



Keanekaragaman Genus Serangga Air sebagai Bioindikator Kualitas Perairan

¹Manap Trianto, ²Nuraini, ³Sukmawati, ⁴Moh. Dahri Kisman

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

¹manaptrianto@mail.ugm.ac.id, ²aini77785@mail.ugm.ac.id, ³sukmawati96@mail.ugm.ac.id,

⁴mohdahrikisman@mail.ugm.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 07-09-2020

Revised : 13-11-2020

Accepted : 15-11-2020

Online : 30-11-2020

Keywords:

Diversity

Aquatic insect

Kali Batu Anyar

Bioindicator



ABSTRACT

Abstract: Aquatic insects are groups of insects that most of their life in the water body. Aquatic insects are part of macrozoobenthos. Aquatic insects are very important roles in the ecological system due to various reasons. Insects are bio-indicators of water in water bodies such as rivers. The aims of the study were to determine the diversity and the potential roles of aquatic insects in the Kali Batu Anyar ecosystem. The research method used purposive random sampling method. The sampling of the data was conducted by Surber nets. The samples obtained were identified and analyzed using the Shannon-Wiener index. The result consist of 6 Orders, 10 Families and 4 Genus were founded. According to the Shannon-Wiener diversity index of (H'), the diversity of aquatic insects in the upper Kali Batu Anyar was higher than the bottom part of the river with value of H' was 3,6. By using SIGNAL 2 grade, Order Ephemeroptera, Trichoptera and Coleoptera were grouped to be very sensitive and a sensitive insect therefore those can be used as indicator for water quality. It can be concluded that Kali Batu Anyar was in good water conditions.

Abstrak: Serangga air merupakan kelompok serangga yang sebagian hidupnya berada di badan air. Serangga air termasuk dalam makrozoobentos. Serangga air sangat penting dalam sistem ekologi karena berbagai alasan. Serangga air adalah bioindikator dalam badan air seperti sungai. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui keanekaragaman dan potensi peranan serangga air di ekosistem. Penelitian menggunakan metode Purposive Random Sampling. Pengambilan sampel menggunakan jaring Surber. Sampel yang diperoleh diidentifikasi dan dianalisis menggunakan indeks Shanon Wiener. Serangga air yang diperoleh di kelompokkan pada 6 Ordo terbagi dari 10 Famili dan 4 Genus. Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener H' : 3,6 menunjukkan keanekaragaman serangga air yang tinggi di hulu kali Batu Anyar tinggi. Berdasarkan SIGNAL 2 grade, serangga air anggota Ordo Ephemeroptera, Trichoptera dan Coleoptera yang ditemukan bersifat sangat sensitif dan sensitif dapat digunakan sebagai indikator kualitas air. Kali Batu Anyar dalam kondisi perairan yang baik.



<https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.3562>



This is an open access article under the **CC-BY-SA** license

A. LATAR BELAKANG

Serangga air merupakan kelompok serangga yang sebagian hidupnya berada di badan air. Serangga air sebagai makanan ikan dan sebagian dapat menyalurkan patogen

pada manusia dan hewan. Serangga air merupakan indikator yang baik bagi kualitas air. Beberapa dari serangga air sensitif terhadap polusi sedangkan yang lain dapat hidup dan berkembang biak air yang terganggu dan sangat terkena polusi (Leba *et al.*, 2013; Trianto *et al.*, 2020; Trianto dan Marisa, 2020).

Serangga air sangat penting dalam sistem ekologi karena berbagai alasan. Serangga air adalah utama bioindikator dalam badan air seperti sungai. Biomonitoring berkaitan dengan penggunaan serangga atau tanggapan terhadap rangsangan di habitat air untuk menentukan kualitas lingkungan sehat atau tercemar. Mempelajari siklus hidup serangga air dan hubungannya dengan organisme lain dan lingkungan dapat memberikan wawasan tentang berbagai bidang ekologi, termasuk dinamika populasi, persaingan dan interaksi predatormangsa (Maramis dan Makal, 2011; Trianto *et al.*, 2020). Pada ekosistem perairan serangga air berperan dalam siklus nutrisi dan merupakan komponen penting dari jaring makanan di perairan (Pradhana *et al.*, 2014).

