



## **SERANGGA AKUATIK SEBAGAI BIONDIKATOR: JENIS DAN PEMANFAATANNYA DALAM MENGUKUR KUALITAS LINGKUNGAN PERAIRAN**

**Ega Tania, Nisrina Dwi Qurratu’Ain Tanjung, Kurattul ‘Aini, Yulia Tri Samiha,  
Anggun Wicaksono\*, Irham Falahudin, Fahmy Armanda, Diah Putri Anggun**

Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

\*[anggunwicaksono\\_uin@radenfatah.co.id](mailto:anggunwicaksono_uin@radenfatah.co.id)

### **Abstract**

*Insects are the dominant animals in the phylum Arthropoda. Insects occupy the most types of species on earth both in water and on land. Many types of aquatic insects or macroinvertebrates that can be used as indicators of water quality itself. Because many aquatic insects live in fresh waters such as rivers, species. Water insects are very sensitive to changes in water quality itself because the frequent occurrence of water pollution makes water insects sensitive when changes occur. Therefore, the use of aquatic insects can be used as a bioindicator to detect possible changes in water quality.*

**Keywords:** *Aquatic insects, Bioindicator, waters*

### **Abstrak**

Serangga adalah hewan yang berkuasa dalam filum Arthropoda. Serangga menempati jenis spesies terbanyak di bumi baik pada air juga di darat. banyak jenis serangga air atau makroinvertebrata yang dapat dipergunakan menjadi indikator kualitas air itu sendiri. sebab serangga air banyak hidup di perairan tawar seperti sungai, spesies. Serangga air sangat peka terhadap perubahan kualitas air itu sendiri karena seringnya terjadinya pencemaran air membuat serangga air peka Bila terjadi perubahan. oleh sebab itu, penggunaan serangga air bisa digunakan menjadi bioindikator buat mendeteksi kemungkinan perubahan kualitas air.

**Kata kunci:** Air, Bioindikator, Serangga akuatik

## **PENDAHULUAN**

Serangga merupakan spesies yang paling banyak di bumi baik di darat maupun di perairan. Pada filum arthropoda, serangga dikelompokkan sebagai jenis hewan beruas terbanyak (Khoiriah & Falahudin, 2020; Anggun, 2021). Keanekaragaman makhluk hidup di perairan tidak terlepas dari peranan ekosistem (Shania dkk, 2020). Berdasarkan penelitian ditemukan sebanyak 713.500 jenis arthropoda yang menjadikan 70% jenis hewan yang terdapat di bumi adalah serangga (Samways, 2018; Wicaksono, 2017; Puspa dkk., 2018; Febriyanti dkk., 2018; Cahayu dkk., 2019; Oktiansyah dkk., 2020; Wicaksono dkk., 2020; Priawandiputra dkk., 2020; Armanda dkk., 2020; Destiansari., 2020; Amizera., dkk 2020; Zenita dkk., 2020). Serangga sendiri merupakan komponen penting di ekosistem perairan yang berperan dalam siklus nutrisi yaitu pada jaring-jaring makanan (P. M. Cahyani et al., 2021). Hal ini dikarenakan serangga air biasanya relatif hidup menetap pada suatu wilayah perairan tertentu dalam kurun waktu yang cukup lama di berbagai kondisi air. Faktor penting dalam keberlangsungan hidup serangga ialah sumber makanan serta ketersediaan energi dan kualitas air yang ditempatinya (Wulan, 2016). Oleh karena itu, air menjadi bagian sangat penting dalam kehidupan (Riany dkk, 2021).

