Pembuangan limbah industri yang tidak dikelola dengan baik menjadi penyebab terjadinya penurunan kualitas air karena masuknya polutan (Bahagia *et.al*, 2020). Salah satu kegiatan industri yang berdampak buruk bagi lingkungan adalah kegiatan pemotongan batu alam, baik untuk bahan bangunan, perhiasan, dekorasi ruangan dan lain-lain. Bahan baku batu alam diambil dari Gunung Kuda di perbatasan Cirebon-Majalengka dan daerah Bantarujeg Majalengka (Uktiani et. al, 2014; Inopianti *et.al*, 2016). Sebagian besar industri batu alam berlokasi di dekat sungai karena dalam proses produksinya membutuhkan air (Oktriani *et.al*, 2017).

Industri batu alam selain mendatangkan dampak positif pada peningkatan ekonomi, juga berdampak negatif pada munculnya permasalahan lingkungan.

Limbah batu alam yang langsung dibuang ke sungai dapat mengancam ekosistem sungai dan juga masyarakat pengguna air sungai. Permasalahan lingkungan yang ditimbulkan industri batu alam berasal dari limbah padat dan cair yang dihasilkan dari proses pemotongan bahan baku menggunakan air (Mukmin *et.al*, 2016). Perkiraan kebutuhan air untuk industri batu alam sebanyak 3462,76 liter air tiap m³ batu alam. Berdasarkan perkiraan kebutuhan air hanya dari sektor batu alam saja sudah banyak. Sementara volume air limbah mengandung lumpur yang dihasilkan diperkirakan sebanyak 1953 m³ (Oktriani *et.al*, 2017). Pembuangan limbah tersebut secara langsung dapat menyebabkan menurunnya kualitas perairan sungai, seperti tingginya total padatan dan suspensi (Mukmin *et.al*, 2016), dan sedimentasi yang dapat memicu terjadinya banjir saat musim hujan (BLHD, 2020)

Pada umumnya lokasi industri batu alam berdekatan dengan pemukiman masyarakat, sehingga seringkali memicu munculnya konflik-konflik akibat dampak lingkungan yang diterima oleh masyarakat dari kegiatan industri tersebut. Di sisi lain kondisi pemukiman semakin kumuh dan tidak sehat, hal ini turut mempengaruhi kerentanan kesehatan masyarakat terhadap penyakit. Berdasarkan hasil laporan Dinas Kesehatan Kabupaten Cirebon tahun 2007, penyakit yang paling banyak atau dominan diderita oleh masyarakat yang bermukim di sekitar kawasan industri adalah ISPA,

diare dan penyakit kulit (SLHD, 2014). Sementara dampak negatif terhadap ekonomi adalah menurunnya produktivitas hasil panen padi sejak berdirinya industri batu alam (Uktiani *et.al*, 2014).

Hasil penelitian Oktriani *et.al*, (2017) di Sungai Jatigedogan Cirebon menunjukkan dampak pembuangan limbah industri batu alam adalah penurunan kualitas air, terutama tingginya konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) yang mencapai 240,8 mg/L. Hal ini menunjukkan konsentrasi limbah cair yang dibuang ke lingkungan tidak aman bagi fitoplankton dan perkembangan ikan air tawar. Hasil penelitian Wisha *et.al* (2016) menunjukkan bahwa tingginya TSS dapat mengganggu proses fotosintesis fitoplankton, akibat terganggunya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan. Sedangkan efek terhadap ikan air tawar, zooplankton dan makhluk hidup lainnya adalah penyumbatan insang oleh partikel tersuspensi, kematian pada telur non bentik, hambatan makan, peningkatan pencarian tempat berlindung, dan mempengaruhi jalur migrasi ikan (Tarigan dan Edward, 2003).

Analisis kualitas air sungai dapat diketahui dengan menggunakan indikator fisik, kimia, dan biologi. Sebagaimana Leonardo *et.al* (2020) menyebutkan bahwa karakteristik limbah secara umum terkelompok dalam karakteristik kimia, fisik dan biologis. Karakteristik kimia mencakup BOD, COD, kesadahan, dan pH. Karakter fisik dapat dilihat dari TSS

yang menyebabkan kekeruhan air (Bahagia *et.al*, 2020), suhu, TDS dan kecerahan. Sementara karakteristik biologis adalah keberadaan organisme (Leonardo *et.al*, 2020). Indikator dengan aspek biologi atau disebut juga bioindikator merupakan penentuan kondisi lingkungan dengan menggunakan organisme (Rahman *et.al*, 2015).

Berdasarkan uraian diatas, penilaian tingkat pencemaran sungai akibat limbah dari aktivitas industri batu alam penting untuk dilakukan. Pengukuran kualitas air meliputi parameter fisik, kimia, dan biologi dapat memberikan gambaran tingkat pencemaran, sehingga menjadi bahan evaluasi bagi pelaku usaha batu alam, dan pemerintah dalam penentuan kebijakan sebagai langkah pengelolaan sumberdaya perairan.

