Vol. 7, No. 1, 2026, pp. 2159-2169
DOI: https://doi.org/10.29210/994220

Contents lists available at Elora Center

*Lentera Negeri*

Journal homepage: https://lentera.eloracenter.org/lentera



# Analisis tekanan antropogenik dari pembuangan greywater terhadap kualitas perairan urban dalam konteks pembangunan ecocity: studi kasus situ rawa besar dan situ rawa kalong

**Muh Rais[1], Nestiyanto Hadi[2], Sri Rahayu Pudjiastuti[3], Noer Syarifah Ainy[4], Iqbal Mujadid[5], Ruri Anggara Akhirullah[6]**

[1,2,4,5] Pendidikan Biologi, STKIP Arrahmaniyah, Depok, Indonesia
[3] Magister PPKn, STKIP Arrahmaniyah, Depok, Indonesia
[6] Temali Indonesia Lestari Foundation, Depok, Indonesia

**Article Info**

**Article history:**
Received Aug 22th, 2026
Revised Sept 18th, 2026
Accepted Oct 22th, 2026

**Keyword:**
Greywater,
Ecocity,
Anthropogenic,
Waste

**ABSTRACT**

This study aims to analyze the condition of the aquatic ecosystems in Situ Rawa Besar and Situ Rawa Kalong, which receive anthropogenic pressure from domestic greywater discharge. The analysis was conducted based on water physicochemical parameters, primary productivity, fish diversity, and community activities in the surrounding area. In-situ measurements were taken for dissolved oxygen (DO), pH, temperature, water transparency, and total dissolved solids (TDS), while chemical oxygen Demand (COD) and anionic surfactant concentrations were tested according to Indonesian National Standards (SNI). Primary productivity was assessed using the light–dark bottle method, whereas fish diversity was determined through sampling with fish traps, nets, and fishing lines followed by taxonomic identification. Data on community activities and the number of households were collected through field surveys. The results indicate that both lakes are in a mesotrophic state, characterized by pH values of 7.70–9.40, DO of 2.85–8.76 mg/L, temperatures of 29–31°C, TDS of 75–99 ppm, water transparency of 20–30 cm, high COD levels (58.56–61.17 mg/L), and low anionic surfactant concentrations (<0.026 mg/L). Fish diversity indices were low (H' = 1.14–1.17), with a dominance of introduced species, particularly Oreochromis niloticus. Community activities around the lakes—including markets, factories, and commercial areas—serve as sources of greywater and contribute to ecological pressure affecting water quality and biodiversity. These findings highlight the need for wastewater management and control of anthropogenic activities based on ecocity principles to maintain the ecological balance of the lake ecosystems.

© 2026 The Authors.
This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

**Corresponding Author:**
Muh Rais
muhraisrahim27@gmail.com

## Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk yang tinggi yaitu urutan keempat setelah Tiongkok, India, dan Amerika (Johnson et al., 2020). Hal tersebut memicu terjadinya urbanisasi serta tidak meratanya penyebaran populasi penduduk (Nabila et al., 2023). Pertumbuhan penduduk yang pesat akan memberikan dampak terhadap keseimbangan sumber daya alam. Menurut Peacock (2018) bahwa meningkatnya jumlah populasi penduduk memperkuat terjadinya kerusakan ekosistem biologis. Sedangkan

Lyu et. al., (2018) menyatakan bahwa kerusakan yang akan ditimbulkan oleh pesatnya urbanisasi yaitu terjadinya perubahan iklim, pencemaran air, pencemaran tanah dan pencemaran udara serta terjadinya kerusakan keanekaragaman hayati. Pertumbuhan penduduk yang pesat berimplikasi pada kebutuhan sumber daya alam, salah satunya kebutuhan air (Ramadania et al., 2021). (Akhirul et al., 2020) menekankan bahwa air adalah sumber daya alam yang memiliki fungsi bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Sumber daya air dapat berasal dari ekosistem danau, sungai dan situ. Situ merupakan wadah dari genangan air di atas permukaan tanah yang dapat terbentuk secara alami maupun buatan yang sumber airnya dapat berasal dari air hujan, mata air atau berasal dari limpasan air permukaan(Angela, 2023). Menurut Elfidasari et al., (2015) fungsi dari situ ialah sebagai tempat penampungan air disaat musim hujan dan sebagai peningkat tersedianya air tanah. Meskipun demikian, Situ juga dapat memiliki fungsi secara ekologis maupun ekonomi yakni sebagai habitat berbagai jenis hewan dan tumbuhan, resapan air sumber air bagi kehidupan, pengendali banjir, lahan perikanan, serta sarana wisata dan olahraga. Secara sosial dan ekonomi situ memiliki peran sangat penting terhadap kesejahteraan Masyarakat sekitarnya, misalnya pengembangan situ menjadi Objek wisata yang berbasis keberlanjutan (Ridwan et al., 2021). Salah satu daerah yang memiliki situ adalah Kota Depok Jawa Barat.

Berdasarkan dari data Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah tahun 2016-2021, Kota Depok memiliki 31 situ. Situ Rawakalong dan Situ Rawabesar merupakan contoh situ yang populer di Kota Depok. Situ Rawakalong terletak di Kelurahan Curug, Kecamatan Cimanggis dengan luas area sebesar 8.5 Ha dan memiliki kedalaman sekitar 2-3 meter (Seruni et al., 2020). Situ Rawakalong dimanfaatkan sebagai tempat penampungan air, memancing dan rekreasi oleh warga sekitar (Sidomukti & Wardhana, 2021). Situ Rawakalong dikelilingi oleh pemukiman dan beberapa pabrik, sehingga rentan terkena cemaran, baik cemaran organik ataupun cemaran anorganik yang dapat menurunkan kualitas air situ Rawakalong (Widati et al., 2021). Situ Rawa besar terletak di Kelurahan Depok dan Depok Jaya Kecamatan Pancoran Mas, dan memiliki luas area 17 Ha. Sama halnya dengan Situ Rawakalong, Situ Rawabesar juga dimanfaatkan sebagai penampungan air, memancing dan tempat rekreasi. Situ ini dikelilingi oleh pemukiman dan pasar serta adanya pabrik UMKM produksi Tahu. Kondisi ini memungkinkan Situ Rawabesar tercemar oleh limbah dari aktivitas penduduk dan pabrik.

