



## Peran Hukum Lingkungan Dalam Penanggulangan Pencemaran Sungai Ciliwung: Studi Kasus di Mall Seasons City

Frangky Jonatan, Ayi Meidyna Sany\*, Eunike Kathryn Budiman, Luverne Pujian Quinn, Vivienne Olivia Siswanto, Edward Jonathan, Erland Jovian, Gabriel Yericho Damanik, Nanda Divabuena Purba

Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

✉ corresponding author: [205220072\\_meidyna.sany@untar.ac.id](mailto:205220072_meidyna.sany@untar.ac.id)

DOI: [10.37893/jv.v3i2.1112](https://doi.org/10.37893/jv.v3i2.1112)

### Kata Kunci:

Dampak Kesehatan;  
Kesadaran Masyarakat;  
Pengelolaan Limbah;  
Regulasi Pemerintah.

### ABSTRAK

Penelitian ini menginvestigasi pencemaran Sungai Ciliwung, khususnya di sekitar Mall Seasons City di Jakarta, yang disebabkan oleh limbah domestik, limbah industri, dan sampah plastik. Penelitian ini menggunakan pendekatan yuridis normatif dengan menganalisis data sekunder dari dokumen hukum, studi sebelumnya, dan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama pencemaran adalah pembuangan limbah domestik yang tidak terkelola dengan baik dan limbah industri yang dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan yang memadai. Kadar BOD, COD, dan TSS yang tinggi menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Ciliwung melampaui ambang batas yang diatur dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Penelitian ini juga menunjukkan rendahnya kesadaran masyarakat tentang pengelolaan limbah dan kurangnya infrastruktur pengelolaan limbah yang efektif. Penelitian ini membahas dampak lingkungan, kesehatan, dan ekonomi dari pencemaran sungai, termasuk peningkatan penyakit seperti diare, infeksi kulit, dan penurunan keanekaragaman hayati. Temuan ini menekankan perlunya partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan limbah serta penegakan hukum yang lebih kuat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sangat diperlukan untuk mengurangi pencemaran dan memulihkan kualitas lingkungan.

### Keywords:

Health Impacts; Public Awareness; Waste Management; Government Regulation.

### ABSTRACT

*This study investigates the pollution of the Ciliwung River, particularly around Mall Seasons City in Jakarta, caused by domestic waste, industrial effluents, and plastic waste. The study employs a normative legal approach, analyzing secondary data from legal documents, previous studies, and field observations. The findings reveal that the primary sources of pollution are unregulated domestic waste disposal and untreated industrial waste, contributing to high levels of BOD, COD, and TSS, which exceed the permissible limits set by Law No. 32/2009 on Environmental Protection and Management and Government Regulation No. 82/2001 on Water Quality Management and Pollution Control. The study also highlights the low level of public awareness regarding waste management and the lack of adequate infrastructure to manage waste effectively. The study discusses the significant environmental, health, and economic impacts of river pollution, including health issues like diarrhea, skin infections, and the decline of aquatic biodiversity. The research emphasizes the importance of public participation in waste management programs and the need for stronger enforcement of environmental laws. The findings suggest that collaboration between the government, private sector, and local communities is essential to reducing pollution and restoring the Ciliwung River's ecological balance.*

Received: 2025-04-07

Accepted: 2025-04-22

Published: 2025-04-23



## A. PENDAHULUAN

Sungai Ciliwung, yang membentang sepanjang 119 kilometer dari Bogor hingga Jakarta, memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat perkotaan. Mengalir melalui berbagai wilayah yang padat penduduk dan kegiatan ekonomi, sungai ini mendukung berbagai aktivitas manusia, seperti pengairan, penyediaan air bersih, dan jalur transportasi. Namun, kondisi Sungai Ciliwung kini menghadapi permasalahan besar akibat pencemaran yang semakin parah, terutama di area hilirnya, di sekitar Mall Seasons City. Pencemaran ini bukan hanya mengancam ekosistem perairan, tetapi juga memberikan dampak buruk bagi kesehatan masyarakat yang bergantung pada sungai ini sebagai sumber air untuk keperluan sehari-hari.

Pencemaran sungai, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), adalah perbuatan mencemari atau mengotori lingkungan. Lingkungan, dalam konteks ini, mencakup kesatuan antara benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup yang mempengaruhi kehidupan serta kesejahteraan manusia dan makhluk lainnya. Pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran sungai, merupakan salah satu penyebab utama kerusakan lingkungan yang mempengaruhi kualitas hidup manusia. Kualitas lingkungan yang buruk dapat menurunkan nilai-nilai penting untuk kesehatan, kesejahteraan, dan ketentraman manusia (Sodikin, 2018). Salah satu penyebab utama pencemaran lingkungan adalah limbah, baik itu limbah rumah tangga maupun limbah industri.

Pemerintah Indonesia, sebagai respons terhadap pencemaran lingkungan, telah memberlakukan berbagai regulasi, seperti Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang mengatur standar kualitas lingkungan dan tanggung jawab pelaku usaha untuk mengelola limbah. Selain itu, Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air berfungsi untuk menjaga kualitas air dan mengendalikan pembuangan limbah industri ke sungai. Meskipun telah ada berbagai kebijakan dan regulasi terkait, penerapannya masih terkendala oleh penegakan hukum yang kurang konsisten dan koordinasi antar-instansi yang lemah (Aprilia & Zunggaval, 2019).

