

# jTEP

## JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 10, No. 1, April 2022



Publikasi Resmi  
**Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia**  
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)  
bekerjasama dengan  
**Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA**  
Institut Pertanian Bogor



**DAFTAR ISI**

*Technical Paper*

**1**

**Limbah Padat Kelapa Sawit sebagai Alternatif Energi Pembangkit Listrik di Barat Selatan Aceh**  
*Palm Oil Solid Waste as an Alternative Energy Source of Electricity generation in The Southwest of Aceh*  
Agustiar, Tajuddin Bantacut, Bambang Pramudya

**11**

**Pengaruh Proses Torefaksi terhadap Kualitas Serbuk Kayu**  
*The Torrefaction Effect on The Sawdust Quality*  
Ismail, Erlanda Augupta Pane, I Gede Eka Lesmana, Rovida Camalia Hartantrie, Deni Rifki.

**21**

**Penerapan Metode Ekstraksi Microwave Untuk Meningkatkan Rendemen dan Mutu Oleoresin Lada Putih (*Piper nigrum L*)**  
*Application of Microwave-Assisted Extraction Method to Improve Yield and Quality of White Pepper (*Piper Nigrum L*) Oleoresin.*  
Annisa Purnamasari Damanik, Edy Hartulistiyoso\*, Rokhani Hasbullah.

**29**

**Pengaruh Waktu Pemanasan, Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film K-karagenan**  
*The Effect of Heating Time, Type and Plasticizer Concentration on Characteristics of Edible Film K-carrageenan*  
Desi Juliani\*, Nugraha Edhi Suyatma, Fahim Muchammad Taqi.

**41**

**Pemanfaatan Water Power Generator di Saluran Irigasi Tersier untuk Penanganan Hama Padi**  
*Utilization of Water Power Generator in The Tertiary Irrigation Canal for Paddy's Pest Handling*  
Lilis Dwi Saputri, Elsa Wulandari, Febri Nur Azra, Afik Hardanto\*.

**49**

**Sistem Monitoring dan Kontrol Iklim Mikro pada Plant Factory Berbasis Internet of Things**  
*Microclimate Monitoring and Control System in a Plant Factory Using the Internet of Things*  
Ardiansyah\*, Ikhsan Nur Rahmaan, Eni Sumarni, Afik Hardanto.

**59**

**Portable/Handheld NIR sebagai Teknologi Evaluasi Mutu Bahan Pertanian secara Non-Destruktif**  
*Portable/Handheld NIR as a Non-Destructive Technology for Quality Evaluation of Agricultural Materials*  
Widyaningrum\*, Y Aris Purwanto, Slamet Widodo, Supijatno, Evi Savitri Iriani.

**69**

**Detection of Chilling Injury Symptoms of Salak Pondoh Fruit during Cold Storage with Near Infrared Spectroscopy (NIRS)**  
Sutrisno Suro Mardjan\* and Jerry Indriantoro.

**77**

**Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Program QUAL2KW**  
*Determination of Total Pollution Load Capacity at the Bedadung River, Jember Regency Using QUAL2KW Program*  
Elida Novita\*, Rodzika Diah Mauvi, Hendra Andianata Pradana.

**85**

**Analisis Orifice pada Reaktor Biodiesel Sistem Kavitasi Hidrodinamik dengan Computational Fluid Dynamics**  
*Orifice Analysis in Biodiesel Reactor with Hydrodynamic Cavitation System using Computational Fluid Dynamics*  
Yayan Heryana\*, Dyah Wulandani, Supriyanto.

---

**Penerbit:**

Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor d/a Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.  
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,  
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com. Website: <http://web.ipb.ac.id/~jtep>.



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

**Penanggungjawab:**

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB  
Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia

**Dewan Redaksi:**

Ketua : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)  
Anggota : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)  
(*editorial board*) Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)  
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)  
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)  
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)  
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)  
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)  
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)  
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)  
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)  
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)  
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)  
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)  
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)  
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)  
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)  
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)  
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irlandia)  
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)  
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)  
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)  
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)  
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)  
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)  
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)  
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)  
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

---

**Redaksi Pelaksana:**

Ketua : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)  
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)  
Bendahara : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)  
Anggota : Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, IPB University)  
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)  
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)  
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)  
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)  
I Dewa Made Subrata (Scopus ID: 55977057500, IPB University)  
Administrasi : Khania Tria Tifani (IPB University)

**Penerbit:** Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA).

**Alamat:** Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem,  
Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.  
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,  
E-mail: [jtep@apps.ipb.ac.id](mailto:jtep@apps.ipb.ac.id)  
Website: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

**Rekening:** BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

**Percetakan:** PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

---

## Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah naskah pada penerbitan Vol. 10, No. 1 April 2022. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr.Eng. Obie Farobie, S.Si, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Lilis Sucahyo, S.TP, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr.Agr.Sc., Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Negeri Lampung), Yusuf Hendrawan, STP, M.App.Life Sc., PhD (Universitas Brawijaya), Dr.Ir. I Ketut Budaraga, M.Si (Universitas Ekasakti), Ir. Sri Endah Agustina, MS (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Asri Widyasanti, S.TP., M.Eng (Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Christina Winarti, MA (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M. Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr. Supriyanto, S.TP, M.Kom (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Bayu Dwi Apri Nugroho, S.T.P., M.Agr., Ph.D (Universitas Gadjah Mada), Ansita Gupitakingkin Pradipta, ST, M.Eng (Universitas Gadjah Mada), Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si (Universitas Andalas), Dr.Ir. Lady Lengkey, M.Si (Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M. Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Prof.Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University).

