

Penentuan Indeks Kualitas Air

by - -

Submission date: 18-Jun-2024 07:22PM (UTC+0700)


Submission ID: 2404767917

File name: enentuan_Indeks_Kualitas_AirIKA_Menggunakan_Software_Qual2kw.pdf (1.36M)

Word count: 14110

Character count: 87787

PENENTUAN INDEKS KUALITAS AIR (IKA) Menggunakan *Software* QUAL2KW



Dr. Ir. Rizmi Yunita, M.Si
Abdur Rahman, S.Pi., M.Sc | Nur Indah Kusumawardani S.Pi

**PENENTUAN INDEKS
KUALITAS AIR (IKA)
MENGUNAKAN
*SOFTWARE QUAL2KW***

(PARAMETER FISIKA DAN KIMIA PERAIRAN)

2

UNDANG-UNDANG NOMOR 28 TAHUN 2014 TENTANG HAK CIPTA

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta yang meliputi penerjemahan dan pengadaptasian Ciptaan untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta yang meliputi penerbitan, penggandaan dalam segala bentuknya, dan pendistribusian Ciptaan untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada point kedua di atas yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

**PENENTUAN INDEKS KUALITAS AIR
(IKA) MENGGUNAKAN
SOFTWARE QUAL2KW
(PARAMETER FISIKA DAN KIMIA PERAIRAN)**

Dr. Ir. Rizmi Yunita, M.Si
Abdur Rahman, S.Pi., M.Sc
Nur Indah Kusumawardani S.Pi



Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) Menggunakan *Software* Qual2kw (Parameter Fisika dan Kimia Perairan)

Copyright © 2023

Penulis:

Dr. Ir. Rizmi Yunita, M.Si

Abdur Rahman, S.Pi., M.Sc

Nur Indah Kusumawardani S.Pi

2

Editor:

Agisni Sofatunisa

Setting Layout:

Agisni Sofatunisa

Desain Sampul:

Rizal Setiana

ISBN: 978-623-8496-28-0

IKAPI: 435/JBA/2022

Ukuran: 15,5 cm x 23 cm; viii + 70 hlm

Cetakan Pertama, Desember 2023

Hak cipta dilindungi Undang-undang dilarang memperbanyak karya tulis dalam bentuk dan dengan cara apa pun, tanpa izin tertulis dari penerbit

Penerbit:

CV. Mega Press Nusantara

Alamat Redaksi:

Komplek Perumahan Janatipark III, Cluster Copernicus Blok D-07, Cibeusi, Jatinangor,
Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363

0812-1208-8836

www.megapress.co.id

penerbitmegapress@gmail.com

KATA PENGANTAR

Terima kasih kepada pembaca atas ketertarikan dalam buku yang kami tulis yang berjudul "Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) menggunakan *Software* QUAL2KW." Buku penentuan IKA menggunakan *Software* QUAL2KW merupakan hasil kerja keras dan dedikasi penulis dalam upaya memahami, menganalisis dan meningkatkan kualitas air, sebuah aspek penting dalam menjaga kelestarian sumber daya alam dan kesejahteraan manusia. Air adalah sumber kehidupan dan pemahaman yang mendalam tentang kualitas air menjadi krusial dalam upaya pelestarian lingkungan dan kesejahteraan manusia.

QUAL2KW adalah perangkat lunak yang memiliki peran penting dalam membantu kita memahami kualitas air, buku ini ditujukan untuk memberikan wawasan yang komprehensif tentang cara menggunakan perangkat lunak untuk mengukur, memonitor dan memperbaiki kualitas air. Hadirnya buku Penentuan Indeks Kualitas Air menggunakan *Software* QUAL2KW dirancang untuk berbagai kalangan pembaca, mulai dari para peneliti dan ilmuwan yang ingin memahami metode terbaru dalam penentuan indeks kualitas air, hingga para praktisi yang bekerja di bidang lingkungan, perencanaan sumber daya air atau yang berkecimpung dalam pengelolaan dan pemantauan kualitas air.

Kami berharap dengan kehadiran buku yang kami tulis dapat memberikan panduan yang berguna dalam upaya untuk menjaga sumber daya air yang sangat berharga. Pembahasan buku difokuskan pada berbagai topik berkesinambungan dan saling terkait. Kami berharap dengan kehadiran buku ini akan menjadi sumber inspirasi bagi penelitian lebih lanjut, inovasi dan

praktik terbaik dalam memelihara kualitas air untuk generasi mendatang.

Terakhir, kami sampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dan dukungan dalam penulisan buku ini. Semoga buku ini memberikan manfaat dan semoga kita semua dapat bersama-sama menjaga kualitas air untuk masa depan yang lebih baik. Selamat membaca!

Banjarbaru, 09 September 2023

Penulis

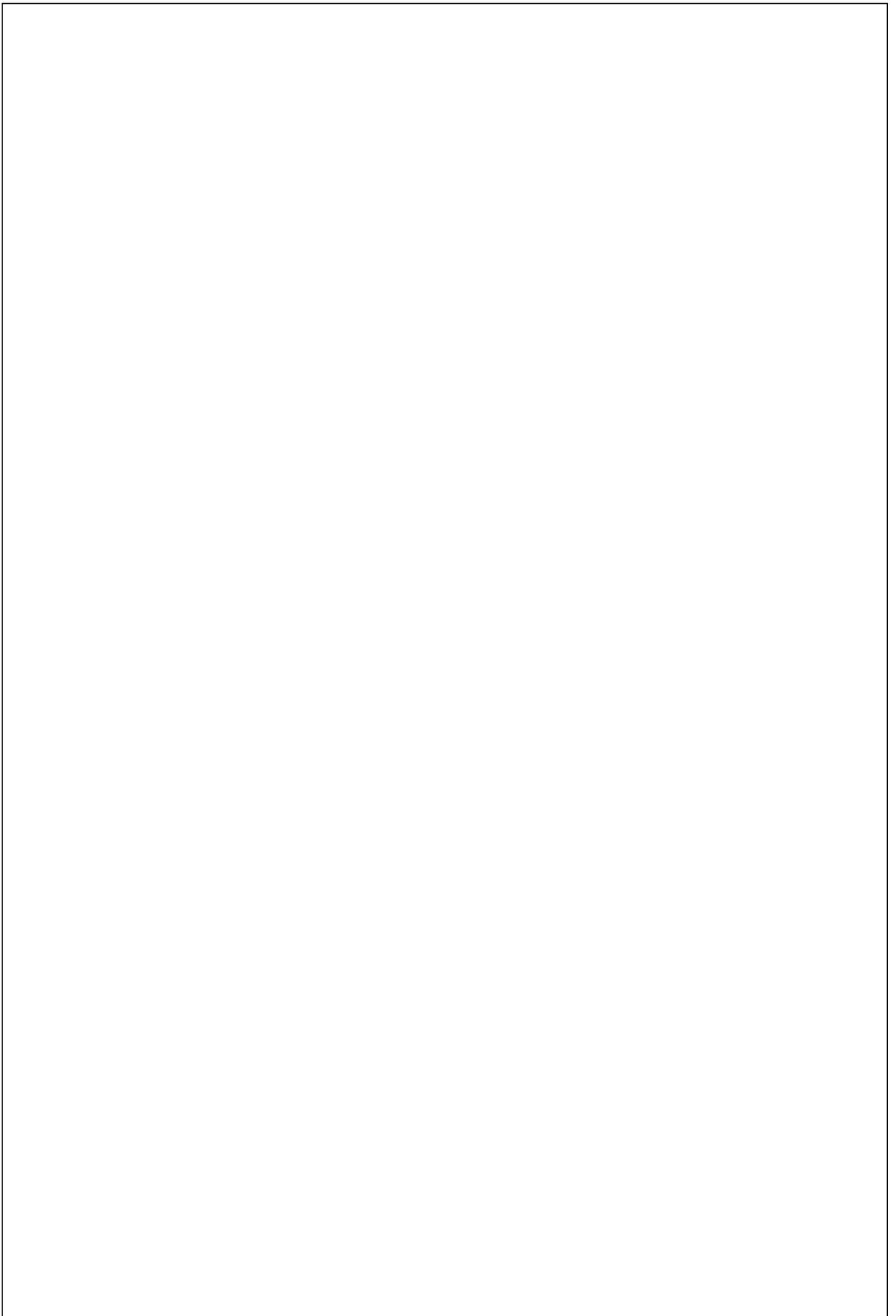
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB 1 LATAR BELAKANG	1
BAB 2 KARAKTERISTIK DAN BIOEKOLOGI KUALITAS AIR.....	8
2.1 Kualitas Air	8
2.1.1 Kualitas Air Sungai.....	9
2.1.2 Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Sungai	10
2.1.3 Debit Aliran Sungai	20
BAB 3 PENCEMARAN AIR SUNGAI	22
3.1 Pencemaran Air Sungai.....	22
3.2 Beban Pencemaran.....	23
3.2.1 Beban Pencemaran Industri.....	24
3.2.2 Beban Pencemaran Domestik.....	25
3.2.3 Beban Pencemaran Penggunaan Lahan.....	27
3.3 Faktor Penyebab Pencemaran Air Sungai	29
3.4 Indeks Pencemaran (IP).....	31
3.5 Indeks Kualitas Air (IKA)	35
BAB 4 METODE QUAL2KW	38
4.1 Software Qual2Kw	39

4.1.1 Bagian-bagian Qual2Kw	42
4.1.2 Kalibrasi Model.....	47
4.1.3 Validasi Model.....	47
4.1.4 Langkah Pembuatan Model Qual2Kw.....	51
4.1.5 Contoh Penggunaan Aplikasi Software Qual2Kw di Sungai Barito	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56
RIWAYAT PENULIS	67

DAFTAR TABEL

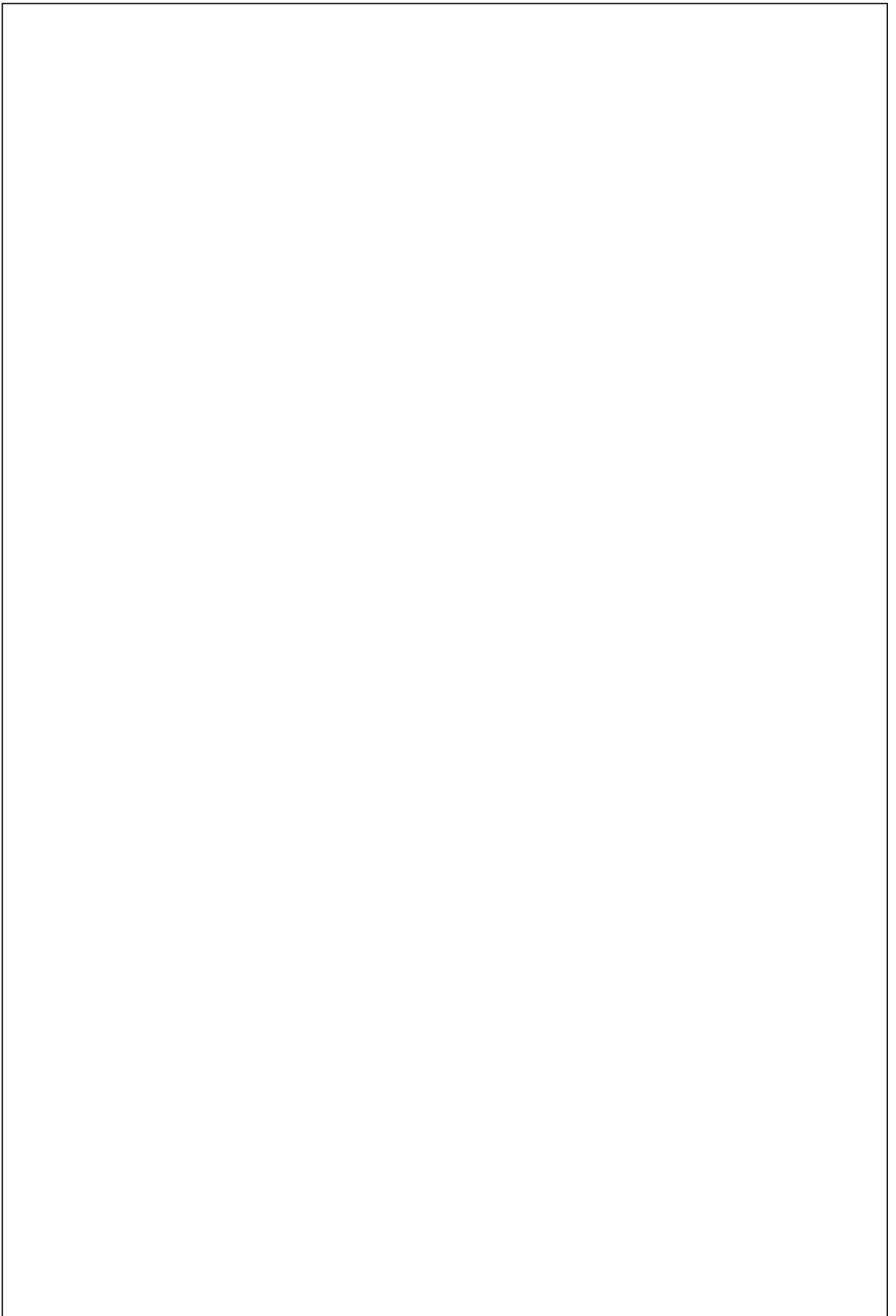
Tabel 1. Faktor Emisi dan Rasio Ekuivalen Potensi Beban Pencemar Domestik	26
Tabel 2. Koefisien Transfer Beban Potensi Beban Pencemar Domestik.....	26
Tabel 3. Faktor Emisi Potensi Beban Penggunaan Lahan	27
Tabel 4. Rumus Potensi Beban Penggunaan Lahan.....	27
Tabel 5. Evaluasi Terhadap Nilai IP	34
Tabel 6. Kategori Bobot Indeks Kualitas Air.....	36
Tabel 7. Evaluasi terhadap Nilai IKA	37
Tabel 8. Kelebihan dan Kekurangan <i>Software</i> Qual2Kw	40
Tabel 9. Nilai Koefisien <i>Manning</i>	44
Tabel 10. Skenario Simulasi	49



DAFTAR GAMBAR

1

Gambar 1. Langkah Penggunaan Qual2Kw dalam Kalibrasi Data Hidrologi.....	46
Gambar 2. Langkah Penggunaan Qual2Kw dalam Kalibrasi Data Kualitas.....	46
Gambar 3. Contoh Segmentasi Sungai Barito.....	51
Gambar 4. Contoh Hasil Fitness Kalibrasi pada Sungai Barito...	55



1

BAB 1 LATAR BELAKANG

Sungai sebagai sumber air di permukaan memiliki manfaat yang penting bagi kehidupan manusia. Kualitas suatu perairan sungai mengalami perubahan seiring dengan perkembangan lingkungan perairan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai kegiatan dan kehidupan manusia, sebagian pencemaran sungai dapat disebabkan oleh kehidupan di sekitar sungai dan perilaku atau kegiatan manusia sebagai pengguna sungai.

Dampak utama dari pencemaran perairan sungai bisa terlihat langsung, yaitu kerusakan akibat cara manusia mengeksploitasi alam. Di sepanjang pinggiran sungai yang dekat dengan pabrik industri, terlihat saluran-saluran sampah yang menuju ke badan perairan sungai. Jika sampah menumpuk dari beberapa saluran pembuangan, maka dapat menghasilkan kandungan sampah yang tinggi di dalam sungai.

Ekosistem sungai telah mengalami kerusakan akibat limbah dari kegiatan industri di sekitarnya. Banyak organisme akuatik seperti ikan yang mati, perubahan warna air, bau yang menyengat, mengganggu visibilitas, dan menimbulkan masalah kesehatan bagi manusia (Mardhia, 2018).

Keberadaan perairan sungai dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dan alam di sekitarnya, dikenal sebagai

fungsi sungai. Fungsi perairan sungai dalam kehidupan manusia dan organisme akuatik lainnya mencakup penyediaan air dan wadah air untuk kebutuhan rumah tangga, sanitasi, pertanian, industri, pariwisata, olahraga, pertahanan, perikanan, pembangkit tenaga listrik, dan transportasi dan lain-lain, sedangkan fungsi perairan sungai di alam sebagai pemulih kualitas air, penyaluran banjir dan habitat ekosistem flora dan fauna (Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011).

