



ESTIMASI BEBAN PENCEMARAN DARI KEGIATAN PERTANIAN TERHADAP SUNGAI CITARUM SEGMENT KOTA KARAWANG

ESTIMATION OF POLLUTION LOAD FROM THE AGRICULTURAL SECTOR ON THE CITARUM RIVER KARAWANG SEGMENT

Adi Mustika

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro Jember

[Email: adimustika@mail.unipar.ac.id](mailto:adimustika@mail.unipar.ac.id)

ABSTRAK

Sungai Citarum, yang mengalir sepanjang 297 km di Provinsi Jawa Barat, adalah sungai terbesar dan terpanjang di wilayah tersebut. Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum meliputi 12 kabupaten/kota dengan luas 6.614 km². Status air Citarum tercemar sedang berdasarkan Indeks Kualitas Air (IKA). Salah satu sumber pencemarannya adalah limbah pertanian, yang dapat mencemari sungai melalui aliran permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi beban pencemaran dari kegiatan pertanian di segmen Citarum Hilir, dengan fokus pada parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), *Total Nitrogen* (TN), dan *Total Phosphorus* (TP). Penelitian ini dilakukan di segmen Bendung Walahar-Kota Karawang sepanjang 17,54 km. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, dengan menghitung potensi beban pencemaran berdasarkan luas lahan, faktor emisi, dan jumlah musim tanam. Penelitian ini mencakup 14 desa di 5 kecamatan, dengan total luas lahan pertanian yang diteliti mencapai 120,6 km². Berdasarkan perhitungan, potensi beban pencemaran untuk parameter BOD adalah 38,681 kg/hari. Faktor-faktor yang menyebabkan tingginya BOD termasuk penggunaan pupuk dan pestisida serta sisa tanaman yang terurai. Untuk parameter Total-N, potensi beban pencemaran mencapai 3,439 kg/hari, dengan sumber utama dari penggunaan pupuk nitrogen. Sedangkan untuk Total-P, potensi beban pencemaran adalah 1,719 kg/hari, yang disebabkan oleh penggunaan pupuk fosfor dan penguraian bahan organik dari tanaman. Peningkatan kadar nitrogen dan fosfor dapat menyebabkan eutrofikasi, yang mengurangi oksigen terlarut dan membahayakan ekosistem perairan. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti dampak limbah pertanian terhadap kualitas air di Sungai Citarum, yang berpotensi merusak ekosistem akuatik dan mengurangi kemampuan sungai untuk melakukan pemulihan alami (*self-purification*).

Kata Kunci: Beban Pencemaran Pertanian, BOD, Total-N, Total-P.

ABSTRACT

The Citarum River, which flows for 297 km in West Java Province, is the largest and longest river in the region. The Citarum River Basin covers 12 districts/cities with an area of 6,614 km². The status of Citarum water is moderately polluted based on the Water Quality Index. One source of pollution is agricultural waste, which can pollute the river through surface flow. This study aims to analyze the potential pollution load from agricultural activities in the Lower Citarum segment, focusing on the parameters BOD (Biochemical Oxygen Demand), Total Nitrogen (TN), and Total Phosphorus (TP). This study was conducted in the Walahar Dam-Karawang City segment along 17.54 km. The method used is descriptive quantitative, by calculating the potential pollution load based on land area, emission factors, and number of planting seasons. This study covers 14 villages in 5 sub-districts, with a total area of agricultural land studied reaching 120.6 km². Based on the calculation, the potential pollution load for the BOD parameter is 38,681 kg/day. Factors that cause high BOD include the use of fertilizers and pesticides and decomposing plant residues. For the Total-N parameter, the potential pollution load reaches 3,439 kg/day, with the main source being the use of nitrogen fertilizers. While for Total-P, the potential pollution load is 1,719 kg/day, which is caused by the use of phosphorus fertilizers and the decomposition of organic matter from plants. Increased levels of nitrogen and phosphorus can cause eutrophication, which reduces dissolved oxygen and endangers aquatic ecosystems. Overall, this study highlights the impact of agricultural waste on water quality in the Citarum River, which has the potential to damage aquatic ecosystems and reduce the river's ability to perform natural recovery (self-purification).

