

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

##### **2.1.1 Sungai**

Sungai adalah saluran terbuka yang terbentuk melalui fenomena alami. Sungai berfungsi tidak hanya menampung air tetapi juga, mengalirkannya dari bagian hulu menuju ke bagian hilir dan ke muara. Proses terbentuknya sungai berasal dari mata air yang mengalir di atas permukaan bumi. Proses selanjutnya aliran air akan bertambah seiring dengan terjadinya hujan, karena limpasan air hujan yang tidak dapat diserap bumi akan ikut mengalir ke dalam sungai. Perjalanan dari hulu menuju hilir, aliran sungai secara berangsur-angsur menyatu dengan banyak sungai lainnya, penggabungan ini membuat tubuh sungai menjadi semakin besar (Daroini and Arisandi, 2020). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan.

Proses terbentuknya sungai berasal dari mata air yang mengalir di atas permukaan bumi. Proses selanjutnya aliran air akan bertambah seiring dengan terjadinya hujan, karena limpasan air hujan yang tidak dapat diserap bumi akan ikut mengalir ke dalam sungai. Perjalanan dari hulu menuju hilir, aliran sungai secara berangsur-angsur menyatu dengan banyak sungai lainnya, Penggabungan ini membuat tubuh sungai menjadi semakin besar. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 38 tahun 2011, suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan disebut dengan daerah aliran sungai (DAS).

### 2.1.2 Sungai Kalimas

Sungai Kalimas adalah salah satu sungai utama di Kota Surabaya yang bersumber dari Kali Brantas melalui Kota Mojokerto. Di Kota Mojokerto, Kali Brantas bercabang menjadi 2 sungai yakni Kali Porong dan Kali Surabaya. Di Wonokromo Kali Surabaya terpecah menjadi dua anak sungai yaitu Kalimas dan Kali Wonokromo. Kali Kalimas mengalir ke arah utara Kota Surabaya melewati tengah kota, sedangkan Kali Wonokromo ke arah pantai timur dan bermuara di selat Madura (Desmawati, Adany and Java, 2019).

Sungai Kalimas melewati Kota Surabaya dari Pintu Air Wonokromo sampai kawasan Tanjung Perak. Sungai ini mempunyai bentuk sungai yang meliuk dan sebagian melurus. Lebar permukaan sungai beragam mulai dari 20 meter sampai 35 meter. Bagian terlebar permukaan sungai berada di daerah Kelurahan Ngagel yang mempunyai lebar maksimal sungai 35 meter yaitu di dekat pintu air. Pada daerah ini kondisi air termasuk paling bersih sehingga di sini air sungai banyak dimanfaatkan oleh warga sekitar sungai untuk mandi dan cuci (aktivitas MCK). Sedangkan lebar permukaan sungai tersempit berada di Kelurahan Bongkaran yaitu di dekat Jl. Karet dan Jl. Coklat dengan lebar sekitar 20 meter (Awalunikmah, 2017).

### 2.1.3 Kriteria Kualitas Air Sungai

Kualitas air sungai terdiri dari 3 parameter yaitu parameter kimia, parameter fisika, parameter biologis. Ketiga parameter ini mempengaruhi kualitas air sungai itu sendiri. Kualitas air sungai sendiri sangat penting dalam kegiatan atau penggunaan air sungai. Mengenai penetapan kualitas air sungai, telah terdapat Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI.

**Tabel 2.1** Peruntukkan Kelas Sungai

Kelas Sungai	Peruntukkan
Kelas Satu	Digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
Kelas Dua	Digunakan untuk prasarana/sarana. rekreasi air, pembudidayaan

Kelas Sungai	Peruntukan
	ikan air tawar,"peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
Kelas Tiga	Digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk melgairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
Kelas Empat	Digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

**Sumber :** Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021

Adapun nilai parameter baku mutu kualitas untuk masing masing kelas, tercantum pada tabel di bawah ini :

**Tabel 2.2** Baku Mutu Kelas Sungai

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu			
			Kelas Air I	Kelas Air II	Kelas Air III	Kelas Air IV
1	TSS	mg/L	40	50	100	400
2	pH	-	6-9	6-9	6-9	6-9
3	Suhu	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
4	BOD	mg/L	2	3	6	12
5	COD	mg/L	10	25	40	80

**Sumber :** Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Sumber Pencemar Air

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain kedalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air berkurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai kegunaannya. Hal ini disebabkan oleh berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam air. Menurut Permen LH No 1 tahun 2010 tentang pengendalian pencemaran air. Sumber pencemar air dapat diklasifikasi menjadi 2 macam yaitu :

1. Sumber Tertentu (Point Sources)

Sumber-sumber pencemar air secara geografis dapat ditentukan lokasinya dengan tepat. Jumlah limbah yang dibuang dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan pengukuran langsung, penghitungan neraca massa, dan estimasi lainnya. Sumber pencemar air yang berasal dari sumber tertentu antara lain seperti kegiatan industri dan pembuangan limbah domestik terpadu. Data pencemaran air dari sumber tertentu biasanya diperoleh dari informasi yang dikumpulkan dan dihasilkan pada tingkat kegiatan melalui pengukuran langsung dari efluen dan perpindahannya, atau melalui penggunaan metoda untuk memperkirakan atau menghitung besar pencemaran air. Data yang dibutuhkan untuk inventarisasi sumber tertentu antara lain:

- a. Klasifikasi jenis penghasil limbah, seperti kategori jenis usaha/kegiatan.
  - b. Data pencemar spesifik yang dibuang, misalnya jumlah beban pencemar yang terukur/ perkiraan yang dibuang ke air dalam satuan massa per unit waktu.
  - c. Informasi lokasi dan jenis pencemar khusus yang dibuang, misalnya jenis industri tertentu di suatu daerah menghasilkan beberapa jenis pencemar spesifik.
2. Sumber Tak Tentu (Area/ Diffuse Sources)

Sumber-sumber pencemar air yang tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relatif kecil. Limbah yang dihasilkan antara lain berasal dari kegiatan pertanian, pemukiman, dan transportasi. Penentuan jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung, melainkan dengan menggunakan data statistik kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil limbah. Sumber pencemar air tak tentu atau diffuse sources biasanya berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, kegiatan industri kecil-menengah, dan kegiatan domestik/penggunaan barang-barang konsumsi. Sumber- sumber pencemar air ini umumnya terdiri dari gabungan beberapa kegiatan kecil atau individual yang berpotensi menghasilkan air limbah yang dalam kegiatan inventarisasi sumber pencemar air tidak dapat dikelompokkan sebagai sumber tertentu.

Terdapat dua bentuk pencemar yaitu (1) Point sources, merupakan sumber pencemar yang membuang efluen atau limbah cair melalui pipa, selokan, atau

saluran air kotor ke dalam badan air pada lokasi tertentu, seperti pabrik, tempat pengolahan limbah cair, tempat penambangan aktif dan lainnya; (2) Non-point sources, terdiri atas banyak sumber tersebar yang membuang efluen baik ke dalam badan air maupun air tanah pada suatu daerah yang luas, seperti limpasan air dari pertanian, peternakan, lokasi pembangunan dan jalan raya. Secara langsung ataupun tidak langsung pencemar tersebut akan berpengaruh terhadap kualitas air, baik untuk keperluan air minum, air industri ataupun keperluan lainnya. Berbagai cara dan usaha telah banyak dilakukan agar kehadiran pencemar terhadap air dapat dihindari, dikurangi atau minimal dapat dikendalikan.

### 2.2.2 Status Mutu Air

Menurut PP no. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Status mutu air selama ini ditetapkan melalui

dua metode yang dicantumkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, yaitu metode STORET dan metode Indeks Pencemaran yang dikembangkan oleh Nemerow & Sumitomo. Metode yang digunakan dalam penentuan status mutu air pada Atlas status mutu air Tahun 2016 ini menggunakan metode STORET yang dihitung dari data hasil pemantauan kualitas air melalui anggaran dekonsentrasi menggunakan 539 titik sampling pada 84 sungai yang tersebar di 34 provinsi di Indonesia. Tahapan penentuan status mutu air melalui metode STORET adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pengumpulan data kualitas air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data).
2. Menetapkan nilai minimum, maksimum, dan rata-rata dari data pengukuran.
3. Membandingkan data hasil pengukuran dengan nilai baku mutu yang ditetapkan:
  - a. Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu, maka diberi nilai nol.
  - b. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi baku mutu, maka diberikan nilai negatif seperti yang tercantum dalam tabel berikut.

