



Evaluasi Keragaman Fauna Avertebrata DAS Cisadane untuk Konservasi Lahan Basah Kota Bogor

Wahyu Prihatini^{1*}, Cecep Sudrajat¹

¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Pakuan

Jl. Pakuan No. 1. Bogor 16143, Indonesia.

Email: wahyu.prihatini@unpak.ac.id

*Penulis korespondensi

Abstract

Wetlands are inland water ecosystems that play an important role in supplying water for human needs. The decreased quality of river waters will impact the diversity of invertebrate species. The Cisadane watershed is a large river basin, with a catchment area of 1,100 km². One way to assess river water quality biologically is through the analysis of macroinvertebrates, which are sensitive to contaminants. This research aims to conserve the Cisadane watershed through macroinvertebrate species diversity and abundance analysis. Data collection was carried out at four observation stations, namely Maseng (station I), Pamoyanan Sari (station II), Cibalagung (station III), and Bubulak (station IV). This study was able to identify 21 invertebrate species, and the three species with highest abundance were *Pantala flavescens* (dragonfly), *Parathelphusa convexa* (paddy crab), and *Lumbricina* (earthworm). The level of macroinvertebrate species diversity at the study site was categorized as moderate (H' index = 1.93). The level of species diversity and relative abundance from upstream to downstream Cisadane watersheds decreased. Water qualities at station I, II, and III were light to moderately contaminated, while station IV was moderate to heavily contaminated, based on the species diversity index criteria.

Keywords: Cisadane, macroinvertebrate, river, species diversity, species abundance

Abstrak

Lahan basah merupakan ekosistem perairan darat yang berperan penting memsok air bagi kebutuhan manusia. Penurunan kualitas perairan sungai akan berdampak terhadap keragaman jenis fauna avertebrata di ekosistem tersebut. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane merupakan aliran sungai besar, dengan daerah tangkapan air seluas 1.100 km². Salah satu cara menilai kualitas air sungai secara biologi adalah melalui analisis makroavertebrata, karena kepekaannya terhadap bahan pencemar. Penelitian ini ditujukan untuk konservasi DAS Cisadane melalui analisis keragaman dan kelimpahan makroavertebrata. Pengambilan data dilakukan pada empat stasiun pengamatan, yaitu area Maseng (stasiun I), Pamoyanan Sari (stasiun II), Cibalagung (stasiun III), dan Bubulak (stasiun IV). Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 21 spesies avertebrata, dengan tiga spesies paling melimpah, yaitu *Pantala flavescens* (capung ciwet), *Parathelphusa convexa* (ketam/yuyu sawah), dan *Lumbricina* (cacing tanah). Tingkat keragaman spesies avertebrata secara keseluruhan termasuk dalam kategori keragaman sedang (indeks H' = 1,93). Tingkat keragaman spesies, dan kelimpahan spesies avertebrata ke arah hilir DAS Cisadane semakin menurun, berdasarkan kriteria indeks keragaman Shannon-Wiener, dan kelimpahan relatif spesies. Kualitas air sungai Cisadane terindikasi tercemar ringan-sedang di stasiun I, II, III, dan tercemar sedang-berat di stasiun IV.

Kata kunci Cisadane, makroavertebrata, sungai, keragaman spesies, kelimpahan spesies

Diterima: 22 Januari 2023, Direvisi: 24 November 2023, Disetujui: 8 Januari 2024



Pendahuluan

Sungai Cisadane dan anak-anak sungainya mengalir mulai dari hulu, di Gunung Halimun Salak, melewati wilayah Bogor, dan bermuara di Kabupaten Tangerang, wilayah yang padat penduduknya. DAS Cisadane memiliki luas 113.511 ha dengan 58 anak sungai yang panjang totalnya mencapai sekitar 639,3 km (Herawati, 2010). Berbagai kegiatan pembangunan, dan aktivitas manusia di sepanjang DAS Cisadane, telah menimbulkan dampak buruk bagi perairan, termasuk berbagai fauna avertebrata yang hidup di dalamnya. Perubahan yang terjadi di ekosistem secara langsung dapat memengaruhi kualitas habitat alami fauna, dan mengancam keberadaannya. Pemanfaatan DAS Cisadane perlu dikelola lebih baik, dengan memperhatikan keberadaan fauna di ekosistem tersebut. Hal tersebut agar keseimbangan ekosistem lahan basah di perkotaan dapat berkelanjutan (Purwati, 2016; Haidir, dkk., 2016).