Keywords: Agricultural Pollution Load, BOD, Total-N, Total-P

PENDAHULUAN

Sungai Citarum mengalir dari hulu yang berada di kawasan Situ Cisanti, Kabupaten Bandung, dan bermuara di Pantai Bahagia, Kecamatan Muaragembong, Kabupaten Bekasi. Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di Provinsi Jawa Barat, dengan panjang 297 km. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu 6.614 km², mencakup 12 wilayah administrasi kabupaten/kota, yaitu: Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kota Bandung, Kabupaten Sumedang, Kota Cimahi, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Karawang, Kabupaten Indramayu, Kabupaten Subang, Kabupaten Bekasi, dan Kota Bekasi (Bukit & Yusuf, 2002).

Potensi pemanfaatan air sungai Citarum antara lain sebagai sumber air baku PDAM, air baku irigasi, perikanan, PLTA, penggelontoran dan sarana rekreasi. Status mutu air sungai Citarum berdasarkan Indeks Kualitas Air (IKA) adalah tercemar sedang (Satgas Citarum Harum, 2019).

Kegiatan pertanian di Karawang merupakan yang terbesar kedua setelah Indramayu. Karawang memiliki luas lahan sawah mencapai 95.667,45 hektar (Republik Indonesia, 2021). Sumber pencemar potensial di sungai Citarum salah satunya adalah dari limbah pertanian. Limbah pertanian adalah buangan dari kegiatan pertanian yang menjadi salah satu persoalan di sektor pertanian.

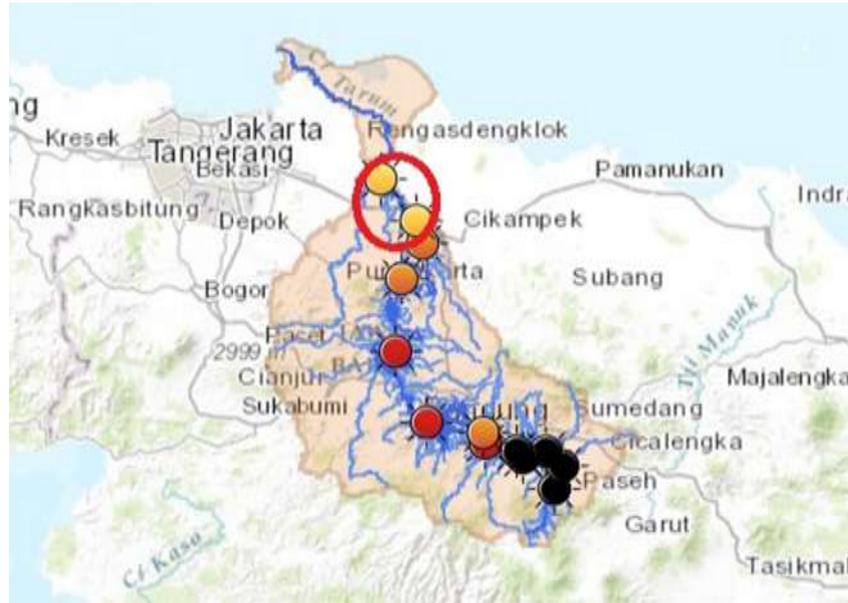
Limbah pertanian berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap sungai (P3E Kalimantan 2016). Semakin luas lahan pertanian, maka semakin besar pula potensi beban pencemar yang timbul dan dapat mencemari sungai (Ningsih et al., 2020). Potensi beban pencemaran dari kegiatan pertanian terbawa aliran permukaan saat hujan atau setelahnya yang mengalir menuju ke sungai (P3E Kalimantan, 2016). Limbah pertanian mengandung bahan organik, padatan, asam, alkali, serta bahan beracun yang dapat mengganggu ekosistem di sungai.