**Tabel 2.3** Metode STORET

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

Jumlah Contoh	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
	Rata-rata	-6	-12	-18

4. Menjumlahkan seluruh nilai skor yang diperoleh.
5. Menetapkan status mutu air berdasarkan skor total yang diperoleh, dengan ketentuan sebagai berikut.
  - Skor = 0 → Kelas A (baik sekali)
  - Skor = -1 s/d -10 → Kelas B (cemar ringan)
  - Skor = -11 s/d -30 → Kelas C (cemar sedang)
  - Skor > 30 → Kelas D (cemar berat)

Sedangkan baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsure pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Dalam sistem pengelolaan air terdapat dua baku mutu air yaitu :

1. Baku Mutu Effluent

Standard Effluent Standard adalah Standard (Baku Mutu) yang ditetapkan pada limbah yang telah diolah dari unit-unit IPAL atau keseluruhan unit-unit IPAL. Penentuan effluent standart mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.

2. Baku Mutu Stream Standard

Stream Standard adalah Standard (Baku Mutu) yang ditetapkan pada badan air sesuai dengan peruntukannya. Penentuan stream standart mengacu pada PP No. 22 tahun. 2021 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku Mutu Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun. 2021.

### 2.2.3 Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP)

Daya Tampung Beban Pencemar adalah nilai yang menggambarkan kemampuan dari sumber air untuk menerima suatu beban pencemaran dari berbagai sumber pencemar tanpa menjadikan sumber air ikut tercemar. Hasil dari nilai DTBP yang telah didapatkan akan digunakan sebagai alat pertimbangan penentuan keputusan dan kebijakan daerah seperti :

- a. Penetapan rencana tata ruang,
- b. Pemberian izin usaha atau kegiatan,
- c. Pemberian izin pembuangan limbah,
- d. Penetapan mutu air serta arah kebijakan pengendalian pencemaran air (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010).

Perhitungan DTBP dilakukan per segmen sungai sehingga dapat ditentukan beban pencemaran maksimal yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan sungai. Air dikatakan tercemar sebenarnya sangat relatif terhadap penggunaannya. Setiap kualitas air sampai di bawah tingkat kualitas tertentu sehingga menyebabkan tidak sesuai lagi dengan penggunaannya dapat dikatakan pencemaran air (Agustiningsih, 2012).

Sungai memiliki daya dukung yang berbeda-beda, daya dukung sungai dijadikan sebagai telaaah untuk melihat kemampuan sungai dalam mendukung kehidupan manusia atau makhluk hidup lainnya. Daya dukung sungai ditentukan dari selisih daya tampung beban pencemaran dengan beban pencemaran itu sendiri. Sedangkan daya tampung beban pencemaran sungai diartikan sebagai kapasitas sungai dalam menampung pencemaran yang masuk. Beban pencemaran dapat diklasifikasikan menjadi dua, beban pencemaran maksimum adalah beban pencemaran yang diperbolehkan di suatu sungai didasarkan pada peruntukannya. Selanjutnya, beban pencemaran aktual merupakan beban pencemaran yang dihasilkan pada saat eksisting (Yura dkk, 2021)

Pencemaran dan kerusakan lingkungan dapat disebabkan karena kegiatan industri. Pengembangan sektor industri akan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan kita, terutama di Indonesia dikarenakan adanya limbah



cair, gas, dan padatan. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa gas buang seperti belerang dioksida ( $\text{SO}_2$ ) akan menyebabkan terjadinya hujan asam dan akan merusak lahan pertanian. Disamping itu, adanya limbah cair dengan kandungan logam berat beracun (Pb, Ni, Cd, Hg) akan menyebabkan degradasi lahan pertanian dan terjadinya pencemaran. Limbah cair ini apabila masuk ke dalam badan air, akan berdampak pada meluasnya persebaran polutan dalam badan air. Secara alamiah sistem perairan mampu melakukan proses Self Purification, namun apabila kandungan senyawa organik sudah melampaui batas kemampuan Self Purification, maka akumulasi bahan organik dan pembentukan senyawa –senyawa toksik di perairan tidak dapat dikendalikan, sehingga menyebabkan menurunnya kondisi kualitas air. Senyawa amonia dan nitrit bersifat toksik bila konsentrasinya sudah melebihi ambang batas. Senyawa amonia atau amonium dan nitrit dalam batas – batas konsentrasi tertentu dapat menimbulkan dampak negatif. Tingginya akumulasi bahan organik menimbulkan beberapa dampak yang merugikan, yaitu:

- a. Memacu pertumbuhan mikroorganisme heterotrof dan bakteri patogen,
- b. Eutrofikasi,
- c. Terbentuknya senyawa toksik (amonia dan nitrit),
- d. Menurunnya konsentrasi oksigen terlarut

Alam sebenarnya memiliki kemampuan mengatasi masalah pencemaran yang terjadi. Mekanisme ini, disebut self purification itu. Self Purification adalah pemurnian diri; upaya pemurnian air dari zat pencemar yang terkandung di dalamnya oleh proses alamiah tanpa adanya pengaruh aktivitas manusia atau salah satu kemampuan lahan basah dalam menyimpan air. Pengembangan pemurnian alami (self purification) terdiri dari beberapa zona yaitu (Hendrasarie and Cahyarani, 2019) :

- a. Zona air bersih, zona ini terdapat jauh di hulu sungai, jauh dari sumber pencemaran indikatornya adalah masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan air minum.
- b. Zona Dekomposisi, zona ini terdapat pada daerah sumber pencemaran, limbah yang mengalir akan didekomposisi/dioksidasi proses pembongkaran

bahan organik oleh bakteri dan mikroorganisme. Indikator daerah ini kaya akan bakteri dan mikroorganisme

- c. Zona Biodegradasi, pada daerah ini terjadi penurunan oksigen terlarut Dissolved Oxygen. Sehingga nilai COD di perairan sangat tinggi.
- d. Zona pemulihan, pada zona ini kualitas air kembali bersih, nilai oksigen terlarut kembali normal

#### **2.2.4 Parameter Kualitas Air**

Pengidentifikasi kualitas air sungai meliputi parameter fisik dan kimia sangat penting untuk diketahui. Parameter fisik yaitu suhu dan TSS sedangkan parameter kimia yaitu pH, Nitrogen (N), Fosfat (P), BOD, COD dan DO, dianalisis berdasarkan Standart Nasional Indonesia bidang Pekerjaan Umum mengenai kualitas air dan Standard Methods for Examination Water and Waste Water tahun 1995.

##### **2.2.4.1 Total Suspended Solid (TSS)**

Gazali dkk (2013) menjelaskan mengenai TSS (Total Suspended Solids) merupakan zat padat tersuspensi adalah zat padat yang dapat menimbulkan berkurangnya oksigen dalam air. Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air. Kandungan TSS memiliki hubungan yang erat dengan kecerahan perairan. Keberadaan padatan tersuspensi dapat menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan antara TSS dan kecerahan perairan berbanding terbalik. Total suspended solid (TSS) yang tinggi akan menghalangi sinar matahari yang masuk ke dalam air, sehingga mengganggu proses fotosintesis yang menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut yang dilepas oleh tanaman.

Total Suspended Solid (TSS) merupakan zat-zat padaat yang ada dalam suspense, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid), partikel tersuspensi. TSS yaitu jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang berada dalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membrane ukuran 0,45 um (Suyitno, 2019). Adanya padatan-padatan ini menyebabkan kekeruhan air, padatan ini tidak terlarut dan tidak dapat mengendap

secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang berat dan ukurannya yang lebih kecil dari pada sedimen, seperti baha-bahan organic tertentu, tanah liat, kikisan tanah yang ditimbulkan oleh erosi tanah.

#### **2.2.4.2 Fitoplankton**

Organisme perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran karena habitat, mobilitas dan umurnya yang relatif lama mendiami suatu wilayah perairan tertentu. Menurut Rahayu dan Astria (2012), Plankton adalah mikroorganisme yang ditemukan hidup melayang dan hidup bebas di perairan dengan pergerakan yang rendah. Organisme ini merupakan salah satu parameter biologi yang memberikan informasi mengenai kondisi perairan, baik kualitas perairan maupun tingkat kesuburannya.