Pada wilayah perairan, serangga air banyak di temukan di sungai. Sungai sendiri merupakan sebuah sirkulasi air yang bersumber eksklusif dari mata air yang berasal dari alam yang mengalir dari daerah yang tinggi ketempat yang rendah serta akhirnya akan bermuara di laut, danau, juga sungai yang lebih besar. Sungai merupakan wadah tempat berkumpulnya air dari suatu kawasan (Riany dkk, 2021). Sungai pula dianggap sebagai salah satu ekosistem lotik yang berfungsi menjadi kawasan hidup organisme. Organisme yang hidup di dalam perairan sungai artinya organisme yang memiliki kemampuan buat menyesuaikan diri terhadap kecepatan arus serta perubahan kualitas perairan yg terkotori juga tidak (Badrun eta al.,2017). Salah satu penyebab primer dari tercemarnya sungai adalah kelakuan manusia itu sendiri baik dari limbah domestik maupun non domestik (Anggraini & Falahudin, 202; Roudho et al., 2021). Oleh karena itu, buat memahami status kualitas air dan mengurangi tingkat polusi di saluran kita (sungai), pengetahuan perihal status kesehatan lingkungan perairan termasuk keanekaragaman hayati serangga sangat penting (Ojija, 2016). Cara sederhana untuk mengetahui kualitas air dapat dilihat dari makroinvertebrata (hewan air) dikarenakan hewan ini biasanya hidup di lingkungan perairan dengan kualitas yang baik (Oktiansyah et al., 2020).

Makroinvertebrata atau serangga air adalah hewan yang bisa dijadikan menjadi indikator kualitas air. Serangga air mempunyai peran krusial dalam sistem ekologi. Kualitas air dapat dilihat dari jenis serta jumlah serangga air yang hidup di sana. Dirham dan Trianto 2020, menyatakan bahwa suatu perairan yang belum terkotori akan memberikan jumlah individu yang merata dari seluruh spesies yang ada. kebalikannya suatu perairan yang akan mengakibatkan penyebaran jumlah individu tidak merata serta cenderung terdapat spesies eksklusif yang bersifat mayoritas (Trianto et al., 2020). banyak keuntungan yang bisa diperoleh dari penggunaan serangga air sebagai bioindikator kesehatan ekosistem perairan. salah satu nya ialah kita dapat mendeteksi perubahan kualitas air yang terjadi di saat pengambilan sampel serta perubahan yang terjadi sebelum pengambilan sampel karena gaya hidup yang relatif menetap (Azmi, 2018).

Serangga air ialah spesies arthropoda yang bisa dijumpai pada setiap jenis perairan misalnya di tempat asal lentik atau lotik. Selain menjadi bioindikator kualitas air yang sangat baik, serangga air pula berperan penting pada rantai makanan di suatu ekosistem (langoy et al, 2016). Serangga air termasuk spesies makroinvertebrata bentik air tawar yang paling majemuk. Serangga air menghabiskan sebagian maupun semua hidupnya di dalam air, sehingga serangga air bisa dipergunakan sebagai indikator dari kualitas air yang sangat baik (Bream et al, 2016). terdapat beberapa jenis dari serangga air yang bisa menunjukkan perubahan kualitas air sebagai akibatnya dapat dijadikan acuan terhadap pencemaran lingkungan yang terjadi. Beberapa jenis serangga sangat sensitif terhadap pencemaran lingkungan, tetapi beberapa spesies lainnya dapat hidup dan berkembang biak di wilayah perairan yang tercemar (Kafrianto et al, 2018; Cahyani et al., 2020). serta pada beberapa penelitian memberikan bahwa memanfaatkan makroinvertebrata menjadi bioindikator kualitas perairan sangat baik buat dilakukan.

Kualitas air ialah keadaan kalibrasi air yang diukur dan diuji sesuai parameter eksklusif serta metode eksklusif sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku. Pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hayati Nomor 115 Tahun 2003. Kualitas air bisa dinyatakan menggunakan parameter kualitas air yang meliputi parameter fisik, kimia serta mikrobiologi. Berdasarkan Jiao Ding (2015), penurunan kualitas air ialah dampak dari kegiatan manusia yang tidak peduli terhadap lingkungan serta tidak mengindahkan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. Pencemaran air ialah masuknya atau dimasukkannya makhluk hayati, zat, energi, serta komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia (Maretha et al., 2020; Maretha, Hapida, et al., 2020), sebagai akibatnya kualitas air menurun hingga taraf eksklusif yang mengakibatkan air tidak berfungsi sesuai peruntukannya (PP No. 82 Tahun 2001) (Dawud et al. al.2016).