Sungai Ciliwung, yang seharusnya menjadi sumber daya alam yang memberikan manfaat bagi masyarakat, kini tercemar dengan limbah domestik, sampah plastik, dan limbah industri yang membahayakan keseimbangan ekosistem sungai. Pencemaran sungai ini memiliki dampak yang sangat luas, baik dari segi lingkungan, kesehatan, maupun ekonomi. Secara lingkungan, air yang tercemar dapat merusak ekosistem perairan, membunuh berbagai spesies ikan, serta mengurangi keanekaragaman hayati. Dalam aspek kesehatan, pencemaran sungai dapat meningkatkan risiko berbagai penyakit bagi masyarakat sekitar, seperti diare, infeksi kulit, dan penyakit saluran pencernaan, terutama bagi mereka yang masih menggunakan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari (Ismelina F.R. & Priardanto, 2023).

Salah satu contoh pencemaran yang terjadi di Jakarta adalah pencemaran Sungai Ciliwung. Sungai ini melintasi pusat kota Jakarta dan menjadi sumber air serta saluran drainase bagi jutaan penduduk. Namun, seiring dengan pesatnya pembangunan dan aktivitas penduduk, kualitas air di Sungai Ciliwung semakin menurun. Banyak industri yang beroperasi di sepanjang aliran sungai sering membuang limbah cair langsung ke

sungai, mengandung zat berbahaya seperti logam berat dan bahan kimia beracun. Di sekitar Mall Seasons City, yang terletak di wilayah padat penduduk dan pusat perdagangan, dampak pencemaran sangat terasa.

Beberapa faktor penyebab utama pencemaran ini adalah pembuangan limbah rumah tangga yang sering dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu, serta limbah industri yang mencemari air sungai dengan bahan berbahaya. Selain itu, rendahnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan, ditambah dengan pengelolaan sampah yang tidak optimal, semakin memperburuk kondisi tersebut. Faktor ini diperburuk oleh peningkatan jumlah penduduk yang terus meningkat di kawasan sekitar sungai, yang meningkatkan jumlah limbah yang dibuang ke sungai.

Meski pemerintah telah melakukan berbagai upaya, seperti penerapan regulasi tentang pembuangan limbah dan proyek revitalisasi sungai, penegakan hukum yang lemah serta rendahnya partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan sungai menjadi kendala utama dalam implementasi kebijakan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab pencemaran di Sungai Ciliwung, khususnya di sekitar Mall Seasons City, serta dampaknya terhadap lingkungan, kesehatan, dan ekonomi masyarakat setempat. Penelitian ini juga akan membahas tantangan yang dihadapi dalam mengatasi pencemaran dan memberikan rekomendasi untuk tindakan yang lebih efektif.

Pencemaran sungai di wilayah perkotaan seperti Jakarta dipengaruhi oleh beberapa faktor signifikan. Pertama, limbah domestik dan industri merupakan penyumbang utama pencemaran, dengan data menunjukkan bahwa sekitar 52.5% kawasan yang dilalui sungai di Jakarta mengalami kontaminasi limbah (Rahardiantoro & Yanti, 2022; Ekawaty dkk., 2018). Pembuangan limbah cair dan padat secara sembarangan, serta kondisi pemukiman yang kumuh di bantaran sungai, memperburuk kualitas air (Yohannes dkk., 2019). Pertumbuhan populasi yang cepat dan urbanisasi juga menyebabkan tekanan terhadap daya tampung lingkungan, yang membuat pencemaran semakin parah (Ekawaty dkk., 2018). Selain itu, kurangnya infrastruktur pengolahan limbah yang memadai di Jakarta mengakibatkan limbah langsung masuk ke sungai tanpa pengolahan yang memadai (Rahardiantoro & Yanti, 2022). Tantangan lainnya adalah rendahnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan lingkungan dan partisipasi dalam konservasi, yang semakin memperburuk kondisi (Yohannes dkk., 2019).

Studi ini menyajikan analisis yang lebih terperinci mengenai kondisi pencemaran Sungai Ciliwung dengan menyoroti kontribusi spesifik dari aktivitas industri dan pemukiman di sekitar Mall Seasons City. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran baru mengenai tantangan yang dihadapi dalam implementasi regulasi dan kebijakan pengelolaan lingkungan yang ada, serta mengusulkan pendekatan kolaboratif antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mengatasi masalah pencemaran ini. Dengan menggunakan data terbaru dan pendekatan yang lebih komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan pengelolaan kualitas air yang lebih efektif di wilayah perkotaan Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pencemaran di Sungai Ciliwung, mengukur dampaknya terhadap masyarakat, serta memberikan

rekomendasi kebijakan yang lebih efektif untuk penanganannya. Dengan menggunakan pendekatan yang komprehensif, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya pemulihan dan pelestarian kualitas Sungai Ciliwung demi kesejahteraan masyarakat dan keberlanjutan ekosistem sungai.

## **B. METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah yuridis normatif, yang menekankan pada analisis data sekunder berupa bahan hukum primer dan sekunder yang relevan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkaji peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan perlindungan lingkungan hidup, khususnya yang mengatur kualitas air dan pengelolaan limbah di sungai, serta untuk menganalisis dokumen-dokumen hukum yang ada, termasuk makalah, jurnal, dan referensi lainnya yang relevan.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama, yaitu: 1) Studi Kepustakaan: Peneliti melakukan telaah literatur dengan menganalisis peraturan perundang-undangan yang relevan, dokumen hukum, serta hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan dan pengelolaan limbah di sungai. Hal ini bertujuan untuk memahami dasar hukum dan kebijakan yang ada, serta untuk melihat bagaimana kebijakan tersebut diimplementasikan dalam konteks pencemaran Sungai Ciliwung. 2) Observasi (Pengamatan): Peneliti melakukan observasi langsung di lapangan untuk mengamati kondisi lingkungan sekitar Sungai Ciliwung, khususnya di wilayah Mall Seasons City, serta untuk mendokumentasikan kondisi sungai, adanya limbah yang mencemari, serta pengelolaan sampah dan limbah yang ada di kawasan tersebut. Observasi ini penting untuk memberikan gambaran nyata tentang masalah pencemaran dan dampaknya terhadap ekosistem dan masyarakat.