---



*Technical Paper*

## **Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Program QUAL2Kw**

*Determination of Total Pollution Load Capacity at the Bedadung River, Jember Regency  
Using QUAL2Kw Program*

**Elida Novita**, Jurusan Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Indonesia

**Rodzika Diah Mauvi**, Jurusan Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,  
Indonesia

**Hendra Andianata Pradana\***, Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air Pertanian/Alam dan  
Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Jember, Indonesia  
Email: [hendraandianantapradana@gmail.com](mailto:hendraandianantapradana@gmail.com)\*

### **Abstract**

*Bedadung River is the main river that passes through Jember Regency. The river is a source of raw water for Perumdam which provides a clean water supply for the city community. The increase in population in the area has an impact on high community activities which result in a decrease in the water quality of the Bedadung River, so there is a need for water quality management efforts. This study aims to assess the water quality of the Bedadung River using QUAL2Kw modeling in order to obtain river water quality according to its use. The methods used include segmentation, calibration, verification, simulation, calculation of pollution load and pollution load capacity. The results showed that Bedadung River (Patrang – Ajung segment) have the maximum pollution load capacity on the COD and TSS parameters of 16.50 kg/day and 6061.56 kg/day, respectively. Then, the BOD parameter is -2.43 kg/day. A negative value on the total pollution load capacity indicates that the river can no longer accommodate incoming pollutants exposure.*

**Keywords:** Water quality modeling, Bedadung River, pollution load, total pollution load capacity.

### **Abstrak**

Sungai Bedadung merupakan sungai utama yang melintas di Kabupaten Jember. Sungai tersebut menjadi sumber baku air bagi Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Pendalungan yang memberikan pasokan air bersih bagi masyarakat Wilayah Perkotaan Kabupaten Jember. Peningkatan jumlah penduduk pada wilayah tersebut berdampak pada tingginya aktivitas masyarakat yang mengakibatkan penurunan kualitas air Sungai Bedadung, sehingga perlu adanya upaya pengelolaan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian kualitas air Sungai Bedadung menggunakan pemodelan QUAL2Kw guna diperoleh kualitas air sungai sesuai dengan pemanfaatannya. Metode yang digunakan antara lain; segmentasi, kalibrasi, verifikasi, simulasi, perhitungan beban pencemaran dan daya tampung beban pencemaran. Hasil yang didapatkan yaitu kualitas Sungai Bedadung pada yang melintasi Kecamatan Patrang hingga Ajung memiliki nilai rata-rata daya tampung beban pencemaran maksimum pada parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) masing-masing sebesar 16.50 kg/hari dan 6061.56 kg/hari. Kemudian, pada parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebesar -2.43 kg/hari. Nilai negatif pada daya tampung beban pencemaran parameter BOD menunjukkan bahwa Sungai Bedadung tidak lagi dapat menampung paparan bahan pencemar yang akan masuk.

**Kata Kunci:** Pemodelan kualitas air, Sungai Bedadung, beban pencemaran, daya tampung beban pencemaran

*Diterima: 02 Februari 2022; Disetujui: 31 Maret 2022*

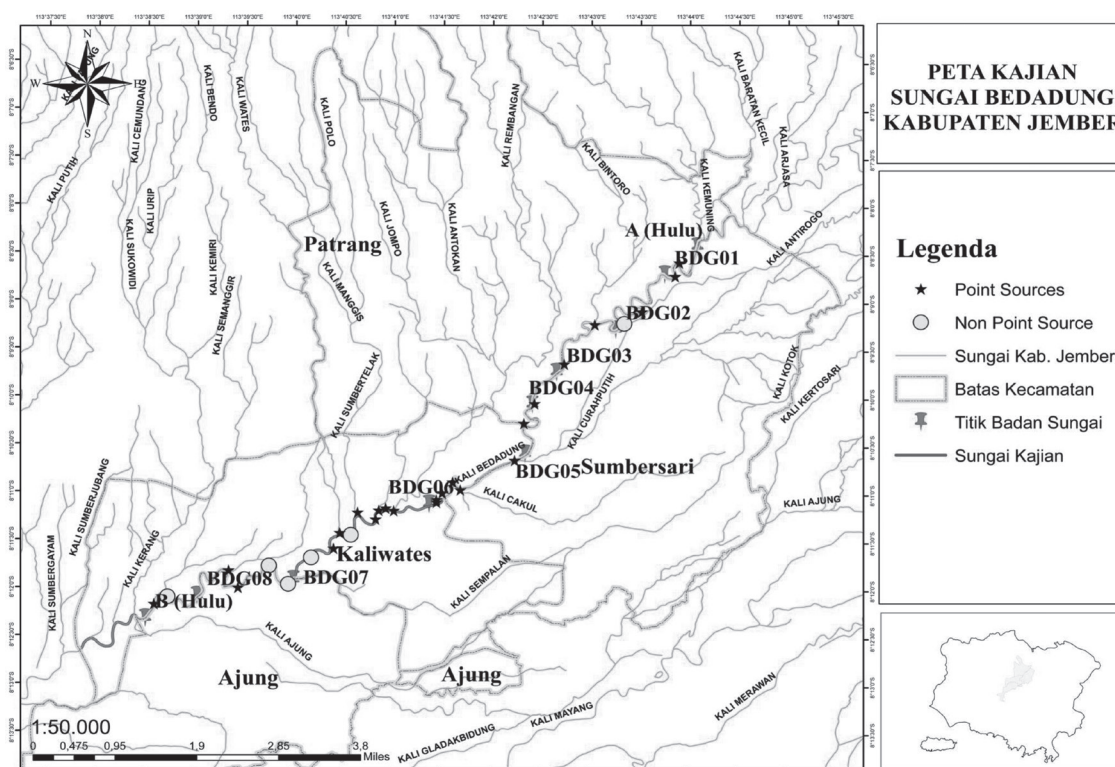
### Pendahuluan

Sungai Bedagung merupakan sungai utama di DAS Bedagung yang melintas di Kabupaten Jember menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2015. Sungai Bedagung memiliki peran dalam menyediakan sumber air bagi keberlangsungan hidup masyarakat di daerah aliran sungai sebagai baku air minum, irigasi pertanian, mandi cuci kakus dan lain sebagainya. Menurut Mahyudin dkk. (2015), peningkatan jumlah penduduk dan berkembangnya suatu wilayah di bantaran sungai tentu berdampak pada peningkatan aktivitas masyarakat dan menghasilkan bahan pencemaran yang masuk ke sungai. Peningkatan tersebut merupakan dampak dari adanya perubahan sistem kegiatan wilayah sehingga terjadi peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Jember. Hal tersebut didukung oleh pernyataan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember (2021), pada tahun 2020 terjadi peningkatan penduduk sebesar 8.75% atau 204,003 jiwa. Penurunan kualitas air sungai jika tidak dilakukan upaya pengendalian, maka dapat mengakibatkan pencemaran sungai dan dapat pula mengancam kehidupan akuatik.