Salah satu permasalahan yang muncul di Situ Rawakalong dan Situ Rawabesar yaitu limbah domestik berupa greywater yang berasal dari pemukiman dan aktivitas warga di sekitar Situ. Menurut Ramadania et al., (2021) (Widyawati et al., 2022) limbah domestik adalah limbah cair yang berasal dari kegiatan perumahan, perkantoran, rumah makan, perniagaan yang memiliki potensi mencemari lingkungan. Sedangkan greywater merupakan limbah domestik yang tidak tercemari oleh urin atau feses (Boano et al., 2020). Salah satu zat atau senyawa yang terkandung dalam limbah domestik yang dapat mencemari air adalah surfactant. Surfactant merupakan zat aktif yang digunakan pada produk pembersih rumah tangga seperti sabun, deterjen dan pembersih lantai. Surfactant memiliki sifat yang toksik dan biodegradasinya rendah, serta dapat berbahaya bagi populasi mikroba air, berbahaya bagi ikan serta kehidupan akuatik air lainnya. Selain surfaktan, zat pencemar yang terkandung di dalam limbah domestik adalah bahan organik dan kimia(Boano et al., 2020). Zat tersebut dapat dianalisis keberadaannya dengan mengukur COD (Chemical Oxygen Demand), yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan atau diperlukan untuk mengurai total bahan organik yang terkandung dalam air. COD dapat menunjukkan seberapa besar jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik bahan organik yang mudah diurai ataupun yang sukar diurai. COD menggambarkan jumlah total bahan organik, selain itu nilai COD dapat menunjukan banyaknya pencemar organik yang ada dalam air (Khalil & Liu, 2021)

Padatnya penduduk dan banyaknya aktivitas warga di sekitar Situ Rawakalong dan Situ Rawabesar akan memberikan dampak negatif terhadap kualitas air. Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas penduduk yang menghasilkan limbah domestik. Limbah domestik yang memiliki kandungan baik organik dan anorganik. Dengan demikian kandungan di dalam limbah domestik ini dapat menyebabkan beberapa permasalahan yaitu menurunnya kualitas air situ, misalnya dengan tingginya kandungan organik maka akan menurunkan kadar oksigen di dalam air situ, tingginya unsur hara dan nitrogen akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Sacco et al., 2024). Permasalahan lain dari tercemarnya air oleh limbah domestik adalah menurunnya keanekaragaman ikan pada kedua situ dengan mengalami kematian akibat kekurangan oksigen, keracunan maupun kompetisi oleh spesies ikan yang toleran. Selain itu, dapat timbulnya penyakit yang diakibatkan oleh polutan yang terkandung di dalam limbah domestik seperti kolera, disentri dan berbagai macam penyakit lainnya (Hamidi, 2025).

Oleh karena itu, perlu adanya penelitian yang menganalisis kondisi terkini kualitas air pada Situ Rawakalong dan Situ Rawabesar yang berkaitan dengan aktivitas warga di sekitarnya. Hal tersebut untuk

mengetahui apa saja dampak yang terjadi dengan adanya penurunan kualitas air terhadap tingkat produktivitas primer dan keanekaragaman ikan pada kedua situ tersebut. Hasil kajian yang diperoleh untuk selanjutnya menjadi bahan pertimbangan dan rekomendasi untuk pemangku kebijakan dalam menyusun rencana pengelolaan ekosistem berbasis ecocity pada Situ Rawakalong dan Situ Rawabesar yang akan datang(Lyu et al., 2018).

# Metode

Pengambilan data pada Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong dilakukan selama bulan November sampai Desember 2024. Pengukuran parameter fisika-kimia perairan Situ berupa oksigen terlarut (DO), pH, suhu, dan kecerahan dilakukan secara in-situ pada bagian inlet, tengah dan outlet setiap Situ. Pengukuran Chemical Oxygen Demand (COD) dilakukan dengan mengumpulkan air secara komposit dari bagian inlet, tengah dan outlet setiap Situ untuk selanjutnya diuji laboratorium dengan mengacu pada SNI 6989.2:2019. Adapun prosedur ujinya dilakukan dengan mengambil larutan uji sebanyak 10 mL ke dalam tabung kultur berukuran 25 x 150 mm. Setelah itu ditambahkan 6 mL larutan digestion dan larutan asam sulfat sebanyak 14 mL. Tabung ditutup dan kemudian kocok perlahan. Tabung untuk selanjutnya diletakan pada pemanas dengan suhu 150 derajat C selama 120 menit. Setelah itu tabung dinginkan sampai dengan suhu ruang dan diukur serapannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Kadar COD dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar COD (mg } O_2\text{/L)} = C \times f$$

Keterangan:
C = nilai COD contoh uji (mg/L)
f = faktor pengenceran

Metode sampling untuk uji surfaktan atau detergen total dengan pengambilan dari bagian inlet, tengah dan outlet kemudian di komposit menjadi satu contoh uji kemudian diuji di laboratorium dengan mengacu pada SNI 06-6989.51:2005. Adapun prosedur uji adalah menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm. Kadar surfaktan anionik dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar surfaktan anionik (mg/L)} = C \times fp$$

Keterangan:
C = kadar yang didapatkan dari hasil pengukuran (mg/L)
fp = faktor pengenceran

Data produktivitas primer diperoleh dengan menggunakan metode botol gelap dan terang. Botol yang digunakan berukuran 250 mL dan masing-masing diisi dengan air dari setiap Situ. Botol akan diinkubasi selama 1.5 jam pada kedalaman yang berbeda, yaitu permukaan air dan kedalaman 1 M. Pengukuran oksigen terlarut (DO) dilakukan pertama pada perairan Situ sebagai kontrol dan pengukuran oksigen terlarut pada setiap botol setelah inkubasi(Peacock, 2018).