Data yang diperoleh melalui teknik pengumpulan di atas kemudian dianalisis menggunakan analisis yuridis kualitatif. Dalam analisis ini, data dikaji dengan pendekatan hukum untuk menilai sejauh mana kebijakan yang ada efektif dalam mengelola pencemaran sungai. Selain itu, analisis ini juga mencakup interpretasi terhadap peraturan perundang-undangan dan kebijakan yang terkait dengan pencemaran air, serta bagaimana implementasinya di lapangan, khususnya di area Mall Seasons City.

Hasil analisis disajikan dalam bentuk deskriptif analitis, yang menggambarkan peran serta masyarakat dalam menjaga kebersihan sungai serta kebijakan pemerintah dalam mengelola lingkungan hidup, terutama terkait dengan pencemaran Sungai Ciliwung. Peneliti juga mengidentifikasi kendala yang dihadapi dalam implementasi kebijakan pengelolaan lingkungan dan mencari solusi untuk meningkatkan efektivitas program-program yang ada. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, kesimpulan ditarik secara deduktif, yaitu dengan menghubungkan temuan-temuan dari data yang terkumpul dengan teori hukum yang ada, serta merumuskan kesimpulan yang memberikan solusi terhadap masalah pencemaran Sungai Ciliwung. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi dan mengevaluasi ketentuan hukum yang relevan secara sistematis dan terstruktur.

Penerapan metode yuridis normatif dalam penelitian ini tidak hanya memperkaya

kajian hukum mengenai pengelolaan pencemaran sungai, tetapi juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan teori dan praktik hukum dalam pengelolaan lingkungan hidup. Penelitian ini dapat memberikan wawasan baru tentang bagaimana regulasi lingkungan diimplementasikan di lapangan dan tantangan yang dihadapi dalam mengatasi pencemaran air di wilayah perkotaan.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Faktor Penyebab Pencemaran Sungai Ciliwung di Sekitar Mall Seasons City

Pencemaran Sungai Ciliwung di sekitar Mall Seasons City disebabkan oleh beberapa faktor utama, yang mencakup limbah domestik, limbah industri, dan sampah plastik. Faktor pertama yang sangat signifikan adalah pembuangan limbah domestik oleh masyarakat yang tinggal di sekitar sungai. Banyak rumah tangga membuang sampah, seperti makanan dan deterjen, langsung ke sungai. Hal ini mengakibatkan peningkatan kadar polutan dalam air, yang semakin memperburuk kondisi sungai. Kurangnya kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan limbah yang benar dan dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan turut memperparah pencemaran ini (Tyassari dkk., 2024).

Selain itu, limbah industri juga berkontribusi besar terhadap pencemaran Sungai Ciliwung. Beberapa pabrik yang beroperasi di sekitar sungai membuang limbah cair mereka tanpa melalui pengolahan yang memadai. Limbah industri ini sering mengandung bahan kimia berbahaya, seperti logam berat, yang dapat merusak ekosistem perairan dan berisiko terhadap kesehatan masyarakat yang bergantung pada sungai ini sebagai sumber air (Pandiangan dkk., 2023).

Sampah plastik merupakan salah satu faktor penting lain yang turut mencemari sungai. Peningkatan penggunaan produk plastik sekali pakai, terutama di area komersial seperti Mall Seasons City, menyebabkan volume sampah plastik yang meningkat. Banyaknya plastik yang dibuang sembarangan ke sungai menghambat aliran air, merusak ekosistem, dan memperburuk kualitas air. Penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 70% sampah yang ditemukan di Sungai Ciliwung adalah plastik, termasuk botol, kantong, dan kemasan makanan (Syahroni & Sholehuddin, 2022). Kurangnya infrastruktur pengelolaan sampah dan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah sembarangan menjadi faktor penting dalam masalah ini (Lisdayanti dkk., 2023).

Pencemaran Sungai Ciliwung memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan, terutama pada kualitas air dan keberagaman hayati di sekitar sungai. Penurunan kualitas air disebabkan oleh peningkatan kadar polutan seperti BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan kadar nutrisi yang berlebihan. Dampak ini berpotensi menyebabkan eutrofikasi, yang mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air, sehingga mengancam kelangsungan hidup ikan dan organisme akuatik lainnya. Selain itu, limbah plastik dan bahan kimia berbahaya yang dibuang ke sungai menyebabkan hilangnya habitat alami bagi berbagai spesies ikan dan biota perairan lainnya. Penurunan kualitas air tidak hanya berdampak pada organisme yang sensitif terhadap perubahan kualitas, tetapi juga pada rantai makanan yang bergantung pada fauna dan flora perairan tersebut (Dwi Astuti dkk., 2016).