Perubahan terhadap kualitas perairan dapat ditinjau dari kelimpahan dan komposisi plankton serta nilai saprobitas fitoplankton. Keberadaan plankton di suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai keadaan perairan. Menurut Junaidi, dkk., (2013), plankton merupakan organisme melayang yang hidupnya dipengaruhi oleh arus dan umumnya digunakan sebagai indikator perubahan biologis suatu perairan, karena kelompok biota perairan ini umumnya sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan dan siklus hidupnya relatif singkat. Plankton juga merupakan komponen utama dalam rantai makanan di perairan. Perubahan terhadap kualitas perairan, erat kaitannya dengan potensi perairan terutama ditinjau dari keanekaragaman dan komposisi plankton. Keberadaan jenis plankton tertentu pada suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan bersangkutan dalam keadaan bersih atau tercemar, sehingga plankton sebagai parameter biologi dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas suatu perairan atau sebagai bioindikator.

Fitoplankton terbagi berdasarkan ukuran plankton dalam lima golongan yaitu : nanoplankton yang berukuran 2-20 mm, ultrananoplankton organisme yang memiliki ukuran kurang dari 2 mm, mikrop plankton berukuran 20-200 mm, makrop plankton ialah organisme planktonik yang berukuran 200- 2000 mm dan megaplankton ialah organisme planktonik yang berukuran lebih dari 2000 mm.

#### **2.2.4.3 pH**

pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen ( $H^+$ ) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan.

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai  $pH > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai  $pH < 7$  menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah.

Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi dan alat pengukur impedansi tinggi. Istilah pH berasal dari "p", lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H", lambing kimia untuk unsur Hidrogen. Defenisi yang formal tentang pH adalah negative logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH adalah singkatan dari power of Hydrogen.

#### **2.2.4.4 Dissolve Oxygen (DO)**

Dissolved Oxygen adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesis dan absorpsi atmosfer/udara. Oksigen terlarut di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti oksigen terlarut (DO). Semakin banyak jumlah Dissolved Oxygen (DO) maka kualitas air semakin baik, jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi (Hoesein, 2007)

#### **2.2.4.5 Suhu**

Suhu merupakan faktor penting yang mengatur dan mengatur keanekaragaman bakteri dalam ekosistem alami (Santosh et al, 2023). Ini

memainkan peran penting dalam membentuk struktur komunitas bakteri di setiap bangunan gradien termal (Venkateshan,2015). Suhu umumnya terlibat dalam sistem dan proses mekanis dan perlu diukur dengan presisi dan akurasi (Uemura et al, 2018). Alat pengukur suhu mencakup berbagai komponen seperti sumber cahaya, pandu gelombang optik, filter, dan sirkuit detektor (Edward, 2020). Konsep suhu sangat mendasar dan dapat diperkenalkan untuk sistem yang dibangun dari sejumlah kecil partikel dan partikel diam (Samuel et al, 2014). Suhu juga berperan dalam interaksi tanaman-mikroba, mempengaruhi kolonisasi mikroorganisme dan pertumbuhan patogen. Secara keseluruhan, suhu adalah parameter kunci yang mempengaruhi keragaman bakteri, sistem mekanik, perangkat pengukuran, konsep dasar, dan interaksi tanaman-mikroba.

#### **2.2.4.6 COD**

COD, atau Kebutuhan Oksigen Kimia, adalah ukuran jumlah senyawa organik dalam air. Ini digunakan untuk menentukan tingkat polusi atau kontaminasi sumber air. COD dapat dideteksi menggunakan berbagai metode, seperti teknologi inframerah (Lyu et al, 2020) atau metode titrasi perbedaan potensial polarisasi arus konstan (Zhou et al, 2019). Dalam pengolahan air limbah, agen penghilang COD dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pembuangan bahan organik (Bernhard, 2022). COD merupakan parameter penting dalam menilai kualitas air dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk keberadaan ion logam dan komponen organik (Wang et al, 2016). Dalam konteks ikan laut, COD mengacu pada Permintaan Oksigen Komprehensif, yang merupakan ukuran oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian bahan organik dalam air (Iwamoto et al, 2019). Secara keseluruhan, COD merupakan parameter penting dalam pemantauan lingkungan dan proses pengolahan air limbah.

#### **2.2.5 Jenis Metode Kualitas Air**

Pendekatan model kualitas air terdiri dari berbagai macam, yang mana penggunaannya tergantung pada tujuan dan kondisi studi yang akan dilakukan. Jenis model kualitas air diantaranya : distributed model, dynamic model dan steady state model. Distributed model merupakan model dengan variabel model berupa

fungsi ruang dan waktu yang memperhitungkan distribusi parameter model dalam arah sumbu ortogonal x, y dan z, sedangkan dinamik model adalah model yang outputnya terikat waktu dan steady state bersifat independent terhadap waktu. Pemodelan kualitas air dimulai dengan mencari model yang cocok untuk diaplikasikan pada suatu sumber air yang dihadapi, yang mana model tersebut sebaiknya sederhana dengan input yang diperlukan tidak banyak namun hasil yang diperoleh cukup akurat. Model kualitas air yang dikenal diantaranya QUAL2E, QUAL-2K, WASP dan MODQUAL yang semuanya menggunakan prinsip finite different. Penggunaan prinsip finite element pada model-model kualitas air hanya dilakukan pada air tanah sehubungan sistem boundary element yang rumit. Model kualitas air umumnya mensimulasi massa zat dalam suatu ruang dan waktu. Persamaan dalam model kualitas air yaitu : unsur-unsur adveksi, dispersi dan reaksi kinetik. Pemodelan kualitas air di sungai pada umumnya adalah model Eulerian karena kecepatan unsur adveksi lebih dominan daripada dispersinya. Sedangkan untuk waduk atau danau banyak menggunakan model Lagrangian karena unsur adveksi maupun dispersinya cukup dominan terutama untuk waduk dengan skala besar dan dalam (Heny, 2013).

Metode QUAL2Kw merupakan salah satu metode perhitungan daya tampung beban cemaran air dengan cara pembuatan model dimana model ini dibuat berdasarkan penyederhanaan kondisi di lapangan. QUAL2Kw adalah model kualitas air sungai yang memodelkan satu dimensi (diasumsikan arus air sudah tercampur sempurna secara vertikal dan lateral), kondisi aliran steady state. QUAL2Kw membagi sungai menjadi bagian-bagian perhitungan. Setiap bagian yang disebut reach atau ruas dibagi lagi dalam sejumlah unsur perhitungan yang masing-masing mengandung kesetimbangan hidrologi, kesetimbangan panas dan suhu, dan kesetimbangan massa dalam konsentrasi. Kesetimbangan massa memperhitungkan massa hilang atau bertambah melalui proses pembuangan air limbah atau pengambilan air dari sungai serta proses internal seperti reaksi penguraian senyawa organik dan fotosintesa (Indrasti, 2014)

Software Qual2Kw merupakan pengembangan dari model Qual2E dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic for Application (VBA) yang

dapat dijalankan dengan program Microsoft Excel. Model ini mampu mensimulasi parameter kualitas air yang cukup banyak disbanding dengan WASP, antara lain Temperature, Conductivity, Inorganic Solids, Dissolved Oxygen, CBODslow, CBODfast, Organic Nitrogen, NH-4 Nitrogen, NO3-Nitrogen, Organic Phosporus, Inorganic Phosporus (SRP), Phytoplankton, Detritus (POM), Pathogen, Generic Constituent, Alkalinity, PH (Pelletier, G dan S. Chapra, 2006). QUAL2Kw ini dapat menghasilkan pemodelan dengan 1 dimensi. Dalam pembuatan Pertek air limbah pemodelan masih menggunakan QUAL2Kw. Selain itu juga dalam QUAL2Kw terdapat beberapa parameter yang tidak terdapat pada WASP, seperti parameter yang dipakai dalam penelitian ini yaitu TSS, pH, dan Daya hantar listrik.