Menurut Pradana et al. (2019) dan Novita et al. (2020), kajian kualitas air Sungai Bedagung yang melintas pada kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember mengalami akumulasi nilai pencemaran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) serta rata-rata nilai parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Sungai Bedagung sebesar 26 mg/L yang mengakibatkan kualitas

air tidak lagi memenuhi baku mutu kelas I. Hal ini perlu menjadi perhatian mengingat Sungai Bedagung dimanfaatkan sebagai sumber baku air bagi Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumdam) Tirta Pandalungan Kabupaten Jember yang memiliki Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Gede dan Tegal Besar. Kedua IPA tersebut menjadi pemasok air bersih bagi masyarakat di Kabupaten Jember. Peningkatan pencemaran sungai akan berisiko pada akses sumber air bersih bagi masyarakat yang berada di bantaran sungai, serta pengelolaan air bersih oleh Perumdam Tirta Pandalungan Kabupaten Jember.

Analisis daya tampung beban pencemaran merupakan salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk pertimbangan kebijakan pengendalian pencemaran dan pengelolaan kualitas air (Pramaningsih et al. 2020). Merujuk pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, Metode perhitungan yang dapat digunakan yaitu dengan pemodelan QUAL2Kw. Penggunaan pemodelan tersebut berdasarkan keunggulan model QUAL2Kw yang mampu menstimulasi dan memodelkan beban pencemar yang masuk dan keluar dengan mempertimbangan beberapa parameter kualitas air yaitu TSS, DO, BOD dan COD (Chapra et al. 2003; Libelli et al. 2013). Tujuan dari penelitian ini yakni melakukan penilaian terhadap kualitas air Sungai Bedagung berdasarkan pemodelan daya tampung beban pencemaran menggunakan paket program Qual2Kw untuk memperoleh kualitas air sungai sesuai pemanfaatannya sebagai sumber air baku atau kelas I.



Gambar 1. Peta Lokasi Kajian Sungai Bedagung.



Tabel 1. Skenario Simulasi.

Simulasi	Kondisi Air di Hulu	Kondisi Sungai	Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai
1	Eksisting	Eksisting	Eksisting	Model
2	Baku mutu air kelas I	Eksisting	<i>Trial and error</i>	Baku Mutu Air Kelas I
3	Baku mutu air kelas I	Eksisting	Tidak ada sumber pencemar	Model

**Metode Penelitian**

**Alat dan Bahan**

Penelitian yang dilaksanakan pada Oktober 2020 dengan menggunakan alat-alat meliputi botol sampel, botol winkler, buret, reaktor COD, spektrofometer, cawan alumunium, erlenmeyer, pompa vakum, oven, deksikator, pH meter, dan timbangan digital. Kemudian laptop dan *software Mc. Excel* untuk menganalisis data dan pemodelan menggunakan paket program QUAL2Kw. Adapun bahan yang digunakan yaitu sampel air Sungai Bedadung yang diperoleh dari pengambilan sampel secara langsung pada beberapa titik sungai guna mendapatkan data kualitas air Sungai Bedadung, reagen COD *low range* (LR) dan *medium range* (MR), kertas saring whatmann 45µm, alkali idodida azida, natrium tiosulfat, mangan sulfat, asam sulfat pekat, dan indikator amilum.

**Survei dan Penentuan Lokasi**

Survei dilakukan dengan metode observasi secara langsung kondisi di sekitar Sungai untuk mendapatkan lokasi sumber pencemar pada segmen Kecamatan Patrang, Sumpersari, Kaliwates, dan Ajung yang menurut Peraturan Daerah Kabupaten Jember Nomor 1 Tahun 2015 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Jember Tahun 2015-2035 masuk pada sistem wilayah perkotaan, hal tersebut mengakibatkan peningkatan penduduk yang berdampak pada kualitas air Sungai Bedadung yang melintas pada wilayah tersebut (Gambar 1 dan 2).

**Tahapan Penelitian**

Langkah-langkah studi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data-data primer berupa data kualitas air berupa suhu, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS), dan debit air. Kemudian, data sekunder meliputi data hidrolis dan kualitas air sumber pencemar.
2. Membuat segmentasi sungai dengan membagi titik penelitian menjadi 9 (Sembilan) *reach* (Gambar 2).
3. Pembuatan model dilakukan dengan memasukkan data ke program QUAL2Kw (Gambar 2).
4. Melakukan validasi data dengan cara menginput parameter-parameter kualitas air dan hidrolis

sungai untuk memperoleh nilai koefisien. Validasi dilakukan dengan menggunakan uji *Root Mean Square Error* (RMSE).

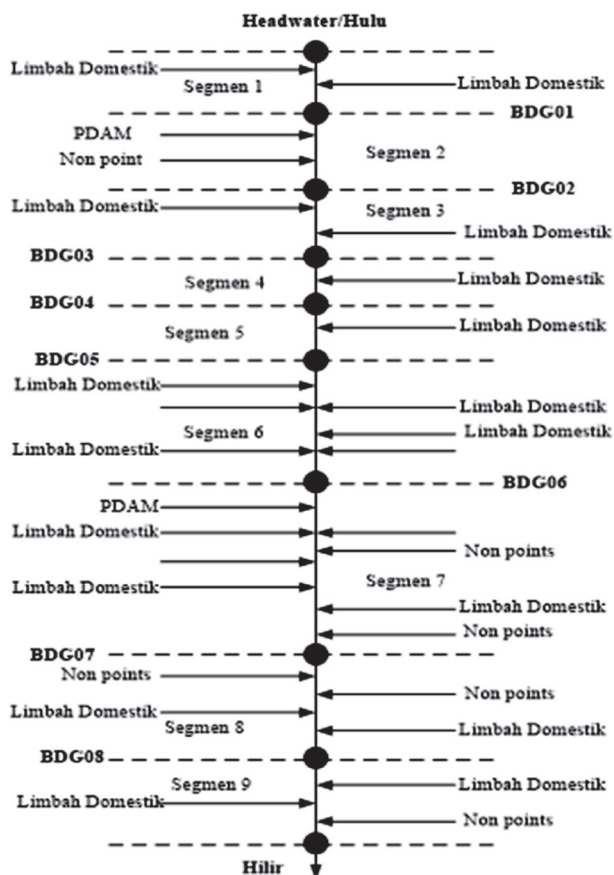
$$RMSE = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{n=1}^n (St - At)^2}{n} \right]} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana RMSE : *Root Mean Square Error*; St : Nilai simulasi pada waktu t; At : Nilai aktual pada waktu t; n : Jumlah Pengamatan ( t = 1,2, . . . ,n)

5. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan 3 simulasi seperti pada (Tabel 1).
6. Perhitungan beban pencemaran dan daya tampung beban pencemaran berdasarkan hasil simulasi.

**Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran**

Dalam upaya pengendalian pencemaran air, perlu dilakukan perhitungan daya dukung beban pencemaran air pada sumber air. Perhitungan ini digunakan untuk memantau polutan dari sumber pencemar yang berbeda. Perhitungan ini menggunakan hasil pada simulasi 2 (beban pencemaran penuh) dan simulasi 3 (beban



Gambar 2. Segmentasi Sungai Bedadung

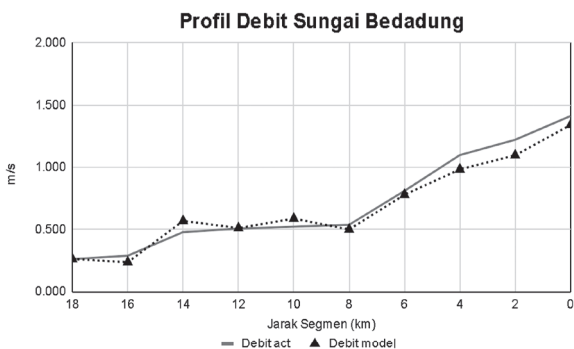
Tabel 2. Pembagian segmen Sungai Bedadung.

No	Segmen	Jarak	Elevasi	
			Hulu (m)	Hilir (m)
1	A - BDG01	18.046 – 16.699	94	81
2	BDG01 - BDG02	16.699 – 14.159	81	81
3	BDG02 - BDG03	14.159 – 12.138	81	94
4	BDG03 - BDG04	12.138 – 11.312	94	91
5	BDG04 - BDG05	11.312 – 9.866	91	72
6	BDG05 - BDG06	9.866 – 7.704	72	81
7	BDG06 - BDG07	7.704 – 3.991	81	94
8	BDG07 - BDG08	3.991 – 0.863	94	72
9	DG08 - B	0.863 – 0.000	72	72

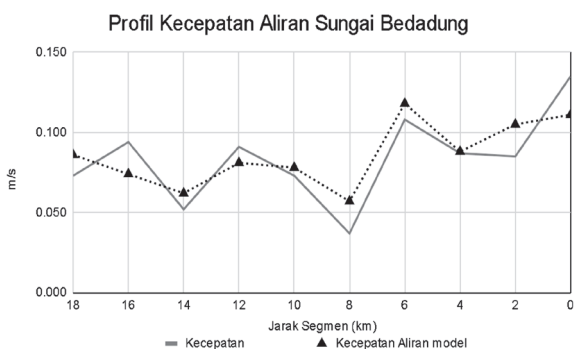
pencemar minimum), atas dasar kedua simulasi tersebut diperoleh nilai daya tampung beban pencemaran (DTBP) Sungai Bedadung.

$$DTBP = \text{Beban Pencemaran Penuh} - \text{Beban Pencemaran minimum (kg/hari)} \quad (2)$$

Model Qual2Kw menerapkan teori *Streeter Phelps* dengan mempertimbangkan berbagai pencemar yang masuk ke sungai, sifat hidrolik sungai, dan kondisi iklim (Chapra et al. 2003; Pelletier et al. 2008; Maghfiroh, 2016). QUAL2Kw memiliki keunggulan dapat melakukan simulasi sungai sebagai aliran searah dan dapat memodelkan beban pencemar yang masuk dan keluar dengan menggunakan bahasa pemrograman VBA yang diimplementasikan



Gambar 3. Perbandingan Debit Model dan Data.



Gambar 4. Perbandingan Kecepatan Aliran Model dan Data.

dengan *Mc. Excel* sebagai *interface* (Chapra et al. 2003; Libelli et al. 2013).

### Hasil dan Pembahasan

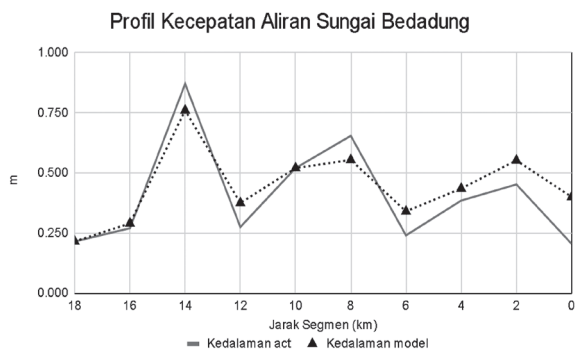
Ruas Sungai Bedadung yang diteliti adalah sepanjang ±18.046 km dari Jalan Gang Maskot, Kecamatan Patrang hingga Jalan Cendrawasih, Kecamatan Ajung yang melintasi Wilayah Perkotaan Kabupaten Jember. Tabel 2 merupakan titik pantau yang diperoleh dari hasil observasi langsung di sepanjang sungai tersebut.

#### Analisis Hasil Kalibrasi, Model, dan Simulasi Model QUAL2Kw

Kalibrasi ini dilakukan untuk mendapatkan nilai model yang mendekati data input yang dimasukkan ke dalam program. Kalibrasi model terbagi menjadi 2 yaitu kalibrasi data hidrolik dan data kualitas air. Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dilakukan *trial and error*. Hasil kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 3-5.