Salah satu parameter pencemaran di sungai adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Nilai BOD yang tinggi berpengaruh terhadap kemampuan *self purification* atau kemampuan sungai untuk pulih kembali (Pangestu et al., 2017). BOD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan organisme saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerob. BOD di perairan terkait dengan DO (*Dissolved Oxygen*). Semakin tinggi BOD, semakin rendah DO. BOD terdiri atas *Carbonaceous* BOD (CBOD) dan *Nitrogenous* BOD (NBOD). CBOD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk pemecahan molekul karbon, NBOD adalah banyaknya kebutuhan oksigen berkaitan dengan oksidasi nitrogen (Marlina, 2011).

Total nitrogen (TN) dan total fosfat (TP) adalah nutrien yang berasal dari pupuk yang dapat ditemukan di perairan (Bahri, 2016), yang pada tingkat tertentu dapat merugikan ekosistem perairan (Kusnadi et al., 2023). Rasio TN:TP>17 dapat mengakibatkan blooming *Cyanophyta* dan *Cyanotoxins* yang membahayakan ikan. Rasio TN:TP<10 dapat mengakibatkan blooming *Microcystis* dan *Cyanobacteria* sehingga terjadi hipertrofik pada perairan (Kurniati et al., 2021). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi beban pencemaran dari kegiatan pertanian di DAS Citarum hilir, segmen kota Karawang, dengan perhatian pada parameter BOD, Total-N dan Total-P.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di DAS Sungai Citarum, segmen Bendung Walahar-Kota Karawang sepanjang 17,54 km (Gambar 1.).



Gambar 1. Peta DAS Citarum.
 Ket: Area yang dilingkari merah adalah area penelitian.
 Sumber peta:(BPLHD, 2006)

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif, dengan menghitung potensi beban pencemaran terhadap sungai Citarum dari kegiatan pertanian. Data yang dikumpulkan adalah peta dasar sebagai rujukan pemetaan lokasi, data tata guna lahan, data luas lahan pertanian, jumlah hari tanam, dan faktor emisi. Untuk menghitung estimasi potensi beban pencemaran dari kegiatan pertanian, digunakan rumus:

$$PBP = \frac{\text{Luas lahan} \times \text{faktor emisi} \times \alpha}{\text{Musim tanam}}$$

Faktor emisi dan koefisien *run-off* (α) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor emisi dan koefisien *run-off* (α)

No.	Jenis Kegiatan	BOD	TN	TP	Koefisien <i>run-off</i> (%) A
		(kg/ha/musim tanam)			
1	Sawah	225	20	10	10
2	Palawija	125	10	5	1
3	Kebun	32,5	3	1,5	1

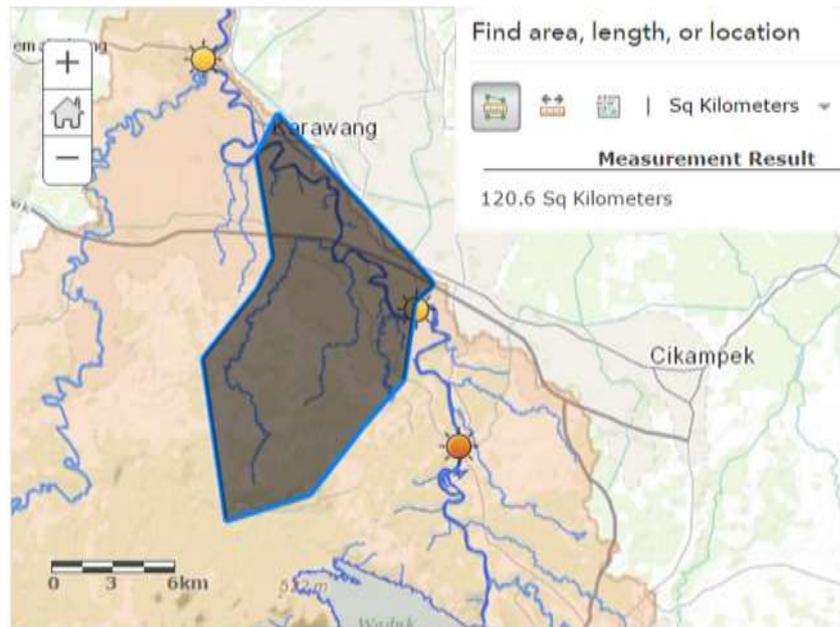
Sumber: (Yusuf, 2007)