**Tabel 2.4** Kelebihan dan Kekurangan Pemodelan Kualitas Air

State Variable and Proseses	AQUATOX	BLTM (Sub-routine QUAL2E)	EPD RIVI	QUAL2Kw	WASP	WQRRS
Hydraulics			✓	✓	✓	✓
Conductivity				✓		
pH	✓			✓		
Alkalinity				✓		✓
Total Carbon						✓
Total Inorganic carbon, Light Extinction				✓		✓
Heat Budget				✓	✓	
Temperature		✓	✓	✓	✓	
Nutrients	✓			✓	✓	✓
NH <sub>4</sub> toxicity	✓					
Nitrogen		✓	✓	✓	✓	✓
Ammonia			✓	✓	✓	✓
Nitrate						✓
Phosphorus		✓	✓	✓	✓	✓
Orthophosphate				✓	✓	
Sediment digenesis	✓			✓	✓	
Sand/Silt/clay	✓				✓	
Sediment effects	✓			✓		
Organic toxicants in sediments	✓					

State Variable and Processes	AQUATOX	BLTM (Sub-routine QUAL2E)	EPD RIVI	QUAL2Kw	WASP	WQRRS
Cohesive sediments, non cohesive sediment, inorganic solid					✓	✓
Inorganic Suspended Solids				✓	✓	
Total dissolved solids						✓
Detritus	✓			✓	✓	✓
Algae		✓	✓	✓	✓	
Bottom Algae				✓		✓
Phytoplankton	✓			✓	✓	✓
Periphyton	✓				✓	
Macrophytes	✓		✓			
Zooplankton, Zoobenthos, fish	✓					✓
Blind etc	✓					
Bacteria (coliform)		✓	✓	✓	✓	✓
Pathogen				✓		
DO	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DO effects on biota	✓					
Anoxida				✓		
BOD		✓	✓	✓	✓	
NBOD			✓			
CBOD (slow and fast)			✓	✓	✓	
COD		✓	✓	✓		
SOD				✓		
Brines						
Salinity, organic toxicant fate	✓				✓	
Ecotoxicity	✓					
Linked Segments	✓					
User defined consituent		✓	✓	✓	✓	
Silica					✓	
Hypothetic metabolism				✓		
Manganese			✓			



Pada tahun 2003, Pelletir dan Chapra mengembangkan model QUAL2K, yang kemudian dikembangkan menjadi QUAL2Kw. Sebagai tambahan proses dalam QUAL2K, QUAL2Kw memasukkan beberapa proses dan pilihan baru. Model QUAL2Kw memodelkan pertukaran air antara kolom permukaan air dan zona hyporheic serta pori sedimen otomatis (Kannel et al., 2011).

### **2.2.6 Software Pemodelan Hidrodinamika MIKE 21**

MIKE21 Hydrodynamic Module (HD Module) adalah model matematika untuk menghitung perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di open model boundary. HD Module mensimulasikan perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, teluk, pantai, dan laut ([www.mikebydhi.com](http://www.mikebydhi.com)). Efek yang dapat disimulasikan modul ini adalah:

1. Bottom Shear Stress (Tekanan Gaya Gesek Bawah Laut)
2. Wind Shear Stress (Tekanan Gaya Gesek Angin)
3. Barometric Pressure Gradients (Gradien Tekanan Barometer)
4. Coriolis Force (Gaya Coriolis)
5. Momentum Dispersion (Gerak Persebaran)
6. Sources and Sinks (Sumber Lokasi Karam)
7. Evaporation (Penguapan)
8. Flooding and Drying (Banjir dan Penyurutan)
9. Wave Radiation Stress (Tekanan Radiasi Ombak)

MIKE 21 adalah perangkat lunak pemodelan numerik yang digunakan untuk mempelajari dan mengevaluasi variabel hidrodinamik dan kualitas air di berbagai badan air. Ini telah diterapkan untuk menilai dan memprediksi masalah lingkungan seperti eutrofikasi dan bantuan dalam pengelolaan sumber daya air. Perangkat lunak ini mencakup modul untuk hidrodinamika, kualitas air, dan transportasi sedimen, memungkinkan analisis komprehensif sistem air. MIKE 21 telah digunakan untuk mensimulasikan dinamika variabel seperti kecepatan air, ketinggian air, klorofil a, oksigen terlarut, fosfor, dan nitrogen. Hasil yang diperoleh dari simulasi MIKE 21 telah menunjukkan dampak peristiwa seperti banjir pada distribusi spasial dan

temporal variabel ini. Perangkat lunak ini telah menunjukkan kinerja yang baik dalam pemodelan variabel kualitas air hidrodinamik dan anorganik, meskipun mungkin memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan variabel kualitas air biologis secara akurat.

### **2.3 Penelitian Terdahulu**

Dalam penelitian X, pastinya memerlukan referensi dari penelitian terdahulu, yakni penelitian yang pernah dilakukan sebagai bahan pembanding dan acuan dalam penelitian ini. Penelitian terdahulu diharapkan dapat memudahkan peneliti dalam menentukan langkahlangkah yang sistematis, untuk penyusunan penelitian dari segi teori maupun segi konsep. Untuk tabel Referensi Penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel X.

**Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu**

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
1	Pemodelan Kualitas Air Sungai Sekitar Area Pertambangan Batubara di Kalimantan Menggunakan Software MIKE21	<p><b>1. Kerusakan Lingkungan:</b> Kegiatan pertambangan batubara, terutama dengan sistem tambang terbuka, menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, termasuk hilangnya vegetasi hutan, kehilangan fauna dan flora, serta transformasi topografi alam.</p> <p><b>2. Pencemaran Sungai:</b> Air limbah dari pencucian batubara dapat mencemari sungai-sungai di sekitar lokasi pertambangan, mengancam kualitas air dan mengganggu ekosistem sungai.</p> <p><b>3. Dampak Sosial-Ekonomi:</b> Kehilangan lahan pertanian akibat pertambangan dapat memengaruhi mata</p>	<p>Penelitian ini menggunakan data primer dari survei lapangan melalui sampling dan data sekunder seperti pasang surut air sungai, arus air, dan peta Rupa Bumi Indonesia. Metode kuantitatif digunakan dengan sampling di <math>\pm 12</math> titik lokasi dalam daerah aliran sungai sekitar pertambangan. Pengolahan data dilakukan dengan instrumen penelitian dan software MIKE21 untuk memodelkan distribusi parameter kualitas air berdasarkan kondisi hidrodinamika perairan di sekitar pertambangan.</p>	<p>Hasil simulasi secara keseluruhan pada kondisi debit rata-rata dan debit minimum pada musim hujan dan kemarau menampilkan sebaran sebaran TSS (mg/l) di Sungai Gulang-Gulang memiliki konsentrasi TSS dengan sebaran paling maksimal sejauh 900 m, Sungai Rapak sejauh 1600 m, Sungai Sempayau sejauh 1200 m, Sungai Senibung sejauh 1700 m, Sungai Bai 1700 m.</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah pertambangan sebelum dibuang ke badan air diperlukan. Meskipun terdapat peningkatan parameter air sungai dari titik Outfall, kenaikan tersebut masih berada di bawah baku mutu air sungai Kelas II sesuai regulasi. Faktor sekitar dan kondisi musim mempengaruhi kenaikan baku mutu di sungai sekitar pertambangan. Simulasi menunjukkan distribusi TSS (mg/l) di Sungai Gulang-Gulang, Sungai Rapak, Sungai Sempayau, Sungai Senibung, dan Sungai Bai, dengan</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		pencaharian masyarakat setempat, sementara lubang bekas tambang yang terbentuk dapat merubah tata ekosistem dan mempengaruhi kelestarian spesies.			konsentrasi maksimal pada jarak tertentu, mencerminkan kemampuan sungai dalam menerima beban pencemar. Penelitian ini menyoroti perlunya kajian lebih lanjut untuk mencapai optimalitas dan pemahaman mendalam tentang permodelan parameter baku mutu khusus untuk kegiatan pertambangan.
2.	Prediksi Sebaran Air Limbah Batu bara di Badan Air Permukaan (Anak Sungai X) Dengan Memperhatikan Musim Barat Dan Timur	<b>Permasalahan:</b> Dampak dari kegiatan pertambangan batu bara di daerah Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia, khususnya di sekitar Anak Sungai X, termasuk peningkatan produksi dan ekspor batu bara, serta rencana	Penelitian ini menggunakan software MIKE 21 untuk memodelkan distribusi parameter kualitas air selama musim hujan dan musim kemarau. Scenarios disusun berdasarkan waktu musim hujan (Januari - April dan November - Desember) dan	Didapatkan konsentrasi suhu tertinggi mencapai 26°C, pada outfall-1,7 km di musim barat dan timur. Sebaran konsentrasi pH tertinggi pada musim timur mencapai 6,1397, pada outfall-1,7 km. Sebaran konsentrasi TSS tertinggi mencapai 15,0 ppm, pada jarak 0,4-0,6 km di	Hasil simulasi sebaran air limbah tambang batu bara di Anak Sungai X menunjukkan bahwa (1) Pola sebaran parameter Suhu, pH, TSS, Fe, dan Mn mengikuti morfologi sungai dengan kecepatan rata-rata antara 0,0005 hingga 0,0022 m/detik. (2)