Data yang diperoleh untuk selanjutnya dilakukan penghitungan laju fotosintesis (APHA, 2005) dengan menggunakan rumus berikut:

$$NPP = \frac{(O_2\ BT) - (O_2\ BI) \times 1000 \times 0{,}375}{PQ\ (t)}$$

Keterangan:
NPP : Nilai produksi primer (mgC/$m^3$/jam)
O2 : Oksigen terlarut (mg/l)
BT : Botol terang
BI : Botol gelap
PQ : Koefisien fotosintesis (1,2)
t : Lama inkubasi (jam)

Pengambilan data ikan dilakukan dengan menggunakan fishtrap, pancingan, dan jala. Fishtrap digunakan dengan cara memberikan umpan lalu diletakan ke dasar Situ selama empat jam. Pancingan digunakan sebanyak 3 buah dan jala dengan diameter 5 m. Penggunaan fishtrap, pancingan dan jala dilakukan pada bagian inlet, tengah dan outlet Situ selama 4 jam pengambilan sampling. Ikan yang diperoleh untuk selanjutnya diidentifikasi menggunakan buku Ikan air tawar Indonesia bagian barat dan Sulawesi (Kottelat and Whitten, 1996) dan *fishbase*.

Data jumlah kepala keluarga yang ada di sekitar Situ dilakukan dengan mensurvei ke aparatur pemerintahan setempat setingkat rukun tetangga (RT) dan rukun warga (RW). Selain itu, dicatat pula data aktivitas warga di sekitar Situ. Data yang diperoleh untuk selanjutnya akan dikelompokkan dan dikategorikan berdasarkan potensi limbah yang dibuang ke Situ(Harrison et al., 2018).

# Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data kualitas air pada Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong dilakukan pada saat memasuki musim hujan. Namun demikian, terdapat peningkatan aktivitas di sekitar situ tersebut dikarenakan bersamaan dengan masuknya liburan sekolah dan liburan akhir tahun. Sebagian masyarakat mengisi waktu liburnya dengan mengunjungi kedua situ untuk berekreasi, berolahraga, memancing atau menikmati kuliner sekitar. Aktivitas masyarakat tersebar mulai dari pagi sampai malam hari sekitar pukul 8. Peningkatan jumlah aktivitas berada pada saat akhir pekan(Morandi & Steinmetz, 2026).

Data hasil penelitian yang diperoleh meliputi paramater fisika-kimia perairan (tabel 1), tingkat produktivitas primer (tabel 2) dan keanekaragaman ikan (tabel 3 & tabel 4). Berikut rincian data hasil penelitian:

**Tabel 1.** Parameter fisika-kimia perairan

| Parameter | Lokasi<br>Situ Rawa Besar | Situ Rawa Kalong |
|---|---|---|
| pH | 7,7 – 8,78 | 8,53 – 9,40 |
| DO (mg/L) | 2,85 – 8,76 | 3,14 – 8,31 |
| Suhu (°C) | 29 – 31 | 29 – 31 |
| TDS (ppm) | 93 – 99 | 75 – 78 |
| Kecerahan (cm) | 20 | 30 |
| COD (mg/L) | 58,56 | 61,17 |
| Limbah surfaktan (mg/L) | < 0,026 | < 0,026 |

**Tabel 2.** Produktivitas primer perairan

| Lokasi | Bagian | Kedalaman | DO BT (mg/L) | DO BG (mg/L) | NPP mgC/m$^3$/jam |
|---|---|---|---|---|---|
| Situ Rawabesar | Inlet | Permukaan | 8,10 | 5,21 | 602,083 |
| | | 1 M | 5,77 | 5,64 | 27,083 |
| | Outlet | Permukaan | 9,85 | 5,22 | 964,538 |
| | | 1 M | 5,01 | 4,66 | 72,916 |
| Situ Rawakalong | Inlet | Permukaan | 6,29 | 4,06 | 464,583 |
| | | 1 M | 4,55 | 4,15 | 83,333 |
| | Outlet | Permukaan | 7,95 | 5,98 | 410,416 |
| | | 1 M | 8,05 | 5,74 | 481,250 |

*Ket: BT = Botol Terang; BG = Botol Gelap; NPP = Nilai Produktivitas Primer*

**Tabel 3.** Kelimpahan dan keanekaragaman ikan di Situ Rawa Besar

| Nama Lokal | Asli/ Introduksi | Nama Ilmiah | Famili | Ordo | Jumlah | Kelimpahan relatif (%) | keanekaragaman (−pi·ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nila | Introduksi | *Oreochromis niloticus* | Cichlidae | Cichliformes | 133 | 60.45 | 0,3043 |
| Mujair | Introduksi | *Oreochromis mossambicus* | | | 28 | 12.73 | 0,2624 |
| Sapu-sapu | Introduksi | *Pterygoplichthys pardalis* | Loricariidae | Siluriformes | 7 | 3.18 | 0,1097 |

| Nama Lokal | Asli/ Introduksi | Nama Ilmiah | Famili | Ordo | Jumlah | Kelimpahan relatif (%) | keanekaragaman (−pi·ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cere | Introduksi | *Gambusia affinis* | Poecilidae | Cyprinodontiformes | 42 | 19.09 | 0,3161 |
| Julung-julung | Asli | *Dermogenys pusilla* | Demarchoptidae | | 6 | 2.73 | 0,0982 |
| Lalawak | Asli | *Barbonymus balleroides* | Cyprinidae | Cypriniformes | 3 | 1.36 | 0,0586 |
| Gabus | Asli | *Channa striata* | Channidae | Anabantiformes | 1 | 0.45 | 0,0245 |
| | | | | | **220** | **100** | **1,17** |