METODE

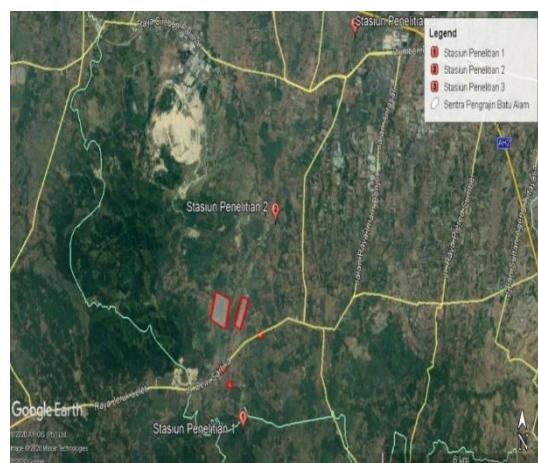
Penelitian dilakukan di beberapa titik daerah aliran sungai (DAS) Jamblang Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. DAS Jamblang memiliki panjang yaitu 24,65 km², dengan lebar ± 30 meter. Sungai Jamblang merupakan bagian dari DAS wilayah sungai (WS) Cimanuk-Cisanggarung yang merupakan salah satu sungai utama. DAS Jamblang ini melewati dua Kabupaten, yaitu Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon, dan melewati 9 kecamatan dan digolongkan menjadi tiga bagian yakni hulu (*up stream*), tengah (*middle stream*) dan hilir (*down stream*) (BLHD, 2020).

Pengambilan sampel dilakukan pada September 2021 di beberapa titik aliran sungai menggunakan metode survei, dengan penentuan lokasi pengambilan sampel berdasarkan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel ditentukan di tiga stasiun berdasarkan sumber pencemar yang masuk ke perairan, dengan pertimbangan pola pemanfaatan lahan di sekitarnya, kemudahan akses, waktu dan biaya sehingga ditentukan titik pengambilan sampel yang mewakili kondisi kualitas air di setiap stasiun penelitian. Stasiun pengambilan sampel disajikan dalam Gambar 1. Tiga stasiun pengambilan sampel tersebut terdiri dari:

1. Stasiun 1 merupakan hulu sungai di Kecamatan Dukupuntang, pem- anfaatan lahan di sekitar perairan adalah pemukiman, pertanian, dan usaha rumah makan
2. Stasiun 2 merupakan aliran sungai di Desa Cangkoak, dimana pem- anfaatan lahan di sekitar perairan adalah pemukiman, industri, per- tanian
3. Stasiun 3 merupakan aliran sungai setelah Bendungan Jamblang, di- mana pemanfaatan lahan di sekitar perairan adalah pemukiman, indus- tri, pertanian.

Sebanyak 9 sampel dikumpulkan dari tiga stasiun pengamatan. Pengambilan sampel air dilakukan secara langsung pada lapisan permukaan dengan metode *grab sampling*. Sampel air yang diperoleh kemudian disimpan dalam *ice box* untuk dilakukan analisis di laboratorium. Pengukuran parameter

fisika kimia perairan yang dilakukan secara langsung di lapangan meliputi suhu, kekeruhan, kecepatan arus, pH, dan oksigen terlarut. Sementara untuk parameter yang diukur di laboratorium adalah TSS, TDS, BOD, dan COD. Pengukuran kualitas fisika kimia dengan menggunakan metode *American Public Health Association* (APHA) 23nd Edition tahun 2017. Analisis fisika dan kimia dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor (IPB).



Gambar 1 Stasiun pengambilan sampel

Mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (KepMenLH) Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air, prinsip penentuan status mutu air menggunakan metode STORET adalah dengan mem- bandingkan setiap parameter kualitas air dengan baku mutu. Baku mutu dalam penelitian ini merujuk pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 ten- tang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Klasifi- kasi mutu air yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelas III. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu

air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0; jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air atau (hasil pengukuran > baku mutu) maka diberi skor sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.

Penentuan status mutu air menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 1 Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah Contoh	Nilai	Fisika	Parameter Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : KepmenLH Nomor 115 Tahun 2003

Tabel 2 Klasifikasi mutu air

No	Kategori	Skor	Status
1	Kelas A	Baik sekali	0
2	Kelas B	Baik	-1 s/d -10
3	Kelas C	Sedang	-11 s/d -30
4	Kelas D	Buruk	>-30

Sumber : KepmenLH Nomor 115 Tahun 2003

Metode indeks pencemaran didasarkan pada dua indeks, yaitu indeks rata-rata (IR) yang menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dalam satu kali pengamatan, sementara indeks maksimum (IM) menunjukkan jenis parameter dominan yang menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Hermawan, 2017).

Penilaian status kualitas air menggunakan metode IP mengacu pada KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, dengan persamaan sebagai berikut (KepMenLH, 2003):

$$IP = \sqrt{\frac{(Ci/Lij)M^2 + (Ci/Lij)R^2}{2}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana IP adalah indeks pencemaran, Ci adalah konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil

analisis, Lij adalah konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu suatu Peruntukan Air (j), $(Ci/Lij)M$ adalah nilai maksimum Ci/Lij , sementara $(Ci/Lij)R$ adalah nilai rata-rata Ci/Lij . Evaluasi nilai indeks pencemaran dengan status mutu air disajikan pada Tabel 3.

Data kualitas air yang diperoleh dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui perbedaan parameter fisika kimia perairan antar stasiun. Selanjutnya dilakukan uji lanjut duncan 5% untuk semua hasil. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS.