Pada simulasi 1, data kualitas air Sungai Bedadung dan beban pencemar merupakan kondisi eksisting dengan tujuan mengkalibrasi data kualitas air dan memperoleh nilai koefisien data yang digunakan pada simulasi selanjutnya. Gambar 6, 7, 8 dan 9 merupakan hasil *running* pada simulasi 1. Pada gambar 6, konsentrasi parameter TSS masih memenuhi baku mutu air kelas I. Berdasarkan Tabel 3 dapat diidentifikasi bahwa nilai RMSE pada kalibrasi data kualitas air Sungai Bedadung berada di bawah 10%. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa hasil simulasi program terhadap nilai parameter aktual memiliki tingkat kesalahan yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widayati (2009) dan Abba et al. (2017), hasil nilai RMSE yang kecil mengindikasikan keakuratan metode estimasi tingkat kesalahan pengukuran.

Kemudian Simulasi 2 data di hulu akan disesuaikan dengan baku mutu air kelas I sesuai dengan pemanfaatan dari Sungai Bedadung. Setelah dilakukan *running* pada program QUAL2Kw yang dapat dilihat pada Gambar 10, 11, 12 dan 13 akan dihasilkan model pada *sheet WQ*



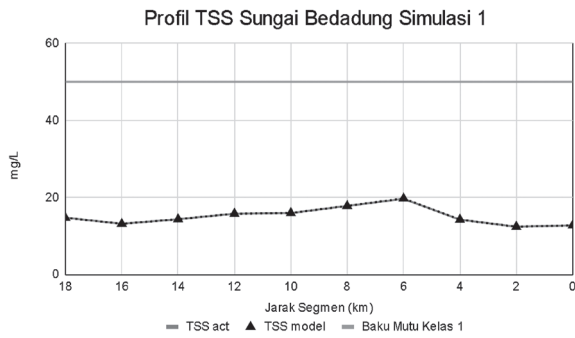
Gambar 5. Perbandingan Kedalaman Model dan Data

*Output.* Apabila model masih melebihi baku mutu yang dimasukkan (baku mutu kelas I) maka data sumber pencemar dilakukan *trial and error* hingga menghasilkan data model yang memenuhi baku mutu air kelas I seperti pada Gambar 10. Adapun pada simulasi 3 data pada hulu akan disesuaikan dengan baku mutu kelas I. Kemudian nilai beban pencemar akan dihilangkan dan hanya mendapat masukan berupa air drainase, anak sungai, dan air tanah. Gambar 14, 15, 16 dan 17 merupakan hasil

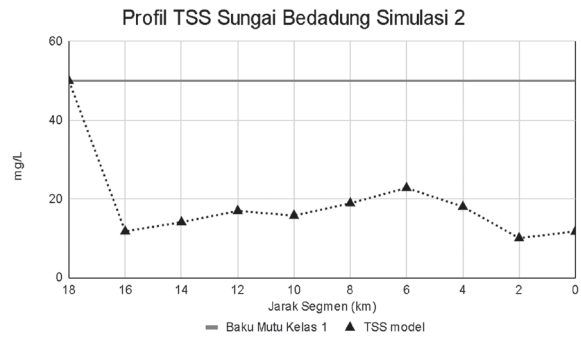
*running* program pada simulasi 3. Terlihat bahwa konsentrasi parameter-parameter telah memenuhi baku mutu air kelas I menurut Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021.

**Identifikasi Beban Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran**

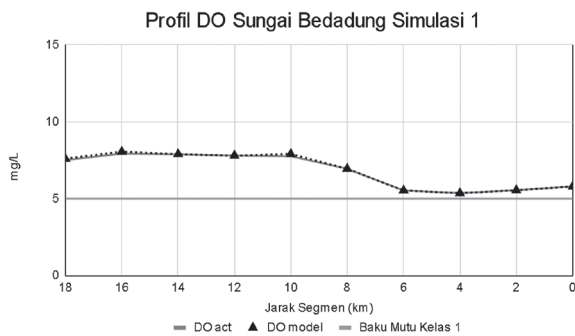
Data yang diperoleh dari *sheet source summary* digunakan untuk melakukan perhitungan beban pencemaran dan daya tampung pada Sungai



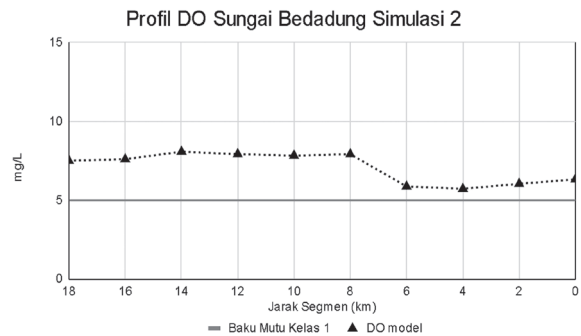
Gambar 6. Profil Simulasi 1 Parameter TSS.



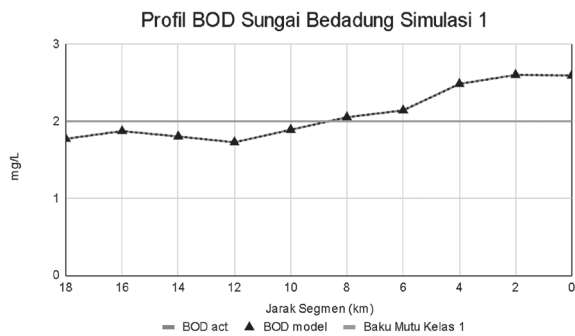
Gambar 10. Profil Simulasi 2 Parameter TSS.



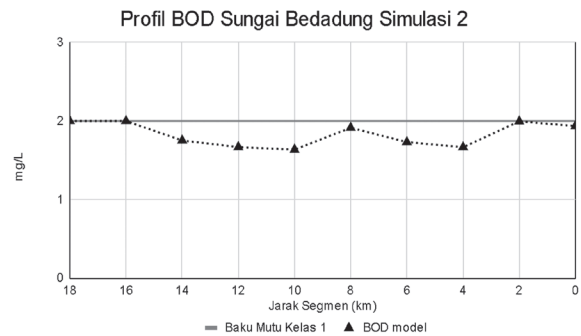
Gambar 7. Profil Simulasi 1 Parameter DO.