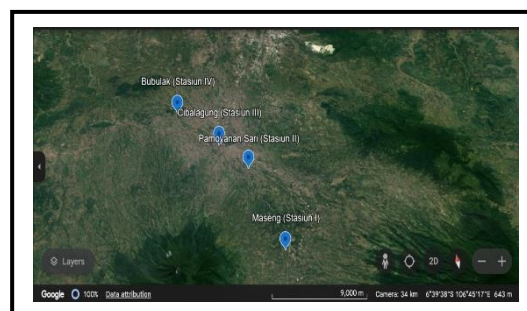
Salah satu pendekatan untuk mengevaluasi kualitas perairan DAS Cisadane, adalah melalui pemetaan keragaman avertebrata di ekosistem tersebut. Berdasarkan karakteristik biologinya, kelimpahan dan keragaman avertebrata dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan. Keragaman spesies biota pada suatu ekosistem ditentukan oleh daya dukung habitatnya. Perairan yang tercemar atau tereksplotasi, akan memperlihatkan keragaman spesies yang rendah (Prihatini, 2018; Agustina, 2016; Ridwan, dkk., 2016). Keragaman spesies biota menjadi ukuran ekosistem yang baik, dengan

merujuk kepada produksi, aliran energi, dan siklus nutrien (Amin, 2016; Tantri, 2016). Secara umum hewan avertebrata memiliki ukuran tubuh cukup besar yang mudah terlihat dan diidentifikasi, peka terhadap bahan pencemar, dan kelangsungan hidupnya cukup panjang, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator kualitas perairan (Satiyarti, dkk. 2017).

Masyarakat jarang memanfaatkan avertebrata sungai untuk dikonsumsi, hanya terbatas pada hewan tertentu, misal udang, dan kijing (Eprilurahman, dkk., 2015). Hal inilah yang menyebabkan masyarakat sekitar sungai tidak peduli keberadaan avertebrata, dan tidak merasa berkepentingan menjaga kebersihan, dan kualitas perairan sungai. Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan evaluasi kualitas perairan DAS Cisadane melalui pemetaan keragaman avertebrata, untuk menjaga kelangsungan fungsi alami sungai, dan berkontribusi pada konservasi lahan basah di perkotaan.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2022, berlokasi di DAS Cisadane wilayah Kota Bogor, pada empat stasiun pengamatan, yaitu area Maseng (stasiun I), Pamoyanan Sari (stasiun II), Cibagung (stasiun III), dan Bubulak (stasiun IV) (Gambar 1). Penetapan stasiun dimaksudkan untuk mewakili area arah aliran sungai, dan berdasarkan perbedaan vegetasi tepi sungai, penggunaan lahan, serta pemanfaatan sungai oleh masyarakat sekitar.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (Google Earth, 2023)

Penelitian menggunakan metode *Visual Encounter Survey*, pengumpulan sampel avertebrata memakai teknik sensus sampling jenuh, yaitu pengumpulan sampel dihentikan ketika tidak ditemukan lagi spesies baru, atau spesies baru kurang dari 10% dari jumlah spesies yang telah ditemukan. Sampel avertebrata diambil dari tempat-tempat yang diperkirakan cocok sebagai habitatnya, misal lubang di tanah tepi sungai, semak di tepi sungai, bebatuan sungai, atau di bagian sungai yang berarus lambat (Kurniati, 2018).

Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 08.00-14.00 WIB, selama delapan minggu. Sampel ditangkap dengan tangan kosong, atau memakai jaring mesh 500 µm. Sampel dimasukkan ke wadah penyimpanan, dan direndam dalam alkohol 70% (sampel basah), atau dibius dengan eter 4% dalam wadah (sampel kering). Sampel didokumentasikan, diberi label keterangan, dan diidentifikasi di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Pakuan.