Ciri-ciri perairan sungai dibedakan menjadi 3 jenis tipe berdasarkan sifat alirannya (Mulyanto, 2007), yaitu:

1. **Sungai Pemanen (*Perennial*)**, yaitu air sungai yang mengalir sepanjang tahun dengan debit yang mendekati konstan, sehingga tidak ada perbedaan aliran sungai antara musim hujan dan musim kemarau.
2. **Sungai Musiman/Periodik (*Intermittent*)**, yaitu perairan sungai yang airnya mengalir berubah-ubah seiring musim. Tergantung pada sumber mata airnya, perairan sungai *intermittent* dibedakan: (1) sungai *intermittent* yaitu sumber airnya berasal dari air tanah (*spring fed intermittent river*) dan (2) sungai *intermittent* yang sumber mata airnya berasal dari curah hujan yang tertampung (*surface fed intermittent*)
3. **Sungai Non Permanen (*Ephemeral*)**, yaitu sungai tadah hujan yang mengalir seketika setelah hujan karena sumber airnya berasal dari air hujan, apabila tidak ada hujan, sungai tersebut tidak akan mengalir.

Kepentingan sumber air sungai bagi masyarakat Indonesia dan rendahnya mutu air sungai seharusnya mendorong pemerintah untuk mengimplementasikan program peningkatan kualitas air sungai sebagai bagian dari upaya pembangunan. Keterbatasan akses terhadap air bersih umumnya disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam, disebabkan ketidakmampuan mendapatkan air karena kondisi alam di suatu daerah dan faktor

buatan adanya aktivitas manusia dalam penggunaan air sehingga terjadi pencemaran air bersih (Puspitasari, 2009).

Jumlah penduduk semakin bertambah dan gaya kehidupan berdampak signifikan terhadap timbulan sampah, terutama di kota besar. Sampah yang dihasilkan dalam jumlah yang besar setiap hari menunjukkan peningkatan dan bervariasi dalam jumlah dan materialnya, sehingga sampah menjadi permasalahan serius karena buruknya pengelolaan dan penanganan sampah. Permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah antara lain rusaknya sistem tata air sehingga menimbulkan pencemaran air (Indrawati, 2011).

Data Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) menunjukkan bahwa setiap orang di negara Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per hari, yang berarti totalnya 189.000ton sampah dihasilkan setiap harinya, 15% diantaranya adalah sampah plastik, yang berarti total 28.400ton sampah plastik dihasilkan setiap harinya (Arico, 2017).

Sampah berdasarkan asalnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori (Setiowati, 2007), yaitu:

1. Sampah Bahan Organik

Sampah bahan organik merupakan sampah yang ditimbulkan dari kegiatan pertanian, perikanan dan kegiatan lainnya. Sebagian besar sampah rumah tangga merupakan sampah bahan organik. Kebanyakan sampah bahan organik merupakan jenis sampah yang mudah hancur atau terurai di dalam tanah dan dapat digunakan sebagai pupuk (Setiowati, 2007).

Sampah bahan organik biasanya terdiri dari bahan-bahan buangan yang dibuang akan mengalami perombakan secara perlahan-lahan sampai membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, jika sampah tersebut dibuang ke badan

air dapat menambah jumlah mikroorganisme tersebut. Tingkat BOD akan meningkat dan seiring dengan peningkatan mikroorganisme, bakteri penyebab penyakit atau patogen yang dapat membahayakan bagi semua makhluk hidup termasuk manusia dapat berkembang pesat (Indrawati, 2011).

2. Sampah Bahan Anorganik

Sampah bahan anorganik merupakan sampah yang ditimbulkan selama proses kegiatan di usaha industri. Proses penguraian sampah anorganik membutuhkan waktu yang panjang atau cukup lama. Adanya sampah bahan anorganik pada air akan meningkatkan jumlah ion logam pada air, sehingga air yang mengandung ion logam akan berdampak pada kesehatan manusia (Indrawati, 2011).

Karakteristik sampah (Puspitasari, 2009), antara lain:

1. **Garbage** adalah salah satu jenis sampah yang berasal dari sisa-sisa hewan atau tumbuhan yang dihasilkan selama terjadinya proses olahan sampah, penyiapan, pembuatan dan penyediaan pangan, sebagian besar terbuat dari bahan-bahan yang cepat rusak, lembab dan mengandung uap air dalam jumlah tertentu.
2. **Rubbish** adalah sampah yang mudah atau sampah dengan kesulitan dibakar yang bersumber dari limbah rumah tangga, limbah pusat perdagangan dan perkantoran. *Rubbish* tidak termasuk dalam kategori *garbage*. Sampah yang mudah terbakar biasanya terdiri dari bahan organik, seperti kertas, sisa kain, kayu dan plastik. Sementara itu, sebagian besar sampah yang sulit dibakar adalah bahan anorganik seperti sampah dari logam, bahan yang mengandung mineral, bahan terbuat dari kaleng dan kaca.

3. **Ashes (abu)** adalah sisa hasil pembakaran bahan yang mudah terbakar yang terdapat di dalam rumah, perkantoran maupun pada kegiatan industri.
4. **Street Sweeping (sampah jalanan)** sumbernya dari pembersihan jalan raya dan trotoar seperti bahan terbuat dari kertas, kotoran binatang dan daun-daunan yang kering.
5. **Dead Animal (bangkai binatang)** berasal dari bangkai hewan yang mati disebabkan adanya bencana alam, adanya penyakit dan kecelakaan hewan.
6. **Household Refuse (sampah pemukiman)** adalah sampah yang dihasilkan dari campuran dari *rubbish, garbage, ashes* yang sumbernya dari area pemukiman.
7. **Abandoned Vehicles (bangkai kendaraan)** adalah sampah dari rusak dan hancurnya mobil, truk, kereta api, satelit, kapal laut dan alat kendaraan lainnya.
8. **Sampah Industri**, meliputi limbah padat dari kegiatan industri olahan hasil bumi, industri olahan dari bahan tumbuh-tumbuhan dan kegiatan industri lainnya.
9. **Demolition Wastes (sampah hasil penghancuran gedung/bangunan)** adalah sampah yang bersumber dari perbaikan bangunan yang besar.
10. **Construction Wastes (sampah dari daerah pembangunan)** adalah sampah yang bersumber dari sisa kegiatan pembangunan gedung yang besar, perbaikan dan pembongkaran gedung yang besar, sampah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut mengandung kayu, batu dengan berbagai ukuran, serpihan bahan kayu, perekat dari bahan kimia, dinding kayu atau beton dan kertas dengan berbagai ukuran.

11. **Sewage Solid**, yaitu dari benda-benda yang kasar yang biasanya berupa zat bahan organik yang dihasilkan dari filter di saluran instalasi pengolahan air limbah.
12. **Sampah Khusus** adalah sampah yang memerlukan perlakuan khusus dalam pengelolaannya, misalnya kaleng bekas cat, film bekas, zat yang mengandung radioaktif dan zat yang beracun.

Penurunan kualitas air sungai dan pencemaran sungai berdampak besar terhadap organisme. Melakukan pemodelan kualitas air dengan menggunakan pendekatan sistem matematis, pilihan pengelolaan air sungai yang tercemar dapat diidentifikasi. Mengembangkan model kualitas air sungai untuk membantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan air (Iqbal *et al.*, 2018).

Pemodelan kualitas air dilaksanakan dengan tujuan mensimulasikan kondisi air dari segi fisik, kimia, dan biologi (Song, 2009). Enam (6) model kualitas air yang sering digunakan dan mudah diperoleh (Kannel, 2007) yaitu:

1. SIMCAT (*Simulation Catchment*)
2. TOMCAT (*Temporal Overall Model for Catchments*)
3. WASP7 (*Water Quality Analysis Simulation Program*)
4. QUASAR (*Quality Simulation along Rivers*)
5. QUAL2EU
6. QUAL2Kw

Model kualitas air di atas berbeda dalam proses dasarnya, diperlukan *input*, asumsi dan penerapannya. Proses dasar model-model SIMCAT dan TOMCAT sangatlah sederhana, namun kedua model tersebut menyederhanakan proses-proses yang terjadi di perairan sungai untuk mendapatkan prediksi yang cepat, tetapi kurang akurat.

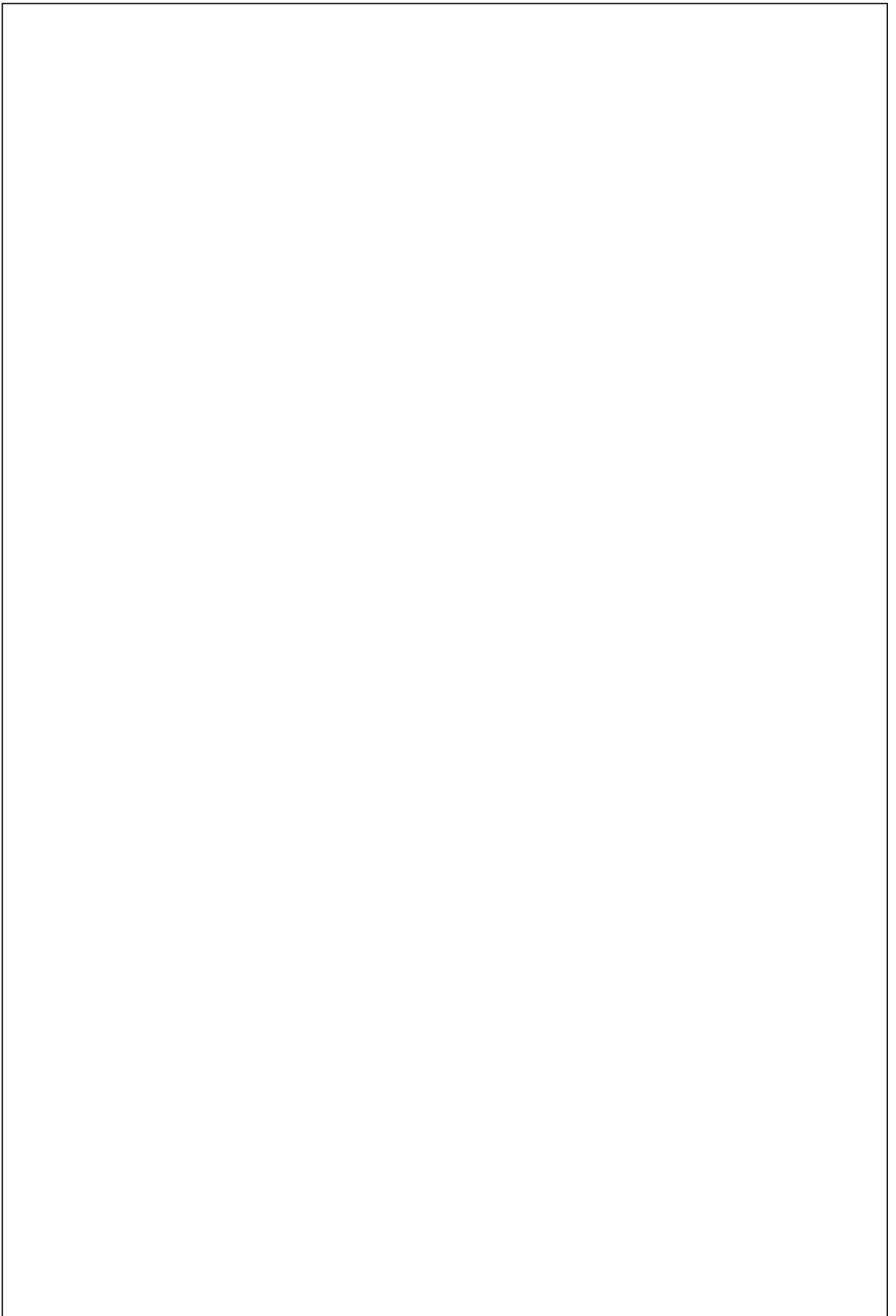
Model WASP7 dan QUASAR mensimulasikan proses sungai dengan lebih rinci dan memerlukan jumlah data yang besar,

dapat menimbulkan kendala dalam alokasi biaya dan waktu. Kerumitan proses dasar pada model QUAL2EU dan QUAL2Kw dapat dianggap moderat jika dibandingkan dengan model SIMCAT dan TOMCAT, serta model WASP7 dan QUASAR (Kannel *et al.*, 2007).

Keunggulan dari model QUAL2Kw terletak pada adanya peralatan yang dapat mengubah alga yang sudah mati menjadi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) berkarbon (CBOD) sehingga lebih sesuai untuk lingkungan perairan yang memiliki tumbuhan air makro daripada model QUAL2EU (Kannel, 2011).

Model QUAL2Kw telah digunakan secara luas di berbagai sungai di seluruh dunia termasuk Sungai Bagmati di Nepal. Studi yang dilakukan di Sungai Bagmati memberikan dukungan terhadap penggunaan model QUAL2Kw sebagai pilihan yang tepat untuk kebijakan masa depan terkait kualitas perairan sungai (Kannel *et al.*, 2007). Bantuan program Qual2Kw, 2 sumber pencemaran dapat diidentifikasi yaitu pencemaran dari sumber *point sources* dan *non-point sources* (Pelletier, 2008).

Pemodelan dengan metode Qual2Kw memerlukan data-data pendukung, data tersebut berupa data fisiologis sungai yang meliputi kedalaman sungai, laju aliran, debit sungai, koefisien *mannig* (kekasaran sungai), *slope* (kemiringan sungai), koordinat sungai dan *reach*. Data klimatologis sungai termasuk tutupan awan (*cloud cover*), radiasi matahari, suhu udara, kecepatan angin, titik embun (*dew point*), dan kelembaban dapat diakses melalui web <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).



2

BAB 2 KARAKTERISTIK DAN BIOEKOLOGI KUALITAS AIR

2.1 Kualitas Air

Secara umum kualitas air mempunyai pengertian, yaitu menggambarkan kondisi fisik, kimia dan biologi dari badan air. Kualitas perairan merupakan kumpulan dari banyak parameter berbeda yang tidak dapat ditentukan dengan mudah dan tidak menetapkan standar yang memenuhi semua penggunaan dan kebutuhan pengguna, misalnya parameter fisik, kimia dan biologi yang sesuai untuk digunakan manusia sangat berbeda dengan parameter yang sesuai bagi petani yang mengairi tanaman (Hertika *et al.*, 2022).

1. Air tawar adalah air yang tidak berasa, air tawar terdapat di sungai, air terjun, danau, bendungan dan tempat lainnya. Air tawar berasal dari air laut yang menguap ke angkasa karena panasnya sinar matahari. Jumlah air yang ada di bumi sangatlah besar yaitu 525 juta km³ dan 97% dari air tersebut merupakan air asin yang terdapat di lautan atau samudra di permukaan bumi, padahal diperkirakan terdapat hampir 50 triliun ton garam pada air laut, namun air laut pada tiap lautan memiliki salinitas yang berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh curah hujan, penguapan, limpasan sungai dan gletser (Suwasono, 2020).

2. Air payau adalah air dengan salinitas kurang dari rerata salinitas air laut yang normal (<35 ppm) dan lebih besar dari 0,5 ppm, akibat pencampuran air laut dan air tawar baik secara alami dan buatan. Kandungan garam yang tinggi pada air payau membuat air payau sulit diubah menjadi air bersih (Kalsum *et al.*, 2021).
3. Air laut mempunyai ciri salinitas atau kandungan garam yang tinggi hingga 55 % di laut tropis sebab suhu dan tingkat penguapan yang tinggi terjadi di wilayah tropik suhu air laut sebesar 25°C (Hadie *et al.*, 2019).

2.1.1 Kualitas Air Sungai

Kualitas air merupakan atribut yang perlu dipenuhi untuk penggunaan tertentu dari sumber air. Kriteria-kriteria kualitas air menjadi acuan standar untuk menilai mutu air. Kualitas air dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa kimia yang larut di dalamnya. Penentu kualitas air dapat berasal dari proses alami atau tindakan manusia dan jika tidak dijaga mutunya akan mengakibatkan risiko penyakit (Sanjaya, 2018).

Kualitas air di sungai sangat tergantung pada mutu pasokan air di kawasan sungai tersebut, pada gilirannya dipengaruhi oleh aktivitas manusia di daerah tersebut. Perubahan dalam kualitas air aliran sungai seringkali disebabkan oleh limbah hasil pemanfaatan lahan di sekitarnya. Pemanfaatan lahan memiliki potensi untuk memengaruhi kualitas air dengan konsekuensi baik dan buruk. Umumnya akan menimbulkan dampak bersifat negatif, meskipun dalam beberapa situasi dapat membawa dampak positif terhadap pemanfaatan air di bagian hilir sungai. Faktor-faktor penyebabnya melibatkan perubahan dalam jumlah sedimen, konsentrasi nutrisi, kandungan garam, adanya logam dan bahan kimia pertanian (Tumpu *et al.*, 2021).