Bioindikator merupakan sekumpulan organisme seperti tumbuhan, mikroba maupun hewan, yang sering digunakan untuk melihat dan menilai perubahan yang terjadi di lingkungan baik secara biogeografis maupun secara kesehatan. Setiap organik entitas di dalam sistem biologis memberikan indikasi mengenai kesehatan lingkungannya seperti: sebagai mikroba yang merespon dengan cepat iterhadap iperubahan iyang iterjadi idi ilingkungan sekitarnya dan melayani sebagai bioindikator

penting untuk menilai kualitas air dan sebagai indikator pencemaran air. Bahkan kesehatan air paling baik dicerminkan oleh serangga air, karena dapat bertindak sebagai sinyal peringatan dini (Parmar et al, 2016). Berikut merupakan Keuntungan menggunakan bioindikator untuk melihat kualitas lingkungan yaitu dapat melihat diagnosis tahap awal dari perubahan kualitas lingkungan, cara pengukuran yang sederhana dibandingkan system pengukuran lain, apat dengan mudah dihitung, karena prevalensinya, dampak biologis dapat ditentukan, dan memantau dampak besar dan dampak kecil berbagai polutan pada makhluk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Makroinvertebrata indikator untuk melihat kualitas air (Wardhana, 1999)**

Tingkat Cemaran	Makrozoobentos Indikator
Tidak Tercemar	Trichoptera ( <i>Glossosomatidae</i> , <i>Sericosmatidae</i> , <i>Lepidosmatidae</i> ); Planaria
Tercemar Ringan	Plecoptera ( <i>Perlidae</i> , <i>Peleodidae</i> ); Ephemeroptera ( <i>Caebidae</i> , <i>Leptophlebiidae</i> , <i>Ecdyonuridae</i> , <i>Pseudocloeon</i> ); Trichoptera ( <i>Hydropsychidae</i> , <i>Psychomyidae</i> ); Odonanta ( <i>Aeshnidae</i> , <i>Gomphidae</i> , <i>Agriidae</i> , <i>Plarycnematidae</i> ) ; Coleoptera ( <i>Elminthidae</i> )
Tercemar Sedang	Mollusca ( <i>Bivalvia</i> , <i>Pulmonata</i> ); Crustacea ( <i>Gammaridae</i> ); Odonanta ( <i>Libellulidae</i> , <i>Cordulidae</i> )
Tercemar	Hirudinea ( <i>Glossiphonidae</i> , <i>Hirudidae</i> ); Hemiptera
Tercemar Agak Berat	Oligochaeta ( <i>Ubificidae</i> ); Diptera ( <i>Chironomus thummiplumosus</i> ); Syrphidae
Sangat Tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos.

### Jenis Bioindikator

Bioindikator dibagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut.

#### 1) Indikator Tanaman

Tanaman adalah alat yang sangat sensitif untuk mengetahui tekanan lingkungan. Sering sekali banyak terjadi pencemaran di lingkungan perairan Dan masalah ini dapat di lihat dari tumbuhan yang ada disana karena kesensitifan suatu tanaman makan tanaman dapat di jadikan sebagai bioindikator lingkungan.

#### 2) Indikator Hewan

Ada banyak Invertebrata yang dapat dijadikan sebagai bioindikator. akuatik Invertebrata yang tinggal di badan air cenderung menjadi pengumpulan bawah (dikenal sebagai Benthos atau invertebrata makro). Jenis bioindikator ini biasanya dijadikan sebagai indikator kesehatan daerah aliran sungai yang sangat kuat karena mereka tidak sulit dibedakan di laboratorium. Sedangkan Makrozoobenthos ialah organisme yang hidup di dasar perairan, hidup sesil, merayap atau menggali lubang. Keanekaragamannya sangat dipengaruhi oleh sensitifitas serta toleransinya terhadap perubahan lingkungan. dan kisaran toleransi dari Makrozoobenthos terhadap lingkungan berbeda beda pula (Fastawa et al, 2018)