Peralatan penelitian meliputi sarung tangan, sepatu boot, senter, wadah penyimpan sampel, jaring, kaca pembesar, mikroskop, alat tulis, kamera, jangka sorong, penggaris. Bahan-bahan penelitian yaitu alkohol 70%, eter 4%, dan sampel hewan avertebrata dari lokasi. Untuk penentuan tingkat keragaman spesies avertebrata di lokasi penelitian, dilakukan analisis indeks keragaman Shannon-Wiener (Rustiasih, dkk., 2018), dengan rumus:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

dengan:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

H' = indeks keragaman Shannon-Wiener

p_i = rasio jumlah individu suatu spesies terhadap jumlah total spesies.

n_i = jumlah individu spesies ke- i

N = jumlah total individu

Interpretasi nilai indeks keragaman, yaitu :

$H' < 1$ = tingkat keragaman spesies rendah.

$1 < H' < 3$ = tingkat keragaman spesies sedang.

$H' > 3$ = tingkat keanekaragaman spesies baik (ekosistem stabil)

Dilakukan pula analisis indeks kelimpahan relatif (IKR) spesies, untuk menentukan kelimpahan suatu avertebrata di lokasi penelitian, dengan menggunakan rumus (Rustiasih, dkk., 2018).

IKR = Jumlah individu spesies i (n_i)/Jumlah total individu yang ditemukan x 100%

Interpretasi nilai IKR, yaitu:

IKR > 20% berarti kelimpahan spesies tinggi

5% < IKR < 20% berarti kelimpahan spesies sedang

IKR < 15% berarti kelimpahan rendah.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini memperoleh 21 spesies avertebrata dengan jumlah total 368 individu (Tabel 1). Pada stasiun I dan II terlihat jumlah individu hewan yang ditemukan lebih banyak, dibandingkan pada stasiun III dan IV. Keadaan vegetasi tepi sungai yang lebih banyak semak dan pohon, serta bebatuan agak besar, dan tanah lembab di tepi sungai, menjadi kondisi mikrohabitat yang lebih memungkinkan bagi berbagai hewan avertebrata.

Tabel 1. Kelimpahan dan keragaman spesies avertebrata di lokasi penelitian

| | Stasiun pengamatan | | | | Jumlah |
|-----------------|--------------------|-----|-----|----|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Jumlah individu | 155 | 164 | 41 | 13 | 368 |
| Jumlah spesies | 13 | 13 | 10 | 3 | |

Keterangan: I = area Maseng; II = area Pamoyanan Sari; III = area Cibalagung; IV = area Bubulak

Evaluasi Keragaman Fauna

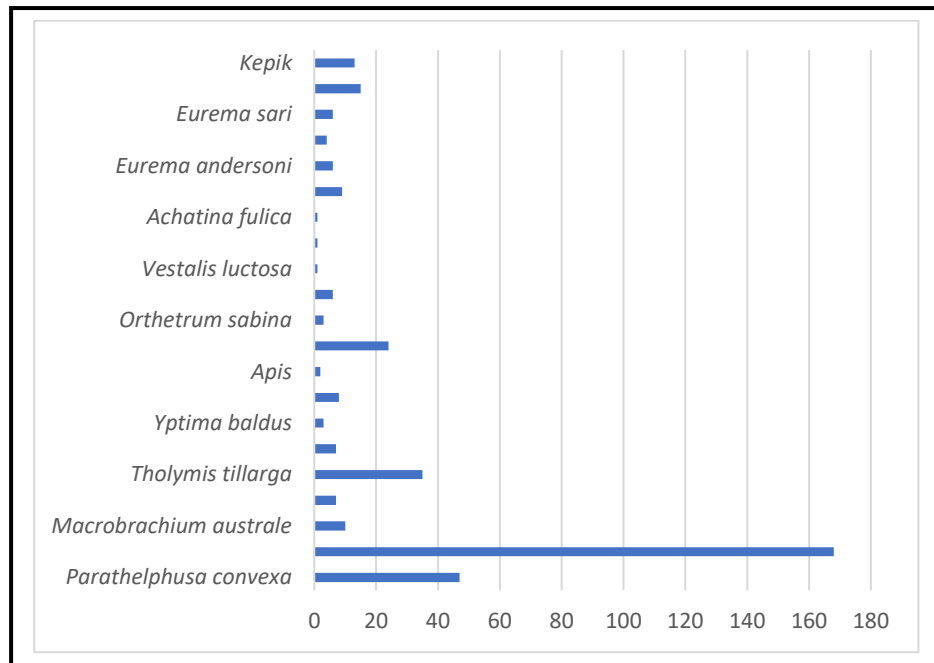
Keseluruhan spesies avertebrata yang ditemukan di lokasi, terdiri atas kelompok Insecta (serangga), Crustacea (ketam, udang), Annelida (cacing tanah), Gastropoda (bekicot), dan Arachnida (laba-laba). Kelompok hewan tersebut sering beraktivitas di sekitar perairan, terkait dengan keadaan mikrohabitat yang dibutuhkan untuk kelangsungan reproduksinya (Maya & Nurhidayah, 2020). Pada umumnya hewan-hewan tersebut memijah di air, dan telur-telur yang telah dibuahi berkembang