2.1.2 Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Sungai

Parameter fisika-kimia air merupakan faktor yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan organisme yang hidup di air, kualitas air yang baik akan memberi manfaat dan berdampak baik terhadap organisme dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Organisme akuatik dapat menjalani kehidupan normal ketika faktor-faktor yang memengaruhinya seperti sifat fisika dan kimia perairan berada dalam kisaran toleransi yang sesuai dengan kebutuhan organisme tersebut (Irfannur, 2021).

2.1.2.1 Suhu

Keberadaan suhu air memiliki peran krusial dalam kehidupan organisme perairan dan signifikan dalam mempengaruhi kelangsungan hidup serta perkembangan populasi di lingkungan air. Suhu di perairan dipengaruhi oleh sejumlah faktor termasuk musim, garis lintang, waktu, sirkulasi udara, tutupan awan, arus dan kedalaman air (Hamuna *et al.*, 2018). Suhu air mampu berfluktuasi tergantung pada berbagai kondisi. Salah satu faktor yang erat kaitannya dengan pencemaran air limbah adalah adanya peningkatan suhu air yang dapat mengganggu ekosistem akuatik (Irfannur, 2021).

Suhu air penerima lebih rendah dibandingkan suhu air limbah karena air limbah telah melalui proses produksi sebagai bagian dari kegiatan industri atau aktivitas manusia di lingkungan hidup, limbah yang masuk ke sumber air menyebabkan keluarnya air limbah. Peningkatan suhu kemudian akan mempercepat reaksi kimia, mengurangi kelarutan gas, mempercepat rasa dan bau, mempercepat pertumbuhan tanaman pengganggu dan jamur (Ainin, 2021).

Kenaikan suhu dapat mengakibatkan stratifikasi atau lapisan air, di mana stratifikasi tersebut memiliki dampak pada karakteristik air dan penting untuk menjaga penyebaran kandungan oksigen di dalam air, hal tersebut diperlukan agar ketika lapisan dasar terpapar ke permukaan air, kondisi tersebut tidak bersifat anaerobik. Perubahan suhu di permukaan air dapat mempengaruhi proses fisik, kimia dan biologi di dalam ekosistem air tersebut (Kusumaningtyas, 2014).

Tinggi atau rendahnya suhu air sungai dipengaruhi oleh suhu udara di sekitarnya dan tingkat paparan sinar matahari yang mencapai badan air serta kerapatan vegetasi di sepanjang tepian sungai, semuanya dapat berkontribusi pada variabilitas suhu air sungai (Agustiningsih, 2012).

Nilai suhu Sungai Barito memenuhi baku mutu air sungai dengan kategori kelas II dengan kisaran suhu air normal dengan nilai deviasi 3 dibandingkan dengan kondisi lingkungan alam setempat. Pengukuran suhu di Sungai Barito berkisar antara 28,4-29,3°C dengan nilai rata-rata 28,7°C. Perbedaan suhu pada pengamatan masing-masing stasiun disebabkan pengambilan sampel suhu air pada saat air pasang yang terjadi pada siang hari dengan kondisi cuaca yang sangat hangat (Kusumawardani, 2023).

2.1.2.2 TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) adalah jumlah total residu padat yang dapat ditahan oleh suatu filter dengan ukuran partikel yang sama atau lebih besar dari ukuran partikel koloid, lumpur, oksida logam, sulfida, alga, bakteri, dan jamur yang termasuk dalam kategori TSS (Ratri, 2022). Kandungan TSS memiliki hubungan erat dengan tingkat kecerahan air karena zat-zat tersuspensi dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Keterkaitan

antara TSS dan kecerahan air menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik (Gazali *et al.*, 2013).

Tingginya kandungan TSS dalam air sungai dapat menyebabkan air menjadi keruh dapat menghalangi penembusan sinar matahari sampai ke dasar sungai (Yulianti, 2019). TSS digunakan sebagai metode untuk menentukan kuantitas dan distribusi padatan tersuspensi dalam air. Tinggi rendahnya kadar TSS dapat dipengaruhi oleh faktor cuaca, suhu, derajat keasaman (pH), arus, kecerahan dan salinitas, kecepatan angin, kecepatan partikel mengendap di dasar perairan, badai dan pasang surut air menjadi faktor fisik yang dapat mempengaruhi kadar TSS (Ma'arif, 2020).

Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) di Sungai Barito masih memenuhi standar baku mutu air kelas II sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Rentang konsentrasi TSS di Sungai Barito berkisar antara 6 hingga 34 mg/L, dengan nilai rata-rata sebesar 23,5 mg/L. Kawasan pertanian dan pemukiman di sekitar Sungai Barito merupakan lokasi dengan konsentrasi TSS tertinggi (Kusumawardani, 2023).

Penggunaan lahan pertanian cenderung meningkatkan konsentrasi TSS namun dampaknya bervariasi tergantung pada faktor-faktor alami seperti bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS) dan praktik penggunaan lahan (Merchán *et al.*, 2019). Tingkat konsentrasi TSS dapat dipengaruhi oleh jumlah lahan terbuka di sekitar badan air dan volume limpasan permukaan yang membawa material sedimen ke dalam sungai (Lusiana *et al.*, 2020).

2.1.2.3 Derajat Keasaman (pH)

pH air di sungai memiliki rentang antara 4 -9 dan pH memegang peran penting dalam air karena akan menentukan apakah air bersifat asam atau basa, kondisi tersebut dapat mempengaruhi kehidupan biologis di dalamnya (Djoharam *et al.*, 2018).

Perubahan pH air dapat memengaruhi sifat fisik air dan nilai pH harus berada dalam kisaran normal. Air dengan pH di bawah 7 bersifat asam sementara air dengan pH di atas 7 bersifat basa. Limbah dari berbagai kegiatan manusia, baik domestik maupun industri dapat mengubah pH air ketika limbahnya dibuang ke sungai mengakibatkan perubahan pH air sungai dapat mengganggu keseimbangan lingkungan air serta kehidupan organisme di dalamnya (Puspasari *et al.*, 2022).

Perubahan pH air memiliki dampak signifikan pada biota di perairan. Nilai pH yang tinggi dapat mempengaruhi dominasi fitoplankton sehingga berpengaruh pada tingkat produktivitas primer suatu perairan di mana keberadaan fitoplankton bergantung pada ketersediaan unsur hara dalam perairan (Megawati *et al.*, 2014).

Perubahan pH air memiliki dampak signifikan pada biota di perairan. Nilai pH yang tinggi dapat mempengaruhi dominasi fitoplankton sehingga berpengaruh pada tingkat produktivitas primer suatu perairan di mana keberadaan fitoplankton bergantung pada ketersediaan unsur hara dalam perairan (Megawati *et al.*, 2014).

Rendahnya pH air disebabkan masuknya limbah domestik ke dalam sungai yang meningkatkan sisa metabolisme selama proses dekomposisi, menjadikan air bersifat asam. Penurunan pH juga terkait dengan peningkatan CO₂ akibat respirasi, peningkatan aktivitas mikroba pengurai bahan organik menyebabkan penurunan O₂ dan peningkatan CO₂, sehingga

menjadikan air menjadi semakin asam atau pH menurun (Haryati *et al.*, 2019).

pH di Sungai Barito berkisar antara 5,42 hingga 6,08 dengan nilai pH rata-rata sebesar 5,88. Nilai pH Sungai Barito terlihat tidak menunjukkan perbedaan yang besar, namun berada dalam keadaan asam yaitu nilai pH kurang dari 7 (Kusumawardani, 2023). Perubahan nilai pH dalam sungai dapat disebabkan oleh jumlah limbah organik dan anorganik yang dilepaskan ke dalam sungai (Masykur *et al.*, 2018).

2.1.2.4 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen yang terlarut dalam air berasal dari tiga sumber utama, yaitu fotosintesis, difusi udara, dan turbulensi air. Organisme di lingkungan perairan membutuhkan oksigen terlarut untuk proses respirasi dan metabolisme organisme tersebut di dalam air. Kehadiran oksigen terlarut menjadi krusial bagi kelangsungan hidup organisme dalam ekosistem perairan.

Bakteri yang terdapat di dalam air memerlukan oksigen terlarut pada saat melakukan proses dekomposisi terhadap bahan organik yang masuk, seiring dengan peningkatan konsentrasi bahan organik dalam air, kebutuhan oksigen terlarut selama proses dekomposisi oleh bakteri menjadi lebih besar, akhirnya dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air (Gazali *et al.*, 2013).

Faktor-faktor lingkungan perairan seperti suhu, salinitas air, pergerakan air di permukaan, luas daerah permukaan perairan yang terbuka dan persentase oksigen dalam lingkungan dapat memengaruhi kadar oksigen terlarut dalam air (Mulyati, 2022).

Kandungan oksigen dalam air akan terbawa oleh aliran air. Aliran air bercampur sehingga mendorong proses difusi. Air yang mengalir, bahkan pada laju aliran yang rendah, membawa serta

oksigen yang terlarut baru masuk ke dalam air yang bersumber dari tempat lain. Hujan juga membawa oksigen ke dalam air dan menurunkan suhunya, sehingga dapat meningkatkan kemampuan air untuk menahan lebih banyak oksigen dan hujan meningkatkan jumlah air yang juga meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam air (Mulyati, 2022).

Kadar DO di Sungai Barito masih berada di bawah baku mutu kelas II berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021, dengan kadar DO berkisar antara 3,0 -3,7 mg/L dengan rata-rata nilai DO sebesar 3,33 mg/L. Kisaran DO yang rendah merupakan indikasi jelas bahwa pencemaran tersebut disebabkan oleh limbah domestik (Kusumawardani, 2023).

Rendahnya DO disebabkan oleh sangat rendahnya proses dari hasil fotosintesis yang berasal dari fitoplankton yang terdapat di dasar sungai, akibatnya kadar oksigen terlarut rendah di dalam perairan (Yulistia et al., 2018). Kegiatan manusia meliputi aktivitas pertanian dan pembuangan limbahnya akan berakibat menurunnya konsentrasi oksigen terlarut di dalam air (Blume et al., 2010).

2.1.2.5 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah salah satu parameter yang dapat mengindikasikan tingkat pencemaran dalam lingkungan perairan. BOD mencerminkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme khususnya bakteri untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Yulis, 2018). Kehadiran kadar BOD yang tinggi dalam badan air dapat mengakibatkan penurunan kadar DO menandakan bahwa air tersebut mengalami kekurangan oksigen dan menjadi petunjuk adanya pencemaran bahan organik (Supriyantini *et al.*, 2017).

Beberapa faktor dapat memengaruhi nilai BOD yaitu keberadaan bahan makanan yang berguna, campuran organisme, ketiadaan zat beracun, pH yang optimal dan suhu yang konsisten (Ainin, 2021). Semakin tinggi nilai BOD, semakin tercemar air sungai tersebut. Akumulasi BOD dari sumber pencemaran dapat menimbulkan beban pencemaran, mengurangi kemampuan regenerasi atau *self-purification* dan menurunkan daya tampung terhadap beban pencemaran (Hindriani *et al.*, 2013).

Nilai BOD dalam air memberikan informasi tentang jumlah beban pencemaran yang berasal dari limbah domestik atau industri, serta membantu dalam perancangan sistem pengolahan biologis untuk air tercemar. Biological Oxygen Demand (BOD) adalah parameter kimia yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas air.

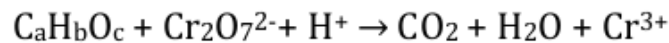
Tingginya nilai BOD menandakan kekurangan oksigen terlarut dalam perairan, keadaan tersebut dapat berdampak pada kematian organisme perairan seperti ikan akibat kekurangan oksigen terlarut yang disebut *anoxia* (Jumaati *et al.*, 2022). Kadar BOD di perairan Sungai Barito melebihi baku mutu kelas II sesuai peruntukannya. Kadar BOD yang tinggi menunjukkan sedikitnya oksigen terlarut di Sungai Barito (Kusumawardani, 2023).

2.1.2.6 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) merujuk pada jumlah bahan organik yang teroksidasi dan terlarut dalam air termasuk unsur-unsur *non-biodegradable* yang mungkin terdapat di alamnya. COD merupakan suatu ukuran yang setara dengan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dalam sampel air menggunakan oksidan kimia kuat seperti dikromat (Verma *et al.*, 2017).

COD memberikan gambaran mengenai total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia, termasuk yang dapat terbiodegradasi maupun yang sulit terurai menjadi CO₂ dan H₂O (Soukotta *et al.*, 2019).

Proses oksidasi limbah organik oleh kalium dikromat, yang berfungsi sebagai agen oksidasi, menghasilkan gas CO₂, gas H₂O, dan beberapa ion kromium. Reaksi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:



Apabila air mengandung bahan organik yang sulit terurai secara biologis seperti tanin, fenol, polisakarida, dan sejenisnya maka pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) lebih sesuai dibandingkan *Biological Oxygen Demand* (BOD), kenyataannya sebagian besar zat organik dapat dioksidasi oleh agen oksidasi kuat seperti kalium permanganat dalam lingkungan asam dengan perkiraan bahwa sekitar 95% hingga 100% bahan organik dapat mengalami oksidasi (Yuliasuti, 2011).

2.1.2.7 Nitrat (NO₃)

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen dalam air alami yang berasal dari amonium yang memasuki saluran air khususnya melalui limbah domestik. Konsentrasi nitrat dalam air cenderung berkurang secara bertahap seiring meningkatnya jarak dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) karena aktivitas mikroba organisme di dalam air seperti bakteri nitrosomonas.

Bakteri tersebut melakukan oksidasi pada amonium menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat. Proses oksidasi yang terjadi dapat menurunkan kadar oksigen terlarut terutama pada musim kemarau, ketika curah hujan rendah dan debit air sungai menurun (Mustofa, 2015).

Sumber utama nitrat berasal dari limbah buangan domestik dan aktivitas pertanian, termasuk limbah kotoran hewan dan manusia (Putri *et al.*, 2019).

Konsentrasi nitrat dalam perairan oligotrofik berkisar antara 0-1 mg/L, perairan mesotrofik berkisar antara 1-5 mg/L, dan perairan eutrofik berkisar antara 5-50 mg/L. Di perairan yang menerima limpasan air dari area pertanian dan mengandung pupuk dalam jumlah tinggi dengan konsentrasi nitrat dapat mencapai 1.000 mg/L (Tumpu *et al.*, 2021).

Konsentrasi nitrat yang tinggi dapat disebabkan oleh penggunaan pupuk di area pertanian dan dapat masuk ke sumber air bersamaan dengan aliran air hujan (Zainudin *et al.*, 2009), kandungan nitrat di Sungai Barito dianggap rendah, namun masih memenuhi standar kualitas air kelas II sehingga tetap layak untuk mendukung kehidupan biota air dan kegiatan wisata. (Kusumawardani, 2023).

2.1.2.8 Fosfat (PO₄)

Fosfat merupakan parameter kimia yang digunakan sebagai indikator kesuburan dan tingkat pencemaran air sungai. Secara umum sumber fosfat dalam air berasal dari kotoran manusia atau hewan, industri sabun, pulp, kertas, serta deterjen. Organisme yang hidup di perairan membutuhkan fosfat dalam jumlah tertentu, namun kandungan fosfat yang berlebihan dapat membahayakan kehidupan organisme tersebut.

Tingkat fosfat yang tinggi dapat memicu pertumbuhan alga yang berlebihan mengakibatkan penurunan penetrasi sinar matahari ke dalam air (Ngibad, 2019). Keberadaan fosfat dalam air memiliki dampak signifikan terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Kandungan fosfat yang rendah dapat membuat kesulitan pertumbuhan organisme, sementara

kandungan fosfat yang tinggi dapat memicu pertumbuhan tak terkendali, mengancam kelestarian ekosistem perairan (Sutamihardja *et al.*, 2018).

1 Fosfat tidak terdapat dalam bentuk bebas di dalam air, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik terlarut seperti ortofosfat dan polifosfat serta senyawa organik dalam bentuk butiran. Fosfat merupakan unsur penting bagi tanaman dan menjadi faktor pembatas yang memengaruhi produktivitas penggunaan air (Maghfiroh, 2016).

Kadar fosfat di Sungai Barito masih memenuhi baku mutu kelas II yang ditetapkan, tingginya kandungan fosfat di kawasan pemukiman menunjukkan bahwa limbah rumah tangga langsung dibuang ke sungai yang berpotensi menyebabkan dampak negatif pada kualitas air di sekitar tersebut (Kusumawardani, 2023).