#### 3) Indikator Mikroba

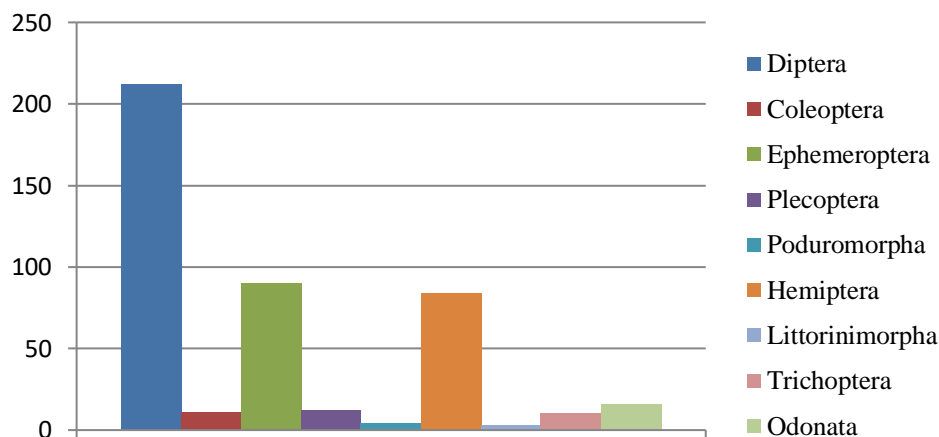
Mikroorganisme sering kali di dimanfaatkan sebagai indikator kesehatan lingkungan baik di dalam ekosistem darat maupun perairan. Banyaknya intensitas dan kemudahan dalam pengujian membuat kelompok ini sangat cocok untuk dijadikan bioindikator lingkungan. Beberapa mikroorganisme ketika terkena kontaminasi oleh pencemaran dapat mengembangkan protein baru yang dikenal sebagai protein stress yang dapat digunakan sebagai peringatan dan tanda tanda (Khatri & Tyagi, 2015). Mikroorganisme merupakan bagian penting dari biomassa laut dan bertanggung jawab untuk sebagian besar siklus produktivitas dan nutrisi dalam ekosistem laut.

## Jenis Serangga air yang menjadi Bioindikator

Menurut beberapa sumber artikel yang di dapat, berikut merupakan jenis serangga air yang dapat digunakan sebagai bioindikator perairan.

**Tabel 2. Jenis Serangga Air Yang Di Dapat Di Sungai (Badrun *et al*, 2017), (Wulan,2016), (Trianto *et al*, 2020)**

No.	Ordo	Famili	Jumlah	Total
1.	Diptera	Chironomidae	204	212
		Simuliidae (bkn)	2	
		Stratiomyidae (bkn)	1	
		Stratiomyidae (bkn)	5	
2.	Coleoptera	Elmidae*	6	11
		Dytiscidae	2	
		Haliplidae	1	
		Staphylinidae (bkn)	2	
3.	Ephemeroptera	Ephemerellidae*	11	90
		Baetidae	64	
		Caenidae	15	
4.	Plecoptera	Perlidae	10	12
		Perlolidae*	2	
5.	Poduromorpha	Colembola (bkn)	4	4
6.	Hemiptera	Gerridae	11	84
		Vellidae	11	
		Corixidae	61	
		Hidrometridae	1	
7.	Littorinimorpha	Hydrobiidae (bkn)	3	3
8.	Trichoptera	Hydropsychidae	2	10
		Sericostomatidae	8	
9.	Odonata	Cordulegasteridae	8	16
		Coenagrionidae	1	
		Libellulidae	7	



**Grafik 1. Tinggat Jenis Serangga Air Yang Di Dapat Disungai**

Berdasarkan jenis serangga air yang terdapat di 3 sungai, maka akan dilihat ordo yang paling terbanyak dan yang dapat mempengaruhi kualitas perairan. Dari hasil penelitian ini di dapatkan beberapa serangga dari famili yang sama yang terdiri dari 9 Ordo dan terbagi menjadi 24 Famili. Dari ke 24 famili yang di dapat tidak semua dapat di jadikan bioindikator perairan contohnya famili Simuliidae, Stratiomyidae, Stratiomyidae, Staphylinidae, Colembola, dan Hydrobiidae, karena dari 6 famili ini hidupnya tidak selalu di air dan tidak peka terhadap perubahn kualitas air. Sedangkan 18 famili lainnya dapat menjadi bioindikator kualitas perairan sebab sifat serangga air yang sangat sensitive terhadap perubahan kualitas perairan yang mereka tempati.

