

PENGENDALIAN PENCEMARAN SUNGAI

(STUDI KASUS SUNGAI CIUJUNG DI KABUPATEN SERANG PROVINSI BANTEN)

1. Latar Belakang

Pencemaran air tawar menjadi masalah penting di Negara-negara dengan pendapatan rendah sampai menengah, dimana air sungai yang tidak diolah dikonsumsi untuk kebutuhan sehari-hari, hal ini terjadi karena kurangnya akses ke sumber air bersih dan kurangnya penegakan hukum terhadap industri-industri yang membuang air limbah ke sungai (Garg *et al*, 2018). Jonnalagadda & Mhere (2001) menyebutkan bahwa di negara berkembang terdapat banyak sungai yang sangat tercemar karena kegiatan antropogenik seperti limbah dari kegiatan industri dan tambang. Kegiatan manusia (antropogenik) dan proses alami menjadi penyebab penurunan kualitas air permukaan, sehingga sudah tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya lagi (Şener *et al*, 2017).

Sungai Ciujung merupakan salah satu sungai terbesar di Provinsi Banten, secara administratif sungai Ciujung berada di Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Banten. Wilayah Provinsi Banten yang dilewati sungai Ciujung adalah Kab. Lebak dan Kab. Serang. Sungai Ciujung memiliki hulu di Gunung Halimun Salak dan bermuara di Laut Jawa, panjang sungai 147,2 km dan lebar 58 m. DAS Ciujung merupakan salah satu sarana vital bagi masyarakat di Provinsi Banten, penduduk di sepanjang DAS Ciujung masih banyak yang memanfaatkan air sungai Ciujung untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci baju dan alat masak, beberapa penduduk menggantungkan mata pencaharian dari sungai Ciujung seperti tambang pasir, penyewaan rakit dan tambak, peruntukan sungai Ciujung lainnya adalah sebagai badan air penerima limbah industri dan limbah pertanian.

Hasil pemantauan Balai Besar Wilayah Sungai Ciujung, Cidurian dan Cidanau (BBWS C3) menunjukkan dari tahun 2010 terjadi penurunan kualitas air sungai Ciujung, beberapa parameter yang melebihi baku mutu adalah nitrat, fenol, fosfat, COD, TSS dan Kadmium. Penurunan kualitas air sungai Ciujung merupakan

dampak dari perubahan penggunaan lahan di DAS Ciujung pada 10 tahun terakhir, dilihat dari citra google earth perubahan penggunaan lahan di DAS Ciujung terjadi mulai dari hulu sampai hilir, perubahan penggunaan lahan yang dominan terjadi adalah alih fungsi lahan pertanian dan perkebunan menjadi permukiman dan industri.

Beberapa penelitian pernah dilakukan terkait kualitas air Sungai Ciujung, diantaranya : Hindriani pada tahun 2013 pernah melakukan penelitian pada Sungai Ciujung wilayah Kab. Serang, dari hasil penelitian ini diperoleh informasi bahwa pada kondisi eksisting, kualitas air sungai Ciujung tidak memenuhi kriteria mutu air kelas II, hasil perhitungan Indeks Pencemaran menunjukkan bahwa Sungai Ciujung berada pada status tercemar ringan hingga sedang, kegiatan yang menyumbang pencemaran ke Sungai Ciujung adalah industri, permukiman, pertanian dan peternakan. Andini pada tahun 2017 pernah melakukan penelitian di Sungai Ciujung di Kab. Lebak, dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa kualitas air Sungai Ciujung jika dibandingkan dengan baku mutu kelas air I dan II pada status tercemar ringan, namun jika dibandingkan dengan baku mutu kelas III dan IV statusnya masih baik.