Tabel 3 Evaluasi nilai indeks pencemaran dengan status mutu air

Indeks pencemaran	Status mutu air
0 ≤ IP ≤ 1,0	Memenuhi baku mutu
1,0 < IP ≤ 5,0	Tercemar ringan
5,0 < IP ≤ 10	Tercemar sedang
IP > 10	Tercemar berat

Sumber : KepmenLH Nomor 115 Tahun 2003

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pencemaran air sungai pada penelitian ini dilakukan di tiga stasiun pengamatan. Gambaran kondisi stasiun penelitian menunjukkan stasiun 1 merupakan wilayah perairan dengan substrat batu berpasir, dimana rata-rata kedalamannya adalah 11 cm. Lokasi stasiun 1 dekat dengan pemukiman dan rumah makan, sehingga banyak mendapat pengaruh dari limbah domestik. Stasiun 2 merupakan wilayah perairan dengan substrat batuan, dimana rata-rata kedalamannya adalah 52,33 cm, dan pemanfaatan lahan didominasi oleh industri batu alam dan pemukiman. Sementara stasiun 3 merupakan wilayah

perairan setelah Bendungan Jamblang, dengan substrat berupa batu berpasir dan rata-rata kedalaman adalah 73,33 cm. Pemanfaatan lahan di lokasi ini didominasi oleh pemukiman dan pertanian, serta sedikit diantaranya untuk kegiatan penambangan pasir. Lokasi stasiun 3 masih mendapat pengaruh dari limbah batu alam yang terbawa dari beberapa aliran sungai.

Analisis kualitas air dalam penelitian ini menggunakan baku mutu kelas III sesuai dengan peruntukan DAS Sungai Jamblang, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Hasil analisis parameter fisika dan kimia air di setiap stasiun disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rata-rata hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan secara insitu dan exsitu

No	Parameter	Baku mutu ¹⁾	Hasil pengukuran ²⁾		
			St 1	St 2	St 3
1	Suhu (°C)	Deviasi 3	27,07 ^a ±0,29	28,73 ^b ±0,12	27,5 ^a ±0,77
2	Kecepatan Arus (m/detik)	-	0,36 ^a ±0,03	0,26 ^b ±0,03	0,11 ^c ±0,04
3	Kekeruhan (NTU)	5	5,04 ^a ±1,21	743,33 ^b ±16,26	256,33 ^c ±16,92
4	TSS (mg/L)	100	10,00 ^a ±3,46	1.042,33 ^b ±510,19	253,67 ^a ±82,57
5	TDS (mg/L)	1000	157,33 ^a ±8,08	193,33 ^b ±11,01	224,67 ^c ±120,87
6	pH	6 - 9	7,61 ^a ±0,13	7,82 ^a ±0,22	7,53 ^a ±0,03
7	Oksigen terlarut (mg/L)	3	7,00 ^a ±1,00	6,87 ^a ±0,15	6,87 ^a ±0,06
8	BOD (mg/L)	6	7,73 ^a ±0,83	6,13 ^{ab} ±0,83	4,80 ^b ±0,69
9	COD (mg/L)	40	37,04 ^a ±4,52	29,64 ^{ab} ±5,26	22,42 ^b ±4,34

¹⁾Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021; ²⁾Analisis data tahun 2021 * Huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$)

Secara umum, berdasarkan Tabel 4 untuk setiap parameter fisika dan kimia air di stasiun penelitian menunjukkan variasi data. Hasil analisis terhadap parameter kualitas air dibandingkan dengan baku mutu kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun

2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Hasil analisis terhadap parameter kualitas air adalah sebagai berikut:

Hasil uji Anova menunjukkan suhu di setiap stasiun penelitian menunjukkan

hasil berbeda nyata ($P<0,05$). Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa suhu di stasiun 2 berbeda nyata dengan stasiun lainnya, namun stasiun 1 dan 3 tidak menunjukkan perbedaan. Secara umum suhu air yang diperoleh dalam penelitian ini serupa diantara stasiun selama durasi penelitian, yaitu berkisar antara 27,07-28,73 °C. Tidak ada fluktuasi suhu yang besar, namun kenaikan suhu terjadi di stasiun 2 (28,73 °C). Hal ini dipengaruhi oleh proses alami dan buangan limbah dari industri batu alam. Menurut Oktriani *et.al* (2017) suhu air limbah cenderung lebih tinggi dari air sungai. Tingginya suhu air limbah dipengaruhi oleh limbah panas dan kelembaban saat sampel diukur, hal ini menyebabkan perpindahan panas dari mesin pemotong batu ke badan air penerima. Semakin tinggi suhu dalam air akan menurunkan kandungan oksigen terlarut, sehingga menurunkan kemampuan organisme akuatik untuk bertahan hidup. Lebih lanjut Oseji *et.al* (2019) menjelaskan bahwa suhu air menjadi faktor penting, karena mempengaruhi laju fotosintesis yang dibutuhkan organisme akuatik untuk berkembang. Sementara menurut Suriadikusumah (2020), tinggi rendahnya suhu di perairan dipengaruhi oleh keberadaan vegetasi atau penutup badan air. Jika vegetasi yang menutupi badan air tinggi, maka akan membuat suhu menjadi rendah.

Berdasarkan baku mutu kelas III Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, maka kondisi kualitas air ditinjau dari parameter suhu di setiap stasiun penelitian masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya.

Hasil uji Anova menunjukkan kecepatan arus sungai di setiap stasiun menunjukkan hasil berbeda nyata ($P<0,05$). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa kecepatan arus di stasiun 1 berbeda nyata dengan stasiun 2 dan 3, begitu juga stasiun 2 berbeda nyata dengan stasiun 3.