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
	Menggunakan Software MIKE 21	penambahan luasan bukaan daerah tambang.  <b>Tujuan:</b> Menilai dampak prakiraan persebaran air limbah kegiatan pertambangan batu bara terhadap kualitas air Anak Sungai X. Menganalisis besaran pengaruh terhadap daya tampung dan daya dukung sungai sesuai standar baku mutu air nasional kelas 2.	musim kemarau (Mei - Oktober). Pemodelan adveksi-dispersi numerik digunakan untuk menentukan distribusi parameter suhu, pH, TSS, Fe terlarut, dan Mn terlarut tergantung pada kondisi hidrodinamik lokal. Langkah-langkah penelitian melibatkan studi literatur, analisis data, perumusan skenario pemodelan, pemodelan komputasi dengan MIKE 21, dan interpretasi hasil pemodelan.	musim barat dan timur. Sebaran konsentrasi Fe tertinggi mencapai 0,952 ppm, pada titik outfall-0,25 km di musim barat dan timur. Serta, sebaran konsentrasi Mn tertinggi mencapai 0,448 ppm, pada jarak 0,25 km di musim barat dan timur. Berdasarkan PP No. 22/2021 Lampiran VI tentang Baku Mutu Air Nasional Kelas 2 yakni parameter Suhu Dev 3°C, parameter pH 6-9, parameter TSS 50 ppm, serta parameter Fe dan Mn tidak disyaratkan, sehingga hanya parameter pH yang tidak memenuhi baku mutu.	Konsentrasi Suhu dan TSS mematuhi baku mutu air Kelas 2, tetapi (3) Konsentrasi Fe terlarut dan Mn terlarut tidak sesuai dengan baku mutu. (4) Persebaran Suhu dan TSS memenuhi baku mutu, namun (5) Konsentrasi pH tidak memenuhi baku mutu sesuai regulasi terkait.
3.	Penentuan Indeks	<b>Permasalahan:</b>	Penelitian dilakukan di Sungai Brantas, Kota Malang, dengan	Hasil uji validasi model QUAL2Kw menunjukkan	Sungai Brantas Kota Malang mengalami dua tingkat

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
	Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang)	<p>Tingginya jumlah industri di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu, terutama di Kota Malang, Indonesia, menjadi ancaman serius terhadap kualitas air Sungai Brantas. Pertumbuhan industri yang signifikan, bersamaan dengan aktivitas domestik dan pertanian, berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan penurunan kualitas air sungai.</p> <p><b>Tujuan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menilai pola kualitas air Sungai Brantas dengan menggunakan model QUAL2Kw.</li> </ol>	<p>sampel dibagi berdasarkan sumber pencemar (point source dan nonpoint source). Sumber pencemar melibatkan limbah domestik, pertanian, rumah sakit, dan industri. Penentuan titik sampel melibatkan pertimbangan antara sumber air alamiah, sumber air tercemar, dan sumber air yang dimanfaatkan. Pengambilan sampel dilakukan tiga kali pada titik yang telah ditentukan. Metode pengujian mengikuti Standar Nasional Indonesia dan dilakukan oleh Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Kota Malang. Setelah itu, kualitas air dibandingkan dengan</p>	<p>tingkat penerimaan yang baik, dengan nilai x2 tertinggi 30.32% pada parameter DO. Kesalahan terendah terjadi pada uji simulasi parameter BOD, dengan nilai 3.8%. Meskipun terdapat perbedaan signifikan dalam proses kalibrasi BOD, rata-rata perbedaan antara hasil pengujian laboratorium dan hasil simulasi adalah sebesar 10.17%. Kesalahan relatif pada kalibrasi model hidrolika sebelumnya juga dilaporkan dalam penelitian Fajarudin et al., 2018, yang menunjukkan kesalahan rata-rata sebesar 4.42% untuk debit, 11% untuk kedalaman, dan 21.16% untuk kecepatan. Verifikasi model pada tahun 2016 menunjukkan</p>	<p>pencemaran, dengan sepuluh lokasi mengalami pencemaran ringan dan dua lokasi mencapai tingkat pencemaran sedang. Simulasi menggunakan model QUAL2Kw menunjukkan bahwa konsentrasi BOD, COD, TSS, ammonia, dan nitrat cenderung meningkat dari hulu ke hilir, sementara pH, phosphate, dan total coliform menunjukkan kecenderungan penurunan. Beban pencemaran terutama berasal dari limbah cair dengan konsentrasi berlebihan, seperti BOD, COD, ammonia, nitrat, dan phosphate. Penilaian kualitas air Sungai Brantas dapat</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p>2. Mengukur tingkat pencemaran Sungai Brantas melalui indeks pencemar.</p> <p>3. Menentukan daya tampung Sungai Brantas terhadap beban pencemaran dari sumber point (industri dan domestik) dan nonpoint (aktivitas pertanian).</p>	Standar Baku Mutu Kualitas Air Kelas II. Simulasi menggunakan model QUAL2Kw	besar kesalahan relatif sebesar 7.403%.	menjadi dasar bagi pemangku kepentingan untuk membatasi limbah cair yang dibuang, mendorong pengolahan limbah yang efektif, dan menginisiasi lokasi pusat untuk kegiatan yang berkontribusi pada pencemaran. Upaya ini penting untuk mengatasi dampak negatif terhadap kesehatan Sungai Brantas dan memastikan pengelolaan limbah
4.	Pengaruh Kekasaran Saluran dan Suhu Air Sungai Pada Parameter Kualitas Air	<p><b>Permasalahan:</b></p> <p>Kualitas air Sungai Winongo bervariasi di berbagai lokasi akibat aktivitas manusia, seperti industri batik, industri bakpia, industri tahu, peternakan sapi,</p>	Sungai Winongo, anak Sungai Opak di Daerah Istimewa Yogyakarta, sepanjang ±41,3 Km, mengalir melintasi Sleman, Yogyakarta, dan Bantul. Data penelitian	Penelitian mengenai Sungai Winongo menunjukkan fluktuasi kualitas air dari hulu ke hilir. Parameter seperti COD dan TSS melebihi baku mutu air kelas II, sedangkan suhu air	Hasil pemodelan QUAL2Kw pada Sungai Winongo menunjukkan fluktuasi kualitas air dari hulu hingga hilir, dengan COD dan TSS melebihi baku mutu air kelas