2. Masalah Lingkungan Hidup

Garg *et al* (2018) telah melakukan penelitian tentang pencemaran sungai di Indonesia dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat : Indonesia telah membuat kemajuan dalam peraturan lingkungan dengan dibuatnya Undang-Undang no. 32 tahun 2009 dalam peraturan tersebut telah diakui bahwa di Indonesia telah terjadi penurunan kualitas lingkungan yang serius, dalam peraturan tersebut juga telah dirancang tindakan-tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi dan polusi lainnya. Terlepas dari aturan yang telah dibuat dan penegakan hukum yang dilakukan, kualitas sumber air di Indonesia tetap rendah, bahkan penelitian yang dilakukan oleh KLH di 35 sungai di Indonesia merupakan sumber air minum yang tidak sehat. Sumber pencemaran air yang belum diatur di Indonesia adalah buangan air limbah rumah tangga dan kota, limbah rumah tangga setiap hari langsung dibuang ke sungai sedangkan limbah

air dari perkotaan masih banyak yang belum diolah dan langsung dibuang ke sungai. Secara umum pencemaran air di Indonesia berasal dari limbah cair industri dan limpasan pertanian, pencemaran dari industri menyebabkan masuknya logam berat dan merkuri ke sumber air. Peraturan pencemaran air di Indonesia sering kali tidak diberlakukan untuk industri kecil dan rumah tangga.

Pencemaran air dapat terjadi dari 2 sumber pencemar yaitu *non point source* (NPS) dan *point source* (PS). *Point Source* adalah pencemar yang sumbernya dapat diidentifikasi secara langsung contohnya pipa dari pembuangan limbah pabrik dan tumpahan minyak dari kapal. Limbah cair yang berasal dari perkotaan dan industri serta air limbah dari saluran drainase termasuk dalam *point source*. *Non point source* (NPS) adalah limbah yang masuk ke air tanah atau air permukaan dari sumber yang tidak dapat diidentifikasi. Contoh dari NPS adalah limpasan dari pertanian, limbah kota, dll. Terkadang polusi yang masuk ke lingkungan di suatu tempat berdampak ratusan atau bahkan ribuan mil jauhnya, ini dikenal sebagai polusi lintas batas (*trans boundary*). Polutan pada perairan dapat berupa organik dan anorganik (Singh, 2017).

Indeks Pencemaran dihitung untuk menilai tingkat pencemaran perairan. Indeks Pencemaran ditentukan dengan membandingkan data simulasi terhadap baku mutu kualitas air (Effendi, 2015). Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Indeks Pencemaran dihitung berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Pemerintah Daerah perlu segera menetapkan kelas sungai sehingga peruntukan Sungai Ciujung dapat jelas penggunaannya, yang mana kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukkan tertentu.

3. Dasar Teori

3.1 Kualitas Air

Air merupakan zat vital untuk kelangsungan hidup yang memainkan peranan kunci dalam setiap proses biologi, terlepas dari perkembangan sosial ekonomi suatu negara perkembangannya sebagian besar tergantung dari ketersediaan air dengan kualitas baik (Malik & Shukla, 2019). Menurut Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001 pengertian air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil. Kualitas air menggambarkan tingkat kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu, misalnya air minum, perikanan, pengairan / irigasi, rekreasi, dan sebagainya. Kualitas air menentukan kegunaan dari air tersebut, kegunaan air menurut kelasnya telah diatur dalam Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001 yaitu :

- Kelas 1 : Air yang dapat digunakan untuk bahan baku air minum atau peruntukan lainnya mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas 2 : Air yang dapat digunakan untuk prasarana/ sarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas 3 : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas 4 : Air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanaman pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