sampai dengan fase larva di perairan. Salah satu karakteristik biologi dari kelompok hewan ini, yang mendasari pemanfaatannya sebagai bioindikator kualitas perairan, adalah fase telur sampai larvanya tidak dapat bertahan hidup di perairan yang banyak bahan cemaran (Hernawati, dkk., 2013; Ni'ma, dkk., 2014). Persebaran spesies yang ditemukan di lokasi penelitian, ditampilkan pada Tabel 2, dan Gambar 2.

Tabel 2. Persebaran spesies avertebrata di lokasi penelitian

| No. | Spesies | Kelompok hewan | Nama lokal | Stasiun pengamatan | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------------|------------------|--------------------|-----|-----|----|
| | | | | I | II | III | IV |
| 1 | <i>Parathelphusa convexa</i> | Crustacea | ketam/yuyu sawah | ■ | ■ | ■ | |
| 2 | <i>Pantala flavescens</i> | Insecta | capung ciwet | | ■ | | ■ |
| 3 | <i>Macrobrachium australe</i> | Crustacea | udang | ■ | | | |
| 4 | <i>Orthetrum testaceum</i> | Insecta | capung merah | ■ | | ■ | |
| 5 | <i>Tholymis tillarga</i> | Insecta | capung ciwet | ■ | ■ | ■ | |
| 6 | <i>Neurothermis ramburii</i> | Insecta | capung rumput | ■ | ■ | ■ | |
| 7 | <i>Yptima baldus</i> | Insecta | kupu-kupu coklat | | ■ | | |
| 8 | <i>Hypolimnas bolina</i> | Insecta | kupu-kupu hitam | | ■ | | |
| 9 | <i>Apis</i> | Insecta | lebah | | ■ | | |
| 10 | <i>Lumbricina</i> | Annelida | cacing tanah | ■ | ■ | | |
| 11 | <i>Orthetrum sabina</i> | Insecta | capung tentara | | ■ | ■ | |
| 12 | <i>Orthetrum testaceum</i> | Insecta | capung merah | | ■ | ■ | |
| 13 | <i>Vestalis luctosa</i> | Insecta | capung jarum | | | ■ | |
| 14 | <i>Heliocypha fenestralis</i> | Insecta | capung jarum | | | ■ | |
| 15 | <i>Achatina fulica</i> | Gastropoda | keong bekicot | | | ■ | |
| 16 | <i>Leptosia nina</i> | Insecta | kupu-kupu putih | ■ | ■ | | |
| 17 | <i>Eurema andersoni</i> | Insecta | kupu-kupu kuning | ■ | ■ | | |
| 18 | <i>Appias olferna</i> | Insecta | kupu-kupu putih | ■ | | | ■ |
| 19 | <i>Eurema sari</i> | Insecta | kupu-kupu kuning | ■ | ■ | | |
| 20 | <i>Gerris marginatus</i> | Arachnida | laba-laba air | ■ | | ■ | ■ |
| 21 | Kepik | Insecta | kepik | ■ | | | |
| Jumlah (individu) | | | | 155 | 164 | 41 | 13 |