Kecepatan arus di setiap stasiun penelitian berkisar antara 0,11-0,36 m/det, dimana kecepatan arus tertinggi di stasiun 1 (0,36 m/det) dan terendah di stasiun 3 (0,11 m/det). Hasil ini menunjukkan bahwa kecepatan arus di bagian hulu cenderung lebih deras, dan semakin lambat ke arah hilir. Menurut Priyantini dan Ijan (2009), kecepatan arus sungai dipengaruhi oleh kedalaman sungai, dimana semakin dalam dasar sungai maka kecepatan arus semakin lambat dan semakin ke permukaan sungai kecepatan arus sungai semakin cepat. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran kedalaman air sungai di setiap stasiun yang semakin meningkat dari hulu ke hilir. Djumanto *et.al* (2013) menambahkan bahwa kecepatan arus juga dipengaruhi oleh tipe dasar, lebar sungai dan hambatan aliran. Dasar sungai yang curam memiliki kecepatan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan dasar yang landai. Hal ini sesuai dengan kondisi di setiap stasiun, yaitu stasiun 1 merupakan hulu sungai dengan dasar lebih curam, sementara stasiun 2 dan 3 merupakan daerah hilir dengan dasar yang lebih landai.

Nilai kekeruhan di setiap stasiun menunjukkan perbedaan ($P<0,05$), dimana stasiun 1 berbeda nyata dengan stasiun 2 dan 3, begitu juga stasiun 2 berbeda nyata dengan stasiun 3. Hasil pengukuran kekeruhan di setiap stasiun menunjukkan fluktuasi yang signifikan, yaitu berkisar antara 5,04-743,33 NTU.

Kekeruhan di stasiun 2 (743,33 NTU) menunjukkan nilai lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi ini disebabkan oleh banyaknya partikel tersuspensi yang berasal dari limpasan kegiatan industri batu alam. Pada umumnya bahan baku batu alam akan melalui proses pemotongan menggunakan air, air limbah yang mengandung lumpur kemudian dibuang secara langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan limbah. Menurut Ayobahan Su *et.al* (2014), limpasan kegiatan manusia seperti limbah industri merupakan sumber kuat dan mengandung beban padat yang menyebabkan tingginya kekeruhan perairan. Selain itu kekeruhan yang tinggi di bagian hilir disebabkan oleh partikel tersuspensi yang ikut terbawa aliran sungai dan terakumulasi di hilir (Effendi *et.al*, 2013).

Kekeruhan air di stasiun 1 atau bagian hulu sungai lebih rendah dibandingkan stasiun lainnya, yaitu 5,04 NTU. Kekeruhan sendiri menggambarkan banyaknya bahan tersuspensi dan koloid seperti tanah liat, senyawa organik dan anorganik serta plankton dalam air (Inopianti *et.al*, 2016). Rendahnya nilai kekeruhan air di bagian hulu juga dilaporkan oleh Effendi *et.al* (2015), dimana nilai kekeruhan Sungai Ciambulawung di bagian hulu sungai hanya berkisar antara 1,5-3,7 NTU.

Konsentrasi TSS menunjukkan perbedaan yang signifikan antar stasiun ($P<0,05$), dimana stasiun 2 berbeda nyata dengan stasiun 1 dan 3, namun tidak ada perbedaan antara stasiun 1 dan 3. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi TSS di stasiun 2 sangat tinggi, yaitu mencapai 1.042,33 mg/L. Sebagian besar lokasi stasiun 2 berdekatan dengan industri batu alam, yang memanfaatkan sungai

sebagai tempat pembuangan limbah. Limbah ini berasal dari proses pengolahan batu alam menggunakan air, sehingga menghasilkan lumpur dan serbuk batu alam dengan kandungan bahan tersuspensi tinggi. Lumpur ini kemudian mengalir melalui kanal dan masuk ke sungai, sehingga menyebabkan air sungai keruh berwarna abu-abu, dan berbau menyengat. Tingginya nilai TSS pada penelitian ini dapat menyebabkan perubahan kualitas ekosistem, seperti terganggunya proses fotosintesis fitoplankton, mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan air tawar, pencemaran air irigasi untuk pertanian, menurunkan estetika, dan menyebabkan sedimentasi sungai. Penggunaan bioindikator ikan mas dalam air sungai tercemar limbah batu alam dilaporkan oleh Inopianti *et.al* (2016), dimana perilaku ikan mas menjadi sangat agresif karena kekurangan oksigen, sehingga menyebabkan kematian. Efek TSS terhadap ikan juga dilaporkan oleh Nyanti *et.al* (2018), dimana konsentrasi tinggi dari TSS berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup juvenile ikan.

Padatan tersuspensi (TSS) terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Djumanto *et.al*, 2013). Nilai TSS pada stasiun 3 masih relatif tinggi, yaitu 253,67 mg/L. Stasiun 3 merupakan wilayah perairan yang cukup jauh dari sentra industri batu alam, namun aliran air sungai dari beberapa anak sungai yang masuk menyebabkan perairan di stasiun 3 masih mendapat pengaruh dari limbah batu alam. Jika dibandingkan dengan penelitian serupa, nilai TSS pada

penelitian ini lebih besar daripada di Sungai Jatigedogan Cirebon yang dilakukan oleh Oktriani *et.al* (2017), dimana nilai TSS tertinggi adalah 240,8 mg/L. Berdasarkan baku mutu kelas III Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, maka hasil pengukuran TSS pada stasiun 2 dan 3 sudah tidak sesuai dengan peruntukannya.