Lingkup penelitian:

Populasi penelitian ini adalah kecamatan yang termasuk ke dalam batas segmentasi sungai. Wilayah administratif yang tercakup dalam penelitian ini meliputi 14 desa yang dilewati sungai Citarum atau anak sungai yang bermuara di sungai Citarum, yang termasuk dalam 5 kecamatan yaitu Kecamatan Ciampel, Klari, Telukjambe Timur, Karawang Timur, dan Karawang Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta wilayah penelitian yang meliputi 14 Desa dalam 5 Kecamatan dengan luas 120,6 km² dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Luas wilayah penelitian

Luas lahan pertanian yang termasuk dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas lahan pertanian

Kecamatan	Sawah (ha)	Kebun (ha)
Ciampel	0.09	0.204
Klari	1.87	1.809
Telukjambe Timur	413	80
Karawang Timur	57.3	13.9
Karawang Barat	150	2
Jumlah	622.26	97.913

Sumber data: (BPS, 2022)

Potensi Beban Pencemaran

Potensi beban pencemaran merujuk pada kemungkinan atau kapasitas suatu sumber pencemaran untuk menghasilkan atau melepaskan polutan ke lingkungan.. Istilah ini sering digunakan dalam konteks pengelolaan lingkungan untuk menggambarkan tingkat ancaman yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia atau sumber daya alam terhadap pencemaran. Penghitungan potensi beban pencemaran (Tabel 3.) sangat penting dalam perencanaan dan pengelolaan lingkungan, untuk meminimalkan dampak buruk terhadap ekosistem dan kesehatan manusia.

Tabel 3. Rekapitulasi Potensi Beban Pencemaran Setiap Kecamatan

Kecamatan	BOD	Total_N	Total-P
	Kg/hari		
Ciampel	0.241	0.021	0.011
Klari	0.117	0.010	0.005
Telukjambe Timur	25.530	2.270	1.135
Karawang Timur	3.545	0.315	0.158
Karawang Barat	9.248	0.822	0.411
Jumlah	38.681	3.439	1.719

Sumber: Hasil Perhitungan

Parameter BOD

Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) pada limbah pertanian cenderung tinggi karena beberapa faktor yang berkaitan dengan kandungan bahan organik dalam limbah tersebut. BOD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. BOD tinggi menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung banyak bahan organik yang dapat terurai dan mengkonsumsi oksigen dalam proses dekomposisi. Berdasarkan perhitungan, Potensi Beban Pencemaran BOD dari lokasi penelitian adalah sebesar 38,681 kg/hari, dengan BOD paling tinggi berasal dari wilayah Kecamatan Telukjambe Timur, yaitu sebesar 25,530 kg/hari, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Beberapa faktor yang menyebabkan BOD limbah pertanian tinggi antara lain:

- a) Penyemprotan Pupuk dan Pestisida: Limbah pertanian sering mengandung sisa-sisa pupuk, pestisida, dan herbisida yang dapat terurai menjadi senyawa organik kompleks. Mikroorganisme di dalam air akan mengkonsumsi oksigen untuk menguraikan bahan-bahan ini.
- b) Sisa Tanaman: Limbah pertanian banyak mengandung sisa-sisa tanaman, seperti daun, akar, atau buah yang jatuh. Bahan-bahan organik ini akan terurai melalui proses biologi dan menghasilkan BOD yang tinggi.