**Tabel 4.** Kelimpahan dan keanekaragaman ikan di Situ Rawa Kalong

| Nama Lokal | Asli/ Introduksi | Nama Ilmiah | Famili | Ordo | Jumlah | Kelimpahan relatif (%) | keanekaragaman (−pi·ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nila | Introduksi | *Oreochromis niloticus* | Cichlidae | Cichliformes | 255 | 67,11 | 0,2677 |
| Mujair | Introduksi | *Oreochromis mossambicus* | | | 45 | 11,84 | 0,2523 |
| Red Devil | Introduksi | *Amphilopus labiatus* | | | 9 | 2,37 | 0,0887 |
| Sapu-sapu | Introduksi | *Pterygoplichthys pardalis* | Loricariidae | Siluriformes | 5 | 1,32 | 0,0572 |
| Cere | Introduksi | *Gambusia affinis* | Poecilidae | Cyprinodontiformes | 45 | 11,84 | 0,2523 |
| Ikan Komet | Introduksi | *Carrasius auratus* | Cyprinidae | Cypriniformes | 2 | 0,53 | 0,0278 |
| Sepat | Asli | *Trichopodus trichopterus* | Osphronemidae | Anabantiformes | 1 | 0,26 | 0,0155 |
| Mengа | Asli | *Brachygobius xanthomelas* | Gobiidae | Gobiiformes | 8 | 2,11 | 0,0814 |
| Betutu | Asli | *Oxyeleotris marmorata* | Butidae | | 10 | 2,63 | 0,0957 |
| | | | | | **380** | **100** | **1,14** |

**Tabel 5.** Data demografi dan aktivitas warga di sekitar Situ

| Keterangan | | Situ Rawa Besar | Situ Rawa Kalong |
|---|---|---|---|
| Luas area (Ha) | | 17 | 8,25 |
| Pusat aktivitas masyarakat sekitar | Timur (midlet) | Pemukiman, sekolah, | Kolam renang dan perumahan |
| | Selatan (inlet) | Pemukiman, pasar, rumah sakit, pabrik tahu, | Pemukiman |
| | Barat (midlet) | Pemukiman, sekolah, laundry | Pabrik |
| | Utara (outlet) | Pertokoan, bengkel, cuci mobil, | Pemukiman, sekolah |
| Pemanfaatan | | Kontrol air, resapan, tempat wisata, olahraga, memancing, | Kontrol air, resapan, tempat wisata, olahraga, memancing, |

Berdasarkan data tabel 1 terdapat 7 spesies ikan di Situ Rawabesar dengan indeks keanekaragaman sebesar 1,17 dan masuk kedalam kategori rendah. Hal tersebut mengindikasikan adanya tekanan lingkungan yang berkaitan pada parameter fisika, kimia, biologi dan menunjukkan adanya spesies ikan yang mendominasi yaitu *Oreochromis niloticus* sebesar 60.45%.

Kondisi pH pada Situ Rawabesar sebesar 7,7 – 8,78 masih berada dalam rentang kisaran yang normal untuk kehidupan spesies ikan, namun nilai pH yang mulai melewati 8,5 dapat memengaruhi spesies ikan yang lebih sensitif. Oksigen terlarut pada Situ Rawabesar berada pada 2,85-8,76 mg/L dimana batas bawah tersebut dapat mengindikasikan adanya beban organik tinggi di bagian inlet. Kisaran suhu pada Situ Rawabesar antara 29 °C – 31 °C berada pada rentang batas normal meskipun ada kencenderungan akan

meningkat jika pada musim panas. Hal tersebut berpotensi menjadi tekanan bagi spesies ikan yang memiliki toleransi rendah pada suhu tinggi. Selain itu, peningkatan suhu perairan dapat mempercepat metabolisme organisme akuatik sehingga meningkatkan kebutuhan oksigen dan semakin mempercepat dekomposisi bahan organik(Britton, 2023).

*Total dissolved solids* (TDS) pada Situ Rawabesar menunjukkan nilai yang rendah, yaitu 93 – 99 ppm. Nilai tersebut masuk ke dalam kategori aman bagi organisme akuatik, meskipun demikian tetap perlu menjadi perhatian dikarenakan nilai kecerahan *sechi disc* yang hanya berkisar antara 20 cm. Hal itu mengindikasikan banyaknya partikel tersuspensi di perairan Situ Rawabesar yang dapat disebabkan oleh adanya pencemaran dari aktivitas manusia atau adanya dominansi fitoplankton. Tingkat produktivitas primer pada Situ Rawabesar masuk kedalam kategori mesotrofik dengan rata-rata sebesar 783,333 mgC/$m^3$/jam.

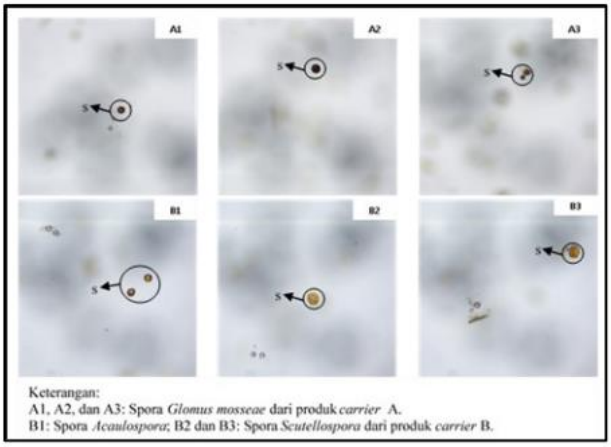
Kandungan surfaktan pada Situ Rawabesar tergolong rendah di bawah 0,026 mg/L dan masih berada di bawah ambang batas standar baku mutu sebesar 0,2 mg/L. Namun demikian, nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Situ Rawabesar tergolong tinggi, yaitu sebesar 58,56 mg/L. Hal itu mengindikasikan adanya bahan organik dalam konsentrasi yang signifikan sehingga mikroorganisme banyak menggunakan oksigen untuk memetabolismenya. Dengan demikian dapat menurunkan kualitas perairan Situ Rawabesar.

Berdasarkan data tabel 1 terdapat sebanyak 9 spesies ikan di Situ Rawakalong dengan indeks keanekaragaman ikan sebesar 1,14 dan masuk ke dalam kategori rendah. Hal itu menandakan habitat perairan pada Situ Rawakalong belum secara optimal mendukung keberagaman spesies ikan. Tercatat adanya spesies yang paling mendominasi di Situ Rawakalong, yaitu spesies *Oreochromis niloticus* dengan nilai kelimpahan relatif sebesar 67,11%.

Ketidakoptimalan habitat pada Situ Rawakalong memberikan daya dukung lingkungan terhadap keanekaragaman spesies ikan dapat disebabkan karena adanya pencemaran yang diakibat aktivitas masyarakat. Hal itu mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas paramater fisika-kimia perairan Situ Rawakalong. Tercatat pH pada Situ Rawakalong berada pada kisaran 8,53 – 9,40. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perairan cenderung bersifat basa dan dapat membatasi toleransi ikan yang umumnya berada pada pH netral antara 6,5 – 8,5.