Dapat dilihat dari Grafik 1. tingkatan jenis serangga air menunjukkan bahwa ordo yang paling tertinggi adalah ordo diptera dengan 4 famili dan 212 individu, sedangkan yang paling terendah terdapat pada ordo Littorinimorpha dengan 1 famili dan 3 individu. serta hasil pengamatan ini juga didukung dari hasil pengukuran kualitas fisika serta kimia perairan di mana pH air yang di dapat berkisaran 5-7, di mana pH air lima tergolong rendah dan kurang cocok buat mendukung kehidupan serangga air serta pH 7 menandakan bahwa kondisi air normal, pH air ini bisa berpengaruh terhadap kehidupan serangga air. Pengukuran lainnya yaitu mengukur kecepatan arus diperoleh hasil tertinggi 0,54 m<sup>3</sup>/s dan terendah 0,36 m<sup>3</sup>/s. Kecepatan arus akan mempengaruhi substrat dasar dari perairan, asal makanan dan adaptasi organisme yang hidup dibadan air dan merayap pada bebatuan. Secara umum kualitas perairan di semua stasiun pengamatan sesuai indeks keanekaragaman menunjukkan bahwa kondisi ekosistemnya sudah mulai terganggu. serta dari hasil penelitian ini bisa di simpulkan bahwa kualitas sungai yang mempunyai ordo diptera tertinggi bisa digolongkan sebagai kualitas perairan yang tercemar berat (Tabel 1).

### **Serangga Air sebagai Bioindikator Perairan**

Air adalah kebutuhan yang paling mendasar bagi makhluk hidup. Namun sayangnya kualitas dari air itu sendiri kerap kali mengalami penurunan. Salah satu contoh sumber air yang sering kita temui ialah sungai. terdapat banyak manfaat dari sungai diantaranya seperti sumber air minum, mandi sekaligus mencuci. tak hanya itu, sungai pula banyak dimanfaatkan untuk aktivitas budidaya ikan serta rekreasi. Air dengan kualitas baik merupakan kebutuhan dasar bagi insan, sama halnya dengan udara yang mengandung oksigen didalamnya. eksistensi air tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah akan tetapi juga mutu atau kualitas nya (Khairuddin et al, 2016).

Kualitas dari suatu perairan dapat dicermati dari eksistensi jenis serangga akuatik yang hidup di dalamnya. Hal ini dikarenakan serangga ialah makroinvertebrata yang paling banyak di habitat perairan tawar (akuatik). kondisi ini berdasarkan pada komposisi, eksistensi serta sebaran yang luas serta kemampuan serangga beradaptasi dengan berbagai habitat perairan tawar, serta merupakan komponen penyusun komunitas dasar perairan. gerombolan serangga ini bisa hidup pada aneka macam habitat perairan seperti sungai, alur, selokan, sawah, serta danau (Suwarno,2016). tetapi kegiatan yang dilakukan oleh manusia disekitar perairan dapat menurunkan kualitas dari perairan itu sendiri. Selain itu, perubahan faktor fisika dan kimia perairan sangat berkaitan dengan trend. faktor fisika dan kimia perairan, kondisi substrat perairan, kecepatan arus serta eksistensi tanaman air dapat mensugesti sebaran serta populasi serangga air (Hudiyah & Krido , 2019).

Penurunan kualitas suatu perairan dapat ditinjau dengan menggunakan sebuah bioindikator, dan bioindikator yang dapat digunakan ialah makroinvertebrata. Makroinvertebrata air ialah komponen biotik di ekosistem perairan yang bisa mendeskripsikan tentang kondisi fisik, kimia serta biologi suatu perairan. Hal inilah yang bisa menjadi acuan bahwa makroinvertebrata bisa dijadikan indikator kualitas air sungai yang baik (Mahardika et al, 2020). Biomonitoring ini dilakukan untuk mengevaluasi kondisi air di ekosistem akuatik dengan memanfaatkan bioindikator sebagai tolak ukurnya (Purwati, 2016).

Banyak hal yang bisa mensugesti kualitas suatu perairan, salah satunya ialah penggunaan deterjen dan pewarna kain sintetis yang digunakan manusia ketika sedang mencuci di sungai. Kandungan senyawa linier alkylbenzene sulfonate (LAS) pada deterjen mempunyai taraf toksisitas empat kali lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa Alkyl Benzene Sulfonate (ABS), sedangkan pewarna sintetis serta pH air di suatu perairan (Juliantara & Putu, 2017). Hal tersebut selain dapat mempengaruhi kualitas air, serta juga bisa mempengaruhi habitat serangga air yang ada pada wilayah tersebut. Hal inilah yang membuat biota air bisa dimanfaatkan sebagai bioindikator kualitas air sekaligus mengatasi ketidak praktisan pengukuran kualitas air secara kimia dan fisika. kelebihan invertebrata makroskopis (makroinvertebrata) adalah kelompok hewan ini memiliki kepekaan terhadap pencemaran organik serta perubahan kualitas air, sehingga bisa dijadikan banyak sekali petunjuk terjadinya suatu pencemaran (Rustiasih et al, 2018).