2.1.2.9 Amoniak (NH₃)

Amoniak (NH₃) adalah salah satu parameter pencemaran air. Amoniak yang melebihi nilai ambang batas dalam air sungai dapat mempengaruhi ekosistem perairan dan organisme yang lainnya, amoniak bagi sebagian besar organisme sangat beracun (Azizah, 2015). Konsentrasi amoniak mencapai 1-3 mg/L, sehingga amoniak dalam air dapat menjadi racun bagi ikan dan organisme hidup lainnya (Hikmah *et al.*, 2021).

Amoniak dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk pH, saat pH turun akan terjadi penambahan molekul amoniak. Amoniak dalam air jika tidak terus menerus dioksidasi oleh bakteri, maka akan menyebabkan keracunan jangka panjang. Kadar amoniak yang tinggi menandakan limbah tersebut merupakan bahan organik (Hertika *et al.*, 2022).

Banyaknya konsentrasi *urea* dan proses amonifikasi yang tinggi diakibatkan oleh bakteri pengurai bahan organik, daerah

pemukiman yang mayoritas penduduknya masih melakukan aktivitas sehari-hari di air sungai turut berkontribusi.

Sebagian masyarakat menggunakan pupuk urea dalam kegiatan pertanian yang menghasilkan limbah tanah dengan kandungan urea yang cukup besar. Limbah domestik yang mengalir ke dalam badan air juga memengaruhi konsentrasi amoniak dalam air (Apriyanti *et al.*, 2013).

Kadar amoniak di Sungai Barito masih berada di bawah baku mutu kelas II yang telah ditetapkan, rendahnya konsentrasi amoniak tersebut dapat disebabkan adanya aktivitas limbah yang telah masuk ke dalam air namun belum terakumulasi, sehingga konsentrasi amoniak masih di tingkat yang relatif rendah (Kusumawardani, 2023).

2.1.3 Debit Aliran Sungai

Debit aliran merupakan satuan untuk mengevaluasi nilai hidrologi dari proses hasil yang terjadi di lapangan. Kemampuan untuk mengukur debit aliran sungai menjadi krusial dalam menentukan potensi sumber daya air di Daerah Aliran Sungai (DAS) (Neno *et al.*, 2016).

Debit aliran sungai menjadi salah satu parameter hidrologi yang sangat signifikan dalam pengelolaan sumber daya air karena data dan prediksi aliran sungai di masa depan diperlukan dengan asumsi bahwa karakteristik proses tersebut tidak mengalami perubahan (Mayasari, 2017). Besarnya debit suatu perairan sungai sebenarnya tergantung pada kecepatan aliran airnya dan luas penampang sungai tersebut (Yuniarti, 2019). Faktor-faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap debit sungai (Soebarkah, 1978 *di dalam* Muchtar, 2007), adalah:

1. Curah hujan, intensitas hujan dan durasi hujan memiliki dampak signifikan terhadap volume infiltrasi, aliran air tanah

dan aliran permukaan tanah. Durasi hujan memiliki peran penting dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mencapai sungai.

2. Topografi, bentuk dan kemiringan lereng mempengaruhi durasi aliran. Daerah dengan kemiringan lereng yang tinggi cenderung menghasilkan limpasan permukaan yang lebih besar daripada daerah dengan kemiringan lereng yang rendah.
3. Sifat geologi, struktur, dan karakteristik tanah mempengaruhi kapasitas infiltrasi.
4. Kondisi tanaman atau vegetasi memainkan peran dalam populasi tanaman, mengakibatkan hilangnya air melalui evapotranspirasi dan infiltrasi sehingga dapat mengurangi aliran air hujan dan debit air.

Rumus perhitungan debit aliran sungai sebagai berikut:

$$Q = A \times V \times 0,85$$

Keterangan:

Q = Debit (m³/s)

A = Luas Penampang basah (m²)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

0,85 = Faktor gesekan

3

BAB 3 PENCEMARAN AIR SUNGAI

3.1 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air adalah gangguan pada penggunaan sumber air yang timbul akibat bertambahnya unsur atau organisme ke dalam perairan. Dampak dari pencemaran air termasuk penurunan aktivitas ekonomi dan sosial karena meningkatnya jumlah bahan organik yang melewati batas standar baku mutu yang telah ditetapkan untuk perairan.

Situasi air tercemar berpotensi merusak aspek kimia dari kualitas air dan dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut dalam air mencapai tingkat kritis. Kandungan bahan kimia dalam air yang terkontaminasi dapat mempengaruhi fungsi dan peran ekosistem perairan. Adanya berbagai zat pencemar dalam perairan dapat memicu tingkat pencemaran yang tinggi terutama karena adanya limbah domestik dari masyarakat dan limbah non-domestik (Daroini, 2020).

Pencemaran air dapat dijelaskan sebagai penurunan kualitas air yang disebabkan oleh masuknya makhluk hidup, zat, atau unsur pengganggu. Salah satu sumber utama bahan pencemar dalam air adalah air limbah domestik yang berasal dari aktivitas pemukiman, perkantoran, bisnis, restoran, dan berbagai kegiatan di sekitar aliran sungai. Limbah domestik menjadi

penyumbang utama dalam pencemaran air di daerah yang padat penduduk (Fachrul et al., 2011).

3.2 Beban Pencemaran

Beban pencemaran merujuk pada jumlah unsur pencemar yang terdapat dalam air sungai atau air limbah. Pencemaran air menjadi permasalahan lingkungan baik di skala lokal maupun lingkup yang lebih luas dan dapat dipengaruhi oleh pencemaran udara serta penggunaan lahan atau daratan, meskipun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui namun mudah tercemar oleh berbagai aktivitas manusia (Hamakonda *et al.*, 2019). Beban pencemaran diartikan sebagai jumlah pencemaran yang masuk ke dalam air sungai pada kondisi yang ada dan membawa unsur pencemar dari air limbah (Dewata, 2018).

Sumber limbah domestik umumnya berasal dari permukiman penduduk, sedangkan sumber limbah non-domestik dapat berasal dari kegiatan seperti pertanian, peternakan atau aktivitas yang tidak terkait dengan permukiman. Pencemaran yang masuk ke dalam air dapat berasal dari limbah yang dapat dikategorikan (Sahabuddin *et al.*, 2014) sebagai berikut:

1. **Point Source**, merupakan sumber pencemaran yang dapat diidentifikasi secara spesifik seperti lokasi air limbah industri atau domestik serta saluran drainase. Pencemaran air dari sumber tersebut dapat diidentifikasi secara akurat dengan berbagai metode termasuk pengukuran langsung, perhitungan neraca massa, dan estimasi lainnya. Sumber tersebut umumnya berasal dari kegiatan industri dan pengolahan limbah domestik. Data mengenai pencemaran air dari sumber tersebut biasanya didapatkan dari pengukuran langsung tingkat aktivitas, pengukuran langsung limbah

efluen, dan perpindahannya, atau dengan menggunakan metode perkiraan dan perhitungan pencemaran air (Maghfiroh, 2016).

2. **Non-Point Source**, sumber *non point source* tidak dapat diidentifikasi secara pasti dan pencemarannya masuk ke dalam air melalui limpasan dari daerah pertanian, pemukiman, perkotaan, dan transportasi. Jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung melainkan menggunakan data operasional statistik yang menggambarkan jumlah sampah yang dihasilkan. Sumber pencemaran tersebut sering melibatkan kombinasi beberapa aktivitas kecil atau individu yang menghasilkan air limbah yang tidak dapat diklasifikasikan sebagai sumber tertentu dalam daftar sumber pencemaran air yang berbahaya (Maghfiroh, 2016). Penyebaran luas sumber pencemaran air *non-point sources* diestimasi dengan menentukan faktor emisi yang spesifik untuk setiap jenis kegiatan dengan mempertimbangkan bahwa batas pengukuran langsung untuk setiap sumber pencemaran air belum diidentifikasi dalam wilayah inventarisasi (Kartiko, 2019).

3.2.1 Beban Pencemaran Industri

Jumlah emisi pencemar dari sumber tertentu seperti *point sources* ditentukan berdasarkan data utama yang telah dikumpulkan secara langsung di lapangan atau data sekunder yang berasal dari pemantauan yang dilakukan oleh pihak pelaku usaha, kegiatan atau instansi yang memiliki kewenangan sebagai inspektor.

Beban pencemaran yang dihasilkan oleh industri atau sumber tertentu lainnya dari *point sources* dihitung berdasarkan estimasi emisi dalam satu tahun atau periode pelaporan menggunakan rumus tertentu (Kurniawan, 2014) yaitu:

$$I, i = \frac{C_i \times V \times OpHrs}{1.000.000}$$

Di mana:

I, i	=	Besar beban/emisi pencemar i (kg/tahun)
C _i	=	Konsentrasi jenis pencemar i dalam buangan air limbah (mg/l) (data pemantauan di lapangan)
V	=	Laju alir buangan air limbah (L/jam)
OpHrs	=	Jumlah jam operasional per tahun (jam/tahun)
1.000.000	=	faktor konversi (mg/kg)

3.2.2 Beban Pencemaran Domestik

Beban pencemaran domestik dapat dilakukan perhitungan dengan Metode atau cara tidak langsung dengan menggunakan faktor emisi, jika tidak dilakukan pengolahan limbah di IPAL, maka *septic tank* dapat digunakan atau bisa langsung dibuang ke sumber air (Kurniawan, 2014).

$$PBP = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \text{Rasio Ekuivalen} \times \text{Alpha}$$

Di mana:

PBP = Potensi Beban Pencemar

Ketentuan faktor emisi, rasio ekuivalen dan koefisien transfer dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Faktor Emisi dan Rasio Ekivalen Potensi Beban Pencemar Domestik

Faktor Emisi (<i>generation load</i>) penduduk	Rasio ekivalen kota (<i>discharge load</i>)
BOD = 40 gr/orang/hari	Kota = 1
TSS = 38 gr/orang/hari	Pinggiran Kota = 0,8125
	Pedalaman = 0,625

Sumber: (Kurniawan, 2014)

Tabel 2. Koefisien Transfer Beban Potensi Beban Pencemar Domestik

No	Nilai Alpha (α)	Keterangan
1	$\alpha = 1$	Daerah dengan lokasinya berjarak antara 0–100 m dari perairan sungai
2	$\alpha = 0,85$	Lokasi dengan jarak diantara 100–500 m dari perairan sungai
3	$\alpha = 0,3$	Lokasi dengan jarak lebih besar dari 500 m dari perairan sungai

Sumber: (Kurniawan, 2014)

Total beban pencemar yang diterima masuk ke dalam badan Sungai Barito di Kawasan Pulau Curiak dilihat dari parameter fisika dan kimia air seperti BOD dan TSS yaitu parameter BOD sebesar 706,42 kg/hari dan total beban pencemar parameter TSS sebesar 671,10 kg/hr. Beban pencemaran dari sektor atau bagian domestik bersumber dari aktivitas masyarakat di sekitar sungai, seperti limbah BAB atau kotoran manusia dan limbah dari cairan bekas mandi, cucian dan kakus (Kusumawardani, 2023).

3.2.3 Beban Pencemaran Penggunaan Lahan

Aktivitas pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida, dan fungisida, serta pemakaian pupuk yang berlebihan, dapat mengakibatkan pencemaran. Pencemaran juga dapat timbul dari pembuangan limbah organik yang dihasilkan selama proses pemanenan hasil pertanian, yang dapat meningkatkan kebutuhan oksigen dan mikroorganisme (Yuliastuti, 2011).

Beban pencemar dari sumber *non-point source*, seperti hutan dan lahan terbangun di wilayah perkotaan, merupakan faktor emisi menurut penelitian *Integrated Citarum Water Resources Management Investment Project (ICWRMIP, 2015)*. Secara rata-rata beban pencemaran dari sektor pertanian yang masuk ke dalam badan air (*delivery load*) di Indonesia adalah sekitar 10% untuk sawah dan 1% untuk tanaman palawija dan perkebunan lainnya. Informasi lebih lanjut mengenai faktor emisi dan rumus potensi beban dari penggunaan lahan dapat ditemukan di Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Faktor Emisi Potensi Beban Penggunaan Lahan

Parameter (kg/ha/musim tanam)	Hutan (kg/ha/hr)	Lahan terbangun (kg/ha/hr)
BOD	9,32	15,34
TN	21,92	18,90
TP	1,37	0,55

Sumber: ICWRMIP, 2015

Tabel 4. Rumus Potensi Beban Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Rumus
PBTN (sawah) per musim tanam.	Luas lahan × faktor emisi × 10%.

Penggunaan Lahan	Rumus
PBTN (palawija dan perkebunan lain) per musim tanam.	Luas lahan × faktor emisi × 1%.
PBTN (kg/hari).	PBTN per musim tanam/jumlah hari musim tanam.
PNPS dari hutan dan lahan terbangun.	Luas lahan × faktor emisi × 1%.

Sumber: (Kurniawan, 2014)

Beban pencemar yang mencapai Sungai Barito tidak hanya bersumber dari sektor domestik, melainkan juga terlihat dari menggunakan lahan di sekitar Pulau Curiak seperti daerah pertanian yang akumulasinya terjadi di perairan sungai (Kusumawardani, 2023).

Seluruh potensi beban pencemaran dari penggunaan lahan dihitung dengan parameter BOD, nitrat, dan fosfat. Total beban pencemar yang mencapai Sungai Barito di Kawasan Pulau Curiak, dengan parameter BOD sebesar 1,56 kg/hari, total pencemar dengan parameter nitrat sebesar 1,92 kg/hari, dan fosfat sebesar 0,06 kg/hari. Pemakaian pupuk pada tanaman jika sampai mencapai sungai melalui aliran air atau erosi akan meningkatkan konsentrasi nitrat dan fosfat (Kusumawardani, 2023).

3.3 Faktor Penyebab Pencemaran Air Sungai

Pencemaran di badan air dapat terjadi di perairan tawar seperti sungai, sumur, danau dan perairan laut. Pencemaran air umumnya berasal dari:

9 1. Limbah/Buangan Industri

Kegiatan industri, selain menghasilkan produk utama, juga menciptakan produk sampingan yang tidak terpakai, seperti limbah/buangan. Jenis limbah yang dihasilkan oleh industri dapat mencakup limbah organik yang memiliki bau yang tidak sedap, seperti limbah dari pabrik tekstil atau limbah dari pabrik kertas.

Limbah industri juga dapat berbentuk limbah anorganik yang bersifat cair, panas, berbuih, berwarna, dan mengandung asam sulfat dengan aroma yang tajam. Limbah industri terutama yang mengandung logam berat seringkali dibuang dan mengalir ke sungai sehingga menyebabkan pencemaran (Kartika, 2020).



Sumber: <https://bangazul.com/kondisi-pencemaran-air-di-indonesia/>

9

2. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga merujuk kepada limbah yang berasal dari hasil sampingan aktivitas perubahan, seperti limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, pasar, kantor, hotel, restoran, serta sisa-sisa material bangunan dan bahan logam yang digunakan oleh mesin dan kendaraan.

Limbah rumah tangga dapat berupa materi organik, anorganik, atau zat yang berpotensi berbahaya dan beracun. Sampah yang berada dalam air mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme, akibat dari proses tersebut kandungan oksigen dalam air dapat menurun sehingga berpotensi merugikan kehidupan biota di dalamnya (Kartika, 2020).



Sumber: <https://thegorbalsla.com/wp-content/uploads/2018/08/Limbah-Rumah-Tangga.jpg>

3. Limbah Pertanian

Limbah bahan berbahaya dan beracun, di antaranya berasal dari aktivitas pertanian. Aktivitas pertanian seringkali melibatkan penggunaan bahan pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman, seperti insektisida. Kegiatan pertanian juga memanfaatkan pupuk, contohnya urea. Penggunaan pupuk yang berlebihan dapat

menyebabkan ekosistem di perairan, seperti kolam, sungai, waduk, dan danau, menjadi kaya nutrisi. Pupuk yang tidak diserap oleh tanaman akan terbuang ke dalam air, mengakibatkan munculnya alga atau pertumbuhan subur di permukaan air (Kartika, 2020).



Sumber: <https://smp.prasacademy.com/2018/01/penyebab-pencemaran-air.html>

3.4 Indeks Pencemaran (IP)

Indeks pencemaran merupakan salah satu metode penilaian sederhana dan mudah untuk diterapkan serta dapat mengevaluasi kualitas air sungai. Nilai indeks pencemaran terkait dengan standar baku mutu air yang harus dipenuhi oleh sungai (Marganingrum *et al.*, 2013).