Oksigen terlarut pada Situ Rawakalong berada antara 3,14 – 8,31 mg/L, suhu pada rentang 29 $^oC$ – 31 $^oC$, *Total Dissolved Solids* antara 75-78 ppm dan limbah surfaktan di bawah 0,026 mg/L menunjukkan paramater perairan yang cenderung normal. Meskipun demikian adanya potensi peningkatan suhu pada musim panas yang dapat memengaruhi metabolisme organisme akuatik(Fernández del Castillo et al., 2022).

Tingkat kecerahan pada Situ Rawakalong berkisar antara kedalaman 30 cm. Hal itu menunjukkan kurangnya penetrasi cahaya masuk ke dalam perairan yang dapat disebabkan karena adanya sedimentasi dan aktivitas masyarakat sekitar. Selain itu, dapat pula disebabkan karena adanya pertumbuhan fitoplankton yang tinggi pada Situ Rawakalong. Berdasarkan nilai produktivitas primer sebesar 437,499 mgC/$m^3$/jam mengindikasikan Situ Rawakalong berada pada kategori mesotrofik. Sedangkan nilai *chemical oxygen demand* (COD) pada Situ Rawakalong sebesar 61,17 mg/L menunjukkan bahwa adanya kandungan bahan organik atau polutan kimia yang masuk ke dalam perairan(Chan et al., 2021).




**Gambar 1**. Spora mikoriza arbuscular yang dihitung pada produk carrier.

*Catatan: Perbesaran 4,5x; mikroskop stereo.*

Situ Rawakalong ditemukan jumlah spesies ikan lebih banyak, yaitu sembilan spesies, dibandingkan dengan Situ Rawabesar yang hanya ditemukan tujuh spesies(Szabolcs et al., 2022). Namun, indeks keanekaragaman (H') di kedua situ hampir sama dan tergolong rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa komunitas ikan di kedua situ didominasi oleh spesies introduksi seperti ikan nila *Oreochromis niloticus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan cere (*Gambusia affinis*). Hal itu mencerminkan ekosistem pada kedua situ belum optimal untuk mendukung keanekaragaman hayati. Faktor luas area dapat berpotensi memengaruhi tingkat keanekaragaman ikan. Situ Rawabesar memiliki luas area 17 hektar, lebih dari dua kali luas Situ Rawakalong yang hanya 8,25 hektar. Namun, keanekaragaman hayati yang tidak jauh berbeda antara kedua situ menunjukkan bahwa tekanan lingkungan atau aktivitas masyarakat di sekitar lebih dominan memengaruhi kondisi ekosistem(Ahmed et al., 2022).

Berdasarkan parameter fisika-kimia air, Situ Rawakalong memiliki pH yang lebih basa (8,53–9,40) dibandingkan dengan Situ Rawabesar (7,7–8,78). Kondisi tersebut mungkin dipengaruhi oleh jenis limbah domestik *greywater* atau aktivitas masyarakat di sekitar kedua situ. Aktivitas seperti pabrik tahu dan pasar di sekitar inlet Situ Rawabesar serta pabrik di sekitar Situ Rawakalong dapat berkontribusi terhadap perbedaan pH ini. Selain itu, nilai oksigen terlarut (DO) di Situ Rawakalong (3,14–8,31 mg/L) lebih tinggi dibandingkan dengan Situ Rawabesar (2,85–8,76 mg/L) pada nilai minimum. Aktivitas cuci mobil, laundry, dan bengkel di sekitar outlet Situ Rawabesar berpotensi menambah beban pencemaran organik dan bahan kimia yang mengurangi oksigen terlarut(Tickner et al., 2020).

Total Dissolved Solids (TDS) di Situ Rawabesar (93–99 ppm) lebih tinggi dibandingkan Situ Rawakalong (75–78 ppm), menunjukkan konsentrasi bahan terlarut yang lebih besar. Perbedaan ini dapat dihubungkan dengan luas area dan aktivitas masyarakat yang lebih intensif di sekitar Situ Rawabesar, seperti pasar, sekolah, dan pertokoan, yang menyumbang lebih banyak limbah domestik dan organik. Dari segi kecerahan, air di Situ Rawakalong (30 cm) lebih jernih dibandingkan Situ Rawabesar (20 cm), yang mencerminkan lebih banyak partikel tersuspensi di Situ Rawabesar.

*Chemical Oxygen Demand* (COD) di kedua situ menunjukkan nilai yang tinggi, yaitu 61,17 mg/L di Situ Rawakalong dan 58,56 mg/L di Situ Rawabesar. Nilai COD yang tinggi menunjukkan keberadaan bahan organik dan polutan kimia yang signifikan. Faktor ini dapat dikaitkan dengan aktivitas masyarakat di sekitar, seperti pasar dan pabrik tahu di sekitar Situ Rawabesar serta pabrik di sekitar Situ Rawakalong. Surfaktan yang rendah (<0,026 mg/L) di kedua situ menunjukkan bahwa pencemaran dari deterjen bukan menjadi masalah utama(Jia et al., 2021).

Produktivitas primer di Situ Rawabesar mencapai 783,333 mgC/m³/jam, yang tergolong dalam kategori mesotrofik. Sementara itu, Situ Rawakalong memiliki produktivitas primer lebih rendah, yaitu 437,499 mgC/m³/jam, tetapi juga masuk dalam kategori mesotrofik. Meskipun luas area Situ Rawabesar lebih besar, kondisi ini menunjukkan bahwa beban nutrien yang lebih tinggi di Situ Rawakalong, mungkin berasal dari aktivitas pabrik di sekitarnya, memengaruhi status produktivitas primer. Di sisi lain, Situ Rawabesar memiliki potensi lebih besar untuk mendukung produktivitas ekosistem secara alami(Jiang & Chui, 2022).