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
	COD, TSS Di Sungai Winongo Menggunakan Software QUAL2Kw	perikanan, dan lainnya. Tingkat pencemaran yang melebihi baku mutu air kelas II (Pergub No. 20 Tahun 2008 Provinsi DIY) menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, habitat ikan, dan estetika sungai. Limbah dan kotoran yang dibuang tanpa pengolahan menyebabkan penurunan kualitas air, mengancam kesehatan masyarakat yang masih menggunakan air sungai untuk keperluan sehari-hari, serta merugikan ekosistem sungai.  <b>Tujuan:</b>  1. Menentukan kualitas air Sungai Winongo dengan mengukur parameter suhu air	mencakup hidrolika sungai, meteorologi, dan kualitas air. Tahap awal pemodelan menggunakan software Qual2Kw melibatkan pembagian sungai menjadi 6 segmen. Pengumpulan data primer melibatkan observasi lapangan dan sampling air untuk mengukur debit, data hidrolik, dan sumber pencemar. Data sekunder mencakup peta administrasi dan klimatologi, serta data limbah industri. Hasil pengukuran diinput ke dalam QUAL2Kw, mencakup parameter seperti lokasi, tanggal, kontrol numerik,	berkisar antara 23-25°C. Kenaikan kekasaran saluran meningkatkan laju aliran sungai, menurunkan COD dan TSS. Padatan tersuspensi (TSS) berkisar 80-130 mg/L, melampaui ambang batas baku mutu. Parameter COD berkisar 9,28-27,53 mg/L, cenderung meningkat hingga titik 4 dan menurun ke hilir, terkait dengan bahan organik dari pemukiman penduduk. Kadar oksigen terlarut (DO) masih memenuhi kriteria mutu air, mendukung kehidupan biota air. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai kekasaran saluran dan suhu air berpengaruh pada konsentrasi COD dan TSS. Upaya pengelolaan termasuk	II. Kenaikan nilai kekasaran saluran (n) meningkatkan laju aliran sungai, menurunkan COD dan TSS. Meskipun penurunan suhu air seharusnya meningkatkan konsentrasi DO, Sungai Winongo menunjukkan hasil yang berbeda karena peningkatan suhu dapat mempercepat degradasi bahan organik dan meningkatkan laju aliran, mengurangi COD dan TSS, serta meningkatkan konsentrasi DO. Strategi pengelolaan yang disarankan melibatkan pihak terkait seperti pemerhati sungai, Badan Lingkungan Hidup, dan Pemerintah. Upaya termasuk mengembalikan kondisi alami



No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p>sungai, pH, DO, TSS, dan COD.</p> <p>2. Menganalisis pengaruh kekasaran saluran dan suhu air sungai terhadap kondisi kualitas Sungai Winongo, khususnya pada parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solids).</p> <p>3. Merumuskan strategi pengelolaan Sungai Winongo, terutama di segmen Jlagran, Pendowo, Tamansari, Sugeng Jeroni, Prapanca, Dukuh, dan Dongkelan, untuk meningkatkan kualitas air dan mengatasi permasalahan yang ada.</p>	debit, konsentrasi di hulu, dan parameter lainnya.	penanaman pohon, penyerapan air ke tanah, dan pengendalian sedimentasi.	sungai, penanaman pohon secara intensif di bantaran untuk mendukung perbaikan kondisi sungai, mengusahakan penyerapan air ke tanah, dan mengendalikan sedimentasi dengan peningkatan fungsi filter melalui penanaman vegetasi dan struktur jebakan sedimen di bantaran sungai.

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
5.	<p>Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD, COD, dan TSS di Sungai Widuri</p> <p>Dengan Menggunakan Software QUAL2KW</p>	<p><b>Permasalahan:</b></p> <p>Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan kota berkontribusi pada peningkatan konsumsi masyarakat, yang berdampak pada tekanan lingkungan dan penurunan kualitas air Sungai Widuri. Aktivitas manusia, termasuk pertanian, industri, dan kegiatan rumah tangga, menghasilkan limbah yang tidak terkendali, mempengaruhi daya dukung sungai.</p> <p><b>Tujuan:</b></p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air</p>	<p>Penelitian ini fokus pada parameter BOD, COD, dan TSS di Sungai Widuri, dengan tujuan menentukan nilai daya tampung terhadap beban pencemar. Sungai Widuri diteliti sepanjang 9,456 km dengan 5 titik pengamatan dan 4 segmen, dimulai dari Desa Trihanggo hingga jembatan Widuri di Jalan Ringroad Selatan. Pengumpulan data mencakup kualitas air dan kondisi hidrolis sungai sebagai data primer, serta peta dan data klimatologi sebagai data sekunder. Proses penelitian melibatkan kalibrasi dan validasi model</p>	<p>Penelitian ini mengevaluasi kualitas air Sungai Widuri dengan mempertimbangkan parameter BOD, COD, dan TSS, merujuk pada Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 20 tahun 2008. Analisis TSS menunjukkan konsentrasi meningkat dari titik 1 ke titik 2, disebabkan oleh peningkatan laju aliran. Namun, dari titik 3 ke titik 5, konsentrasi TSS menurun karena pengaruh batuan dan endapan sampah. Konsentrasi BOD menurun hingga titik 3 namun meningkat pada titik 4, mengindikasikan pengaruh kegiatan industri dan</p>	<p>Kualitas air Sungai Widuri, khususnya untuk parameter BOD dan COD, melampaui batas baku mutu air kelas II sesuai Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008. Daya tampung BOD di segmen satu mencapai 2671,919 kg/hari, segmen dua 152,920 kg/hari, segmen tiga 0,040 kg/hari, dan segmen empat 199,579 kg/hari. Untuk parameter COD, daya tampung di segmen satu mencapai 21815,948 kg/hari, segmen dua 1274,314 kg/hari, segmen tiga 0,318 kg/hari, dan segmen empat 1663,194 kg/hari. Begitu pula dengan</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p>Sungai Widuri dengan parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solid (TSS). Tujuan utama melibatkan perbandingan hasil analisis dengan baku mutu Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan daya tampung Sungai Widuri terhadap beban pencemaran menggunakan software pemodelan QUAL2Kw.</p>	<p>menggunakan program QUAL2Kw, dengan skenario eksisting, tanpa beban pencemar, dan kondisi hulu memenuhi baku mutu kelas II. Penentuan daya tampung beban pencemar dilakukan dengan membandingkan skenario hulu dan tanpa beban pencemar menggunakan persamaan tertentu.</p>	<p>pemukiman. Sementara itu, konsentrasi COD relatif menurun hingga titik 3 dan meningkat pada titik 4, dipengaruhi oleh zona dekomposisi dan zona biodegradasi. Proses kalibrasi QUAL2Kw melibatkan trial and error untuk menghasilkan model yang sesuai dengan data lapangan, dengan uji validitas menunjukkan hasil di bawah 50%, menunjukkan model dapat digunakan untuk simulasi daya tampung beban pencemar.</p>	<p>parameter TSS, dengan daya tampung di segmen satu 43631,896 kg/hari, segmen dua 2548,627 kg/hari, segmen tiga 0,635 kg/hari, dan segmen empat 3326,387 kg/hari. Secara keseluruhan, nilai daya tampung pada semua parameter dan segmen tetap positif (+), menunjukkan bahwa sungai masih dapat menampung beban pencemar dengan baik.</p>
6.	Analisis Sebaran Air Limbah Pada Sungai Kalibaru Akibat Buangan	<p><b>Permasalahan:</b> sebaran air limbah dari Industri Pengolahan Daging Ayam</p>	<p>Kualitas air Sungai Kalibaru dianalisis melalui data primer dari 3 titik pemantauan, yakni Titik 2 (Downstream), Titik 1</p>	<p>Hasil penelitian yang diperoleh dari 3 titik lokasi sampling dengan jarak 0,07 km, 0,31 km, dan 0,48 km dari titik outfall,</p>	<p>Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kualitas air limbah dari industri pengolahan daging ayam</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
	Industri Pengolahan Daging Ayam Terintegrasi Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Qual2kw	<p>Terintegrasi pada Sungai Kalibaru, Kabupaten Banyuwangi, dapat mempengaruhi kualitas air di sekitarnya</p> <p><b>Tujuan:</b></p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak sebaran air limbah dari Industri Pengolahan Daging Ayam Terintegrasi pada Sungai Kalibaru, terutama terkait dengan kualitas air. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan model QUAL2Kw untuk mensimulasikan dan memahami perubahan parameter kualitas</p>	<p>(Outfall), dan Titik 0 (Upstream), serta didukung oleh data sekunder dari sumber seperti Badan Pusat Statistik dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Pemodelan QUAL2Kw dilakukan dengan mengikuti kondisi eksisting dan baku mutu air sungai Kelas 2 berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021.</p> <p>Pembentukan model melibatkan data kualitas sungai, hidrolis sungai, klimatologi, dan kualitas air limbah point sources.</p> <p>Pengukuran kualitas air limbah industri dilakukan secara insitu, sementara</p>	<p>didapatkan suhu rata-rata sebesar 27,51467°C, rata-rata parameter BOD sebesar 1,4265928 mg/L, rata-rata parameter COD sebesar 3,366633 mg/L, dan rata-rata parameter TSS sebesar 31,64084 mg/L. Sebaran air limbah dari Industri pengolahan daging ayam terintegrasi tidak berpengaruh secara signifikan pada kualitas air sungai.</p> <p>Parameter pencemar yang banyak diterima oleh Sungai Kalibaru tidak melampaui baku mutu air sungai kelas 2 sesuai dengan klasifikasi kelas Sungai Kalibaru.</p>	<p>terintegrasi memenuhi standar baku mutu air limbah sungai kelas II. Dalam penelitian dengan 3 titik sampling, parameter suhu, BOD, COD, dan TSS di sekitar titik outfall tidak melampaui batas baku mutu, yaitu suhu rata-rata 27,51467°C, BOD 1,4265928 mg/L, COD 3,366633 mg/L, dan TSS 31,64084 mg/L.</p> <p>Sebaran air limbah dari industri ini tidak berdampak signifikan pada kualitas air Sungai Kalibaru, sesuai dengan klasifikasi kelas sungai tersebut sebagai kelas 2.</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		air akibat buangan limbah industri.	pengukuran kualitas air sungai melibatkan parameter suhu, BOD, COD, dan TSS di laboratorium. Hasil pemodelan QUAL2Kw akan menyajikan rata-rata sebaran air limbah dengan parameter yang diuji, seperti suhu, BOD, COD, dan TSS, pada jarak yang telah ditentukan.		
7.	Kajian Identifikasi Dayatampung Beban Pencemaran Kali Ngrowodengan Menggunakan Paket Program QUAL2Kw	<b>Permasalahan :</b> Beban pencemaran yang selama ini masuk di kali Ngrowo, besarnya daya tampung kali Ngrowo, Di titik mana ada kelebihan beban pencemar, beban pencemar yang harus diturunkan dan rekomendasi penurunan beban pencemaran	Lokasi penelitian berfokus pada Kali Ngrowo di Kabupaten Tulungagung, yang memiliki tujuh anak sungai, termasuk Kali Bajal Picisan, Kali Babaan, Kali Klantur, Kali Wudu, Kali Song, Kali Gondang, dan Kali Ngasinan Kiri. Metode penyelesaian kajian mencakup	Berdasar hasil simulasi didapatkan bahwa di semua bagianKali Ngrowo beban pencemaran (parameter BOD) sudah melebihi baku mutu air kelas II dan kelas III. Hasil penelitian menunjukkan Kali Ngrowo masih memiliki daya tampung terhadap BOD dan NO3 pada bulan basah pada	Beban pencemaran di Kali Ngrowo terbagi menjadi dua bagian utara dan selatan, dengan nilai terbesar pada bagian utara (Km 4.40–Km 3.90). Daya tampung bagian utara pada kualitas air kelas III di bulan basah adalah BOD 6.634,59 Kg/hari dan NO3 30.015,23 Kg/hari, sedangkan