Parameter Total-N

Parameter Total Nitrogen (Total-N) pada limbah pertanian cenderung tinggi karena beberapa faktor yang berhubungan dengan penggunaan pupuk nitrogen dan aktivitas pertanian lainnya. Total-N mengacu pada jumlah total unsur nitrogen dalam limbah, termasuk bentuk nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amonia (NH_3), dan senyawa organik yang mengandung nitrogen. Berdasarkan perhitungan, potensi beban pencemaran untuk parameter Total-N adalah sebesar 3,439 kg/hari, dengan Total-N tertinggi dari wilayah Kecamatan Telukjambe Timur, yaitu

sebesar 2,270 kg/hari, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Beberapa faktor yang menyebabkan limbah pertanian memiliki kadar Total-N yang tinggi adalah:

- a. Penggunaan pupuk nitrogen, seperti urea, amonium nitrat, dan ammonium sulfat yang banyak digunakan dalam pertanian untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pupuk ini mengandung nitrogen dalam bentuk yang mudah larut dalam air. Ketika limbah pertanian terbentuk, sisa pupuk yang tidak diserap oleh tanaman dapat mencemari air dan meningkatkan kadar nitrogen total.
- b. Penguraian Bahan Organik: Bahan organik yang terkandung dalam sisa-sisa tanaman, seperti daun dan akar yang membusuk, juga mengandung nitrogen. Proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme akan melepaskan nitrogen ke dalam air dalam bentuk amonia atau senyawa organik.
- c. Praktik Pertanian yang Buruk: Praktik pertanian yang tidak efisien dalam penggunaan pupuk atau pengelolaan sumber daya air dapat menyebabkan pemborosan pupuk nitrogen, yang pada akhirnya akan mencemari tanah dan air, meningkatkan konsentrasi nitrogen dalam limbah. Nitrogen dalam tanah dapat berubah bentuk, dari amonia menjadi nitrat, dan sebaliknya, tergantung pada kondisi lingkungan. Proses-proses ini, seperti nitrifikasi dan denitrifikasi, dapat meningkatkan konsentrasi nitrogen yang tersisa di dalam limbah pertanian.

Secara umum, semakin tinggi Total-N di perairan, terutama dalam bentuk amonia, berpengaruh terhadap tingginya BOD. Peningkatan Total-N dalam limbah pertanian dapat menyebabkan berbagai dampak lingkungan yang merugikan pada ekosistem perairan. Nitrogen yang berlebih dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu peningkatan pertumbuhan alga yang berlebihan di perairan, yang mengurangi kadar oksigen dan merusak kehidupan akuatik.

Parameter Total-P

Parameter Total Phosphorus (Total-P) pada limbah pertanian cenderung tinggi karena beberapa faktor yang berkaitan dengan penggunaan pupuk fosfor, aktivitas pertanian, dan pengelolaan sumber daya alam. Total-P mengacu pada jumlah total unsur fosfor dalam limbah, yang dapat berupa fosfat anorganik (seperti fosfat monokalium atau mononatrium) dan senyawa fosfor organik. Berdasarkan hasil perhitungan potensi beban pencemaran Total-P adalah sebesar 1,719 kg/hari, dan penyumbang tertinggi adalah di wilayah kecamatan Telukjambe Timur sebesar 1,1348 kg/hari, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Beberapa penyebab limbah pertanian memiliki kadar Total-P yang tinggi:

a. Penggunaan Pupuk Fosfor

Pupuk fosfor, seperti superfosfat dan triple superfosfat, digunakan secara luas dalam pertanian untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk fosfor ini mengandung senyawa fosfor dalam bentuk yang mudah larut dalam air. Ketika pupuk ini digunakan dalam jumlah berlebihan atau tidak diserap sepenuhnya oleh tanaman, sisa pupuk yang mengandung fosfor akan tercampur dengan air dan tanah, meningkatkan kandungan fosfor dalam limbah pertanian.

b. Pencemaran Air Irigasi

Limbah pertanian sering tercemar oleh air irigasi yang membawa partikel atau larutan pupuk fosfor yang digunakan dalam pertanian. Ketika air irigasi yang mengandung fosfor mengalir melalui lahan pertanian dan memasuki saluran air atau sungai, ini dapat menambah beban fosfor dalam sistem perairan.

c. Penguraian Bahan Organik

Sisa-sisa tanaman yang terurai juga mengandung fosfor dalam bentuk senyawa organik. Ketika bahan organik ini membusuk, fosfor akan dilepaskan ke dalam air dalam bentuk anorganik atau senyawa fosfor lainnya. Penguraian bahan organik dari tanaman yang telah dipanen atau dari tanaman yang mati juga berkontribusi pada kadar total fosfor dalam limbah pertanian.

d. Praktik Pertanian yang Tidak Efisien

Praktik pertanian yang tidak efisien, seperti penggunaan pupuk yang berlebihan atau penyebaran pupuk yang tidak merata, dapat meningkatkan kemungkinan fosfor terlarut atau terikat dalam tanah dan akhirnya terlepas ke dalam limbah. Selain itu, kurangnya pengelolaan yang tepat dalam pengelolaan pupuk dapat menyebabkan fosfor berlebih yang mengalir ke badan air.