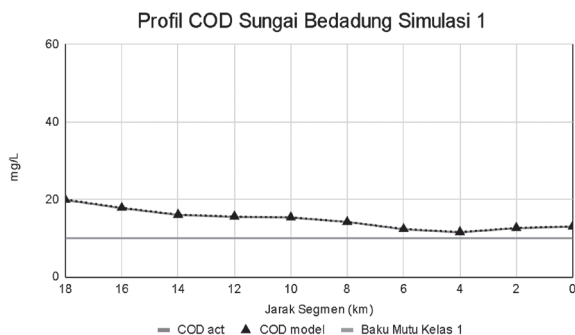
Gambar 11. Profil Simulasi 2 Parameter DO.



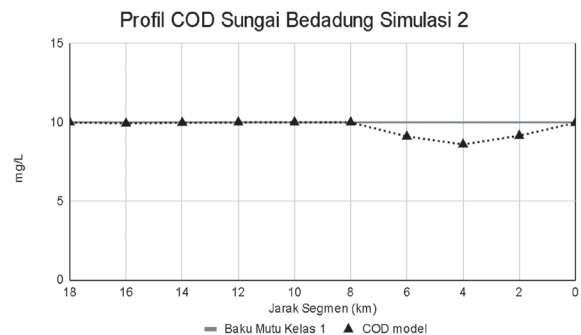
Gambar 8. Profil Simulasi 1 Parameter BOD.



Gambar 12. Profil Simulasi 2 Parameter BOD.



Gambar 9. Profil Simulasi 1 Parameter COD.



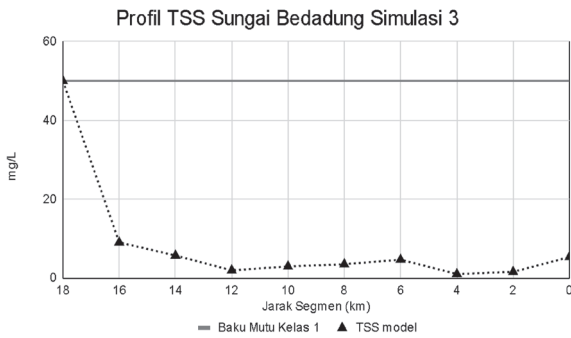
Gambar 13. Profil Simulasi 2 Parameter COD.

Bedadung. Nilai daya tampung beban pencemaran menggunakan simulasi 2 dan 3. Berdasarkan kedua simulasi tersebut akan diperoleh perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan selisih nilai dari simulasi 3 (beban pencemar penuh) dan simulasi 2 (beban pencemar minimum).

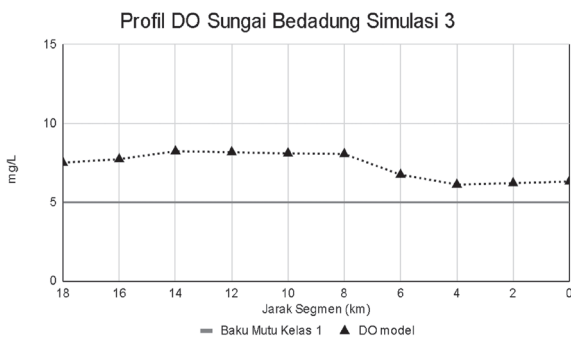
Daya tampung beban pencemaran maksimum parameter TSS Sungai Bedadung sebesar 24,985.57 kg/hari. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 18. Pada beberapa titik pantau hilir

Sungai Bedadung tidak lagi memiliki daya tampung beban pencemaran. Pada lokasi tersebut nilai daya tampung beban pencemarannya bernilai negatif atau defisit. Hal tersebut merupakan dampak dari penggunaan lahan pertanian dan pemukiman yang cukup luas di sekitar aliran Sungai Bedadung. Merujuk pada pernyataan Effendi (2003), area dengan penggunaan lahan pertanian mampu meningkatkan kadar TSS dalam air yang disebabkan adanya erosi lahan pertanian akibat air hujan. Selain itu juga dipengaruhi oleh erosi tanah yang terbawa oleh badan air. Kemudian, aktivitas domestik akan menghasilkan air limbah yang berpotensi meningkatkan nilai parameter fisik berupa TSS dan TDS pada suatu badan air (Budi et al. 2013; Effendi et al. 2018; Pradana et al. 2020)

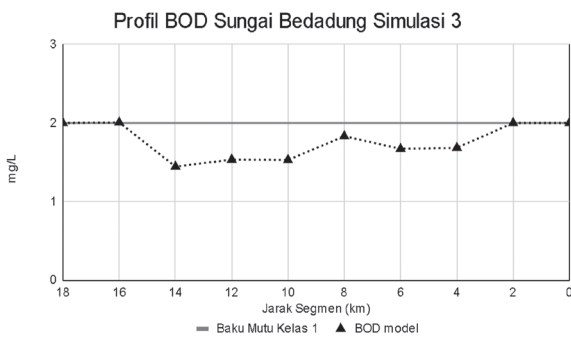
Berdasarkan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran parameter COD pada Gambar 19, sepanjang aliran Sungai Bedadung yang diteliti masih mampu menampung beban pencemaran maksimum sebesar 85.36 kg/hari. Hal tersebut didukung pernyataan Sugiharto (2014), peningkatan daya tampung sungai disebabkan oleh kemampuan sungai dalam melakukan proses pemurnian secara alami dan didukung dengan waktu kontak dan jarak yang cukup panjang, sehingga pada hilir sungai terjadi penurunan pencemaran. Selain itu, perubahan sistem wilayah perkotaan dengan jumlah penduduk yang lebih padat dan outlet buangan berdekatan dengan sungai serta tingginya



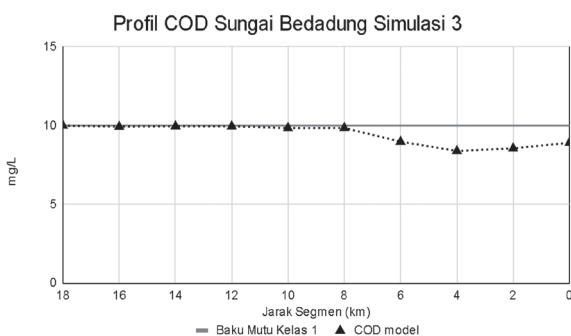
Gambar 14. Profil Simulasi 3 Parameter TSS.