## KESIMPULAN

Berdasarkan artikel yang sudah di review bisa disimpulkan bahwa serangga air merupakan gerombolan arthropoda yang mampu dijumpai hampir pada setiap perairan air tawar. Kualitas perairan dapat ditinjau sesuai eksistensi jenis serangga air yang hidup didalamnya yang bisa dijadikan indikator kualitas air. berasal penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pencernaan suatu wilayah perairan yang digolongkan sebagai wilayah yang tercemar berat bisa dilihat dari tingginya tingkat hidup ordo diptera di wilayah tersebut. Kesensitipan serangga air inilah yang membuat serangga air bisa dijadikan bioindikator alami yang sangat baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amizera, S., Ridho, M. R., Saleh, E., & Wicaksono, A. (2020). Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Sungai Kundur Kelurahan Mariana Kecamatan Banyuasin 1. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 3, No. 1, pp. 133-138).
- Anggraini, F., & Falahudin, I. (2021). Uji Kadar Sianida pada Sampel Air Permukaan Sungai secara Spektrofotometer. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 4(1), 83–89.
- Anggun, D. P. (2021). The Development of Animal Physiology Handbook Based on Scientific Approached for Students at Biology Program. *Jurnal Kiprah*, 9(1), 67–73. <https://doi.org/10.31629/kiprah.v9i1.2570>
- Armanda, F., Wicaksono, A., Oktiansyah, R. (2020). Jenis Burung Di Kawasan Gunung Dempo. *Insan Cendekia*, Palembang. ISBN 978-623-6802-03-8.
- Azmi, W. A., Nur, H. H., & Nakisah, M. A. (2018). Monitoring Of Water Quality Using Aquatic Insects As Biological Indicators In Three Streams Of Terengganu. *Journal Of Sustainability Science And Management*. 13(1) : 67-76.
- Badrun, Y., Novia, G., & Ejiadi. (2017). Serangga Air Sebagai Bioindikator Di Sungai Siak Kota Pekanbaru. *Jurnal Prosiding*. 2(2) : 1-9.
- Bream, A. S., Moneir A. S., Asmaa A., & Mohammed, M. A. (2017). Valuation Of Water Pollution Using Enzymatic Biomarkers In Aquatic Insects As Bioindicators From El-Mansouriya Stream, Dakahlia, Egypt. *International Journal Of Advanced Research In Biological Sciences*. 4(3) : 1-15.
- Cahayu, A. D., Rani, I. C., Riswanda, J., Wicaksono, A., Anggun, D. P., Nurlaila, & Afriansyah, D. (2019). Review : Pengaruh Ekstrak Buah Pinang (*Areca catechu* L.), Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan Kulit Pohon Kepayang (*Pangium edule*) terhadap Mortalitas Wereng Cokelat (*Nilaparvata lugens*). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 2(1), 49–55.
- Cahyani, P. M., Maretha, D. E., & Asnilawati. (2021). *Ensiklopedia insecta*. NoerFikri Palembang.
- Cahyani, P.M., Maretha, D. E., & Asnilawati, A. (2020). Uji Kandungan Protein, Karbohidrat dan Lemak pada Larva Maggot (*Hermetia illucens*) yang di Produksi di Kalidoni Kota Palembang dan Sumbangsihnya pada Materi Insecta di Kelas X SMA/MA. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 6(2), 120–128. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/bioilmi/article/view/7036>
- Destiansari, E., Santoso, L. M., Madang, K., & Wicaksono, A. (2020). Pengaruh Ekstrak Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) Terhadap Kuantitas Sperma Mencit (*Mus musculus*) Dan Sumbangannya Pada Materi Biologi SMA. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 3, No. 1, pp. 23-32).
- Dawud, M., idi, N., Chayati, N., & Fadhilla, M. 2016. Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat. *Prosiding SAMNESTEK*. : 1-8.