**Tabel 1. Kualitas Air Sungai Ciliwung**

No.	Tahun	Status Kualitas Air	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH
1.	2015	Tercemar sedang	12,5	25,3	45,6	6,5
2.	2016	Tercemar berat	15,2	28,7	50,4	6,2
3.	2017	Tercemar berat	16,8	30,2	55,1	6
4.	2018	Tercemar berat	18,3	32,5	60,3	5,8
5.	2019	Tercemar berat	17,6	31,1	58,8	5,9
6.	2020	Tercemar sedang	13	27,4	48	6,4

Sumber: Pusat Data dan Informasi Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia

Tabel 1 menunjukkan gambaran tentang kualitas air Sungai Ciliwung dari tahun 2015 hingga 2020. Tabel menunjukkan status kualitas air berdasarkan parameter BOD, COD, TSS, dan pH, sementara grafik memperlihatkan perubahan kadar polutan tersebut sepanjang waktu. Dari grafik dan tabel tersebut, terlihat adanya fluktuasi dalam kadar polutan, dengan nilai BOD, COD, dan TSS yang lebih tinggi pada tahun-tahun sebelumnya, menunjukkan pencemaran berat yang mengganggu kualitas air dan ekosistem di sekitar sungai. Sebagai contoh, pada tahun 2016 hingga 2019, kualitas air terdeteksi sebagai “tercemar berat” dengan nilai BOD dan COD yang tinggi, mengindikasikan pencemaran yang parah.

Kemerosotan kualitas air dan keberagaman hayati juga menghasilkan efek domino pada ekosistem daratan di sekitar sungai. Perubahan pola interaksi antara spesies dan gangguan keseimbangan ekosistem mengubah dinamika lingkungan secara keseluruhan. Selain itu, pencemaran ini memperburuk kondisi fisik dan estetika sungai, yang mengurangi fungsi ekologisnya dan mengancam keberlanjutan ekosistem di wilayah tersebut (Dwi Astuti dkk., 2016).

### **Dampak Pencemaran Terhadap Kesehatan Masyarakat**

Dampak dari pencemaran Sungai Ciliwung terhadap lingkungan sangat signifikan. Penurunan kualitas air yang disebabkan oleh pencemaran limbah domestik, industri, dan sampah plastik menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air, yang pada akhirnya mengancam kelangsungan hidup berbagai spesies ikan dan organisme perairan lainnya. Eutrofikasi, yang disebabkan oleh peningkatan kadar nutrisi dalam air, juga berpotensi memperburuk kondisi ekosistem, mengurangi keanekaragaman hayati, dan merusak habitat alami bagi banyak spesies ikan (Dwi Astuti dkk., 2016).

Secara langsung, pencemaran ini juga berdampak pada kualitas hidup masyarakat yang tinggal di sekitar sungai. Air yang tercemar dengan limbah domestik dan industri meningkatkan risiko kesehatan masyarakat, termasuk penyakit diare, infeksi kulit, dan gangguan gastrointestinal, terutama pada anak-anak yang lebih rentan terhadap infeksi dari air tercemar (Prahardana & Basyaiban, 2022; Palupi dkk., 2022). Penurunan kualitas air juga menyebabkan penurunan kualitas hidup karena terbatasnya akses masyarakat terhadap air bersih yang aman untuk dikonsumsi dan digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Selain itu, pencemaran ini juga menurunkan nilai estetika lingkungan dan properti

di sekitar wilayah sungai, mengurangi nilai jual properti dan menghambat pengembangan ekonomi lokal (Zhang & Tan, 2022).

Dalam hal sosial-ekonomi, pencemaran sungai mengakibatkan kerugian materiil yang signifikan. Misalnya, petani dan nelayan yang bergantung pada air sungai untuk irigasi dan tangkapan ikan mengalami penurunan hasil panen dan tangkapan akibat kualitas air yang buruk. Hal ini memperburuk kondisi ekonomi masyarakat yang sudah rentan dan meningkatkan angka kemiskinan di daerah tersebut (Zhu dkk., 2023).

Pencemaran Sungai Ciliwung juga membawa dampak sosial dan ekonomi yang besar bagi masyarakat sekitar. Dari segi ekonomi, pencemaran ini menyebabkan kerugian material, terutama bagi nelayan dan petani yang bergantung pada air sungai untuk pengairan dan tangkapan ikan. Penurunan kualitas air mengurangi hasil panen dan menghambat sektor perikanan karena menurunnya populasi ikan dan kualitas hasil tangkapan (Zhu dkk., 2023). Selain itu, kerusakan infrastruktur akibat sedimentasi sampah yang mendangkalkan sungai juga menambah beban ekonomi di wilayah tersebut (Zhang & Tan, 2022).

Sosial-ekonominya juga tercermin dalam peningkatan ketegangan antar komunitas yang memiliki akses berbeda terhadap sumber daya air yang bersih. Konflik dapat muncul antara kelompok yang memiliki akses lebih baik terhadap air bersih dan mereka yang terpaksa menggunakan air tercemar (Li & Zhang, 2023). Selain itu, pencemaran ini menurunkan kualitas hidup masyarakat, mengurangi nilai properti, dan mendorong migrasi penduduk ke area yang lebih aman, meningkatkan masalah urbanisasi.

Pencemaran Sungai Ciliwung, terutama di sekitar Mall Seasons City, memiliki dampak besar pada keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat. Dengan terus meningkatnya pencemaran, baik dari limbah domestik, industri, dan sampah plastik, maka sangat penting untuk mengimplementasikan solusi yang melibatkan semua pihak, baik pemerintah, masyarakat, maupun sektor swasta, untuk mengurangi pencemaran dan memperbaiki kualitas lingkungan serta kesehatan masyarakat sekitar.