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p><b>Tujuan Penelitian ini adalah:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan perhitungan beban pencemaran dari anak sungai dan saluran sebagai point source yang menuju kali Ngrowo sebagai sungai utama.</li> <li>2. Menganalisis kondisi beban pencemaran air di kali Ngrowo</li> <li>3. Menganalisis pola perubahan parameter kualitas air di kali Ngrowo dengan menggunakan Qual2Kw</li> <li>4. Menentukan beban pencemaran maksimum yang boleh dibuang ke badan air di kali Ngrowo</li> </ol>	<p>empat tahapan, yakni inventarisasi data, analisis data, pembangunan model, dan penentuan daya tampung dalam perhitungan beban pencemaran Kali Ngrowo.</p>	<p>kualitas baku mutu air kelas III. Kali Ngrowo Bagian Utara daya tampung terhadap BOD adalah sebesar 6.634,59 Kg/hari dan NO3 sebesar 30.015,23 Kg/hari. Sedangkan Kali Ngrowo Bagian Selatan daya tampung terhadap BOD adalah sebesar 3.007,25Kg/hari dan NO3 sebesar 21.098,90Kg/hari.</p>	<p>pada Kali Ngrowo selatan nilai BOD adalah 3.007,25 Kg/hari dan NO3 21.098,90 Kg/hari. Tahun 2010, simulasi menunjukkan bahwa beban pencemaran di seluruh Kali Ngrowo sudah melebihi baku mutu air kelas II dan III. Beban pencemaran yang harus diturunkan untuk memenuhi baku mutu kelas III adalah BOD 24.305,6 Kg/hari di bagian utara dan 11.728,05 Kg/hari di bagian selatan. Rekomendasi penurunan beban pencemaran melibatkan pemberian ijin pembuangan yang memperhatikan daya tampung, peningkatan kinerja IPAL, dan pembangunan IPAL domestik untuk</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
					mengurangi beban pencemar dari limbah domestik.
8.	Aplikasi Model QUAL2Kw UNTUK Menentukan Strategi Penanggulangan Pencemaran Air Sungai Gajahwong Yang Disebabkan Oleh Bahan Organik	<p><b>Permasalahan:</b></p> <p>Sungai Gajahwong, sebagai salah satu dari tiga sungai utama di Yogyakarta, menghadapi tantangan serius terkait kualitas airnya. Pencemaran bahan organik, khususnya parameter DO-BOD, menjadi isu utama yang dapat mengganggu ekosistem sungai dan berdampak negatif pada kesehatan manusia.</p> <p><b>Tujuan:</b></p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan model</p>	<p>Penelitian difokuskan pada Sungai Gajahwong, Yogyakarta, dengan menggunakan komputer dan software QUAL2Kw versi 5.1 untuk memodelkan kualitas air. Segmentasi sungai dilakukan setiap 0.5 km, mengikuti topografi dan titik pengambilan sampel. Parameter model dan asumsi diidentifikasi dengan koefisien validitas model (U). Data hasil olahan dan parameter model diinput ke QUAL2Kw, termasuk lokasi, tanggal, kontrol numerik, debit, dan parameter hidrolika.</p>	<p>Hasil pemodelan QUAL2Kw untuk kondisi eksisting Sungai Gajahwong tahun 2011 menunjukkan bahwa pada kondisi hujan dan tanpa hujan, konsentrasi BOD sungai telah melebihi baku mutu air kelas II. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Pembangunan perumahan yang membuang limbah cairnya ke Sungai Gajahwong pada debit total 0,1 m<sup>3</sup>/s dengan konsentrasi BOD 10 mg/L dapat meningkatkan BOD serta menurunkan DO Sungai Gajahwong, dan Pengelolaan kualitas air dan penanggulangan pencemaran air</p>	<p>Berdasarkan model QUAL2Kw, hampir semua titik di Sungai Gajahwong melampaui baku mutu air kelas II. Simulasi dengan model tersebut mengindikasikan bahwa pembangunan perumahan pada jarak 3,25 km dari Jembatan Tanen dengan pembuangan limbah cair pada Sungai Gajahwong akan sedikit meningkatkan BOD dan mengurangi DO sungai. Namun, dampaknya tidak terlalu signifikan. Selain itu, strategi pengelolaan kualitas air dan penanggulangan</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p>QUAL2Kw pada Sungai Gajahwong dengan fokus pada parameter DO-BOD. Tujuan utamanya adalah mengevaluasi kualitas air sungai, memahami kompleksitas proses-proses yang berpengaruh terhadap DO-BOD, dan menyusun simulasi untuk merancang strategi penanggulangan pencemaran air oleh bahan organik.</p>	<p>Penelitian mencakup tiga skenario: kondisi eksisting, dampak limbah domestik di hulu sungai, dan evaluasi strategi pengelolaan kualitas air. Output model QUAL2Kw, berupa data DO dan BOD, dianalisis dengan grafik konsentrasi DO dan BOD versus jarak.</p>	<p>oleh bahan organik pada Sungai Gajahwong dapat dilakukan dengan strategi pembuatan IPAL komunal di setiap kabupaten dengan penurunan konsentrasi BOD hulu hingga 2 mg/L.</p> <p>Hasil penentuan parameter model dan asumsi-asumsi QUAL2Kw menggunakan nilai default model, dengan model reaerasi USGS. Penentuan parameter dilakukan secara trial and error dengan menjalankan program pada data kondisi hujan dan tanpa hujan.</p>	<p>pencemaran organik dapat dilakukan melalui pembangunan IPAL komunal di setiap kabupaten dengan konsentrasi BOD air keluaran yang memenuhi standar, seperti <math>\leq 3,5</math> mg/L (Sleman), <math>\leq 3,9</math> mg/L (Kota), dan <math>\leq 6,0</math> mg/L (Bantul) pada kondisi hujan, serta <math>\leq 3,3</math> mg/L (Sleman), <math>\leq 3,3</math> mg/L (Kota), dan <math>\leq 19,0</math> mg/L (Bantul) pada kondisi tanpa hujan.</p>
9.	Sebaran Konsentrasi Fosfat dan Total Suspended Solid	<p><b>Permasalahan:</b> Kabupaten Garut, terutama di sekitar Perairan Pameungpeuk, menghadapi permasalahan</p>	<p>Penelitian ini menggunakan data konsentrasi fosfat dan total suspended solid di Muara Sungai Cilauteureun, Garut,</p>	<p>Pada penelitian ini, konsentrasi fosfat di Perairan Muara Sungai Cilauteureun menunjukkan pola persebaran dari muara menuju</p>	<p>Nilai konsentrasi fosfat pada kondisi surut berkisar antara 0,0087 – 0,0275 mg/l dan pada kondisi pasang berkisar</p>