Kedua situ memiliki fungsi yang sama sebagai kontrol air, resapan, tempat wisata, olahraga, dan aktivitas memancing. Namun, aktivitas masyarakat di sekitar masing-masing situ memberikan tekanan yang berbeda pada ekosistem perairan(Miller et al., 2023). Di Situ Rawabesar, aktivitas yang lebih beragam seperti pasar, rumah sakit, dan cuci mobil meningkatkan potensi limbah domestik dan organik, sementara di Situ Rawakalong, aktivitas industri seperti pabrik dapat berkontribusi terhadap pencemaran spesifik(Yang et al., 2022).

Perlu adanya pengelolaan yang lebih intensif dan secara selektif dengan mempertimbangkan paramater fisika kimia yang mengalami penurunan signifikan(Adams et al., 2023). Pada kedua situ nilai COD yang tinggi dan nilai DO yang fluktuaktif menjadi perhatian prioritas yang perlu dikendalikan. Pengendalian sumber pencemaran perlu dilakukan untuk mengurangi limbah organik dan kimia yang masuk ke perairan, misalnya dengan menerapkan sistem pengelolaan limbah domestik dan industri. Edukasi masyarakat sekitar untuk mencegah pembuangan sampah dan limbah deterjen ke situ(Kataki et al., 2021).

Tingkat produktivitas primer pada Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong yang masuk pada kategori mesotrofik perlu dikelola dengan baik agar tidak meningkat menjadi eutrofik. Pengendalian kadar nutrien yang masuk ke dalam perairan dapat mencegah terjadinya eutrofik pada kedua situ. Penyediaan aerasi buatan dapat digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut terutama pada area tertentu situ yang nilainya rendah atau pada musim tertentu saat terjadinya *upwelling*.

Indeks keanekaragaman yang rendah pada kedua situ dapat ditingkatkan dengan adanya proses penangkapan secara berkala spesies ikan introduksi yang menjadi invasif. Adanya kontrol populasi spesies ikan invasif akan memberikan kesempatan untuk tumbuh dan bereproduksi bagi ikan lokal seperti ikan lalawak (*Barbonymus balleroides*), gabus (*Channa striata*), betutu (*Oxyeleotris marmorata*) dan menga (*Brachygobius xanthomelas*). Selain itu, perlu pembuatan zona perlindungan bagi spesies ikan dan rehabilitasi vegetasi pada zona tersebut untuk mendukung regenerasi populasi ikan(Tsatsou et al., 2023).

Pengelolaan Situ Rawabesar dan Situ Rawakolong yang berpusat pada ekosistem memerlukan strategi restorasi akuatik berkelanjutan yang didasarkan pada integrasi tiga pilar, yaitu ekologi, sosial-ekonomi, dan teknologi. Inti dari kerangka kerja *ecocity* adalah penerapan pendekatan pengelolaan air sirkular. Hal tersebut mengharuskan adanya penanganan dan pengolahan greywater (air limbah domestik) dari permukiman dan aktivitas komersial sekitarnya sebelum memasuk ke badan air. Penerapan solusi berbasis alam seperti sistem biofiltrasi, lahan basah buatan (*constructed wetlands*), atau penggunaan fitoremediasi dapat berfungsi ganda sebagai pengolah air limbah dan penyedia ruang terbuka hijau. Selain itu, perlu diterapkan zona penyangga riparian yang berfungsi sebagai penyaring alami bagi limpasan nutrien dan sedimen. Berbagai langkah tersebut perlu dilengkapi dengan jaringan pemantauan kualitas air secara berkala dan dilakukan evaluasi penerapan secara konsisten. Edukasi masyarakat sekitar turut mendukung keberhasilan penerapan *ecocity* pada Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong. Kegiatan edukasi dapat berupa pendidikan lingkungan, pengelolaan sampah, dan konservasi spesies ikan asli. Hal tersebut menegaskan bahwa ketahanan ekologis badan air perkotaan tidak hanya merupakan pencapaian teknologi, tetapi juga merupakan sebuah pencapaian sosial(Castellar et al., 2022).

**Tabel 6.** Perbandingan Karakteristik Ekologis dan Kualitas Perairan Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong

| Parameter | Situ Rawabesar | Situ Rawakalong |
|---|---|---|
| Luas perairan (ha) | 17 | 8,25 |
| Jumlah spesies ikan | 7 spesies | 9 spesies |
| Indeks keanekaragaman (H') | Rendah | Rendah |
| Spesies ikan introduksi yang mendominasi | Nila, mujair, dan cere | Nila, mujair, dan cere |
| pH | 7,70–8,78 | 8,53–9,40 |
| Oksigen terlarut/DO (mg/L) | 2,85–8,76 | 3,14–8,31 |
| Total Dissolved Solids/TDS (ppm) | 93–99 | 75–78 |
| Kecerahan (cm) | 20 | 30 |
| Chemical Oxygen Demand/COD (mg/L) | 58,56 | 61,17 |
| Surfaktan (mg/L) | <0,026 | <0,026 |
| Produktivitas primer (mgC/m³/jam) | 783,333 | 437,499 |
| Kategori produktivitas | Mesotrofik | Mesotrofik |
| Aktivitas masyarakat sekitar | Pasar, rumah sakit, sekolah, pertokoan, pabrik tahu, cuci mobil, laundry, dan bengkel | Aktivitas industri/pabrik dan permukiman |
| Potensi tekanan lingkungan | Limbah domestik, organik, dan bahan kimia dari aktivitas masyarakat | Limbah industri dan domestik |
| Prioritas pengelolaan | Pengendalian limbah domestik, peningkatan DO, dan pengurangan beban sedimen | Pengendalian limbah industri, pemantauan pH, dan penurunan COD |