Kesadaran masyarakat di sekitar wilayah Mall Seasons City memainkan peran yang sangat penting dalam upaya mengurangi pencemaran Sungai Ciliwung. Masyarakat yang memiliki pemahaman yang baik tentang dampak negatif pencemaran dapat mengambil tindakan preventif yang signifikan, seperti tidak membuang sampah sembarangan dan berpartisipasi dalam kegiatan pembersihan lingkungan. Kesadaran ini sangat berkontribusi terhadap keberhasilan program-program pemerintah yang bertujuan untuk menjaga kebersihan sungai dan lingkungan secara keseluruhan, yang sering kali memerlukan dukungan aktif dari komunitas setempat (Purwaningtyas, 2021).

Untuk meningkatkan partisipasi masyarakat, sejumlah strategi perlu diterapkan. Pertama, pendidikan dan kampanye informasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan sungai harus dilakukan secara luas dan intensif. Kegiatan penyuluhan yang melibatkan masyarakat secara langsung dapat meningkatkan pemahaman mereka mengenai dampak negatif pencemaran dan cara-cara untuk mengatasi masalah ini. Kedua, mendorong keterlibatan langsung masyarakat dalam program pengelolaan lingkungan, seperti kerja bakti atau pembersihan sungai, dapat memperkuat rasa kepemilikan dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Penyediaan platform bagi masyarakat untuk menyuarakan pendapat

dan ide-ide mereka dalam pengelolaan sumber daya air juga sangat penting dalam meningkatkan partisipasi. Dengan pendekatan yang tepat, diharapkan masyarakat dapat berfungsi sebagai agen perubahan yang dapat mengurangi pencemaran di Sungai Ciliwung dan meningkatkan kualitas hidup di sekitar wilayah Mall Seasons City.

### **Rendahnya Efektivitas Penegakan Hukum Terhadap Pencemaran**

Rendahnya efektivitas penegakan hukum dalam mengatasi pencemaran Sungai Ciliwung dipengaruhi oleh berbagai faktor kunci. Salah satu faktor utama adalah kurangnya penegakan hukum yang tegas terhadap pelanggaran lingkungan. Banyak pelanggar, baik dari sektor industri maupun masyarakat, tidak mendapatkan sanksi yang memadai, yang pada gilirannya menyebabkan ketidakpatuhan terhadap peraturan yang ada (Judijanto dkk., 2023; Ainur Ridlo & Arsali, 2024). Ketidakjelasan dan kesenjangan dalam peraturan serta implementasi hukum lingkungan juga berkontribusi terhadap rendahnya efektivitas penegakan hukum (Ashraf dkk., 2024).

Kedua, kurangnya kapasitas dan sumber daya dari lembaga penegak hukum dan pemerintahan yang bertanggung jawab atas pengawasan lingkungan menghambat upaya penegakan hukum. Keterbatasan dalam pengawasan aktif dan analisis dampak pencemaran, serta minimnya sarana dan prasarana dalam melakukan investigasi dan penindakan, menjadi permasalahan yang signifikan (Ainur Ridlo & Arsali, 2024). Ketiga, kesadaran masyarakat yang rendah terkait pentingnya perlindungan lingkungan turut memperburuk situasi. Masyarakat sering kali tidak mengetahui atau tidak memahami dampak buruk pencemaran dan justru terlibat dalam praktik-praktik yang merusak lingkungan (Vianka, 2021). Hal ini menunjukkan perlunya kampanye penyuluhan yang lebih intensif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan dan patuh terhadap hukum.

Akhirnya, kultur hukum yang ada di masyarakat juga dapat menjadi faktor penghambat. Bila masyarakat tidak memiliki sikap positif terhadap hukum atau merasa bahwa hukum tidak dijalankan dengan adil, hal ini dapat mengurangi motivasi mereka untuk berpartisipasi aktif dalam mendukung penegakan hukum (Ainur Ridlo & Arsali, 2024). Oleh karena itu, untuk meningkatkan efektivitas penegakan hukum, diperlukan kerja sama yang lebih erat antara berbagai pihak, termasuk pemerintah, penegak hukum, dan masyarakat luas.

Pendekatan kolaboratif antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat menjadi strategi yang sangat penting dalam meningkatkan pengelolaan limbah di sungai-sungai perkotaan, termasuk di wilayah Mall Seasons City. Salah satu manfaat utama dari kolaborasi ini adalah integrasi sumber daya dan pengetahuan yang dapat mengatasi masalah limbah secara lebih efektif. Keterlibatan berbagai pihak akan memastikan bahwa solusi yang diimplementasikan lebih menyeluruh dan sesuai dengan kebutuhan lokal (Kurniawan dkk., 2023).

Pemerintah berfungsi sebagai pengatur dan fasilitator, menyediakan regulasi yang jelas dan dukungan logistik untuk pengelolaan limbah. Regulasi yang baik akan mendorong industri untuk mengadopsi praktik pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan. Sektor swasta, terutama perusahaan lokal, dapat melakukan upaya tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) dengan menyediakan fasilitas pengolahan

limbah atau program edukasi bagi masyarakat sekitar (Viarecoa dkk., 2024). Selain itu, partisipasi masyarakat sangat penting untuk memastikan keberhasilan program pengelolaan limbah. Peningkatan kesadaran melalui kampanye pendidikan dan pelatihan dapat membantu masyarakat memahami pentingnya pengelolaan limbah yang baik. Misalnya, program bank sampah yang melibatkan masyarakat dalam memilah dan mendaur ulang sampah dapat meningkatkan kualitas lingkungan secara keseluruhan (Nurfadillah dkk., 2023).

Pendekatan ini juga harus diimbangi dengan inovasi dan teknologi, seperti sistem pemantauan kualitas air dan aplikasi daur ulang yang memudahkan masyarakat dalam mengelola limbah. Dengan cara ini, pengelolaan limbah dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien, sehingga dapat mengurangi pencemaran dan meningkatkan kualitas hidup di wilayah perkotaan seperti Mall Seasons City.