Nilai TDS di setiap stasiun menunjukkan perbedaan ($P<0,05$), dimana stasiun 1 berbeda nyata dengan stasiun 2 dan 3, begitu juga stasiun 2 berbeda nyata dengan stasiun 3. Secara umum konsentrasi TDS di setiap stasiun tidak menunjukkan fluktuasi yang besar, yaitu berkisar antara 157,33-224,67 mg/L. Meskipun konsentrasi tersebut tidak berdampak signifikan terhadap lingkungan, namun stasiun 3 menunjukkan nilai TDS lebih besar dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh limpasan yang berasal dari pertanian, kegiatan mencuci pakaian, mandi, dan limpasan dari tanah di sekitarnya. Selain itu aliran air dari beberapa anak sungai yang masuk ke stasiun 3 membawa banyak padatan dari kegiatan industri batu alam. Seperti dijelaskan oleh Suriadikusumah *et.al.* (2020) bahwa konsentrasi TDS dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti aktivitas antropogenik, batuan dasar dan aliran permukaan. Lebih lanjut menurut Omoigberale dan Ogbeibu (2007), tingginya konsentrasi TDS dapat disebabkan oleh kegiatan domestik yang tinggi seperti pencucian, material allochthonous dari berbagai anak sungai dan limpasan ke sungai (*surface runoff*). Hasil pengukuran TDS di setiap stasiun masih sesuai dengan peruntukan baku mutu kelas III

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Konsentrasi pH tidak menunjukkan perbedaan antar stasiun ($P>0,05$). Secara deskriptif kisaran pH cenderung menunjukkan pola yang seragam, namun nilai pH lebih tinggi diamati di stasiun 2. Kondisi ini dipengaruhi oleh kandungan SiO_2 andesit dalam buangan limbah industri batu alam, sehingga menyebabkan nilai pH cenderung basa (Oktriani *et.al*, 2017). Nilai pH dalam air yang lebih asam atau basa akan mempengaruhi kelayakan air untuk konsumsi dan penggunaan (Inopianti *et.al*, 2016). Seperti hasil penelitian yang dilaporkan oleh Uktiani *et.al* (2014) menunjukkan bahwa limbah batu alam mengandung pH tinggi, sehingga mencemari air irigasi dan menyebabkan keracunan pada tanaman padi.

Efek perubahan pH terhadap organisme perairan dilaporkan oleh Hamuna *et.al.* (2018), dimana konsentrasi pH terlalu asam atau basa berpengaruh negatif terhadap kelangsungan hidup ikan. Penelitian yang dilakukan oleh Nyanti *et.al* (2018) juga membuktikan bahwa efek kombinasi pH rendah dan TSS yang tinggi memperburuk kelangsungan hidup ikan. Konsentrasi pH pada penelitian ini masih dianggap sesuai dengan peruntukan baku mutu kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Tidak ada perbedaan nilai oksigen terlarut di setiap stasiun ($P>0,05$). Hasil pengukuran parameter oksigen terlarut di setiap stasiun penelitian menunjukkan nilai yang seragam, yaitu

berkisar antara 6,87-7 mg/L. Nilai oksigen terlarut tertinggi di stasiun 1 yang merupakan hulu sungai, kemudian mengalami penurunan di bagian hilir sungai yaitu stasiun 2 dan stasiun 3. Kondisi ini serupa dengan hasil penelitian di Sungai Parit, dimana terdapat kecenderungan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dari hulu ke hilir. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas antropogenik di bagian hilir cenderung lebih padat, sehingga kebutuhan oksigen untuk dekomposisi semakin tinggi (Masykur HZ *et.al.*, 2018). Meskipun oksigen terlarut di stasiun 2 dan 3 menunjukkan nilai terendah yaitu 6,87 mg/L, namun masih termasuk dalam kisaran yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Pola kecepatan arus di setiap stasiun tidak jauh berbeda, sehingga oksigen terlarut tidak megalami fluktuasi yang besar. Menurut Effendi *et.al* (2013), semakin besar kecepatan arus maka permukaan air lebih luas dan proses difusi dari udara ke perairan akan lebih besar. Konsentrasi oksigen terlarut di setiap stasiun masih sesuai dengan baku mutu air kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mendegradasi bahan organik secara biologis dalam air disebut BOD (Arum *et.al.*, 2019). Nilai BOD di setiap stasiun menunjukkan perbedaan ($P<0,05$), yaitu stasiun 1 berbeda nyata dengan stasiun 3, adapun stasiun 2 tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan dengan stasiun lainnya. BOD merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas air dan digunakan sebagai indikator pencemar

organik di perairan (Egun dan Oboh, 2021).