- Fastawa., Agustina, E., & Kamal, S. (2018). Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Pencemaran Di Kawasan Payau Krueng Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Biotik* : 390-396.
- Febriyanti, L., Marlana, R., Utami, R., Shafaharani, R., Riswanda, R., Anggun, D.P., Wicaksono, A., Maretha, D.E., Afriansyah, D. (2018). Uji Efektivitas Pengaruh Beberapa Ekstrak Tanaman Terhadap Mortalitas Wereng Cokelat (*Nilaparvata lugens*). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* 1(1): 16-20.
- Hudiyah, M., Dan Krido, S., S. (2019). Analisis Kualitas Air Pada Jalur Distribusi Air Bersih Di Gedung Baru Fakultas Ekonomi Dan Manajemen Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*. 4(1) : 13-24.
- Jose, R., M., R, D., M., R., J, Josimar, R., A, Gustavo, A., L, & Alberto, D. (2016). Insects As Environmental Indicators Of Change And Pollution: Review Of Appropriate Species And Their Monitoring. *HOLOS Environment*. 10(2) : 250-262.
- Juliantara, P, Putu, A., F., S., P. (2017). Lethal Concentration Anggang-Anggang (*Gerris marginatus*) Terhadap Detergen Dan Pewarna Kain Sintetis. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 3(1) : 48-52.
- Kafrianto M., Hasriyanty., & Flora, P. (2018). Keanekaragaman Serangga Air Di Aliran Sungai Pondo Lembah Palu. *Jurnal Agroland*. 25(3) : 238 – 247.
- Khatri N., Tyagi S. (2015). Influences Of Natural And Anthropogenic Factors On Surface And Groundwater Quality In Rural And Urban Areas. *Front Life Sci*. 8(1):23–39.
- Khairuddin, Muhammad Y. & Abdul S. (2016). Analisis Kualitas Air Kali Ancar Dengan Menggunakan Bioindikator Makroinvertebrata. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(2), 10-22.
- Khoiriah, S., & Falahudin, I. (2020). Identifikasi Serangga Aerial Lahan Gambut Pasca Kebakaran di Kawasan Revegetasi (HPT) Pedamaran Kayuagung OKI. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 3(1), 524–530.
- Langoy, A., M, Yudi, C, Roni, K., A, Marina F. O. (2016). Kelimpahan Serangga Air Di Sungai Toraut Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa Unsrat*. 3(2) : 74-78.
- Mahardika, N.,D., E, Nilam, K., M, & Musarofa. (2020). Analisa Kualitas Air Sungai Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Di Sungai Galengdowo. *Jurnal Envirotek*. 12(1) : 68-71.
- Maretha, D. E., Hapida, Y., & Widhya, M. A. (2020). *Pencemaran Lingkungan Akibat Eksploitasi Batubara Di Kecamatan Sungai Lilin* (Issue 142).
- Maretha, D. E., Warobi, & Asnilawati. (2020). *Pencemaran Lingkungan untuk SMA/MA Kelas X* (Issue 142). NoerFikri. [http://repository.radenfatah.ac.id/8365/2/lengkap\\_dgn\\_cover\\_buku\\_an\\_delima\\_Engga.pdf](http://repository.radenfatah.ac.id/8365/2/lengkap_dgn_cover_buku_an_delima_Engga.pdf)
- Ojija, F., & Laizer, H. (2016). Macro Invertebrates As Bio Indicators Of Water Quality In Nzovwe Stream, In Mbeya, Tanzania. *International Journal Of Scientific & Technology*. 5(6) : 211-222.
- Oktavianti, S., Falahudin, I., & Herliadi, R. (2020). *Keanekaragaman Spesies Ikan Pada Aliran Drainase Lahan Gambut di Wilayah Kecamatan Pedamaran Kabupaten OKI Sumatera Selatan*. 3(1), 512–517.
- Oktiansyah, R., Wicaksono, A., Armanda, F., Nurokhman, A., Habisukan, U. H., ‘Aini, K., & Hapida, Y. (2020). Biolarvacide of *Culex quinquefasciatus*. *Biota: Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.20414/jb.v13i1.234>
- Parmar, Trishala K., Rawtani, Deepak & Agrawal Y. K. (2016). Bioindicators: The Natural Indicator Of Environmental Pollution. *Frontiers In Life Science*. 9(2) : 110-118.
- Patang, F, Soegianto, A , & Sucipto H. (2018). Benthic Macroinvertebrates Diversity As Bioindicator Of Water Quality Of Some Rivers In East Kalimantan, Indonesia. *International Journal Of Ecology*. Pp. 1-11
- Priawandiputra, W., Azizi, M. G., Rismayanti, Djakaria, K.M., Wicaksono, A., Raffiudin, R., Atmowidi, T., Damayanti. Buchori. (2020). Panduan Budidaya Lebah Tanpa Sengat di Desa Perbatasan Hutan: Studi di Lubuk Bintialo dan Pangkalan Bulian, Sumatera Selatan. Edited by Aprilinayati, Fikty, 1st ed, Zoological Society of London (ZSL) Indonesia.