3.2 Pencemaran Air

Menurut Undang-Undang no. 32 tahun 2009 pengertian pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran air

menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Penelitian (Bu *et al*, 2011) menunjukkan bahwa aktivitas manusia di DAS yang berupa kegiatan pertanian, aktivitas industri berupa pencetakan dan pencelupan tekstil, industri kertas, pertambangan, dan limbah domestik menyebabkan terjadinya eutrofikasi ekosistem pesisir. Populasi penduduk juga berpengaruh langsung terhadap kualitas air sungai, tingginya jumlah penduduk memiliki korelasi terhadap penurunan kualitas air sungai (parameter : TDS, COD, Cl, K, Na, NH₃-N, PO₄-P, Total Fosfat dan Total Fosfat terlarut), tingginya pertumbuhan penduduk menyebabkan area vegetasi dan lahan basah dikonversi menjadi pemukiman, industri dan lahan pertanian, solusinya adalah dengan desentralisasi penduduk di perkotaan. Aktivitas pertanian juga memiliki korelasi terhadap pencemaran sungai, penggunaan pupuk dan pestisida memiliki korelasi dengan peningkatan jumlah N di dalam air sungai, penggunaan pupuk hanya sekitar 30-35% yang terserap oleh tanaman dan sisanya terbawa air limpasan, pupuk dan pestisida yang terbawa air limpasan ke sungai menyebabkan penurunan kualitas air sungai, eutrofikasi, penurunan keanekaragaman hayati sungai, dan dampak yang terburuk adalah zat kimia dari pupuk dan pestisida akan terakumulasi dalam rantai makanan yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan ekosistem sungai. Limbah cair domestik dan limbah cair industri menjadi penyebab utama pencemaran air sungai, solusi untuk hal ini adalah dengan membuat pengolahan limbah domestik di pemukiman sepanjang daerah aliran sungai dan meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah industri.

Baherem (2014) menyebutkan bahwa kapasitas air limbah domestik diperlukan untuk mengetahui sumbangan air limbah domestik terhadap pencemaran sungai, jika tidak tersedia data tentang kapasitas air limbah domestik maka dapat dilakukan perkiraan bahwa kapasitas limbah domestik adalah sebesar 150-380 liter/orang/hari. Menurut Tchobanoglus, volume air limbah dapat diperkirakan

dari jumlah total penggunaan air bersih, air limbah diperkirakan sekitar 60-75% dari penggunaan air bersih, dimana penggunaan air bersih untuk keperluan rumah tangga sekitar 100 L/orang/hari. Komposisi air limbah domestik terdiri dari air dan partikel padat terlarut yang berupa protein, karbohidrat, lemak dan zat anorganik, 70% zat terlarut merupakan bahan organik, keberadaan senyawa organik di dalam air dapat diketahui dengan parameter BOD, COD, TOC dan ThOD.

Sumber pencemar air sungai selain dari limbah domestik juga dari kegiatan pertanian. Sumber pencemar dari kegiatan pertanian berasal dari sisa pemakaian pupuk dan jerami, pupuk yang digunakan setiap Ha sawah terdiri dari 200 kg Nitrogen, 100 kg Phospor, dan 100 kg Kalium, sedangkan pestisida yang digunakan setiap Ha sawah adalah sebesar 2 L. Pupuk yang digunakan pada kegiatan pertanian hanya 80% yang terserap oleh tanaman, 20% akan ikut terbawa aliran terutama saat musim hujan. Setiap Ha sawah akan menghasilkan 3 ton jerami yang menghasilkan 30 kg emisi BOD dan sebanyak 20% dari emisi tersebut akan terbawa aliran air (Kartika, 2012). Parameter COD dihitung $1,5 \times \text{BOD}$, pertanian yang menggunakan pengairan lebih tinggi menghasilkan beban pencemaran yang lebih tinggi karena genangan air menyebabkan pembusukan bahan organik lebih tinggi (Ardhani, 2014).

3.3 Status Mutu Air

Kondisi kualitas air dapat diukur dan diuji dengan parameter-parameter dan metode yang telah diatur di dalam peraturan perundang-undangan, kondisi kualitas air tersebut di dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 115 tahun 2003 disebut dengan mutu air. Kondisi mutu air tercemar atau tidak dinyatakan dalam status mutu air. Penentuan status mutu air dapat menggunakan beberapa metode diantaranya : WQI (*Water Quality Index*)/ NSF WQI, Indeks Wilcox, Indeks Schoeller, IP (Indeks Pencemaran) dan Metode Storet.