Standar baku mutu air, sebagaimana disebutkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, ditetapkan berdasarkan evaluasi kelas air dan kriteria mutu air. Kriteria mutu air terbagi menjadi empat kelas, yaitu:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2. 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.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Metode Indeks Pencemaran (IP) dibangun berdasarkan dua indeks kualitas, yaitu indeks rata-rata (IR) yang mencerminkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan, dan indeks maksimum (IM) yang menunjukkan satu jenis parameter dominan yang menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Marganingrum *et al.*, 2013).

Penentuan Indeks Pencemaran (IP) mengikuti KepMen LH Nomor 115 Tahun 2003. Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) dilakukan dengan menggunakan rumus berikut: $IP = C_i/L_{ij}$, di mana Harga Pij dapat ditentukan sesuai dengan ketentuan yang ada dalam Kepmen LH No 115 Tahun 2003, yaitu:

1. Pilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik.
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang.

3. Hitung harga C_i/L_{ij} untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan.

4a. Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, missal DO. Tentukan nilai teriotik atau nilai maksimum C_{im} (misal untuk DO, maka C_{im} merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran digantikan oleh nilai C_i/L_{ij} hasil perhitungan, yaitu:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}}$$

4b. Jika nilai baku L_{ij} memiliki rentang

a. Untuk $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{\{(L_{ij})_{\text{minimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}\}}$$

b. Untuk $C_i > L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{\{(L_{ij})_{\text{maksimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}\}}$$

4c. Keraguan timbul jika dua nilai (C_i/L_{ij}) berdekatan dengan nilai acuan 1,0, misal $C_1/L_{1j} = 0,9$ dan $C_2/L_{2j} = 1,1$ atau perbedaan yang sangat besar, misal:

$C_3/L_{3j} = 10,0$. Dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah:

a. Penggunaan nilai $(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$ kalau nilai ini $< 1,0$

b. Penggunaan nilai $(C_i/L_{ij})_{\text{baru}}$ jika nilai $(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}} > 1,0$

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \log(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$$

P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan

atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai konstanta yaitu (5).

4. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan C_i/L_{ij} ($(C_i/L_{ij})_R$ dan $(C_i/L_{ij})_M$)
5. Tentukan harga IP_j ,

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

Di mana:

- IP_j : Indeks Pencemaran bagi peruntukan j
 C_i : Konsentrasi hasil uji parameter
 L_{ij} : Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j
 $(C_i/L_{ij})_M$: Nilai C_i/L_{ij} maksimum
 $(C_i/L_{ij})_R$: Nilai C_i/L_{ij} rata-rata

Evaluasi terhadap nilai IP dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Evaluasi Terhadap Nilai IP

No	Nilai IP	Kategori
1	$0 \leq IP_j \leq 1,0$	Baku Mutu (Kondisi Baik)
2	$1,0 < IP_j \leq 5,0$	Cemar Ringan
3	$5,0 < IP_j \leq 10$	Cemar Sedang
4	$IP_j > 10$	Cemar Berat

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

3.5 Indeks Kualitas Air (IKA)

Indeks Kualitas Air (*Water Quality Index/WQI*) merupakan metode matematis yang digunakan untuk mengkonversi beberapa parameter data kualitas air menjadi satu nilai kuantitatif yang merangkum berbagai parameter kualitas air yang berbeda (Radiarta, 2015). Pendekatan yang umum digunakan untuk menilai kualitas air sungai adalah melalui penggunaan indeks kualitas air, suatu metode yang terbukti efektif dan bermanfaat.

Metode indeks kualitas air memberikan gambaran menyeluruh tentang kualitas air yang dapat digunakan oleh para pembuat kebijakan yang terlibat dalam pemantauan dan pengelolaan sumber daya air (Asadi *et al.*, 2007). Perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA) menjadi sangat penting karena mampu merangkum berbagai nilai dari parameter kualitas air yang beragam menjadi satu nilai tunggal, sehingga memudahkan untuk menggambarkan dan memahami kualitas air secara komprehensif oleh masyarakat (Romdania *et al.*, 2018).

Indeks kualitas air dikonsepsi sedemikian rupa sehingga nilai indeks yang semakin tinggi mencerminkan kualitas air yang semakin baik. Nilai indeks kualitas air dihasilkan dari evaluasi beberapa parameter yang menjadi penyusunnya pada waktu dan lokasi tertentu (Yogendra, 2008). Proses penyusunan Indeks Kualitas Air (IKA) pada tahun 2016 mengikuti pola umum penyusunan indeks tersebut yang melibatkan pemilihan parameter secara spesifik, transformasi parameter ke satuan umum, penilaian bobot setiap parameter, dan agregasi subindeks untuk mendapatkan skor indeks akhir (Abbasi, 2012).

Setelah melakukan perhitungan status mutu hasil akhirnya baik, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat untuk setiap set data, nilai Indeks Pencemar (IP) dikonversi menjadi Indeks Kualitas Air (IKA). Caranya adalah dengan

mengalikan bobot nilai indeks dengan persentase status mutu berdasarkan perhitungan.

Persentase pemenuhan baku mutu air dihitung dengan menjumlahkan titik sampel yang memenuhi baku mutu dan membaginya dengan jumlah sampel, kemudian dijadikan dalam bentuk persentase. Indeks Kualitas Air (IKA) sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{IKA Tercemar} = \frac{\text{Parameter Tercemar}}{\text{Total parameter}} \times \text{bobot nilai indeks}$$

$$\text{IKA Tidak Tercemar} = \frac{\text{Parameter Tidak Tercemar}}{\text{Total parameter}} \times \text{bobot nilai indeks}$$

$$\text{IKA Total} = \text{IKA Tercemar} + \text{IKA Tidak}$$

Bobot indeks kualitas air dan evaluasi terhadap nilai Indeks Kualitas Air (IKA) dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Kategori Bobot Indeks Kualitas Air

No	Kategori	Bobot Nilai Indeks
1	Memenuhi Baku Mutu	70
2	Tercemar Ringan	50
3	Tercemar Sedang	30
4	Tercemar Berat	10

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021

Tabel 7. Evaluasi terhadap Nilai IKA

No	Nilai IKA	Kategori
1	$90 \leq x \leq 100$	Sangat Baik
2	$70 \leq x < 90$	Baik
3	$50 \leq x < 70$	Sedang
4	$25 \leq x < 50$	Kurang
5	$0 \leq x < 25$	Sangat Kurang

*Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021*

4

BAB 4 METODE QUAL2KW

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 menyarankan penggunaan metode pemodelan numerik, dengan model Qual2Kw sebagai salah satu metode yang direkomendasikan. Proses metode numerik melibatkan penyelesaian persamaan matematika menggunakan bahasa pemrograman komputer (Sofyan, 2020).

Persamaan matematika sering dikembangkan dalam aplikasi untuk membantu pengguna dalam memecahkan masalah analitis.

Metode numerik yang terkomputerisasi, seperti Qual2Kw, dianggap mampu mensimulasikan 15 jenis parameter, termasuk suhu, pH, DO (*Dissolved Oxygen*), nitrogen organik, nitrogen amoniak, nitrit dan nitrat nitrogen, nitrogen total, fosfor organik, fosfor anorganik, total fosfor, fitoplankton, *bottom algae*, permintaan biokimia karbon, dan permintaan sedimen oksigen (Pelletier, 2008).

Keunggulan utama metode Qual2Kw adalah kemampuannya untuk mensimulasikan kondisi kualitas air sungai sesuai dengan situasi lapangan dengan biaya yang minimal. Metode Qual2Kw dipilih sebagai alat untuk mengevaluasi kondisi kualitas air Sungai Barito. Metode Qual2Kw dapat memprediksi kualitas air sungai dalam situasi di mana

limbah dari berbagai aktivitas melebihi standar baku mutu, terutama untuk kelas II yang ditetapkan untuk keperluan sarana/prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, penyiraman pertanaman, dan/atau keperluan lainnya.

4.1 Software Qual2Kw

Software Qual2Kw adalah suatu model yang menggunakan program *Microsoft Excel* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic Application (VBA)*. *Qual2Kw* merupakan suatu model untuk mengukur kualitas air dengan memanfaatkan metode aliran konstan yang mengacu pada aliran di sungai di mana sifat partikel tidak mengalami perubahan seiring berjalannya waktu atau dapat dianggap sebagai konstan.

Software Qual2Kw juga dianggap sebagai model aliran satu dimensi, di mana pergerakan partikel dalam aliran diwakili oleh garis lurus (Pelletier, 2008). Keunggulan dari *Software Qual2Kw* adalah kemampuannya untuk mensimulasikan dan memprediksi perubahan kualitas air sungai ketika terjadi peningkatan atau penurunan aliran limbah (Saily, 2020). *Software Qual2Kw* memiliki fungsi utama sebagai alat simulasi yang dapat menggambarkan kondisi kualitas air sungai secara grafis, baik untuk sungai kecil maupun sungai besar (Lestari *et al.*, 2013).

Program *Qual2Kw* bagi pengguna dapat memperkirakan nilai beban pencemaran pada setiap sungai yang dijadikan model. Proses pemodelan dengan menggunakan *software Qual2Kw* melibatkan pembagian sungai menjadi berbagai ruas (*reach*) dengan memperhatikan jarak dan batas sungai. Program *Qual2Kw* juga memberikan dukungan dalam mempresentasikan dampak sungai berdasarkan dua sumber pencemaran, yaitu sumber titik (*point source*) dan sumber non-titik (*non-point source*) (Irsanda *et al.*, 2014).

Data hidrologi dan fisiologis sungai yang dibutuhkan untuk sistem Qual2Kw, adapun kelebihan dan kekurangan *software* Qual2Kw dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kelebihan dan Kekurangan *Software* Qual2Kw

Kelebihan	Kekurangan
<p>Qual2Kw memiliki kemampuan untuk mensimulasikan sejumlah parameter kimia dan biologi yang melibatkan pH, padatan tersuspensi anorganik, bakteri patogen, alga, suhu, CBOD cepat bereaksi, CBOD lambat bereaksi, tingkat oksigen terlarut (DO), fitoplankton, fosfor organik dan anorganik, nitrogen organik, NH₄-Nitrogen, NH₃-Nitrogen, serta konduktivitas (Ulfa, 2021).</p>	<p>Penerapan Qual2Kw cenderung mengalami kesulitan dalam pemodelan Daerah Aliran Sungai (DAS) dataran tinggi dan lebih sesuai untuk segmen perkotaan, disebabkan oleh kebutuhan akan data spasial yang beragam, seperti peta penggunaan lahan, tutupan lahan dan peta properti tanah dari DAS dataran tinggi. Kondisi tersebut membuat kesulitan untuk memperoleh data yang komprehensif dan menghasilkan hasil yang akurat dalam konteks DAS dataran tinggi (Hoang, 2019).</p>
<p>Parameter yang digunakan dalam Qual2Kw termasuk dalam kategori sederhana, meliputi data hidrologi, data kualitas air, data fisiologis sungai dan data klimatologis (Rezagama <i>et al.</i>, 2019)</p>	<p>Model Qual2Kw terbatas kemampuannya untuk menghitung kualitas air berdasarkan parameter logam, hanya lebih difokuskan pada parameter organik dan anorganik.</p>
<p>Qual2Kw dapat menganalisis akumulasi polutan akibat kegiatan pertanian.</p>	<p>Model Qual2Kw terbatas kemampuannya menghitung parameter logam pada</p>

Kelebihan	Kekurangan
	kualitas air, hanya mampu menghitung parameter bahan organik dan anorganik.

Software Qual2Kw memiliki kemampuan untuk melakukan kalibrasi parameter secara otomatis yang diperlukan dalam perhitungan, serta memungkinkan tingkat *auto*-kalibrasi. Tujuan utama dari Qual2Kw adalah untuk mendapatkan profil karakteristik pencemaran sungai, baik pada kondisi saat sekarang maupun masa depan, bisa dicapai dengan menyederhanakan kondisi sungai di lapangan melalui representasi model yang terintegrasi dalam *software* tersebut. (Pangestu *et al.*, 2017).

Beberapa data yang diperlukan untuk pengoperasian *software* Qual2Kw sebagai berikut:

1. Data Kualitas Air : Parameter fisika dan kimia seperti suhu, pH, DO, BOD, COD, nitrat, fosfat, dan amoniak.
2. Data fisiologis : Kedalaman, kecepatan arus, debit sungai, koefisien *mannig* (kekasaran sungai), dan *slope* (kemiringan sungai), koordinat *reach*, dan lebar sungai.
3. Data Klimatologis : *Cloud cover* (CC), radiasi matahari, suhu udara, titik embun (*Dew Point*), kelembaban, dan kecepatan angin.

Software Qual2Kw ada kaitannya dengan *software* Qual2K yang ditemukan oleh Dr. Steven Chapra. *Software* Qual2Kw mencakup sejumlah pilihan dan proses yang tidak termasuk

dalam *software* Qual2K (Hendriarianti, 2015). Qual2Kw memiliki pembaruan sebagai berikut:

1. Fluks Panas Sedimen (*Sediment Heat Flux*). Simulasi aliran panas di dalam air dan sedimen menggunakan rumusan hukum Fick untuk memperhitungkan konduksi panas antara air dan sedimen, serta perlambatan aliran *hyporheic* dan pertukaran panas.
2. Respirasi *Hyporheic* (*Hyporheic Respiration*). Pertukaran air antara kolom air permukaan dan zona *hyporheic*, bersama simulasi kualitas air di pori-pori sedimen mencakup kemampuan untuk mensimulasikan pertumbuhan dan respirasi biofilm bakteri heterotrofik pada zona *hyporheic*.
3. Kalibrasi Otomatis (*Automatic Calibration*). Algoritma umum telah dimasukkan untuk menentukan nilai optimum parameter kinetika atau *rate* kinetika guna mengoptimalkan kesesuaian observasi.
4. Simulasi Monte Carlo (*Monte Carlo Simulation*). Siap untuk melakukan simulasi *Monte Carlo* dengan penambahan YASAlw *add-in*, juga dapat diakses dari Departemen Ekologi atau *Crystall Ball* termasuk juga contoh penggunaan YASAlw.

4.1.1 Bagian-bagian Qual2Kw

Komponen Qual2Kw (Hendriarianti, 2015) antara lain: tombol pada *software* Qual2Kw, *worksheet* Qual2Kw dan grafik Qual2Kw, keterangan tahapan tiap bagian sebagai berikut:

1. Tombol *worksheet*

Tombol pada *worksheet* Qual2Kw mempunyai 3 tombol, yaitu:

- a. *Open file*. Ketika diklik, maka *file browser* akan otomatis terbuka untuk mengakses *file* data Qual2Kw.

- b. *Run* VBA, untuk versi VBA dan membuat *file* data yang berisi nilai *input*, yang kemudian dapat diakses menggunakan tombol *Open File*.
- c. *Run* Fortan, untuk versi Fortan dan membuat *file* data yang berisi nilai *input*, *file* data diakses kemudian menggunakan tombol *Open File*. Versi Fortan dan VBA memberikan hasil yang sama, namun *running* Fortan lebih cepat karena menggunakan program yang telah dikompilasi.

2. *Worksheet* Qual2Kw

Data primer pengukuran kualitas air dengan parameter fisika kimia seperti suhu, pH, DO, BOD, COD, nitrat, fosfat, amoniak dan data sekunder klimatologis Sungai Barito dikumpulkan, kemudian digunakan untuk mengimpor data ke dalam *software* Qual2Kw, beberapa *worksheet* yang perlu diselesaikan (Aliffia, 2018), yaitu:

- a. Qual2Kw digunakan untuk menyertakan informasi umum dan deskripsi terkait aplikasi model.
- b. *Headwater* berperan dalam menginput data debit dan konsentrasi di wilayah hulu sungai.
- c. *Point source* berperan dalam menginput data kualitas air dari sumber titik (*point source*) dan debit dari abstraksi dan aliran masuk (*abstraction* dan *inflow*).
- d. *Diffuse source* berfungsi dalam menginput data kualitas air dari sumber difusi (*diffuse source*) dan debit dari abstraksi dan aliran masuk (*abstraction* dan *inflow*).
- e. *Reach* berfungsi untuk menginput data pembagian segmen, panjang segmen, koordinat segmen, ketinggian, kemiringan (*slope*), koefisien *manning* dan lebar sungai.