Mencapai pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan membutuhkan kerja sama antara berbagai pihak yang saling berhubungan. Masyarakat yang memiliki kesadaran tinggi terhadap lingkungan dapat berperan sebagai agen perubahan, membantu pemerintah dan sektor swasta dalam mengelola limbah dengan lebih efektif. Melalui kolaborasi yang terorganisir dan partisipasi aktif, pencemaran sungai, khususnya di sekitar Mall Seasons City, dapat diminimalisir, dan kualitas hidup masyarakat dapat meningkat. Oleh karena itu, penting untuk melibatkan semua sektor dalam upaya menjaga kebersihan sungai dan memastikan keberlanjutan ekosistemnya.

### **Kaitannya Dengan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001**

Penelitian ini memberikan temuan yang signifikan terkait pencemaran Sungai Ciliwung, khususnya di wilayah sekitar Mall Seasons City, yang berhubungan erat dengan implementasi peraturan dan kebijakan yang ada, terutama Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berikut adalah temuan utama dari penelitian ini dan kaitannya dengan kedua peraturan tersebut:

- 1) Pencemaran Sungai Ciliwung oleh Limbah Domestik dan Industri: Penelitian menemukan bahwa faktor utama yang menyebabkan pencemaran Sungai Ciliwung adalah pembuangan limbah domestik (termasuk sampah rumah tangga, deterjen, dan limbah cair lainnya) serta limbah industri yang tidak terkelola dengan baik. Salah satu temuan yang signifikan adalah tingginya kadar polutan dalam air, seperti BOD, COD, dan TSS, yang melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh peraturan terkait.
- 2) Kurangnya Infrastruktur Pengelolaan Limbah: Penelitian menunjukkan bahwa kurangnya fasilitas pengelolaan limbah yang memadai, baik di tingkat rumah tangga, industri, maupun pemerintah daerah, semakin memperburuk kondisi pencemaran. Banyak limbah domestik yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, yang menciptakan beban pencemaran yang terus meningkat.

- 3) Penyuluhan dan Kesadaran Masyarakat yang Masih Rendah: Kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan sungai dan pengelolaan limbah juga masih sangat rendah. Banyak individu yang tidak menyadari dampak jangka panjang dari pencemaran terhadap kualitas hidup mereka sendiri.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 bertujuan untuk melindungi dan mengelola lingkungan hidup dengan menetapkan kewajiban bagi negara, masyarakat, dan pelaku usaha dalam menjaga kelestarian lingkungan. Penelitian ini menemukan bahwa implementasi undang-undang ini masih kurang efektif, terutama dalam hal pengelolaan limbah dan pengawasan terhadap pembuangan limbah ke Sungai Ciliwung.

- 1) Pasal 15 dari UU No. 32 Tahun 2009 mengatur tentang kewajiban setiap orang untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup, yang mencakup pengelolaan sumber daya alam dan pencemaran. Dalam konteks penelitian ini, banyak pihak yang melanggar kewajiban ini dengan membuang limbah langsung ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu, baik oleh industri maupun masyarakat.
- 2) Pasal 36 mengatur bahwa pelaku usaha harus menyediakan sarana pengelolaan lingkungan, termasuk pengelolaan limbah. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak industri di sekitar Sungai Ciliwung yang belum mematuhi kewajiban ini, dengan limbah yang dibuang langsung ke sungai tanpa proses pengolahan yang memadai.

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 bertujuan untuk menjaga kualitas air dan mengendalikan pencemaran air, dengan menetapkan standar kualitas air yang harus dipenuhi oleh pihak yang mengelola sumber daya air. Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas air di Sungai Ciliwung, khususnya di sekitar Mall Seasons City, tidak memenuhi standar kualitas air yang diatur dalam peraturan tersebut.

- 1) Pasal 3 dari PP No. 82 Tahun 2001 menyebutkan bahwa kualitas air harus dijaga agar tetap memenuhi standar baku mutu tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di Sungai Ciliwung, khususnya pada parameter BOD, COD, dan TSS, menunjukkan nilai yang jauh melebihi ambang batas yang diatur dalam standar baku mutu tersebut, yang mengindikasikan bahwa pengelolaan kualitas air di sungai ini belum efektif.
- 2) Pasal 9 mengatur bahwa pengendalian pencemaran air harus dilakukan dengan melibatkan pengawasan, pencegahan, dan penanggulangan sumber pencemaran. Namun, penelitian ini menemukan bahwa pengawasan terhadap pembuangan limbah ke sungai masih lemah, dengan banyaknya limbah yang dibuang langsung tanpa proses pengolahan. Selain itu, penerapan sanksi yang tidak konsisten terhadap pelanggar pencemaran turut memperburuk implementasi pengendalian pencemaran air di Sungai Ciliwung.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pencemaran Sungai Ciliwung disebabkan oleh kelalaian dalam pengelolaan limbah domestik dan industri, serta rendahnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan sungai. Kedua peraturan, yaitu Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, telah memberikan kerangka hukum yang jelas untuk pengelolaan lingkungan dan

kualitas air. Namun, penerapannya masih menghadapi banyak tantangan, terutama dalam hal pengawasan, penegakan hukum, dan partisipasi masyarakat.