Keterangan: I = area Maseng; II = area Pamoyanan Sari; III = area Cibalagung; IV = area Bubulak



Gambar 2. Kelimpahan setiap spesies avertebrata di lokasi penelitian

Tabel 3. Nilai indeks keragaman spesies (H') avertebrata di lokasi penelitian

| Stasiun | H' stasiun | Interpretasi indeks | H' keseluruhan |
|---------|------------|---------------------|------------------------------------|
| I | 1,989 | keragaman sedang | 1,93 (keragaman spesies sedang) |
| II | 1,596 | keragaman sedang | |
| III | 1,454 | keragaman sedang | |
| IV | 0,898 | keragaman rendah | |

Keterangan: I = Maseng; II = Pamoyanan Sari; III = Cibalagung; IV = Bubulak

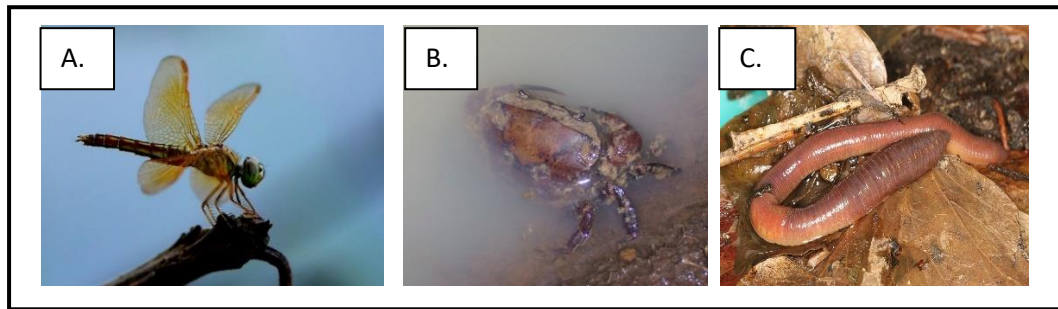
Hasil analisis indeks keragaman Shannon-Wiener menunjukkan bahwa stasiun I, II, dan III memiliki tingkat keragaman sedang, sementara stasiun IV memiliki tingkat keragaman spesies rendah (Tabel 3). Secara keseluruhan, lokasi tempat penelitian memiliki nilai indeks H'=1,93 mengindikasikan tingkat keragaman spesies avertebrata tergolong sedang (Kurniati, 2018).

Suatu ekosistem dengan tingkat keragaman spesies yang sedang, mengindikasikan bahwa ekosistem tersebut berada dalam keadaan tercemar ringan sampai sedang (Dwirastina & Ditya, 2018). Lebih tingginya tingkat keanekaragaman spesies pada suatu habitat alami, dimungkinkan oleh masih adanya vegetasi atau pepohonan yang menghasilkan serasah relatif banyak. Nilai indeks keanekaragaman di suatu ekosistem, dipengaruhi oleh jumlah genus, dan jumlah individu setiap genus (Pamuji, dkk., 2015; Efendi, dkk., 2018).

Rendahnya indeks keanekaragaman spesies avertebrata pada stasiun IV diduga terkait dengan lebih banyak masuknya bahan

pencemar dari berbagai aktivitas masyarakat sekitar, yang masuk langsung ke badan sungai. Wilayah Bubulak di kota Bogor merupakan area yang sangat penduduk, dengan lalu lintas dan kendaraan yang padat, serta terdapat pasar tradisional yang berdekatan dengan terminal bus. Diduga tingginya pencemaran udara, dan air di wilayah ini merupakan penyebab rendahnya keanekaragaman avertebrata sekitar sungai Cisadane.

Hasil analisis indeks kelimpahan relatif (IKR) untuk menentukan spesies paling melimpah di lokasi penelitian, mendapati IKR tertinggi dijumpai pada *Pantala flavescens* (capung ciwet), diikuti oleh *Parathelphusa convexa* (ketam/yuyu sawah), dan *Lumbricina* (cacing tanah) (Gambar 3). Dapat dikatakan *Pantala flavescens* merupakan spesies avertebrata yang dominan di lokasi penelitian di sekitar aliran sungai Cisadane.