Hasil pengukuran di setiap stasiun menunjukkan bahwa stasiun 1 memiliki nilai BOD tertinggi, yaitu 7,73 mg/L. Kondisi ini menunjukkan bahwa stasiun 1 sebagai hulu sungai telah mengalami pencemaran bahan organik. Identifikasi sumber pencemar organik di stasiun 1 diduga berasal dari limbah domestik akibat jarak pemukiman dan rumah makan dengan sungai yang berdekatan. Menurut Ayobahan Su *et.al* (2014), Sumber pencemar organik di sungai dapat berasal dari aktivitas antropogenik yang memanfaatkan sungai baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai tempat pembuangan limbah. Tingginya nilai BOD di stasiun 1 menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses penguraian bahan organik oleh mikroba (Effendi *et.al.*, 2015). Kondisi ini mengakibatkan peningkatan kebutuhan oksigen biokimia, sehingga menurunkan oksigen terlarut (Ayobahan Su *et.al.*. 2014). Hasil analisis BOD di stasiun 1 dan 2 menunjukkan nilai yang telah melampaui baku mutu kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

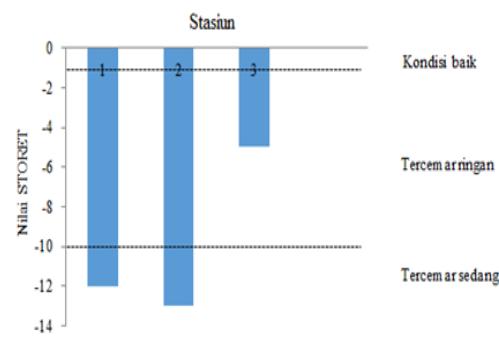
Hasil uji Anova terhadap nilai COD menunjukkan pola yang sama dengan BOD, yaitu stasiun 1 berbeda nyata dengan stasiun 3, namun stasiun 2 tidak menunjukkan perbedaan dengan stasiun lainnya. Pengukuran COD dilakukan untuk menilai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia (Saksena *et.al.*, 2008; Hamakonda *et.al*, 2019). Hasil pengukuran COD berkisar antara 22,42-

37,04 mg/L, dimana nilai COD tertinggi terdapat di stasiun 1, sedangkan nilai COD terendah di stasiun 3. Tingginya nilai COD yang teramati di hulu sungai diduga berkaitan dengan jarak pemukiman dengan sungai yang berdekatan, sehingga memungkinkan besarnya masukan limbah domestik ke aliran sungai. Menurut Ayobahan Su *et.al* (2014), Tingkat pencemaran organik dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik yang intens baik di hulu maupun hilir sungai. Lebih lanjut Effendi *et.al* (2015) menambahkan bahwa tingginya COD di suatu perairan juga dapat disebabkan oleh penguraian bahan organik berupa daun, batang dan lain-lain yang banyak mengkonsumsi oksigen.

Nilai COD pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan di Sungai Cipeusing, yaitu 707,6 mg/L (Suriadikusumah *et.al*, 2020), dan lebih besar daripada Sungai Metro yaitu 10,93 –12,99 mg/L (Mahyudin *et.al*, 2015). Berdasarkan parameter COD, maka seluruh stasiun masih sesuai dengan baku mutu kelas III Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode STORET diketahui bahwa kualitas air untuk stasiun 1 dan stasiun 2 termasuk dalam kategori tercemar sedang, dengan skor berturut-turut yaitu -12 dan -13. Sementara stasiun 3 termasuk dalam kategori tercemar ringan dengan skor yaitu -5. Hasil analisa kualitas air di setiap stasiun penelitian menggunakan metode STORET disajikan pada Gambar 2. Adapun parameter fisika dan kimia yang berkontribusi terhadap kondisi kualitas air di stasiun 1 adalah BOD dan

COD. Perairan di stasiun 1 berdekatan dengan pemukiman, sehingga sebagian besar limbah domestik dibuang langsung ke sungai. Hal ini yang kemudian berdampak pada tingginya nilai BOD dan COD di lokasi tersebut. Arum *et.al* (2019) melaporkan bahwa kegiatan rumah tangga menghasilkan dua jenis air limbah domestik, yaitu air limbah yang berasal dari cucian (sabun, detergen, dan minyak), dan toilet (sabun, sampo, feses, dan urin). Air limbah domestik ini mengandung bahan organik tinggi yang menyebabkan kurangnya pasokan oksigen terlarut dan meningkatkan pertumbuhan bakteri anaerobik. Setidaknya 66% bahan organik dan adanya keberadaan mikroorganisme anaerobik dapat menyebabkan perubahan warna dan bau busuk pada badan air.



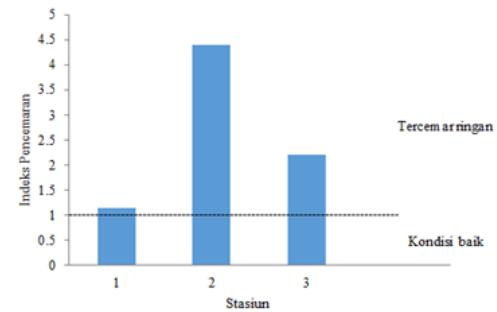
Gambar 2 Status mutu air berdasarkan metode STORET

Parameter yang mempengaruhi kondisi kualitas air di stasiun 2 adalah tingginya konsentrasi TSS. kegiatan industri batu alam di sepanjang aliran sungai telah banyak mempengaruhi kondisi kualitas air di stasiun 2. Air limbah berupa lumpur yang mengandung padatan tinggi dibuang langsung ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Hal ini mengakibatkan perubahan warna air, berdampak pada tingginya nilai

kekeruhan dan TSS di stasiun 2. Menurut Luo *et.al* (2019), pola sebaran TSS di sungai berhubungan dengan aktivitas manusia, dimana semakin padat aktivitas masyarakat maka nilai TSS cenderung tinggi. Hasil penelitian Oktriani *et.al* (2017) menunjukkan bahwa efek limbah batu alam tidak hanya berdampak pada air sungai, namun juga pada lahan pertanian karena terdapat aliran timbal balik antara air limbah dan air irigasi.