Rincian nilai-nilai koefisien kekasaran *manning* (n) untuk saluran dan variasi bahan pembentuk saluran

(Chow, 1959), nilai koefisien *manning* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Koefisien Manning

Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Nilai Koefisien Kekasaran n		
	Min	Normal	Maks
Tanah, lurus, dan seragam			
- Bersih baru	0,016	0,018	0,020
- Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
- Berkerikil	0,022	0,025	0,030
Saluran alam			
- Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
- Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
- Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
- Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
- Saluran di belukar	0,035	0,050	0,07

Sumber: (Chow, 1959)

- f. *Reach rates* berperan dalam melakukan kalibrasi model antara lain alternatif koefisien parameter kualitas air dan metode perhitungan yang ingin dipilih.
- g. *Temperature data* berperan dalam menginput data seperti temperatur air di setiap segmen sungai.
- h. *Wind Speed* berfungsi untuk menginput data kecepatan angin dalam (m/s) pada tiap *reach* perairan sungai (Maghfiroh, 2016).
- i. *Cloud Clover* berperan dalam menginput data tutupan awan pada tiap *reach* (Maghfiroh, 2016).

- j. *Solar Radiation* berperan dalam *menginput* data radiasi matahari pada tiap *reach* (Maghfiroh, 2016).
- k. *Air Temperature* berfungsi untuk memasukkan data temperature udara dalam °C pada tiap *reach* sungai (Maghfiroh, 2016).
- l. *Hydraulic data* berperan dalam *menginput* data hidrologi sungai seperti debit, kecepatan aliran dan kedalaman.
- m. WQ data berperan dalam *menginput* angka kualitas air pada setiap segmen perairan sungai.

Keterangan warna pada *worksheet*:

- a. Biru Pucat = Variabel dan parameter yang dimasukkan oleh pengguna
- b. Ungu Muda = Grafik setelah dilakukan *running* model Qual2Kw
- c. Kuning Pucat = Informasi yang di *input* oleh pengguna dan dikeluarkan sebagai grafis oleh Q2K (*optional*)
- d. Hijau Pucat = Nilai *output* yang dihasilkan oleh *running* model Qual2Kw
- e. Warna Gelap = Data untuk label dan tidak boleh dirubah

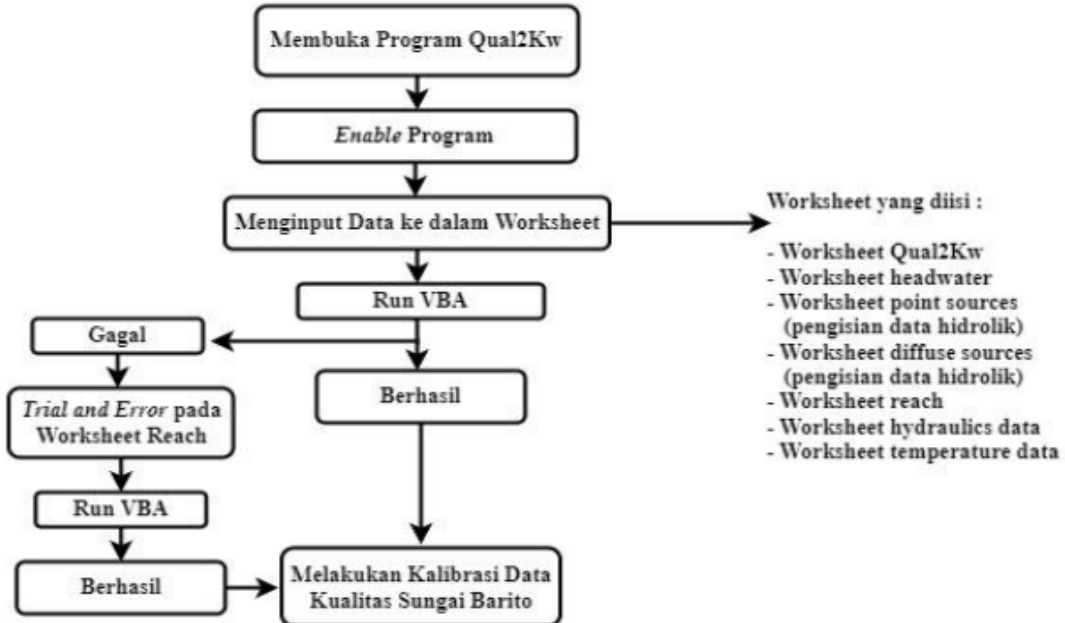
1 3. Grafik pada Qual2Kw

Grafik pada *software* Qual2Kw ada 2 jenis (Maghfiroh, 2016), yaitu:

- a. *Spatial Chart* adalah kategori grafik *software* Qual2Kw yang menampilkan serangkaian grafik yang mem-plot *output* (*plotting output*) dan data model dengan jarak sungai dalam satuan kilometer (km).
- b. *Diel Chart* yaitu merujuk jenis grafik dalam Qual2Kw yang menampilkan serangkaian grafik *plotting output* dan data model dengan skala waktu (jam), khusus untuk

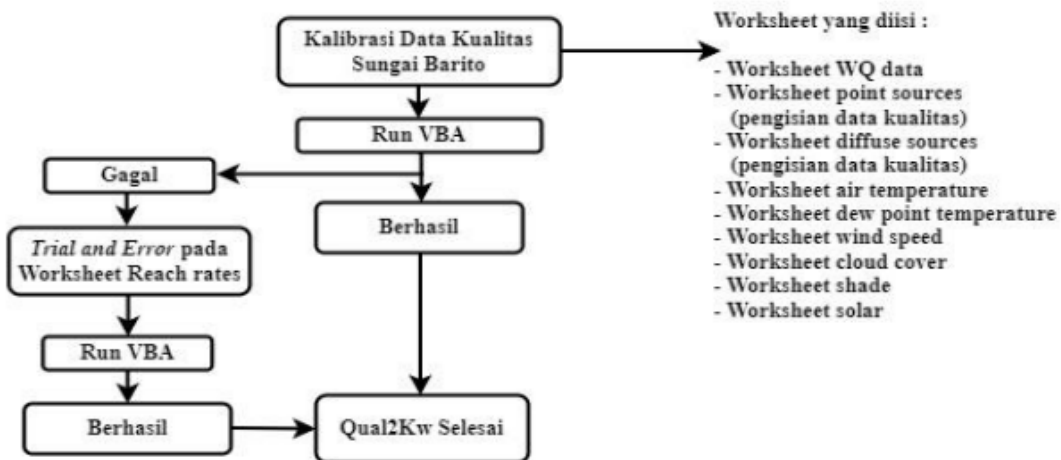
temperatur dan variabel-variabel keadaan (*state variables*) pada model.

Langkah-langkah penggunaan software ¹ Qual2Kw dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Langkah Penggunaan Qual2Kw dalam Kalibrasi Data Hidrologi

Sumber: (Maghfiroh, 2016)



Gambar 2. Langkah Penggunaan Qual2Kw dalam Kalibrasi Data Kualitas

Sumber: (Maghfiroh, 2016)

4.1.2 Kalibrasi Model

Proses kalibrasi model merupakan tahap di mana data simulasi dibuat serupa dengan data lapangan melalui serangkaian percobaan (*trial and error*) untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi awal (Kordi *et al.*, 2009).

Kalibrasi data hidrolis menggunakan proses *trial and error* melalui penyesuaian formula *mannings* pada lembar kerja reach (*worksheet reach*), sedangkan kalibrasi data kualitas air dilakukan pada lembar kerja *point source* dan *non-point source* (Fajaruddin *et al.*, 2018).

4.1.3 Validasi Model

Validasi model merupakan tahap yang diperlukan untuk mengonfirmasi keakuratan model yang telah dibuat dengan membandingkannya dengan data kualitas air yang telah diberikan sebelumnya, sehingga dapat diandalkan untuk menjalankan berbagai skenario. Proses validasi model melibatkan perhitungan nilai *error* menggunakan tiga metode berbeda agar diperoleh hasil yang akurat, metode-metode tersebut melibatkan yaitu:

1. *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE)

RMSPE adalah suatu metode bertujuan untuk menilai sejauh mana konsistensi model terhadap hasil pengamatan dan untuk mengukur persentase nilai *error* yang terjadi. Rumus yang dipakai untuk menghitung presentase nilai *error* adalah:

$$\text{RMSPE} = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{n=1}^n \left(\frac{St - At^2}{At} \right)^2 \right]} \times 100\%$$

Di mana:

S_t : Nilai simulasi pada waktu t

A_t : Nilai aktual pada waktu t

n : Jumlah pengamatan ($t = 1, 2, \dots, n$)

Kesesuaian model dengan data *eksisting* dapat dianggap berhasil jika nilai *fitness* $> 0,5$ (Maghfiroh, 2016). Semakin mendekati angka 1 maka hasil *tren* garis model kalibrasi semakin mendekati kondisi lapangan (Saily, 2020).

2. *Relative Precentage Difference* (RPD)

Validasi model dilakukan dengan menghitung persamaan untuk menilai proses kalibrasi model dan validasi model terkait parameter air sungai atau disebut dengan *Relative Precentage Difference* (RPD). Rumus yang dipakai metode RPD adalah:

$$\text{RPD} = \frac{C_{sim} - C_{obs}}{C_{obs}} \times 100\%$$

Di mana:

C_{sim} : Konsentrasi simulasi (mg/L)

C_{obs} : Konsentrasi observasi (mg/L)

Jika nilai RPD yang diperoleh adalah $< 25\%$, maka dapat disimpulkan model dapat diterima (Kamal *et al.*, 2020).

3. *Chi Square*

Metode *Chi Square* juga bisa digunakan untuk mengukur nilai *error* dari suatu model menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_r^n \frac{(\text{nilai observasi} - \text{nilai model})^2}{\text{nilai model}}$$

Di mana:

x^2 : Nilai uji statistik rata-rata kuadrat dari simpangan

n : Jumlah sampel

r : Sampel ke- n

Hasil perhitungan x^2 dibandingkan dengan x^2 tabel pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,95$. Jika x^2 hitung lebih besar x^2 tabel, maka model ditolak, sedangkan jika x^2 hitung lebih kecil x^2 tabel, maka model diterima (Lusiana *et al.*, 2020).

Beberapa contoh simulasi yang dapat dipakai untuk memperoleh hasil kualitas air dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Skenario Simulasi

14 Skenario	Kondisi <i>Headwater</i>	Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai
1	Eksisting	Eksisting	Model
2	Baku Mutu Air Kelas II	Eksisting	Model
3	Baku Mutu Air Kelas II	<i>Trial and Error</i>	Baku Mutu Air Kelas II

Penjelasan Tabel 10 simulasi yang digunakan, yaitu:

1. Simulasi 1

Data mengenai kondisi air bagian hulu dan sumber pencemar yang tidak pasti seperti beban limbah domestik yang jumlah debitnya berkaitan dengan jumlah penduduk, serta sumber pencemar dari saluran drainase dan aliran yang membuang limbahnya langsung ke badan sungai, dikategorikan sebagai sumber pencemar *non-point* yang menggunakan data eksisting (Maghfiroh, 2016).

Skenario simulasi 1 merupakan skenario yang memberikan gambaran model kualitas air yang paling cocok dengan hasil data lapangan. Pada skenario 1, kondisi kualitas air yang telah ada dari hulu hingga hilir akan digunakan ketika data dimasukkan ke dalam program (Chasna, 2016).

2. Simulasi 2

Skenario simulasi 2 dilakukan dengan mengasumsikan bahwa kondisi kualitas air dari hulu hingga hilir tidak terkontaminasi oleh sumber pencemar, diasumsikan bahwa tidak ada beban pencemaran yang masuk ke sungai, termasuk limbah domestik, industri, dan pertanian. Kontribusi dari anak sungai tetap dipertimbangkan.

Debit *inflow* beban pencemar pada sumber titik (*point sources*) dan sumber non-titik (*non-point sources*) dieliminasi dalam skenario simulasi 2 (Chasna, 2016). Kondisi hulu diharapkan memenuhi standar kualitas air kelas dua sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, dan sungai di kondisi awal dianggap tidak terkena beban masuk bahan pencemar.

Data bagian hulu disesuaikan dengan standar mutu air kelas dua, diasumsikan bahwa tidak ada pencemaran yang memasuki badan air. Pendekatan tersebut bertujuan untuk memahami proses *self-purification* sungai karena ketiadaan pencemaran yang dapat mempengaruhi kualitas air, dalam simulasi kedua dianggap bahwa sungai berada dalam keadaan awal tanpa adanya beban pencemaran (Maghfiroh, 2016).

3. Simulasi 3

Data mengenai kondisi air di bagian hulu menggunakan informasi yang mematuhi standar kualitas air kelas dua, sementara di bagian hilir diharapkan telah mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan. Pada Simulasi 3, pendekatan

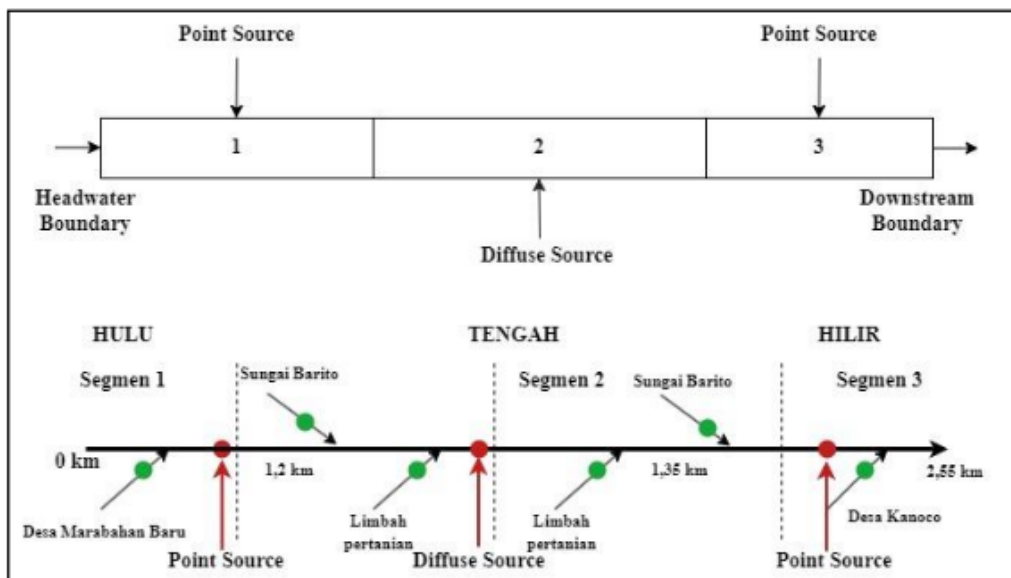
1 *Trial and Error* digunakan pada sumber pencemar titik atau *point sources*, seperti saluran drainase dan aliran yang membuang limbah langsung ke sungai, dan sumber pencemar non-titik atau *non-point sources*, berupa limbah (Maghfiroh, 2016).

Simulasi 3 melibatkan variasi parameter konsentrasi baik pada sumber titik (*point sources*) maupun sumber non-titik (*non-point sources*) dengan melakukan serangkaian uji coba dan penyesuaian (Chasna, 2016).

4.1.4 Langkah Pembuatan Model Qual2Kw

1. Segmentasi Sungai

Langkah pertama dalam model Qual2Kw adalah dengan membagi sungai menjadi beberapa segmen. Pembagian segmen dilakukan menurut kondisi lapangan khususnya topografi dan lokasi titik pengambilan sampel. Sungai Barito dijadikan contoh dilakukan segmentasi sungai untuk mempermudah alokasi kegiatan di sekitar sungai tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh Segmentasi Sungai Barito

2. ⁵ *Penentuan Parameter Model dan Asumsi-Asumsi*

Penetapan parameter ⁵ dan asumsi model dilakukan melalui rangkaian penelitian literatur, perbandingan dengan data pengukuran lapangan dan perhitungan statistik (Lestari *et al.*, 2013). Parameter yang dapat dimodelkan hanyalah parameter organik dan anorganik.