WQI (*Water Quality Index*) merupakan suatu metode untuk menyederhanakan data dalam jumlah besar ke dalam bentuk yang sederhana. WQI membantu

mengevaluasi profil kualitas air dari sebuah sungai, metode ini digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan antara kualitas air yang diinginkan dengan kondisi eksisting, metode WQI banyak dikembangkan di India (Gupta *et al*, 2015). Metode WQI hanya menggunakan 9 parameter yaitu BOD, DO, nitrate, total phosphate, temperature, turbidity, total solids, pH, and Fecal Coliform. *Water Quality Index* lebih menggambarkan kondisi perairan yang relatif bagus (hanya tercemar bahan organik) dan tidak tercemar logam berat (Effendi, 2015).

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 115 tahun 2003 menyebutkan bahwa Indeks Pencemaran (IP) dihitung untuk menilai tingkat pencemaran air. Penentuan Indeks Pencemaran (IP) dilakukan dengan membandingkan data simulasi dengan baku mutu kualitas air yang tercantum di dalam Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001 (Effendi, 2015).

Klasifikasi status mutu air berdasarkan perhitungan Indeks Pencemaran (IP) di dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 115 tahun 2003 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Status Mutu Air Berdasar Perhitungan IP

Nilai IP	Status Mutu Air
$0 \leq IP \leq 1$	Memenuhi Baku Mutu
$1 \leq IP \leq 5$	Cemar Ringan
$5 \leq IP \leq 10$	Cemar Sedang
$IP > 10$	Cemar Berat

Indeks Pencemaran (IP) merupakan fungsi dari C_i/L_{ij} dimana C_i menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis sampel air pada suatu lokasi pengambilan sampel suatu alur sungai, sedangkan L_{ij} menyatakan baku mutu air untuk parameter (i) dan kelas air (j). Beberapa perhitungan C_i/L_{ij} yang dijelaskan di dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 115 tahun 2003 adalah :

- a. C_i/L_{ij} untuk parameter yang nilainya menurun menunjukkan pencemaran meningkat (parameter DO)

$$\frac{C_i}{L_{ij}} = \frac{C_{im} - C_i}{C_{im} - L_{ij}}$$

Cim : konsentrasi DO jenuh yaitu 7 pada suhu 25°C

b. Jika nilai Lij memiliki rentang

$$- \quad C_i \leq L_{ij\text{rata-rata}}$$

$$\frac{C_i}{L_{ij}} = \frac{C_i - L_{ij}(\text{rata - rata})}{L_{ij}(\text{minimum}) - L_{ij}(\text{rata - rata})}$$

$$- \quad C_i > L_{ij\text{rata-rata}}$$

$$\frac{C_i}{L_{ij}} = \frac{C_i - L_{ij}(\text{rata - rata})}{L_{ij}(\text{maksimum}) - L_{ij}(\text{rata - rata})}$$

Nilai $C_i/L_{ij} = 1,0$ adalah nilai yang kritis, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika $C_i/L_{ij} > 1,0$ untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air digunakan untuk peruntukan (j) Jika hasil perhitungan $C_i/L_{ij} > 1$

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1 + P \cdot \text{Log} (C_i/L_{ij})_{\text{perhitungan}}$$

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 5)

Pada model IP digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rata-rata dari keseluruhan nilai C_i/L_{ij} sebagai tolok-ukur pencemaran. Setelah diketahui nilai perhitungan C_i/L_{ij} untuk setiap parameter selanjutnya ditentukan nilai rata-rata $(C_i/L_{ij})_R$ dan nilai maksimum $(C_i/L_{ij})_M$ dari keseluruhan C_i/L_{ij} , kemudian dapat dilakukan perhitungan Indeks Pencemaran (IP) dengan persamaan :

$$IP = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 - (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

4. Hasil dan Diskusi

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan yang memungkinkan semua ini untuk tetap dapat bertahan hidup. Air permukaan adalah salah satu sumber air baku dari berbagai alternatif sumber air baku yang ada di bumi ini , untuk dilakukan proses pengolahan menjadi air minum pada suatu instalasi pengolahan air minum. Selain itu dapat digunakan untuk air baku industri serta pertanian.