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman tentang penyebab dan dampak pencemaran Sungai Ciliwung di sekitar Mall Seasons City, serta pentingnya partisipasi masyarakat dan kolaborasi antara berbagai pihak dalam mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan temuan bahwa faktor utama penyebab pencemaran sungai adalah pembuangan limbah domestik dan industri, serta sampah plastik yang terus meningkat di kawasan tersebut. Masyarakat yang tinggal di sekitar sungai, baik dari sektor perumahan maupun komersial, seringkali membuang sampah secara sembarangan tanpa memikirkan dampaknya terhadap kualitas air dan lingkungan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pencemaran tersebut memiliki dampak langsung pada kesehatan masyarakat, seperti peningkatan kasus penyakit yang ditularkan melalui air, serta pada keberagaman hayati di sungai yang terus menurun.

Penelitian ini juga mengidentifikasi perlunya meningkatkan kesadaran masyarakat melalui pendidikan dan kampanye informasi yang lebih luas tentang dampak pencemaran dan cara-cara untuk mengurangi pencemaran sungai. Penelitian ini menekankan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan melalui kegiatan seperti kerja bakti dan pembersihan sungai. Selain itu, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sangat diperlukan untuk menciptakan pengelolaan limbah yang lebih efektif. Dengan adanya regulasi yang jelas, dukungan logistik dari pemerintah, serta partisipasi aktif dari sektor swasta dan masyarakat, solusi yang lebih berkelanjutan dapat dicapai.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada identifikasi faktor penyebab pencemaran, dampaknya terhadap ekosistem dan kesehatan masyarakat, serta rekomendasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan melibatkan mereka dalam pengelolaan lingkungan yang lebih baik. Penelitian ini juga memberikan panduan bagi pembuat kebijakan dan masyarakat untuk mengatasi pencemaran dengan lebih efektif melalui pendekatan kolaboratif yang melibatkan berbagai sektor.

#### **D. SIMPULAN**

Penelitian ini menyoroti permasalahan pencemaran yang signifikan di Sungai Ciliwung, khususnya di sekitar kawasan Mall Seasons City, Jakarta. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab utama pencemaran di sungai ini adalah pembuangan limbah domestik, limbah industri, dan sampah plastik, yang semuanya telah menyebabkan penurunan kualitas air. Polutan ini, seperti kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*), jauh melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam regulasi terkait, termasuk Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Meskipun telah ada regulasi yang ada, penegakannya masih lemah, dan infrastruktur pengelolaan limbah yang memadai sangat kurang, terutama di area dengan kepadatan penduduk tinggi dan aktivitas komersial.

Pencemaran Sungai Ciliwung ini tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi

juga menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan bagi masyarakat sekitar. Kontaminasi sungai dengan limbah organik, industri, dan sampah plastik telah menyebabkan peningkatan kasus penyakit seperti diare, infeksi kulit, dan gangguan pencernaan lainnya. Selain itu, penurunan kualitas air mengancam keanekaragaman hayati lokal, termasuk kehidupan akuatik yang penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem di daerah tersebut. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap masalah ini adalah rendahnya kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga kebersihan sungai dan pengelolaan limbah yang benar. Banyak rumah tangga dan entitas komersial, terutama di sekitar kawasan Mall Seasons City, terus membuang limbah langsung ke sungai. Selain itu, praktik pengelolaan sampah yang kurang efektif semakin memperburuk masalah pencemaran ini.

Penelitian ini menekankan perlunya penegakan hukum yang lebih kuat terkait pengelolaan limbah dan meningkatkan edukasi masyarakat mengenai pentingnya menjaga sumber daya air yang bersih. Mengajak masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam program pengelolaan limbah dan konservasi lingkungan sangat penting untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan kesehatan masyarakat. Pendekatan kolaboratif yang melibatkan pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mengatasi pencemaran sungai secara efektif. Memperkuat penegakan hukum, meningkatkan infrastruktur pengelolaan limbah, dan mendorong partisipasi aktif masyarakat merupakan langkah-langkah penting untuk mengurangi pencemaran dan meningkatkan kualitas hidup di wilayah yang terdampak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ainur Ridlo, A., & Arsali, I. (2024). Dinamika Penegakkan Hukum Lingkungan di Indonesia Dalam Menghadapi Problematika Lingkungan Hidup. *Journal Presumption of Law*, 6(2), 140–157. <https://doi.org/10.31949/jpl.v6i2.8788>
- Aprilia, I. S., & Zunggaval, L. E. (2019). Peran Negara Terhadap Dampak Pencemaran Air Sungai Ditinjau dari UU PPLH. *Supremasi: Jurnal Hukum*, 2(2), 15–30. <https://doi.org/10.36441/supremasi.v2i2.115>
- Ashraf, M., Harvelian, A., & Kartika, T. (2024). Regulasi dan Penegakan Hukum Lingkungan dalam Menangani Kebakaran Hutan Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009. *Humaniorum*, 1(4), 99–104. <https://doi.org/10.37010/hmr.v1i4.28>
- Dwi Astuti, A., Yanidar, R., & Hartanto, Y. (2016). Identifikasi Sumber dan Beban Pencemar Domestik di Das Ciliwung Segmen 4 Serta Upaya Penanggulangannya. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5(4), 117. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i4.682>
- Ekawaty, R., Yonariza, Y., Ekaputra, E. G., & Arbain, A. (2018). Telaahan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Dalam Pengelolaan Kawasan Daerah Aliran Sungai di Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 2(2), 30–40. <https://doi.org/10.32530/jaast.v2i2.42>
- Ismelina F.R., M., & Priaardanto, C. (2023). Kajian Yuridis Hukum Lingkungan Terhadap Permasalahan Pencemaran yang Terjadi di Sungai Ciliwung. *Jurnal*

*Kewarganegaraan*, 7(2), 1909–1917.