3. ⁵ *Input Data ke Program Qual2Kw*

Rangkaian data yang di olah dan hasil pengukuran nilai parameter model pada tahap proses sebelumnya, diinput ke dalam program software Qual2Kw. Data yang diinput (Ulfa, 2021) sebagai berikut:

- a. Lokasi, tanggal pengamatan dan pilihan integrasi numerik (Lestari *et al.*, 2013).
- b. Kualitas air di bagian hulu seperti debit, kecepatan sungai, elevasi sungai.
- c. Pembagian segmentasi yaitu jarak, elevasi, titik koordinat tiap segmen.
- d. Geometri hidrolika, penginputan ⁵ persamaan Manning untuk kedalaman air dan kecepatan air, yaitu kemiringan (*slope*) dasar sungai, koefisien kekasaran Manning, lebar sungai (Lestari *et al.*, 2013).
- e. Temperatur udara, kecepatan angin, tutupan awan, titik embun, lembar kerja kelembaban dan radiasi matahari (*worksheet 'light and heat'*).
- f. Radiasi gelombang panjang, parameter untuk laju dan lembar kerja konstanta kinetika kualitas air (*worksheet 'rates'*) (Lestari *et al.*, 2013).

g. Data sumber pencemar, yaitu:

- 1) Data *point source* dan *non-point source* yang didapatkan dari pengukuran di lapangan dan di laboratorium.
- 2) Data perhitungan beban pencemaran yang diperoleh dari penilaian perkiraan potensi beban pencemar yang masuk ke dalam air sungai.

4. *Validasi Model*

Setelah melalui proses kalibrasi model dengan pendekatan *trial and error*, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi model. Validasi model bertujuan untuk mengukur sejauh mana nilai *error* model dibandingkan dengan nilai kualitas air yang diukur secara empiris.

5. *Simulasi Model*

Setelah model dinyatakan diterima dengan menggunakan salah satu metode validasi, selanjutnya melaksanakan simulasi model untuk mendapatkan gambaran objek dalam kondisi tertentu, contoh skenario simulasi model yang dapat digunakan antara lain:

- a. Kondisi *eksisting* (skenario 1)
- b. Modifikasi beban pencemar (skenario 2)
- c. *Trial and error* pada sumber pencemar (skenario 3)

6. *Analisis Data Output Model Qual2Kw*

Langkah selanjutnya adalah menganalisis data yang diperoleh dari hasil *output* program Qual2Kw. Hasil *running* diolah dan ditampilkan secara grafis antara konsentrasi parameter dan jarak (Lestari *et al.*, 2013).

4.1.5 Contoh Penggunaan Aplikasi Software Qual2Kw di Sungai Barito

Simulasi yang digunakan pada Sungai Barito adalah simulasi skenario dengan menggunakan data eksisting atau data kualitas air dari lapangan yang telah diukur di lapangan maupun di laboratorium (Kusumawardani, 2023).

¹⁴ Skenario	Kondisi Headwater	Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai
1	Eksisting	Eksisting	Model

Kalibrasi model Qual2Kw di Sungai Barito dilakukan melalui pendekatan *trial and error*. Di mana nilai-nilai dalam model disesuaikan secara *iterative* untuk mendekati data lapangan, sehingga grafik model mencerminkan kondisi yang sesuai dengan pengamatan lapangan.

Data yang telah dikalibrasi kemudian divalidasi dengan menghitung nilai *error* menggunakan rumus uji koefisien determinasi. Uji koefisien determinasi digunakan untuk menghitung sejauh mana model dapat menerangkan variasi dependen (Kusumawardani, 2023). Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 sampai 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$) (Fathussyaadah, 2019), adapun rumus uji koefisien determinasi data kualitas air sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(\text{konsentrasi hasil lab ke } i - \text{hasil model ke } i)}{\sum(\text{konsentrasi hasil lab ke } i)}$$

Di mana:

R^2 = Koefisien Determinasi

Kalibrasi Qual2Kw memerlukan data dari Sistem Pemantauan Online Kualitas Air (ONLIMO). Di mana beberapa parameter mempunyai nilai indeks. Parameter yang sering

mempunyai nilai indeks yang terdapat di Onlimo adalah parameter DO, BOD dan pH.

Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus uji koefisien determinasi menunjukkan bahwa model dapat diterima dan digunakan karena nilai uji koefisien determinasi sebesar 0 sampai 1 (Kusumawardani, 2023). Hasil *fitness* yang terlihat pada *software* Qual2Kw dapat dilihat pada Gambar 4.

The screenshot shows the QUAL2Kw software interface. At the top, there are buttons for 'Open File', 'Run VBA', 'Run Fortran', and 'Run Auto-cal'. A 'Fitness' box displays the value 0.7151. Below this is a table of 'Global rate parameters' with columns for Parameter, Value, Units, Symbol, and Auto-cal. The parameters include Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Dry weight, Chlorophyll, Inorganic suspended solids, Settling velocity, Oxygen, Reaeration model, Temp correction, Reaeration wind effect, O2 for carbon oxidation, O2 for NH4 nitrification, and Oxygen inhib model CBOD oxidation. To the right of the parameter table is a table for 'Auto-calibration genetic algorithm control' with parameters like Random number seed, Model runs in a population, Generations in the evolution, Digits to encode genotype, Crossover mode, Crossover probability, Mutation mode, Initial mutation rate, Minimum mutation rate, Maximum mutation rate, Relative fitness differential, Reproduction plan, Elitism, and Restart from previous evolution.

Global rate parameters				
Parameter	Value	Units	Symbol	Auto-cal
Carbon	40	gC	gC	No
Nitrogen	7.2	gN	gN	No
Phosphorus	1	gP	gP	No
Dry weight	100	gD	gD	No
Chlorophyll	1	gA	gA	No
Inorganic suspended solids:				
Settling velocity	0.06128	mid	v_s	Yes
Oxygen:				
Reaeration model	Internal		k_1 (h)	
Temp correction	1.024		θ_s	
Reaeration wind effect	None			
O2 for carbon oxidation	2.69	gO ₂ /gC	r_{oc}	
O2 for NH4 nitrification	4.57	gO ₂ /gN	r_{on}	
Oxygen inhib model CBOD oxidation	Exponential			

Gambar 4. Contoh Hasil Fitness Kalibrasi pada Sungai Barito

Hasil model Qual2Kw di Sungai Barito menunjukkan bahwa keberhasilan kalibrasi diperoleh dari perhitungan nilai uji koefisien determinasi dan nilai *fitness* yang diperoleh (Kusumawardani, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T., S.A. Abbasi. 2012. *Water Quality Indices*.
- Ade Rahma Yulis, P., Febliza, A., Pekanbaru, M. 2018. Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Bioterdidik Wahana Ekspresi Ilmiah*, 6(3).
- Agustiningsih, D. 2012. *Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam Upaya Pengendalian Pencemar Air Sungai*.
- Ainin, D. T. 2021. *Impresi Limbah Industri dan Kualitas Perairan Sungai*.
- Aliffia, A. 2018. *Pemodelan Daya Tampung Beban Pencemar dan Optimasi Limpasan Air Limbah ke Sungai Surabaya (Segmen Cangkir-Sepanjang)*.
- Apriyanti, D., Santi, V. I., Siregar, Y. D. I. 2013. Pengkajian Metode Analisis Amonia dalam Air dengan Metode *Salicylate Test Kit*. *Journal Ecolab*, 7(2), 60–70.
- Arico, Z., Jayanthi, S. 2017. Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Produk Kreatif Sebagai Peningkatan Ekonomi Masyarakat Pesisir. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1–6.
- Asadi, S. S., Vuppala, P., Reddy, M. A. 2007. *Remote Sensing and GIS Techniques for Evaluation of Groundwater Quality in Municipal Corporation of Hyderabad (Zone-V), India*. *Int. J. Environmental Research and Public Health*, 4(1), 45–52. www.ijerph.org
- Azizah, M., Humairoh, M. 2015. Analisis Kadar Amonia (NH₃) dalam Air Sungai Cileungsi. *Jurnal Nusa Sylva*, 15(1), 47–54.

- Blume, K., Macedo, J. C., Meneguzzi, Silva, L. B., Quevedo, D. M., Rodrigues, M. A. S. 2010. Water Quality Assessment of The Sinos River, Southern Brazil. *Journal of Biology*, 70.
- Chasna, R. 2016. *Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus: Sungai Code, Yogyakarta)*.
- Chow. 1959. *Open-Channel Hydraulics* (V. T. Chow, Ed.; Vol. 1).
- Daroini, T. A., Arisandi, A. 2020. Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *JUVENIL*, 1(4), 558-566. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037>
- Dewata, I., Adri, Z. 2018. *Water Quality Assessment and Determining the Carrying Capacity of Pollution Load Batang Kuranji River. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/011001>
- Djoharam, V., Riani, E., Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 127-133. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.127-133>
- Fachrul, M. F., Hendrawan, D., Prasetyo, F. 2011. Kajian Laju Pemurnian Sungai Cipinang Bagian Hulu Berdasarkan Parameter DO dan BOD. *Indonesian Journal Of Urban and Environmental Technology*, 5(6), 215-220.
- Fajaruddin, A. H., Solichin, M., Prayogo, T. B. 2018. Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Brantas Ruas Kota Malang dengan Menggunakan Paket Program Qual2Kw. *Jurnal Teknik Pengairan*, 1(2).

- Fathussyaadah, E., Ratnasari, Y. 2019. Pengaruh Stres Kerja dan Kompensasi Terhadap Kinerja Karyawan di Koperasi Karya Usaha Mandiri Syariah Cabang Sukabumi. *Jurnal Ekonomak*, 51, 16–35.
- Gazali, I., Widiatmono, B. R., Wirosodarmo, R. 2013. Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klintar Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(2), 1–8.
- Hadie, Dr. W., Hadie, Dra. L. E., Supangat, Dr. A. 2019. *Pengertian dan Ruang Lingkup Budidaya Ikan*.
- Hamakonda, U. A., Suharto, B., Susanawati, L. D. 2019. Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Air pada Sub DAS Boentuka Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 23(1).
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., 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. <https://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- Haryati, S., Asmawi, S., Yasmi, Z. 2019. Analisis Kualitas Air dan Tingkat Kesuburan Perairan pada Kedalaman Berbeda di Danau Tamiang Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. *Aquatic*, 2(2), 1–117.
- Hendriarianti, E. 2015. *Manual Model Kualitas Air Sungai: QUAL2KW*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hertika, A. M. S., Putra, R. B. D. S., Arsad, S. 2022. *Kualitas Air dan Pengelolaannya*.
- Hikmah, N., Alawiyah, T., Wijaksono, M. A. 2021. Analisis Kadar Ammonia (NH₃) di Perairan Sekitar Pabrik Karet Daerah Banjarmasin Menggunakan Spektrofotometri Visible. *J-*

PhAM: Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika, 4(1), 20–30.

Hindriani, H., Sapei, A., Suprihatin, Machfud. 2013. Pengendalian Pencemaran Sungai Ciujung Berdasarkan Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran. *Jurnal Sumber Daya Air*, 9(2), 169–184. <http://pkdbanten>.

Hoang, B., Ngoc, H. H. 2019. *Integration of SWAT and Qual2Kw for Water Quality Modeling in a Data Scarce Basin of Cau River Basin in Vietnam. Journal Ecology and Hydrology*, 210–223.

Indrawati, D. 2011. Upaya Pengendalian Pencemaran Sungai yang diakibatkan oleh Sampah. *Indonesian Journal Of Urban and Environmental Technology*, 5(6), 193–200.

Integrated Citarum Water Resources Management Investment Project (ICWRMIP) 2015.

Iqbal, M. M., Shoaib, M., Farid, H. U., Lee, J. L. 2018. *Assessment of Water Quality Profile Using Numerical Modeling Approach in Major Climate Classes of Asia. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15.

Irfannur, dan, Khairan. 2021. Analisis Parameter Fisika Kimia Kualitas Perairan di Sungai Krueng Mane Aceh Utara. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 3(1), 16–23. <https://doi.org/10.51179/jipsbp.v3i1.450>

Irsanda, P. G. R., Karnaningroem, N., Bambang, D. 2014. Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo dengan Metode Qual2Kw. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(1), 47–52.

Jumaati, Inayah, N., Ni'mah, H., Sukmasari. 2022. Analisis Kualitas BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Air Sungai Dhurbugan Batuputih Sumenep. *Journal of Mathematics and Sciences*, 6(2), 58–62. <http://ejournal.unwmataram.ac.id/evos58>

- Kalsum, L., Meidinariasty, A., Yuliati, S., Syakdani, A., Pratama, M. B., Alpitansyah, R. B., Alnafrah, F., Ismareni, P. 2021. Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Kinetika*, 12(1), 1–8. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Kamal, N. A., Muhammad, N. S., Abdullah, J. 2020. *Scenario-Based Pollution Discharge Simulations and Mapping Using Integrated QUAL2K-GIS*. *Environmental Pollution*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113909>
- Kannel, P. R., Lee, S., Lee, Y. S., Kanel, S. R., Pelletier, G. J. 2007. *Application Of Automated QUAL2Kw for Water Quality Modeling and Management In the Bagmati River, Nepal*. *Ecological Modelling*, 202(3–4), 503–517. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.12.033>
- Kartika, D. 2020. *Handout IPA: Pencemaran Air*.
- Kartiko, H. 2019) *Estimation of Pollutant Sources and Pollutant Loads at Winongo River (West-Downstream Sub Watershed)*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Kordi, K., Ghufron, Andi, B. T. 2009. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta.
- Kurniawan, B. 2014. *Kajian Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum*.
- Kusumawardani, N. I. 2023. *Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) Sungai Barito Menggunakan Software Qual2Kw di Kawasan Pulau Curiak, Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan*.

Lestari, A. D. N., Sugiharto, E., Siswanta, D. 2013. Aplikasi Model Qual2Kw Untuk Menentukan Strategi Penanggulangan Pencemaran Air Sungai Gajahwong yang Disebabkan Oleh Bahan Organik. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 20(3), 284–293.

Lusiana, N., Sulianto, A. A., Devianto, L. A., Sabina, S. 2020. Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang). *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 8(2), 161–176.

<https://doi.org/10.14710/jwl.8.2.161-176>

Ma'arif, N. L., Hidayah, Z. 2020. Kajian Pola Arus Permukaan dan Sebaran Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) di Pesisir Pantai Kenjeran Surabaya. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(3), 417–426.
<https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8842>

Maghfiroh, L. 2016. *Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan Permodelan Qual2Kw*.

Mardhia, D., Abdullah, V. 2018. Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182–189.

<https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.860>

Marganingrum, D., Roosmini, D., Pradono, P., Sabar, A. 2013. Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP) (Studi Kasus: Hulu DAS Citarum). *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 23(1), 37–48.
<https://doi.org/10.14203/risetgeotam2013.v23.68>

Masykur, H., 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.

Mayasari, D. 2017. Analisa Statistik Debit Banjir dan Debit Andalan Sungai Komering Sumatera Selatan. *Jurnal Forum Mekanika*, 6(2), 88–98.

Megawati, C., Yusuf, M., Maslukah, L. 2014. Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2), 142–150.

<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose.50275Telp/Fax>

Merchán, D., Luquin, E., Hernández-García, I., Campo-Bescós, M. A., Giménez, R., Casalí, J., Del Valle de Lersundi, J. 2019. *Dissolved Solids and Suspended Sediment Dynamics from Five Small Agricultural Watersheds in Navarre, Spain: A 10-year study*. *Catena*, 173, 114–130.

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.10.013>

Muchtar, A., Abdullah, N. 2007. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 2(1), 174–187.

Mulyanto, H. R. 2007. *Sungai: Fungsi dan Sifat-Sifatnya Edisi 2*. Graha Ilmu.

Mulyati. 2022. *Modul Kualitas Air dan Hama*.

Mustofa, A. 2015. Kandungan Nitrat dan Posfat Sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *Jurnal Disprotek*, 6(1), 13–19.

Neno, A. K., Harijanto, H., Wahid, A. 2016. Hubungan Debit Air dan Tinggi Muka Air di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. *Warta Rimba*, 4(2), 1–8.

Ngibad, K. 2019. Analisis Kadar Fosfat dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Pijar MIPA*, 14(3), 197–201.

<https://doi.org/10.29303/jpm.v14i3.1158>

Pangestu, R., Riani, E., Effendi, H. 2017. Estimasi Beban Pencemaran Point Source dan Limbah Domestik di Sungai Kalibaru Timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(3), 219–226. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.3.219>

Pelletier, G., Chapra, S. 2008. *Qual2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 5.1: User Manual-Theory and Documentation*. Environmental Assesment Program Washington State Department of Ecology.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 Tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai.

Puspasari, H. W., Tanjung, R., Asyfiradayati. 2022. *Kesehatan Lingkungan*.