Kualitas air sungai merupakan salah satu parameter perhitungan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) (KLH RI, hal. 7, 2013). Perhitungan Indeks Pencemaran Air (IPA) dilakukan berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Sebagai indikator kualitas air sungai ditentukan 7 parameter yang diukur adalah: TSS, DO, BOD, COD, Total Fosfat, Fecal-Coli, dan Total Coliform. Berdasarkan Laporan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Tahun 2018 bahwa indeks kualitas air di Sungai Ciujung menunjukkan bahwa kondisi Sungai tercemar ringan. Penyelesaian masalah pencemaran Sungai Ciujung memerlukan integrasi lintas bidang (Multi-inter disiplin) untuk grand desain sungai dan pengambilan keputusan dalam penetapan kelas sungai. Stakeholder yang terlibat meliputi pemerintah daerah, industri, dan masyarakat disepanjang sungai Ciujung.

Kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukkan tertentu. Peruntukkan yang sesuai dapat diidentifikasi dengan mempertimbangkan penggunaan dan nilai badan air untuk air baku, perlindungan ikan dan biota air lainnya, rekreasi, pertanian, industri dan tujuan lainnya. Dalam menetapkan peruntukkan yang diinginkan dari badan air, pemerintah dan pemerintah daerah perlu mengkaji kesesuaian badan air tersebut berdasarkan karakteristik fisik, kimia dan biologi dari badan air tersebut, kondisi geografis dan kondisi sosial budaya serta pertimbangan ekonomi.

Kelas air dan kriteria mutu air dalam PP No. 82 Tahun 2001 menjadi acuan bagi pemerintah atau pemerintah daerah dalam menetapkan kelas air pada sungai-sungai yang ada di wilayah administratifnya. Penetapan kelas air dilakukan dengan mempertimbangkan wilayah administratif dari sumber-sumber air. Penetapan kelas air pada sungai yang berada dalam dua atau lebih wilayah Provinsi atau merupakan lintas batas wilayah Negara ditetapkan dengan Keputusan Presiden. Penetapan kelas air pada sungai yang berada dalam dua atau lebih wilayah Kabupaten/Kota dapat diatur dengan Peraturan Daerah Provinsi. Penetapan kelas air pada sungai yang berada dalam wilayah Kabupaten/Kota

ditetapkan dengan Peraturan Daerah Kabupaten/Kota. Dalam hal sungai belum ditetapkan kelasnya, baku mutu airnya dianggap tunduk pada pengaturan Kelas 2. Penetapan kelas air pada suatu sungai dilakukan berdasarkan hasil pengkajian yang dilakukan oleh pemerintah dan/atau pemerintah daerah.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan :

1. Berdasarkan indeks kualitas air tahun 2017 menunjukkan bahwa Sungai Ciujung dalam status tercemar ringan dengan berdasarkan parameter kunci dalam kriteria indeks kualitas lingkungan hidup yaitu : TSS, DO, BOD, COD, Total Fosfat, Fecal-Coli, dan Total Coliform.
2. Dalam menetapkan peruntukkan yang diinginkan dari badan air, pemerintah dan pemerintah daerah perlu mengkaji kesesuaian badan air tersebut berdasarkan karakteristik fisik, kimia dan biologi dari badan air tersebut, kondisi geografis dan kondisi sosial budaya serta pertimbangan ekonomi (Multi-Interdisiplin).
3. Sesuai PP 82 Tahun 2001 untuk sungai belum ditetapkan kelasnya, baku mutu airnya dianggap tunduk pada pengaturan Kelas 2. Penetapan kelas air pada suatu sungai dilakukan berdasarkan hasil pengkajian yang dilakukan oleh pemerintah dan/atau pemerintah daerah.