**Tabel 7.** Rekomendasi Strategi Pengelolaan Ekosistem Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong

| Aspek pengelolaan | Permasalahan utama | Strategi pengelolaan yang direkomendasikan |
|---|---|---|
| Kualitas air | COD tinggi dan DO berfluktuasi | Pengendalian limbah organik dan kimia, pemantauan kualitas air, serta aerasi pada area dengan DO rendah |
| Produktivitas primer | Potensi peningkatan status trofik | Pengendalian masukan nutrien untuk mencegah eutrofikasi |
| Keanekaragaman ikan | Indeks keanekaragaman rendah dan dominasi ikan introduksi | Pengendalian spesies invasif berdasarkan kajian populasi dan perlindungan ikan lokal |
| Habitat akuatik | Potensi penurunan kualitas habitat ikan | Rehabilitasi vegetasi, pembentukan zona perlindungan ikan, dan pemulihan habitat riparian |

| Aspek pengelolaan | Permasalahan utama | Strategi pengelolaan yang direkomendasikan |
|---|---|---|
| Limbah domestik dan industri | Masukan greywater dan limbah aktivitas masyarakat | Pengolahan air limbah melalui biofiltrasi, constructed wetlands, dan fitoremediasi |
| Pengelolaan ekosistem | Tekanan ekologis akibat aktivitas perkotaan | Penerapan pendekatan ecocity melalui integrasi aspek ekologi, sosial-ekonomi, dan teknologi |
| Partisipasi masyarakat | Potensi pembuangan sampah dan limbah ke situ | Edukasi lingkungan, pengelolaan sampah, dan pelibatan masyarakat dalam konservasi |

Berdasarkan Tabel 6, Situ Rawakalong memiliki jumlah spesies ikan lebih banyak dibandingkan Situ Rawabesar, meskipun luas perairannya lebih kecil. Namun, kedua situ menunjukkan tingkat keanekaragaman ikan yang rendah dan didominasi oleh spesies introduksi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa luas perairan bukan satu-satunya faktor yang menentukan keanekaragaman ikan, melainkan terdapat kemungkinan pengaruh tekanan lingkungan dan aktivitas antropogenik. Perbedaan parameter fisika-kimia, terutama pH, DO, TDS, kecerahan, dan COD, menunjukkan adanya variasi kondisi lingkungan antara kedua situ. Meskipun demikian, keduanya memiliki produktivitas primer yang termasuk kategori mesotrofik. Oleh karena itu, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 7, pengelolaan kedua situ perlu diarahkan pada pengendalian sumber pencemaran, konservasi habitat, pemantauan kualitas air, dan keterlibatan masyarakat melalui pendekatan restorasi ekosistem berkelanjutan.

# Simpulan

Kondisi ekosistem Situ Rawabesar dan Situ Rawakalong di Kota Depok menunjukkan keanekaragaman ikan yang rendah dengan dominasi spesies introduksi, serta kualitas air yang dipengaruhi oleh pencemaran limbah domestik greywater dan industri. Parameter fisika-kimia seperti pH, oksigen terlarut, dan nilai COD mengindikasikan tekanan lingkungan yang signifikan, meskipun produktivitas primer kedua situ masih tergolong mesotrofik. Pengelolaan intensif diperlukan, meliputi pengendalian limbah, peningkatan kualitas perairan dengan aerasi buatan, pengendalian spesies invasif, rehabilitasi vegetasi, serta monitoring berkelanjutan menggunakan prinsip ecocity untuk menjaga fungsi ekosistem dan mendukung keberlanjutan habitat perairan.

# Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada MR atas perumusan konsep penelitian, perancangan metodologi, serta supervisi terhadap keseluruhan proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada NH atas koordinasi penelitian, validasi data, analisis hasil, serta kontribusi utama dalam penyusunan dan revisi naskah jurnal sebagai corresponding author. Apresiasi diberikan kepada SRP atas kajian teoretis, peninjauan literatur, serta penyempurnaan kerangka analisis dan diskusi ilmiah dalam naskah. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada NSA atas analisis perilaku ikan, penyusunan struktur naskah, interpretasi ekologi, serta penguatan argumen ilmiah pada bagian hasil dan pembahasan. Penghargaan turut disampaikan kepada IM atas kontribusi dalam pengambilan data lapangan terkait keanekaragaman ikan dan kualitas air, serta keterlibatan dalam penyusunan metode dan verifikasi data lapangan. Selain itu, penulis berterima kasih kepada RAA atas pelaksanaan pemeriksaan laboratorium, validasi parameter surfaktan, serta analisis pendukung terhadap data kualitas air. Seluruh kontribusi tersebut sangat berarti dalam mendukung pelaksanaan penelitian dan penyelesaian naskah artikel ilmiah ini.

# Referensi

Adams, C., Frantzeskaki, N., & Moglia, M. (2023). Mainstreaming nature-based solutions in cities: A systematic literature review and a proposal for facilitating urban transitions. *Land Use Policy*, *130*, 106661. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106661

Ahmed, S. F., Kumar, P. S., Kabir, M., Zuhara, F. T., Mehjabin, A., Tasannum, N., Hoang, A. T., Kabir, Z., & Mofijur, M. (2022). Threats, challenges and sustainable conservation strategies for freshwater biodiversity. *Environmental Research*, *214*, 113808. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113808

Akhirul, Witra, Y., Umar, I., & Erianjon. (2020). Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk Terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, *1*, 76–84.

Angela, V. F. (2023). Strategi Pengembangan Ekowisata dalam Mendukung Konservasi Alam Danau Tahai. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*, 984–993.

Boano, F., Caruso, A., Costamagna, E., Ridolfi, L., Fiore, S., Demichelis, F., Galvão, A., Pisoeiro, J., Rizzo, A., & Masi, F. (2020). A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits. *Science of the Total Environment*, *711*, 134731. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134731

Britton, J. R. (2023). Contemporary perspectives on the ecological impacts of invasive freshwater fishes. *Journal of Fish Biology*, *103*(4), 752–764. https://doi.org/10.1111/jfb.15240

Castellar, J. A. C., Torrens, A., Buttiglieri, G., Monclús, H., Arias, C. A., Carvalho, P. N., Galvao, A., & Comas, J. (2022). Nature-based solutions coupled with advanced technologies: An opportunity for decentralized water reuse in cities. *Journal of Cleaner Production*, *340*, 130660. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130660

Chan, J., Zeng, Y., & Yeo, D. C. J. (2021). Invasive species trait-based risk assessment for non-native freshwater fishes in a tropical city basin in Southeast Asia. *PLOS ONE*, *16*(3), e0248480. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248480