Gambar 3. Spesies avertebrata paling melimpah: A. *Pantala flavescens* (capung ciwet); B. *Paratethelphusa convexa* (yuyu sawah); C. *Lumbricina* (cacing tanah).

Capung membutuhkan perairan untuk meletakkan telur di permukaan air. Telur akan menetas menjadi nimfa, yang gemar memakan nyamuk. Capung dewasa merupakan predator yang ganas, mereka umumnya memangsa nyamuk, ngengat, semut, rayap, lebah, kupu-kupu, dan lalat. Capung dewasa dapat memakan sekitar 50 nyamuk dalam sehari saat terbang, sehingga capung berperan penting sebagai pengendali nyamuk secara biologis (Pratiwi & Wijaya, 2013; Scabra & Setyowati, 2019). Berkurangnya keragaman dan kelimpahan capung disebabkan oleh menurunnya daya dukung lingkungan, terutama perairan, sehingga dapat berakibat terjadi ledakan populasi nyamuk.

Secara umum, kualitas air sungai Cisadane semakin ke hilir semakin menurun, dan tingkat pencemaran semakin tinggi (Iqtasadha & Febrita, 2023; Rahmandani, dkk., 2021). Sumber pencemaran terutama berasal dari aktivitas antropogenik, berupa limbah rumah tangga, pertanian, dan industri, serta perubahan tataguna lahan. Berdasarkan nilai indeks keragaman spesies avertebrata, air sungai Cisadane terindikasi tercemar ringan-sedang di stasiun I (Maseng), II (Pamoyanan Sari), dan III (Cibalagung), sementara stasiun IV (area Bubulak) tercemar sedang-berat. Dampak langsung pencemaran air, dan menurunnya lingkungan DAS Cisadane dapat terlihat pula pada berkurangnya jumlah ikan asli sebanyak 75,6% (Trimarmanti, 2014).

Simpulan dan Saran

Keanekaragaman spesies avertebrata pada lokasi penelitian di DAS Cisadane wilayah

Kota Bogor memiliki tingkat keragaman spesies kategori sedang. Teridentifikasi 21 spesies avertebrata, dengan kelimpahan tertinggi, yaitu spesies *Pantala flavescens* (capung ciwet), diikuti oleh *Paratethelphusa convexa* (ketam/yuyu sawah), dan *Lumbricina* (cacing tanah). Semakin ke arah hilir sungai Cisadane, tingkat keragaman, dan kelimpahan spesies avertebrata semakin menurun. Berdasarkan nilai indeks keragaman spesies yang ditemukan, terindikasi kualitas air sungai Cisadane tercemar ringan-sedang di area stasiun I, II, dan III, adapun area stasiun IV tercemar sedang-berat.

Perlu dilakukan penelitian lebih intensif, dan komprehensif untuk mengevaluasi, dan selanjutnya memperbaiki kualitas perairan sungai Cisadane yang mengalir wilayah Kota Bogor, karena perannya sangat besar bagi kesejahteraan masyarakat. Biomonitoring kualitas perairan Cisadane baik di musim kemarau maupun musim hujan, diharapkan dapat memberi informasi yang lebih valid, agar dapat ditentukan upaya perbaikan yang paling tepat.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Yayasan Pakuan Siliwangi yang telah menyediakan dana penelitian Tahun Anggaran 2022, melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pakuan.

Daftar Pustaka

Agustina. M. (2016). *Distribusi dan preferensi habitat udang dan kepiting air tawar*