4.2 Rekomendasi :

1. Dalam rangka pengendalian pencemaran dan pemulihan kualitas air dapat direkomendasikan program/kegiatan diantaranya :
 - Pemberdayaan masyarakat di Bidang Sanitasi melalui Program Sanimas dan 3R
 - Soialisai PHBS, NO BABs
 - Melaksanakan peraturan terkait IPLC
 - Pemantauan IPAL (industri, rumah sakit, UMKM) secara berkala
 - Evaluasi BM Limbah Cair Industri/UMKM baik secara kuantitas (debit maksimum yang diijinkan) dan kualitas limbah cairnya

2. Pemerintah Daerah perlu menetapkan kelas sungai sesuai dengan kewenangannya

5. Daftar Pustaka

- Ardhani, D. C. (2014). *Pengelolaan Sungai Batanghari Kabupaten Dharmasraya Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemaran Dengan Metode QUAL2Kw*. Universitas Diponegoro.
- Baherem. (2014). *Strategi Pengelolaan Sungai Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemaran dan Kapasitas Asimilasi – Studi Kasus : Sungai Cibanten Provinsi Banten*. Institut Pertanian Bogor.
- Bu, H., Meng, W., & Zhang, Y. (2011). Nitrogen pollution and source identification in the Haicheng River basin in Northeast China. *Science of the Total Environment*, 409(18), 3394–3402.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.030>
- Effendi, H. (2015). *Simulasi Penentuan Indeks Pencemaran dan Indeks Kualitas Air (NSF-WQI)*.
- Garg, T., Hamilton, S. E., Hochard, J. P., Kresch, E. P., & Talbot, J. (2018). (Not so) gently down the stream: River pollution and health in Indonesia. *Journal of Environmental Economics and Management*, 92, 35–53.
<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.08.011>
- Gupta, A. (2017). *WATER POLLUTION-SOURCES , EFFECTS AND CONTROL WATER POLLUTION-SOURCES , EFFECTS AND CONTROL*. January 2016.
- Gupta, I., Kumar, A., Singh, C., & Kumar, R. (2015). Detection and Mapping of Water Quality Variation in the Godavari River Using Water Quality Index, Clustering and GIS Techniques. *Journal of Geographic Information System*, 07(02), 71–84. <https://doi.org/10.4236/jgis.2015.72007>

- Jonnalagadda, S. B., & Mhere, G. (2001). Water quality of the odzi river in the Eastern Highlands of Zimbabwe. *Water Research*, 35(10), 2371–2376. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00533-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00533-9)
- Kartika, I. W. (2012). *Analisis Beban Pencemaran Dan Kapasitas Asimilasi Sungai Cidurian Provinsi Banten*.
- Malik, M. S., & Shukla, J. P. (2019). GIS modeling approach for assessment of groundwater vulnerability in parts of Tawa river catchment area, Hoshangabad, Madhya Pradesh, India. *Groundwater for Sustainable Development*, 9(April), 100249. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100249>
- Şener, Ş., Şener, E., & Davraz, A. (2017). Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of the Total Environment*, 584–585, 131–144. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009. *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. 3 Oktober 2009. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140. Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003. *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*. 27 Juni 2003. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. *Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. 10 Juli 2003. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. 14 Desember 2001. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153. Jakarta.
- Laporan Akhir Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup (DIKPLH) Provinsi Banten Tahun 2018. Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten, Serang.
- Laporan Akhir Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Provinsi Banten Tahun 2017. Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten, Serang.