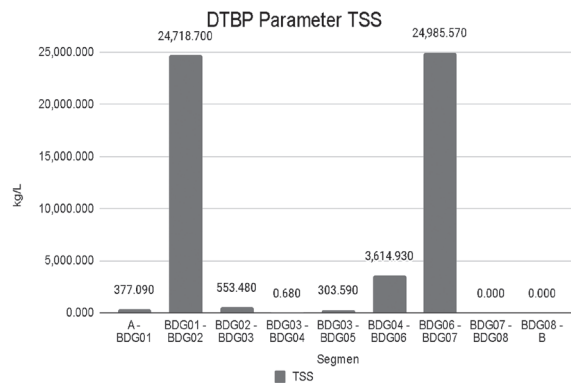
Gambar 15. Profil Simulasi 3 Parameter DO.



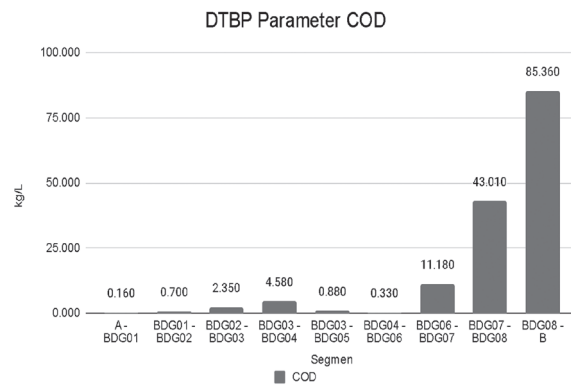
Gambar 16. Profil Simulasi 3 Parameter BOD.



Gambar 17. Profil Simulasi 3 Parameter COD.



Gambar 18. Daya Tampung Beban Pencemaran Parameter TSS.



Gambar 19. Daya Tampung Beban Pencemaran Parameter COD.

Tabel 3. Hasil Perhitungan RSME Kualitas Air Sungai Bedadung.

Titik Pantau	COD	DO	BOD	TSS	COD	DO	BOD	TSS	(COD act	(DO act	(BOD act	(TSS act
	act	act	act	act	model	model	model	model	- COD	- DO	- BOD	- TSS
	mg/L								model) <sup>2</sup>	model) <sup>2</sup>	model) <sup>2</sup>	model) <sup>2</sup>
BDG01	19.87	7.51	1.77	14.73	19.97	7.60	1.77	14.73	0.010	0.009	0.000	0.000
BDG02	17.75	7.93	1.73	5.86	17.86	8.06	1.84	5.99	0.012	0.016	0.012	0.016
BDG03	15.98	7.88	1.43	14.14	16.07	7.89	1.53	14.02	0.008	0.000	0.010	0.015
BDG04	15.49	7.70	1.83	16.87	15.59	7.80	1.67	16.92	0.010	0.009	0.025	0.003
BDG05	15.30	7.76	1.54	15.86	15.37	7.90	1.66	15.74	0.005	0.022	0.014	0.015
BDG06	14.19	5.94	1.96	18.90	14.19	5.87	1.97	18.87	0.000	0.006	0.000	0.001
BDG07	12.30	5.23	1.83	22.69	12.38	5.12	1.82	22.80	0.006	0.012	0.000	0.013
BDG08	11.48	5.45	1.99	18.13	11.57	5.52	1.87	18.03	0.008	0.004	0.014	0.009
BDG09	12.57	5.55	2.23	10.18	12.64	5.59	2.24	10.06	0.005	0.002	0.000	0.014
BDG10	12.97	5.69	2.13	11.70	13.03	5.59	2.25	11.76	0.004	0.010	0.014	0.004
Jumlah									0.07	0.09	0.09	0.09
Banyak Data (n)									10.00	10.00	10.00	10.00
RMSE									0.08	0.10	0.09	0.09

buangan limbah domestik dan deterjen, menjadi faktor kontribusi tingginya kadar COD. Hal tersebut mengakibatkan semakin menurunnya daya tampung sungai (Lee dan Nikraz, 2015).

Grafik nilai negatif atau defisit daya tampung beban pencemaran pada Gambar 20 menunjukkan bahwa Sungai Bedadung tidak lagi dapat menerima beban pencemar. Hal ini disebabkan oleh adanya fenomena peningkatan konsentrasi BOD. Kemudian semakin banyaknya debit *inflow* dan kemampuan sungai dalam melakukan purifikasi tidak berjalan maksimal pada parameter BOD. Menurut Zurita *et al.* (2021), bahan buangan organik berupa limbah yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme sehingga dapat menaikkan kadar BOD di perairan. Selain itu, semakin tinggi debit pada sungai mempengaruhi peningkatan kadar BOD di perairan dikarenakan mikroorganisme tidak mempunyai waktu yang lama dalam mengoksidasi bahan organik tersebut (Kumar dan Mizunoya, 2022). Pengendalian pencemaran perlu dilakukan untuk mengurangi konsentrasi bahan pencemaran dan peningkatan daya tampung beban pencemaran. Adapun rekomendasi pengendalian pencemaran tersebut yaitu tetap melaksanakan pelarangan pembuangan sampah domestik ke Sungai Bedadung, pengolahan air limbah domestik, dan pembatasan pembangunan industri di bantaran sungai, serta pelarangan pembuangan air limbah ke Sungai Bedadung (Puspitasari *et al.* 2021; Pradana *et al.* 2022).