- Judijanto, L., Khulaili Harsya, R. M., & Priyana, Y. (2023). Implementasi Hukum Lingkungan dalam Penegakan Hukum terhadap Pencemaran Sungai di Bandung. *Jurnal Hukum dan HAM Wara Sains*, 2(12), 1201–1209. <https://doi.org/10.58812/jhhws.v2i12.874>
- Kurniawan, Z., Indra, I., & Wardani, H. W. (2023). Menuju Lingkungan Berbudaya: Revolusi Hijau Melalui Bank Sampah Komunitas. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 4(2), 444–450. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v4i2.20329>
- Li, Y., & Zhang, L. (2023). Collaborative Governance and Environmental Regulation Measures for Pollution Reduction and Carbon Reduction in the Yangtze River Basin under the “Double Carbon” Goal. *Sustainability*, 15(6), 5094. <https://doi.org/10.3390/su15065094>
- Lisdayanti, E., Marlian, N., Isbah, F., Zurba, N., Lubis, F., & Najmi, N. (2023). Pembersihan Pantai Sebagai Upaya Peningkatan Kesadaran Pengelolaan Sampah di Pesisir Pantai Ujung Karang, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat. *Marine Kreatif*, 7(2), 128. <https://doi.org/10.35308/mk.v7i2.8898>
- Nurfadillah, I., Sadono, D., & Sri Wahyuni, E. (2023). Hubungan Tingkat Partisipasi dengan Efektivitas Pengelolaan dalam Program Bank Sampah (Kasus: Bank Sampah Bersih Indah dan Cantik, Kecamatan Pasar Kemis, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten). *Jurnal Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat [JSKPM]*, 7(1), 38–52. <https://doi.org/10.29244/jskpm.v7i1.996>
- Palupi, B., Rahmawati, I., Rizkiana, M. F., Reza, M., Fachri, B. A., Musyafa, R., Maharani, R. G. P., & Nor, M. (2022). Implementasi Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Berbasis Eco-Friendly dan Zero Waste pada UKM Tempe di Desa Jambesari Kabupaten Bondowoso. *Dedikasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.31479/dedikasi.v3i1.208>
- Pandiangan, Y., Zulaikha, S., Warto, W., & Yudo, S. (2023). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung Berbasis Pemantauan Online di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Suhu, pH, TDS, DO, DHL, dan Kekeuhan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 176–182. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.1003>
- Prahardana, M. W., & Basyaiban, M. K. (2022). Pencemaran Sungai Kapuas: Dampak dan Upaya Penanggulangan Pencemaran di Kalimantan Barat (2000–2021). *Environmental Pollution Journal*, 2(3). <https://doi.org/10.58954/epj.v3i3.90>
- Purwaningtyas, K. (2021). Evaluasi Desa Tangguh Bencana dalam Perspektif Formatif dan Reflektif Ketangguhan Masyarakat. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.37064/jpm.v9i1.8872>
- R. Jossy Belgradoputra, & Mardani. (2023). Pentingnya Etika Moral dan Hukum Dalam Perilaku Masyarakat. *Begawan Abioso*, 14(1), 13–26. <https://doi.org/10.37893/abioso.v14i1.437>
- Rahardiantoro, S., & Yanti, Y. (2022). Eksplorasi dan Analisis Regresi Logistik Terhadap Kondisi Sungai Tercemar Limbah di Desa/Kelurahan Provinsi DKI Jakarta

- Indonesia. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, 23(1), 45–56. <https://doi.org/10.33830/jmst.v23i1.3136.2022>
- Sodikin, S. (2018). *Penegakan Hukum Lingkungan*. In Media.
- Syahroni, F., & Sholehuddin, M. Y. (2022). Studi Tahapan Operasi Pohon dari Sampah Plastik di Sungai Dalam Mendorong Implementasi Extended Producer Responsibility. *Environmental Pollution Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.34>
- Tyassari, D. V., Soenarno, S. M., & Kristiyanto, K. (2024). Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah Jakarta Timur. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v4i1.21107>
- Vianka, M. I. (2021). Penegakan Hukum Lingkungan Atas Pembuangan Limbah Plastik di Indonesia. *Morality: Jurnal Ilmu Hukum*, 7(2), 245. <https://doi.org/10.52947/morality.v7i2.221>
- Viarecoa, H., Juita, F., Ilfan, F., Yanova, S., Hutagalung, W. L. C., Rodhiyah, Z., Handika, R. A., Jalius, J., Gusri, L., Putra, T. S., & Putra, F. M. (2024). Sosialisasi Pengelolaan Sampah dari Sumber Berbasis Kolaboratif: Membangun Strategi Keberlanjutan Lingkungan. *Qardhul Hasan: Media Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(1), 20–25. <https://doi.org/10.30997/qh.v10i1.11537>
- Yohannes, B. Y., Utomo, S. W., & Agustina, H. (2019). Kajian Kualitas Air Sungai dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *IJEEM - Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 4(2), 136–155. <https://doi.org/10.21009/IJEEM.042.05>
- Zhang, J., & Tan, Z. (2022). Grey Water Footprint Assessment of Domestic Wastewater in Guangdong Section of the Dongjiang River Basin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1011(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1011/1/012039>
- Zhu, L., Chen, Y., Wang, Y., Wei, Y., Zheng, H., & Zhang, Y. (2023). A Comprehensive Analysis of Impacts of Socio-Economic Development and Land Use on River Water Quality in A Megacity-Region: A Case Study. *Environmental Research Communications*, 5(2), 025006. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/acbbbd>