No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
	Berdasarkan Pasang Surut di Perairan Muara Sungai Cilauteureun, Garut	<p>terkait limbah organik dari kegiatan nelayan dan aktivitas pendaratan ikan. Limbah organik ini mengalami degradasi oleh mikroba, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kualitas perairan. Fosfat, sebagai salah satu indikator keberlanjutan dan kesuburan perairan, memegang peran penting. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemahaman terhadap konsentrasi fosfat dan total suspended solid di Muara Sungai Cilauteureun, terutama dalam konteks pasang-surut.</p> <p><b>Tujuan:</b> Penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi fosfat dan total suspended solid di</p>	<p>bersama dengan data lain seperti Peta Rupa Bumi Indonesia, Peta Bathimetri Pameungpeuk, dan data pasang surut tahun 2015. Pendekatan kuantitatif digunakan dengan lokasi penelitian ditetapkan menggunakan GPS melalui metode purposive sampling. Pengambilan sampel air dilakukan pada saat pasang dan surut menggunakan botol Nansen, yang kemudian diolah untuk analisis fosfat dan total suspended solid. Perekaman pasang surut menggunakan Metode Least Square, sementara pemodelan arus dilakukan dengan MIKE 21 untuk menghasilkan peta</p>	<p>laut, dengan nilai tertinggi terutama di stasiun 1, 4, dan 5 pada kondisi surut, serta stasiun 1 dan 2 pada kondisi pasang. Pola ini dipengaruhi oleh pasokan material dari daratan dan arus pasang surut. Sebaran total suspended solid (TSS) juga menunjukkan pola serupa, dengan nilai tertinggi di stasiun yang dekat dengan daratan pada kedua kondisi. Faktor-faktor seperti arus pasang surut, suplai material dari sungai, dan pergerakan arus memengaruhi sebaran TSS. Simulasi model arus pasang surut menunjukkan perbedaan pola pergerakan arus antara kondisi pasang dan surut, dengan arah arus utara-selatan pada pasang dan selatan-utara</p>	<p>antara 0,0060 – 0,0351mg/l. Nilai konsentrasi TSS pada kondisi surut berkisar antara 33 – 68 mg/l dan pada kondisi pasang berkisar antara dan 28 – 84,6 mg/l. Pola sebaran konsentrasi fosfat dan TSS memiliki arah pergerakan mengikuti pola arus yang terbentuk baik pada kondisi pasang maupun surut. Pada saat pasang pola sebaran mengarah ke Barat Laut sedangkan pada saat surut pola sebaran cenderung mengarah ke Selatan..</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p>perairan Muara Sungai Cilauteureun, Garut, serta menganalisis pola sebarannya pada kondisi pasang dan surut. Dengan demikian, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang dampak limbah organik terhadap kualitas perairan, dengan fokus pada fosfat sebagai indikator utama.</p>	<p>model arus pada kondisi pasang dan surut. Validasi model arus dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan model terhadap data lapangan menggunakan Percentage Model Bias (PB).</p>	<p>pada surut. Validasi model dengan data lapangan menunjukkan nilai error yang tinggi, diperkirakan dipengaruhi oleh faktor geografis dan kondisi angin di Pantai Selatan Jawa. Meskipun demikian, software MIKE 21 mampu menyajikan simulasi arus dua dimensi dengan input terbatas, meskipun hasilnya memiliki perbedaan dengan kondisi lapangan.</p>	
10.	<p>Studi Persebaran Kandungan Fosfat dan Material Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai</p>	<p><b>Permasalahan:</b> sebaran kandungan fosfat dan material padatan tersuspensi (MPT) di muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan, pada musim timur, dan apakah</p>	<p>Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, di mana data diperoleh dari hasil analisis sampel air muara Sungai Slamaran. Materi penelitian melibatkan data primer</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan variasi kandungan fosfat (0.44–1.84 <math>\mu\text{M}</math>) di muara Sungai Slamaran, dengan stasiun 12 memiliki kandungan tertinggi. Adanya limbah tambak diduga meningkatkan konsentrasi fosfat</p>	<p>Hasil penelitian di perairan muara Sungai Slamaran menunjukkan bahwa konsentrasi Fosfat di muara sungai Slamaran memiliki rentang 0.44–1,84 <math>\mu\text{M}</math>, sedangkan konsentrasi MPT</p>

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
	Slamaran, Kota Pekalongan	terdapat korelasi antara sebaran fosfat dan MPT  <b>Tujuan:</b>  1. Menentukan konsentrasi fosfat di muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan, pada musim timur.  2. Menentukan konsentrasi material padatan tersuspensi (MPT) di muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan, pada musim timur.  3. Menganalisis pola sebaran konsentrasi fosfat di muara Sungai Slamaran selama musim timur.  4. Menganalisis pola sebaran material padatan	(konsentrasi fosfat dan MPT) dan data sekunder (angin, kedalaman perairan, pasang surut, presipitasi, arus) yang diperoleh dari sumber online. Pengambilan sampel air dilakukan dengan metode cluster random sampling di 15 titik pada kedalaman 0,2 d. Analisis kandungan fosfat menggunakan spektrofotometer UV, sedangkan analisis MPT menggunakan metode gravimetri. Pengolahan data spasial menggunakan ArcGIS 10.8 dengan koreksi citra satelit dan ekstraksi garis pantai. Interpolasi dilakukan dengan metode Spline, dan model perairan diolah	melalui pakan sisa dan feses. Warna hijau air saat pengambilan sampel menandakan kelimpahan fitoplankton, dipengaruhi oleh kandungan fosfat. Stasiun 10 dan 8, dekat muara sungai, memiliki kandungan fosfat besar akibat limbah domestik. Sebaliknya, stasiun jauh dari muara sungai memiliki kandungan fosfat rendah pada musim kemarau. Kandungan MPT di muara berkisar 56–152 mg/L, tertinggi di stasiun 10 dan 14 dekat muara. Arus pasang surut mempengaruhi penyebaran MPT, dengan nilai rendah di stasiun 1, 6, dan 8. Curah hujan tinggi meningkatkan nilai MPT, dan	memiliki rentang 56-152 mg/L. Fosfat dan MPT di muara Sungai Slamaran diduga mendapat pengaruh dari masukan yang dibawa aliran sungai serta masukan dari tambak udang yang ada disekitarnya. Konsentrasi Fosfat dan konsentrasi MPT di perairan muara Sungai Slamaran memiliki keterkaitan yang tidak cukup kuat dengan koefisien korelasi sebesar 0,301.

No	Judul Artikel	Permasalahan	Metodologi	Luaran/ Hasil	Kesimpulan
		<p>tersuspensi (MPT) di muara Sungai Slamaran selama musim timur.</p> <p>5. Menentukan korelasi antara sebaran konsentrasi fosfat dan sebaran MPT di muara Sungai Slamaran.</p>	<p>menggunakan Mike 21 dengan variabel angin, bathimetri, pasang surut, dan citra pantai. Hasil model diverifikasi menggunakan RMSE dan MAE untuk mengevaluasi kesalahan antara data lapangan dan model.</p>	<p>pemodelan arus menunjukkan pola arus yang sesuai. Verifikasi model arus menunjukkan nilai RMSE dan MAE yang kecil. Korelasi antara fosfat dan MPT lemah, dan uji regresi linear menunjukkan pengaruh saling antara keduanya, walaupun lemah.</p>	