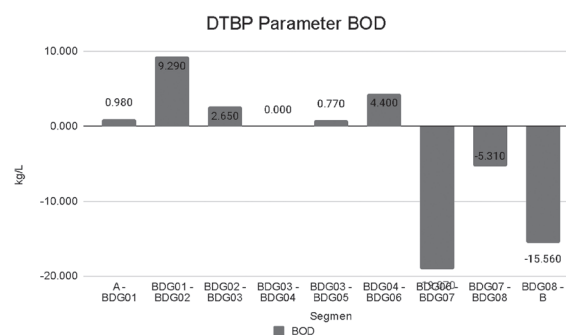
### Simpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan pemanfaatannya sebagai baku air bersih, kualitas air Sungai Bedadung pada parameter BOD dan COD belum memenuhi baku mutu air kelas I sehingga mengakibatkan nilai daya tampung beban

pencemaran maksimum pada parameter tersebut masing-masing sebesar -2.43 kg/hari dan 16.50 kg/hari. Kemudian, pada parameter TSS mampu menampung beban pencemaran maksimum sebesar 6061.56 kg/hari. Hasil penilaian kualitas air Sungai Bedadung menggunakan pemodelan ini dapat menjadi pertimbangan dalam melakukan upaya pengelolaan kualitas Sungai Bedadung untuk menjaga akses air baku bagi masyarakat Kabupaten Jember dan pengendalian pertumbuhan dan pengembangan fasilitas publik di sekitar Bantaran Sungai Bedadung.

### Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan pendanaan pada penelitian ini dalam Program Hibah PTM 2019-2020. Kemudian, ucapan terima kasih diberikan kepada Civitas Akademika Pascasarjana dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan sarana dan prasarana penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penelaah atau *reviewer* artikel, sehingga hasil penelitian pada artikel ini semakin baik dalam penyajiannya.



Gambar 20. Daya Tampung Beban Pencemaran Parameter BOD.

## Daftar Pustaka

- Abba, S.I., S.J. Hadi dan J. Abdullahi. 2017. River water modeling prediction using multi-linear regression artificial neural network, and adaptive neuro-fuzzy inference system techniques. *Procedia Computer Science*. Vol. 120(2017): 75-82. doi: 10.1016/j.procs.2017.11.212
- Budi, R.S.W., D. Rahayu dan S. Komariah. 2013. Efektifitas riverbank filtration terhadap parameter fisik (TDS) di Sungai Cihideung. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 1(1): 117-121. doi: 10.19028/jtep.01.1.%25p
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. 2021. Hasil Sensus Penduduk (SP) Kabupaten Jember Tahun 2020. Jember: Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember.
- Chapra, S. dan G. Pelletier. 2003. Qual2K: a modeling framework for simulation river and stream water quality: documentation and user manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H., S. Muslimah, dan P.A. Permatasari. 2018. Relationship between land use and water quality in Pesanggrahan River. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 149(2018): 1-10. doi: 10.1088/1755-1315/149/1/012022
- Libelli, S.M., E. Giusti dan A. Nocita. 2013. A new instream flow assessment method based on fuzzy habitat sustainability and scale river modelling. *Environmental Modelling & Software*. Vol. 41(2013): 27-38. doi: 10.1016/j.envsoft.2012.10.005
- Lee, A.H. dan H. Nikraz. 2015. BOD:COD ratio as an indicator for river pollution. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*. Vol. 88: 89-94. doi: 10.7763/IPCBE. 2015.V88.15.
- Kumar, B. dan T. Mizunoya. 2022. Sustainability assessment model of the Buriganga River restoration project in Bangladesh: a system dynamics and inclusive wealth study. *Sustainability*. 14(873): 1-24. doi: 10.3390/su14020873
- Maghfiroh, L. 2016. Penentuan daya tampung beban pencemaran Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan pemodelan Qual2Kw. Skripsi. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mahyudin, Soemarno, dan T.B. Pragy. 2015. Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. Vol. 6(2): 105-114.
- Pelletier, G.J., S.C., Chapra dan H. Tao. 2006. Qual2Kw – A framework for modelling water quality in streams and river using a genetic algorithm for calibration. *Environmental Modelling & Software*. Vol. 21(3): 419-425. doi: 10.1016/j.envsoft.2005.07.002
- Pradana, H.A., S. Wahyuningsih, E. Novita, A. Humayro dan B.H. Purnomo. 2019. Identifikasi kualitas air dan beban pencemaran sungai bedadung di intake instalasi pengolahan air PDAM Kabupaten Jember. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. Vol. 18(2): 135-143. doi: 10.14710/jkli.18.2.135-143
- Pradana, H.A., E. Novita, I. Andriyani dan B.H. Purnomo. 2020. Land use impact to water quality in Bedadung River, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* Vol. 477(2019):1-8. doi:10.1088/1755-1315/477/1/012015
- Pradana, H.A., E. Novita dan B.H. Purnomo. 2022. Simulation for water quality management using system dynamics modeling in the Bedadung Watershed, East Java, Indonesia. *J. Degrade. Min. Land Manage.* Vol. 9(2): 3217-3327. doi:10.15243/jdmlm.2022.092.3317
- Puspitasari, A.I., E. Novita, H.A. Pradana dan B.H. Purnomo. 2021. Identifikasi perilaku dan persepsi masyarakat terhadap pencemaran air Sungai Bedadung di Jember, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Vol. 5(1): 89-104. doi: 10.20886/jppdas.2021.5.1.89-104
- Novita, E., H.A. Pradana dan S.P. Dwija. 2020. Water quality assessment at the Bedadung River in Jember Regency. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Vol. 10(4): 669-714. doi: 10.29244/jpsl.10.4.699-714
- Pramaningsih, V., S. Suprayogi, I.L.S. Purnama. 2020. Pollution load capacity analysis of BOD, COD, and TSS in Karang Mumus River Smarinda. *Indonesia Journal Chemistry*. Vol. 20(3): 626-637. doi: 10.22146/ijc.44296
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lampiran III. Jakarta.
- Sugiharto. 2014. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: UI-Press.
- Widayati, C.S.W. 2009. Komparasi beberapa metode estimasi kesalahan pengukuran. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*. 13(2):182–197. Doi: 10.21831/pep.v13i2.1409
- Zurita, A., M. Aguayo, P. Arriagada, R. Figueroa, M.E. Diaz dan A. Stehr. 2021. Modeling biological oxygen demand load capacity in a data-scarce basin with important anthropogenic interventions. *Water*. Vol. 12(2379): 1-12. doi: 10.3390/w13172379