Fernández del Castillo, A., Verduzco Garibay, M., Senés-Guerrero, C., Orozco-Nunnelly, D. A., de Anda, J., & Gradilla-Hernández, M. S. (2022). A review of the sustainability of anaerobic reactors combined with constructed wetlands for decentralized wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, *371*, 133428. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133428

Hamidi, M. N. (2025). Greywater reuse for irrigation: A critical review of suitability, treatment, and risks. *Science of the Total Environment*, *975*, 179272. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179272

Harrison, I., Abell, R., Darwall, W., Thieme, M. L., Tickner, D., & Timboe, I. (2018). The freshwater biodiversity crisis. *Science*, *362*(6421), 1369. https://doi.org/10.1126/science.aav9242

Jia, Z., Chang, X., Duan, T., Wang, X., Wei, T., & Li, Y. (2021). Water quality responses to rainfall and surrounding land uses in urban lakes. *Journal of Environmental Management*, *298*, 113514. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113514

Jiang, L., & Chui, T. F. M. (2022). A review of the application of constructed wetlands (CWs) and their hydraulic, water quality and biological responses to changing hydrological conditions. *Ecological Engineering*, *174*, 106459. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106459

Johnson, P., Pinfield, V. J., Starov, V., & Trybala, A. (2020). Effect of synthetic surfactants on the environment and the potential for substitution by biosurfactants. *Journal Pre-Proof*.

Kataki, S., Chatterjee, S., Vairale, M. G., Sharma, S., Dwivedi, S. K., & Gupta, D. K. (2021). Constructed wetland, an eco-technology for wastewater treatment: A review on various aspects of microbial fuel cell integration, low temperature strategies and life cycle impact of the technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *148*, 111261. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111261

Khalil, M., & Liu, Y. (2021). Greywater biodegradability and biological treatment technologies: A critical review. *International Biodeterioration and Biodegradation*, *161*. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2021.105211

Lyu, R., Zhang, J., Xu, M., & Li, J. (2018). Impacts of urbanization on ecosystem services and their temporal relations: A case study in Northern Ningxia, China. *Elesevier*, 163–173.

Miller, J. D., Vesuviano, G., Wallbank, J. R., Fletcher, D. H., & Jones, L. (2023). Hydrological assessment of urban Nature-Based Solutions for urban planning using Ecosystem Service toolkit applications. *Landscape and Urban Planning*, *234*, 104737. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104737

Morandi, C., & Steinmetz, H. (2026). Constructed wetlands for greywater treatment: A review. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, *52*, 100737. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2026.100737

Nabila, S., Agustina, E., Purnamasari, R., & Rony, I. (2023). Efektivitas Tanaman Daun Tombak (Sagittaria lancifolia) dalam Fitoremediasi Linear Alkylbenzene Sulfonates (LAS) pada Media Air. *BIOMA*, 27–35.

Peacock, S. H. (2018). Effect of Ecosystem Literacy on Understanding the Impact of Human Population Growth on the Environment—A Multiple Case Study. *Ecopsychology*, 181–188.

Ramadania, R., Samsunar, S., & Maisari, U. (2021). Analysis of Temperature, Power of Hydrogen (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), and Biologycal Oxygen Demand (BOD) in Domestic Wastewater in Sukoharjo Environmental Office. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*, 12–22.

Ridwan, M., Hidayanti, S., & Nilfatri. (2021). Studi Analisis Tentang Kepadatan Penduduk Sebagai Sumber Kerusakan Lingkungan Hidup. *Jurnal IndraTech*, 25–36.

Sacco, F. C. M., Venditti, S., Wilmes, P., Steinmetz, H., & Hansen, J. (2024). Vertical-flow constructed wetlands as a sustainable on-site greywater treatment process for the decrease of micropollutant concentration in urban wastewater and integration to households' water services. *Science of the Total Environment*, *946*, 174310. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174310

Seruni, D. S., Furqon, M. T., & Wihandika, R. C. (2020). Sistem Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Kota Malang menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Regression. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1075–1082.

Sidomukti, G. C., & Wardhana, W. (2021). Penerapan Metode Storet Dan Indeks Diversitas Fitoplankton Dari Shannon-Wiener Sebagai Indikator Kualitas Perairan Situ Rawa Kalong Depok, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi*, 1–11.

Szabolcs, M., Kapusi, F., Carrizo, S., Markovic, D., Freyhof, J., Cid, N., Cardoso, A. C., Scholz, M., Kasperidus, H. D., Darwall, W. R. T., & Lengyel, S. (2022). Spatial priorities for freshwater biodiversity conservation in light of catchment protection and connectivity in Europe. *PLOS ONE*, *17*(5), e0267801. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267801

Tickner, D., Opperman, J. J., Abell, R., Acreman, M., Arthington, A. H., Bunn, S. E., Cooke, S. J., Dalton, J., Darwall, W., Edwards, G., Harrison, I., Hughes, K., Jones, T., Leclère, D., Lynch, A. J., Leonard, P., McClain, M. E., Muruven, D., Olden, J. D., … Young, L. (2020). Bending the curve of global freshwater biodiversity loss: An emergency recovery plan. *BioScience*, *70*(4), 330–342. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa002

Tsatsou, A., Frantzeskaki, N., & Malamis, S. (2023). Nature-based solutions for circular urban water systems: A scoping literature review and a proposal for urban design and planning. *Journal of Cleaner Production*, *394*, 136325. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136325

Widati, G., Eni, Pare, S., Simatupang, S., & Sudarwani, M. M. (2021). Pengembangan Kawasan Wisata Situ RawalumbuGuna Menciptakan Zona Hijau dan Biru di Kota Bekasi (The Development of Situ Rawalumbu Tourism Area Use to Create Green and Blue Zone in Bekasi City). *Jurnal Comunita Servizio*, 498–507.

Widyawati, K., Kusmana, C., Pertiwi, S., & Sulistyantara. (2022). Water quality and biophysical condition for tourist activities in Situ Rawa Kalong Depok City, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–13.

Yang, C., Zhang, X., Tang, Y., Jiang, Y., Xie, S., Zhang, Y., & Qin, Y. (2022). Selection and optimization of the substrate in constructed wetland: A review. *Journal of Water Process Engineering*, *49*, 103140. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103140