Puspitasari, D. E. 2009. Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code di Kelurahan Wirogunan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta). *Mimbar Hukum*, 21(1), 23–34. <http://www.suaramerdeka.com/ha->

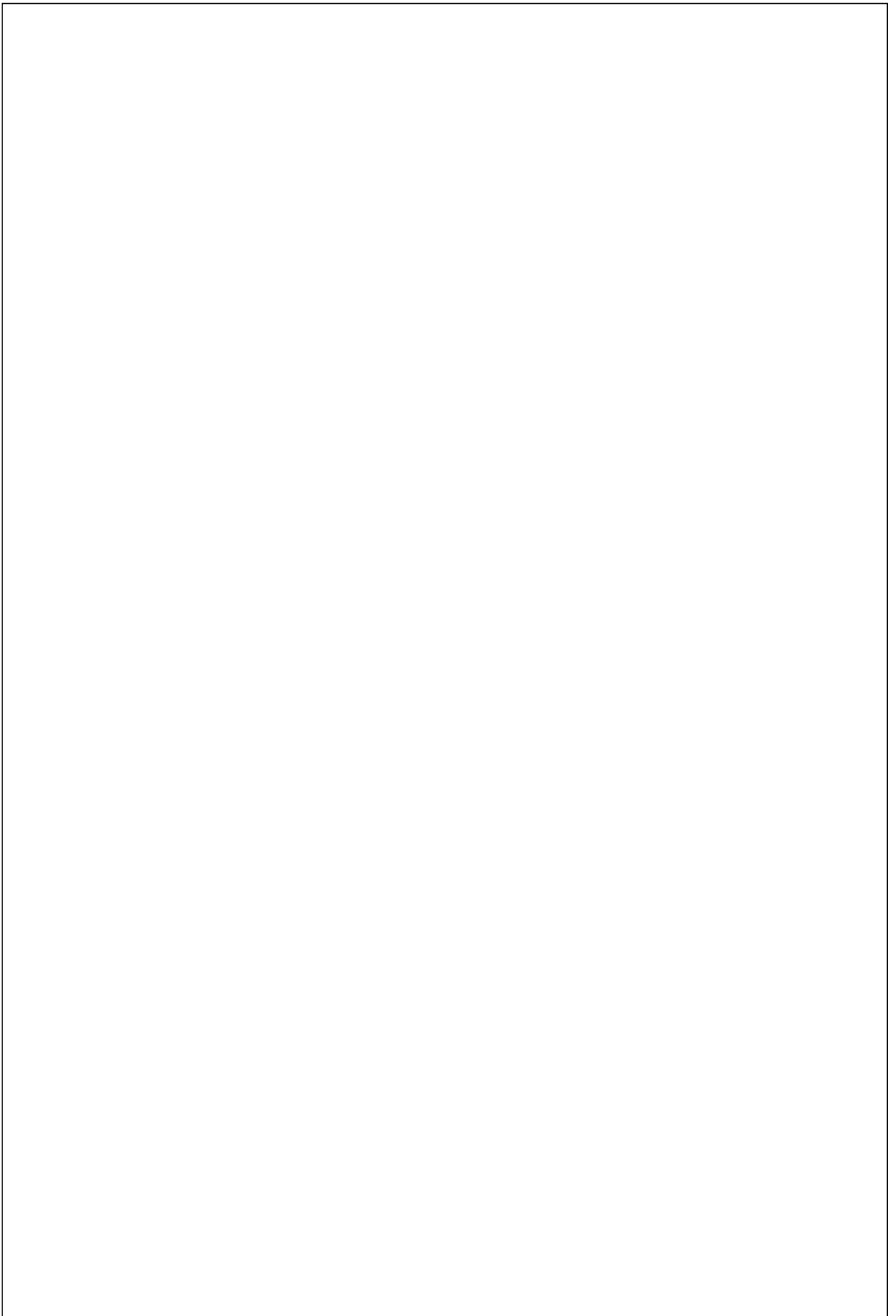
Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, Agustriani, F., Suteja, Y. 2019. Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat dan BOD di

- Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65–74.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.18861>
- Radiarta, I. N., Erlania. 2015. Indeks Kualitas Air dan Sebaran *Nutrien* Sekitar Budidaya Laut Terintegrasi di Perairan Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat: Aspek Penting Budidaya Rumput Laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1), 141–152.
- Ratri, S. J., Mahayana, A. 2022. Analisis Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) dan Amonia (NH₃-N) Pada Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 3(1), 1–10.
<http://kireka.setiabudi.ac.id>
- Rezagama, A., Sarminingsih, A., Rahmadani, A. Y., Aini, A. N. 2019. Pemodelan Peningkatan Kualitas Air Sungai melalui Variasi Debit Suplesi. *TEKNIK*, 40(2), 106–114.
<https://doi.org/10.14710/teknik.v40n2.23893>
- Romdania, Y., Herison, A., Susilo, G. E., Novilyansa, E. 2018. *Kajian Penggunaan Metode IP, Storet dan CCME WQI dalam Menentukan Status Kualitas Air*.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., Yuliani, E. 2014. Analisa Status Mutu Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Saily, R., Haniza, S. 2020. Pendekatan Nilai Kualitas Air dengan Metode Model Qual2Kw pada Parameter Uji DO dan NH₄. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 167–173.
<https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4868>
- Sanjaya, R. E., Iriani, R. 2018. Kualitas Air Sungai di Desa Tanipah (Gambut Pantai) Kalimantan Selatan. *Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan)*, 5(1), 1–10.
<https://doi.org/10.31289/biolink.v5i1.1583>
- Setiowati, T., Furqonita. 2007. *Biologi Interaktif Jilis 1 SMA/MA Kelas X*. Azka Press.

- Sofyan, A. 2020. *Pemodelan Kualitas Sungai Qual2Kw dan WASP*.
- Song, T., Kim, K. 2009. *Development of Water Quality Loading Index Based on Water Quality Modeling. Journal of Environmental Management*, 90.
- Soukotta, E., Ozsaer, R., Latuamury, B. 2019. Analisis Kualitas Kimia Air Sungai Riuapa dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 3(1), 86–96. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2019.3.1.86>
- Supriyantini, E., Soenardjo, N., Nurtania, S. A. 2017. Konsentrasi Bahan Organik Pada Perairan Mangrove Di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 1–8. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/bulomaDiterima/>
- Sutamihardja, R., Azizah, M., Hardini, Y. 2018. Studi Dinamika Senyawa Fosfat dalam Kualitas Air Sungai Ciliwung Hulu Kota Bogor. *Jurnal Sains Natural*, 8(1), 43–49. <https://doi.org/10.31938/jsn.v8i1.114>
- Suwasono, E. 2020. *Aneka Ragam Ikan Air Laut dan Air Tawar*.
- Tumpu, M., Tamim T, Purba J.S, Siagian P, Armus R, Ramadhani R.F, Oetomo D.S, Sugiyanto G. 2021. *Pengelolaan Kualitas Lingkungan*.
- Ulfa, Q. A. 2021. *Analisis Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Winongo Berdasarkan Parameter BOD dan COD Menggunakan Model Qual2Kw*.
- Verma, S., Tiwari, D., Verma, A. 2017. *Comparison of Water Quality Parameters for Ganga and Pandu River in Kanpur. International Journal of Engineering Inventions*, 6(10), 38–41. www.ijejournal.com
- Yogendra, K., Puttaiah, E. T. 2008. *Determination of Water Quality Index and Suitability of an Urban Waterbody in Shimoga*

Town, Karnataka. Proceedings of Taal2007: The World Lake Conference, 342–346.

- Yulianti, D. A. 2019. Kadar Total Suspended Solid pada Air Sungai Nguneng Sebelum dan Sesudah Tercemar Limbah Cair Tahu. *Jurnal Laboratorium Medis*, 1(1), 16–21. <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/JLM/>
- Yulastuti, E. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air.*
- Yulistia, E., Fauziyah, Hermansyah. 2018. *Assessment of Ogan River Water Quality Kabupaten OKU South Sumatera by NSF-WQI Method. Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 3(2), 54–58. <http://ijfac.unsri.ac.id>
- Yuniarti, D. Biyatmoko. 2019. Analisis Kualitas Air dengan Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaing Kabupaten Tabalong. *Jukung: Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 52–69.
- Zainudin, Z., Rashid, Z. A., Jaapar, J. 2009. *Agricultural Non-Point Source Pollution Modeling In Sg. Bertam, Cameron Highlands Using Qual2E. The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 13(2), 170–184.



RIWAYAT PENULIS



Rizmi Yunita lahir di Banjarmasin pada tanggal 05 Juni 1965, anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan SDN Kebun Bunga Banjarmasin. SMPN 2 Seroja Banjarmasin, SMAN 2 Banjarmasin, menyelesaikan kuliah S1 di Fakultas Perikanan dan Kelautan ULM tahun 1989.

Tahun 1991 diterima sebagai dosen di Fakultas Perikanan dan Kelautan ULM dan melanjutkan kuliah program magister di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung (FMIPA-ITB) pada bidang khusus Ekologi/Biologi masuk tahun 1996 dan selesai studi S2 tahun 1998.

Tahun 2010 melanjutkan studi pada Program Doktor Ilmu Lingkungan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (UB) dengan minat Pengelolaan Sumber Daya Air dan Lingkungan, menyelesaikan studi tahun 2014 memperoleh penghargaan Prestasi Akademik Wisudawan Terbaik 1 Program Doktor (S3) Ilmu Pertanian UB.

Penulis sampai sekarang aktif sebagai pengajar pada mata kuliah S1 yaitu Iktiologi, Avertebrata air, Biologi Perikanan, Fisiologi Hewan Air, Pengkajian Stok Ikan, Ekotoksikologi Perairan, Tumbuhan Air, Manajemen Ekosistem Waduk. Penulis aktif mengajar pada program Magister (S2) Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan dengan mengampu mata kuliah Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Inventarisasi Sumberdaya Alam dan Pemetaan Lingkungan, Bioremediasi Tanah dan Air Tercemar, Rehabilitasi Lahan Bermasalah. Penulis aktif mengajar

pada Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian ULM dengan mata kuliah Bioekologi Perairan Tawar dan Pesisir, Sistem Ekologi Lahan Basah, Sumberdaya Lahan Basah dan Kerawanannya, selain sebagai pengajar penulis aktif membimbing skripsi, tesis dan disertasi.

Penulis aktif meneliti dan publikasi jurnal secara nasional dan internasional serta menulis Buku. Kerjasama penelitian di berbagai instansi pemerintah daerah yang berkaitan dengan lingkungan dilakukan di wilayah Kalimantan Selatan, di luar Institusi penulis aktif pada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Banjar sebagai Tim Ahli Bidang Lingkungan Hidup ditunjuk dengan SK. Bupati Kabupaten Banjar sebagai Tenaga Ahli Bidang Biota Perairan mulai tahun 2016 sampai sekarang.

Pengalaman manajemen dilingkungan ULM, penulis pernah ditunjuk sebagai Sekretaris Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Ketua Laboratorium Iktiologi (2009–2026) pada S1. Pada program magister (S2) dipercayakan sebagai Kabid. Keuangan dan Administrasi Prodi. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana ULM, pada program Doktor (S3) dipercayakan sebagai sekretaris Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian ULM (2017-2021).



Abdur Rahman, lahir di Tarakan tahun 1972, menyelesaikan Pendidikan S1 di Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM) Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan pada tahun 1997. Setelah lulus, bekerja sebagai tenaga pemasaran pakan ikan dan asisten teknisi tambak udang CV. Setia Alam Tunggal dan tenaga pemasaran PT. Petrokimia Kayakugresik. Pada Tahun 2005 diterima sebagai tenaga pengajar di Fakultas Perikanan Unlam Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan.

Mulai Tahun 2008-2011, menyelesaikan Pendidikan S2 di Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta pada Program Studi Penginderaan Jauh. Saat ini penulis tercatat sebagai Mahasiswa Pascasarjana Program S3 Ilmu-ilmu Pertanian di Universitas Lambung Mangkurat. Aktif mengikuti pelatihan-pelatihan yang berhubungan dengan karir, media pembelajaran dan Pelatihan Sistem Informasi Geografis. Aktif sebagai peneliti pada Lembaga Penelitian ULM Banjarmasin dan beberapa hasil penelitian dalam ruang lingkup Daerah Aliran Sungai telah dihasilkan.

Disela-sela aktivitas mengajar, melaksanakan penelitian, menulis publikasi ilmiah, redaksi jurnal, menulis buku. Buku yang berjudul Pengantar Kartografi dan Sistem Informasi Geografis Teori dan Aplikasi menggunakan Arc.Gis 9.1 dengan Studi Kasus Longsor di Kabupaten Purworejo merupakan buku pertama penulis. Pada saat ini penulis sedang menulis buku selanjutnya yang berjudul Daya Dukung dan Daya Tampung Sub-Sub DAS Riam Kanan Dalam Rangka Pelestarian Hidup Provinsi Kalimantan Selatan.



Nur Indah Kusumawardani lahir di Demak, Jawa Tengah pada tanggal 15 Maret 2001, anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan di SDN Guntung Payung 5 Banjarbaru, SMPN 5 Banjarbaru, SMAN 3 Banjarbaru dan menyelesaikan jenjang kuliah S1 di Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Tahun 2023. Penulis saat ini aktif sebagai Tim Akreditasi Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru Tahun 2023.

Penulis menyelesaikan KKN (Kuliah Kerja Nyata) dengan tema “Optimalisasi Kreasi Reka Potensi Desa di Era New Normal” di Kelurahan Guntung Manggis Banjarbaru Tahun 2022. Penulis juga menyelesaikan Praktik Kerja Lapang (PKL) dengan melaksanakan magang di UPT. Laboratorium Lingkungan DLH Provinsi Kalimantan Selatan selama 1 bulan pada Tahun 2022.

Pengalaman organisasi yang pernah dijalani sebagai anggota magang Seksi Hubungan Masyarakat (HUMAS) dalam Himpunan Mahasiswa MSP FPK ULM Tahun 2019, anggota tetap Seksi Riset dan Pengembangan Keilmuan dalam Himpunan Mahasiswa MSP FPK ULM Tahun 2021, sekretaris dalam sebuah acara Kegiatan Mahasiswa Rehabilitasi Nasional (KEMAREHABNAS) Tahun 2021 yang diselenggarakan di Universitas Lambung Mangkurat oleh Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan.

Buku "Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) menggunakan software QUAL2KW" membahas metode penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) dengan menggunakan perangkat lunak atau software QUAL2KW. IKA adalah parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air dalam suatu sistem perairan, dan QUAL2KW adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan oleh para ahli lingkungan untuk menganalisis dan memodelkan kualitas air dalam berbagai kondisi.

Dalam buku ini, pembaca akan dibimbing melalui langkah-langkah praktis untuk menentukan IKA dengan menggunakan perangkat lunak QUAL2KW. Penulis menjelaskan konsep dasar IKA, metode pengambilan sampel air, dan parameter-parameter yang harus dianalisis. Pembaca akan belajar bagaimana menggunakan perangkat lunak QUAL2KW untuk mengintegrasikan data kualitas air, melakukan simulasi, dan membuat prediksi terkait kualitas air di berbagai lokasi dalam sistem perairan yang diteliti.

Buku Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) menggunakan software QUAL2KW akan berguna bagi para ilmuwan, peneliti, dan praktisi di bidang lingkungan yang tertarik dalam pengukuran dan pemantauan kualitas air. Penggunaan perangkat lunak QUAL2KW, pembaca akan dapat meningkatkan pemahaman tentang perubahan kualitas air, memprediksi dampak dari berbagai faktor dan merancang langkah-langkah untuk melestarikan dan memperbaiki kualitas air dalam berbagai konteks lingkungan.



MEGAPRESS

Anggota IKAPI Nomor : 435/JBA/2022
E-Mail : press.megapress@gmail.com
Office : Janati Park III Cluster Copernicus Blok D.07, Cibeusi, Jatinangor
Sumedang - Jawa Barat - Indonesia 45363
Telp : 0812 1208 8836



Penentuan Indeks Kualitas Air

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	3%
2	repository.unizar.ac.id Internet Source	3%
3	Submitted to Bellevue Public School Student Paper	1%
4	digilib.uns.ac.id Internet Source	1%
5	journal.ugm.ac.id Internet Source	1%
6	eprints.undip.ac.id Internet Source	1%
7	www.neliti.com Internet Source	1%
8	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
9	digilib.iain-jember.ac.id Internet Source	1%
10	repository.unibos.ac.id Internet Source	1%
11	ppkl.menlhk.go.id Internet Source	1%
12	docplayer.info Internet Source	1%
13	eprints.itn.ac.id Internet Source	1%

14 digilib.uinsa.ac.id 1 %
Internet Source

15 repository.unwim.ac.id 1 %
Internet Source

16 123dok.com 1 %
Internet Source

17 ppjp.ulm.ac.id 1 %
Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On