Indeks pencemaran merupakan metode penilaian yang dapat memberikan gambaran kondisi kualitas air, sehingga ditentukan langkah tindakan untuk meningkatkan kualitas air ketika terjadi penurunan akibat pencemaran (Effendi *et.al*, 2015). Hasil analisa kualitas air di setiap stasiun penelitian menggunakan metode indeks pencemaran disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan hasil analisa status mutu air menggunakan indeks pencemaran menunjukkan bahwa semua stasiun termasuk dalam kondisi tercemar ringan, dengan nilai berkisar antara 1,15-4,39. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan kualitas air mulai dari hulu sampai ke hilir. Adapun nilai IP tertinggi terdapat di stasiun 2 yaitu 4,39, sementara nilai IP terendah terdapat di stasiun 1. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan industri batu alam di stasiun 2 berdampak negatif terhadap kualitas air, terutama terhadap parameter kekeruhan dan TSS. Sementara aktivitas industri tidak ditemukan di stasiun 1 yang merupakan hulu sungai, sehingga nilai IP di lokasi ini lebih rendah dibandingkan stasiun lainnya. Namun aktivitas domestik telah banyak berkontribusi terhadap tingginya nilai BOD di stasiun tersebut, sehingga diperlukan suatu upaya agar tidak

terjadi peningkatan status pencemaran di kemudian hari.



Gambar 3 Status mutu air berdasarkan indeks pencemaran

Status mutu air berdasarkan metode indeks pencemaran pada penelitian ini adalah tercemar ringan di semua stasiun. Hasil ini serupa dengan status mutu air di Sungai Blukar Kabupaten Kendal (Agustiningsih *et.al*, 2012), Sungai Metro Kabupaten Malang (Mahyudin *et.al*, 2015), Sungai di Sub DAS Boentuka (Hamakonda *et.al.*, 2019), dan Sungai Ogan Kabupaten Ogan (Sari dan Wijaya, 2019), namun hasil penilaian status mutu air pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan Sungai Ciambulawang yang masih termasuk dalam kategori baik atau belum tercemar (Effendi *et.al*, 2015). Sementara hasil status mutu air pada penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan Sungai Cipeusing yang memiliki status mutu air dengan kategori tercemar sedang sampai tercemar parah (Suradikusumah *et.al*, 2020), dan Sungai Grenjeng Boyolali yang mencapai kategori sangat tercemar (Widodo *et.al*, 2019).

SIMPULAN

Status pencemaran air menggunakan metode STORET, stasiun 1 dan 2 termasuk dalam kategori tercemar sedang (-12 dan -13), sementara stasiun 3 termasuk dalam kategori tercemar

ringan (-5). Adapun berdasarkan metode indeks pencemaran, setiap stasiun termasuk dalam kategori tercemar ringan, dengan nilai berkisar antara 1,15-4,39. Beberapa parameter yang berpengaruh terhadap kondisi kualitas air dan melebihi baku mutu adalah BOD, COD, dan TSS. Pengolahan limbah batu alam perlu dilakukan sebagai upaya pengendalian pencemaran, khususnya parameter TSS di stasiun 2.

Acknowledgements Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2021, yang didanai oleh Kemenristekdikti. Ucapan terima kasih diberikan kepada pihak Kemenristekdikti dan semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian.

PUSTAKA

- Agustiningsih, D., Sasangko, S. B., & Sudarno. (2012). Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal PRESIPITASI*, 9(2): 64-71.
- Arum, S. P. I., Harisuseno, D., & Soemarno. (2019). Domestic wastewater contribution to water quality of Brantas River at Dinoyo Urban Village, Malang City. *J-PAL*, 10(2): 84-91.
- Ayobahan, Su., Im Ezenwa., Orugan Ee., Uriri Je., & Wemimo I. (2014). Assessment of anthropogenic activities on water quality of Benin River. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 18(4): 629-636.
- [BLHD] Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Cirebon. (2020). Dokumen Pendahuluan : Kajian Beban Pencemar DAS Jamblang. 39p.
- Bahagia, B., Suhendrayatna S., & Ak, Z. (2020). Analisis tingkat pencemaran air Sungai Krueng Tamang terhadap COD , BOD dan TSS. *Serambi Engineering*, V(3): 1099–1106.
- Djumanto., Probosunu, N., & Ifriansyah, R. (2013). Indek biotik famili sebagai indikator kualitas air Sungai Gajahwong Yogyakarta. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*, XV(1): 26-34.
- Effendi, H., Kristianiarso, A. A., & Adiwilaga, E. M. (2013). Karakteristik kualitas air Sungai Cihideung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Ecolab*, 7(2): 49-108.
- Effendi, H., Romanto, & Wardiatno, Y. (2015). Water quality status of Ciambulawung River, Banten Province, based on pollution index and NSF-WQI. *Procedia Environmental Sciences*, 24: 228–237.
- Egun, N. K., & Oboh, I. P. (2021). Surface water quality evaluation of Ikpoba reservoir, EDO State, Nigeria. *International Journal of Energy and Water Resources*, doi.org/10.1007/s42108-021-00139-z.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito., Maury, H.K., & Alianto. (2018). Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1):35-43.
- Hamakonda, U. A., Suharto, B., & Susnawati, L. D. (2019). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 23(1): 56-67.