- (Crustacea: Decapoda) di Danau Laut Tawar Aceh Tengah, Indonesia. IPB Press. Bogor. 17-18.
- Amin, M. (2016). Potensi, Eksploitasi, dan Konservasi Lahan Basah Indonesia Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah 5 November 2016. 14-22. Banjarmasin, Indonesia.
- Dwirastina, M. & Ditya, Y.C. (2018). Penilaian Kualitas Perairan Ditinjau dari Keanekaragaman Infauna di Sungai Kumbe, Papua. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia* 25(1): 30-38.
- Effendi, H., P.A. Permatasari, S. Muslimah & Mursalin. (2018). Water quality of Cisadane River based on watershed segmentation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 149.
- Eprilurahman, R., Baskoro, W.T. & Trijoko. (2015). Keanekaragaman jenis kepiting (Decapoda: Brachyura) di Sungai Opak. *Jurnal Ilmiah Biologi* 3(2):100-108.
- Haidir, M.D., Namara, I., Chayati, N. & Muhammad, F. (2016). Manajemen Pengelolaan Kualitas Air Sungai Cisadane Dari Aspek Kelembagaan (Studi Kasus Kota Tangerang). Prosiding Seminar Nasional Sains. Universitas Muhammadiyah 8 November 2016. 1-9. Jakarta, Indonesia.
- Herawati, T. (2010). Analisis spasial tingkat bahaya erosi di wilayah DAS Cisadane Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 7(4):413-424.
- Hernawati, R.T., Nuryanto, A. & Indarmawan. (2013). Kajian tentang kekayaan dan hubungan kekerabatan Crustacea (Decapoda) di Sungai Cijalu Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap. *Jurnal Pembangunan Pedesaan* 13(1):39-48.
- Iqtasadha & Febrita, J. (2023). Pengaruh tataguna lahan terhadap kualitas air sungai Cisadane di Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 8(1): 9-18.
- Kurniati, H. (2018). *Metode survei dan pemantauan populasi satwa*. Cetakan ke 6. Pusat Penelitian Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor. 15-16..
- Maya, S. & Nurhidayah. (2020). *Zoologi Invertebrata*. Widina Bhakti Persada. Bandung. 3.
- Ni'ma, N., Widyorini, N. & Ruswahyuni. (2014). Kemampuan apu-apu (*Pistia sp.*) sebagai bioremediator limbah pabrik pengolah hasil perikanan. *Diponegoro Journal of Maquares* 3(4): 257-294.
- Pamuji, A., Muskananfolo, M.R. & A'in, C. (2015). Pengaruh sedimentasi terhadap kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Bethawalang Kabupaten Demak. *Jurnal Saintek Perikanan* 10(2):132-133.
- Pratiwi. R., & Wijaya., N.I. (2013). Keanekaragaman komunitas krustasea di Kepulauan Matasari Kalimantan Selatan. *Berita Biologi* 12(1):133-134.
- Prihatini, W. (2018). Diversity of Fish Species in Cilodong Lake. *Journal of Science Innovare* 1(1): 14-17.
- Purwati, S.U. (2016). Karakteristik bioindikator Cisadane: Kajian pemanfaatan makrobentik untuk menilai kualitas Sungai Cisadane. *Jurnal Ecolab*. 9(2):47-104.
- Rahmandani, I., Hendrawan, D.I., Astono, W. (2021). Penilaian kualitas air di Sungai Cisadane dilihat dari parameter BOD dan DO. *Jurnal Bhuwana* 1(2):147-154.
- Ridwan, M., Fathoni, R., Fatihah, I., & Pangestu, D.A. (2016). Struktur komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua Serang Banten. *Jurnal Biologi* 9(1):60-63.
- Rustiasih, E., Arthana, I.W. & Sari, A.H.W. (2018). Keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata sebagai biomonitoring kualitas perairan Tukad Badung. *Current Trends in Aquatic Science* 1(1): 16-23.
- Satiyarti, R.B., T. Santoso, S.W. Pawhestri & B.S. Anggoro. (2017). Makrobenthos sebagai bioindikator kualitas air sungai Way Belau Bandar Lampung. *Jurnal Teknologi Agroindustri* 9(2):1-3.
- Scabra, A.R. & Setyowati, D.N. (2019). Peningkatan mutu kualitas air untuk pembudidaya ikan air tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Abdi Insani* 6(2): 267-275.
- Tantri, N. (2016). *Crustacea air tawar (Decapoda:*

Evaluasi Keragaman Fauna

*Brachyura dan Caridea) di Kabupaten
Sintang Kalimantan Barat. IPB Press. Bogor.
1-2.*

Trimarmanti, T.K.E. (2014). Evaluasi Perubahan
Penggunaan Lahan Kecamatan di Daerah
Aliran Sungai Cisadane Kabupaten Bogor.
Jurnal Wilayah dan Lingkungan 2(1): 55-72.