Peningkatan kadar fosfor dalam limbah pertanian dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu proses peningkatan pertumbuhan alga yang berlebihan di perairan. Ketika alga mati dan terurai, oksigen dalam air digunakan oleh mikroorganisme pengurai, yang mengurangi kadar oksigen terlarut. Dengan demikian, Total fosfor (Total-P) secara tidak langsung dapat mempengaruhi BOD.

SIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan, potensi beban pencemaran untuk parameter BOD adalah 38,681 kg/hari. Untuk parameter Total-N, potensi beban pencemaran mencapai 3,439 kg/hari, dengan sumber utama dari penggunaan pupuk nitrogen. Sedangkan untuk Total-P, potensi beban pencemaran adalah 1,719 kg/hari, yang disebabkan oleh penggunaan pupuk fosfor dan penguraian bahan organik dari tanaman.
2. Peningkatan kadar nitrogen dan fosfor dapat menyebabkan eutrofikasi, yang mengurangi oksigen terlarut dan membahayakan ekosistem perairan.
3. Oleh karena itu, praktik pertanian yang bijak sangat penting untuk mencegah pencemaran dan dampak negatif terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. (2016). Identifikasi Sumber Pencemar Nitrogen (N) Dan Fosfor (P) Pada Pertumbuhan Melimpah Tumbuhan Air Di Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(2), 159–174.
- BPLHD. (2006). *West Java Annual State of The Environment Report*.
- BPS. (2022). *Kabupaten Karawang Dalam Angka 2022*.
- Bukit, N. T., & Yusuf, I. A. J. (2002). Beban Pencemaran Limbah Industri dan Status Kualitas Air Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3, 98–106.
- Kurniati, R. I., Komala, P. S., & Zulkarnaini. (2021). Analisis Beban Pencemar Total Nitrogen dan Total Fosfat akibat Aktivitas Antropogenik di Danau Maninjau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(02), 355–364.
- Kusnadi, E., Utomo, K. P., & Desmaiani, H. (2023). Pola Sebaran Total Nitrogen dan Total Fosfat Akibat Aktivitas Disekitar Danau Sebedang Sambas. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 41–49.
- Marlina, N. (2011). *Pemodelan Kualitas Air Menggunakan Qual2Kw* [Thesis]. ITB.
- Ningsih, S. D., Khotimah, K., Risnanti, F., Nugrahanti, D. A., Maulana, R. M., & Ahmad, R. D. (2020). Potensi Beban Pencemaran Limbah Sektor Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan Terhadap DAS Bengawan Solo di Kabupaten Boyolali. *La Geografia*, 18(1), 52–70.
- P3E Kalimantan. (2016). *Penerapan Perencanaan Pengelolaan DAS Barito*. Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Kalimantan.
- Pangestu, R., Riani, E., & Effendi, H. (2017). Estimasi Beban Pencemaran point Source dan Limbah Domestik Di Sungai Kalibaru Timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(3).

Republik Indonesia. (2021). *Keputusan Menteri Agraria Dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional tentang Penetapan Peta Lahan Sawah Yang Dilindungi Pada Kabupaten/kota Di Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Banten, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Tengah, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Provinsi Jawa Timur, Provinsi Bali, Dan Provinsi Nusa Tenggara Barat (1589/SK-HK.02.01/XII/2021)*.

Satgas Citarum Harum. (2019). *Ringkasan Eksekutif Rencana Aksi Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Das Citarum 2019 – 2025*.

Yusuf, I. A. (2007). *Inventarisasi & Identifikasi Sumber dan Beban Pencemaran Air*.