- Herlambang, A. (2006). Pencemaran Air dan Strategi Penggulangannya. *JAI*, 2(1).
- Hermawan, C. (2017). Penentuan status pencemaran kualitas air dengan metode storet dan indeks pencemaran (studi kasus: Sungai Indragiri Ruas Kuantan Tengah). *Jurnal Rekayasa*, 7(2): 104-114.
- Inopianti, N., Annisa N., Usuli G.R.R., & Dewi Y.N. (2016). The analysis of water pollution in the leaching of batu alam Desa Bobos Area Dukupuntang Sub-District Cirebon Regency. Proceedings of Research World International Conference, Singapore.
- [KMNLH] Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2003). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air.
- Leonardo, L., Elvince R., & Ardianor A. (2020). Pengaruh air limbah Kota Palangka Raya pada kualitas air Sungai Kahayan. *Journal of Environment and Management*, 1(2): 124–133.
- Luo, P., Kang S., Apip., & et.al. (2019). Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity. *PLoS ONE*, 14(7):1-17.
- Mahyudin., Soemarno., & Prayogo, T. B. Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *J-PAL*, 6 (2): 105-114.
- Masykur, H. Z., Amin, B., Jasril., & Siregar, S. H. (2018). Analisis status mutu air sungai berdasarkan metode STORET sebagai pengendalian kualitas lingkungan (studi kasus: dua aliran Sungai di Kecamatan Tembilahan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(2): 84-96.
- Mukmin, A., Visanty H., Juliasari I. R., Budiarto A., & Fatkhurahman J. A. (2016). Aplikasi limbah padat batu alam sebagai substitusi fine agregat paving blok, batako, dan bahan baku semen. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 7(1): 1–12.
- Nyanti, L., Soo, C., Danial-Nakhaie, M., & et.al. (2018). Effects of water temperature and pH on total suspended solids tolerance of Malaysian Native and Exotic Fish Species. *AACL Bioflux*, 11(3): 565-575.
- Oktriani, A., Darmajanti L., & Soesilo T.E.B . (2017). River pollution caused by natural stone industry. International Conference on Chemistry, Chemical Process and Engineering (IC3PE), AIP Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1063/1.4978129>.
- Omoigberale, M. O., & Ogbeibu, A. E. (2006). Assessing the environmental impact of oil exploration and production on the water quality of Osse River, Southern Nigeria. *Global Journal of Environmental Science*, 5(1): 1-13.
- Oseji, M., Uwaifo, O. P., & Omogbeme, M. I. (2019). Assessment of physical and chemical characteristics of surface water from River Niger, Illushi, Edo State, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 23(1): 195–199.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan

- lingkungan hidup. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Priyantini, N. Y., Irjan. (2009). Pengukuran kecepatan arus air sungai berbasis mikrokontroler AT89S8252. *Jurnal Neutrino*, 2(1): 73-85.
- Rahman, K.N. A., Elferianto N., & Sari S. G. (2015). Kualitas air sungai tutupan Kecamatan Juai Kabupaten Balangan berdasarkan bioindikator makrozoobenthos. *Bioscientiae*, 12(1): 29-42.
- Saksena, D. N., Garg, R. K., & Rao, R. J. (2008). Water quality and pollution status of Chambal river in National Chambal sanctuary, Madhya Pradesh. *Journal of Environmental Biology*, 29(5):701-710.
- Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan status mutu air dengan metode indeks pencemaran dan strategi pengendalian pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3):486-491.
- Siregar, S., Dzakiya N., Idiawati N., & Kiswiranti D. (2016). Pengaruh air sungai yang tercemar limbah terhadap kualitas tanah di sekitar Sungai Klampok. In Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) (pp. 98–105).
- [SLHD Kabupaten Cirebon] Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Cirebon. 2014. Laporan Satatus Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Cirebon Tahun 2014. Pemerintah Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat.
- Suriadikusumah, A., Mulyani, O., Sudirja, R., Sofyan, E. T., Maulana,
- M. H. R., & Mulyono, A. (2020). Analysis of the water quality at Cipeusing river, Indonesia using the pollution index method. *Acta Ecologica Sinica*, 41(3): 177-182.
- Tarigan, M.S., Edward. (2003). Kandungan total zat padat tersuspensi (total suspended solid) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara Sains*, 7(3) : 109-119.
- Uktiani, A., Suroso., & Setyaningsih W. (2014). Dampak pembuangan limbah industri batu alam terhadap kualitas air irigasi di Kecamatan Palimanan Kabupaten Cirebon. *Geo Image*, 3(2): 1-9.
- Widodo, T., Budiaستuti, M. T. S., Komariah. (2019). Water quality and pollution index in the Grenjeng River, Boyolali Regency, Indonesia. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34(2): 150-161.
- Wisha, U. J., Yusuf M., & Maslukah L. (2016). Kelimpahan Fitoplankton dan Konsentrasi TSS Sebagai Indikator Penentu Kondisi Perairan Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*, 9(2) :122-129.

Kontribusi penulis: Wahyuningsih, S: Mengambil data Lapangan, menulis manuscript; Fatimatuzzahroh, F: Analisis Data; Hamiyati, I: Mengambil data Lapangan