- Purwati, S.U. (2016). Karakteristik Bioindikator Cisdane : Kajian Pemanfaatan Makrobentik Untuk Menilai Kualitas Sungai Cisdane, *Jurnal Ecolab*. 9(2) : 47-104.
- Puspa, I. D., Aini, K., Wicaksono, A., Samiha, Y. T., Falahudin, I., Anggun, D. P., Maryamah, & Oktiansyah, R. (2018). Review : Serangga Hama sebagai Organisme Pengganggu Tanaman ( OPT ) terhadap Produktivitas Padi ( *Oryza sativa* L.). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 1(1), 90–95.
- Roudho, R., Falahudin, I., & Damaiyanti, S. (2021). Uji Kadar Besi ( Fe ) Dan Ammonia ( NH<sub>3</sub> ) Pada Sampel Air Permukaan Sungai Secara Spektrofotometer. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 4(1), 279–285.
- Rustiasih, E, Arthana, W, & Hermawati, W., S., A. (2018). Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makroinvertebrata Sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends In Aquatic Science*. 1(1) : 16-23.
- Samways, M. J. (2018). Insect Conservation For The Twenty-First Century. In: Shah, M.M. & Syarif, U. (Eds.). *Insect Science-Diversity, Conservation And Nutrition*. London: Intechopen. Pp. 19-40.
- Suwarno. (2016). Keragaman Serangga Akuatik Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Danau Laut Tawar, Takengon. *Prosiding Semirata* : 461 – 470.
- Trianto, M., Nuraini., Sukmawati., & Dahri Kisman. (2020). Keanekaragaman Genus Serangga Air Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. 3(2) : 61-68.
- Wicaksono, A. (2017). Morfologi, Aktivitas Terbang, dan Musuh Alami Lebah *Lepidotrigona terminata* SMITH (Hymenoptera: Apidae: Melliponinae). *Bogor: Scientific Repository*.
- Wicaksono, A., Madang, K., & Dayat, E. (2020). Identifikasi Jenis-Jenis Ular Di Desa Muktijaya Kecamatan Muara Telang Kabupaten Banyuasin dan Sumbangsihnya Pada Pembelajaran Biologi SMA/MA. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.19109/bioilmi.v6i1.4498>.
- Wicaksono, A., Atmowidi, T., & Priawandiputra, W. (2020). Flight Activities and Pollen Load of *Lepidotrigona terminata* Smith (Apidae: Meliponinae). *HAYATI Journal of Biosciences*, 27(2), 97. <https://doi.org/10.4308/hjb.27.2.97>.
- Wicaksono, A., Atmowidi, T., & Priawandiputra, W. (2020). Keanekaragaman Musuh Alami Koloni *Lepidotrigona terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae): Diversity of Natural Enemies in the Colony of *Lepidotrigona terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 6(2), 33-39. <https://doi.org/10.29244/jsdh.6.2.33-39>
- Wulan, R., S. (2016). Serangga Air Sebagai Indikator Biologis Cemaran Air Di Sungai Cikaniki, Desa Citalahab, Tn. Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Jurnal Risenologi Kpm Unj*. 1(2) : 65-70.
- Zenita, Z., Hawa, Z. W., Dwinata, C., Wicaksono, A., Samiha, Y. T., Maryamah, M., & Miftahussaadiyah, M. (2020). Serangga Hama Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Fase Vegetatif Dan Generatif. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 3, No. 1, pp. 98-104).