Keanekaragaman jenis yang tinggi dalam sifat morfologi, fisiologi dan perilaku adaptasi dalam lingkungan dan banyaknya jenis serangga yang terdapat di muka bumi, menyebabkan banyak kajian ilmu pengetahuan dengan menggunakan serangga sebagai model. Kajian dinamika populasi misalnya, bertumpu pada perkembangan populasi serangga. Demikian pula, pola, kajian ekologi, ekosistem dan habitat mengambil serangga sebagai model untuk mengembangkannya ke spesies-spesies lain dan dalam skala yang lebih besar (Pratama dan Trianto, 2020; Trianto *et al.*, 2020). Menurut Candra *et al.* (2014), keadaan lingkungan hidup mempengaruhi keanekaragaman bentuk hayati dan banyaknya jenis makhluk hidup atau keanekaragaman hayati, dan sebaliknya keanekaragaman dan banyaknya makhluk hidup juga menentukan keadaan lingkungan. Dirham dan Trianto (2020) menyatakan bahwa suatu perairan yang belum tercemar akan menunjukkan jumlah individu yang merata dari semua spesies yang ada. Sebaliknya suatu perairan yang tercemar akan menyebabkan penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies tertentu yang bersifat dominan.

Kali Batu Anyar adalah sungai yang terletak di antara perkampungan dan perkebunan masyarakat di Desa Nambaru, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah. Pada saat musim hujan, debit air yang keluar sekitar 650 liter/detik dan 400 liter/detik pada musim kemarau (Hartina dan Trianto, 2020). Kali Batu Anyar merupakan salah satu sungai yang dilewati aliran lahar hujan ketika terjadi longsor pada perkebunan masyarakat, dengan demikian maka terjadi perubahan lingkungan di Kali Batu Anyar. Perubahan lingkungan memberi dampak pada perubahan tumbuhan dan hewan yang ada, salah satu yang mengalami perubahan adalah serangga air. Oleh karena itu, serangga air di Kali Batu Anyar perlu diteliti untuk mengetahui keanekaragaman dan potensi peranannya di ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi terkait keanekaragaman genus serangga air sebagai bioindikator kualitas perairan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2019 di hulu Kali Batu Anyar, Desa Nambaru, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi

Tengah. Penelitian dibagi dalam tiga tahap, yaitu persiapan dan survei tempat, pengambilan data dan spesimen di lapang, identifikasi spesimen hasil sampling di lapang di Laboratorium Entomologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada.

Penelitian ini menggunakan metode *Purposive Random Sampling* (Bookhout, 1996) dengan jarak transek 100 meter pada badan sungai dibagi dalam lima titik sampling. Penentuan titik sampel berdasarkan keadaan lokasi penelitian yang memungkinkan untuk melakukan pengambilan serangga air dengan alat yang telah disediakan. Pada setiap titik sampling dibuat sebanyak empat titik pengambilan sampel. Total jumlah titik pengambilan sampel sebanyak 20 titik sampel. Sampling dilakukan pada setiap titik pengambilan sampel dengan teknik mengaduk dengan kaki (*kick methode*) pada bagian berbatu dan berarus deras dan teknik menyapu dengan jaring (*sweep methode*) pada bagian tepi sungai di antara tumbuhan air.

Penangkapan serangga secara langsung dapat dilakukan dengan cara jaring surber diletakan pada titik sampling yang telah ditentukan menghadap arus sungai, kemudian dengan tangan atau kaki diaduk agar sedimen atau substrat masuk ke dalam jaring. Setelah itu sedimen atau substrat di tampung dalam nampan, kemudian dipilah serangga yang ditemukan menggunakan pinset atau kuas dimasukkan ke dalam botol Falkon yang berisi alkohol 70 %. Selanjutnya, serangga air yang ditemukan dimasukkan dalam botol Flakon berisi alkohol 70 %. Kemudian di bawa ke Laboratorium Entomologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada.

Serangga air diidentifikasi lebih lanjut dengan mencocokkan ciri karakteristik morfologi serangga dengan gambar dan deskripsi ciri morfologi dengan bantuan mikroskop binokuler di Laboratorium Entomologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Literatur yang digunakan antara lain Webb J and Suter P. (2011). Untuk penentuan potensi dan status serangga air yang ditemukan di Kali Batu Anyar dengan mencari informasi tentang deskripsi serangga pada buku literatur maupun sumber informasi lainnya. Menurut Magurran (2004) untuk menganalisa keanekaragaman spesies digunakan rumus indeks keanekaragaman Shanon-Wiener dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^n \left[\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right]$$

| | |
|------------|---------------------------------------|
| Keterangan | : |
| H | : Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener |
| n_i | : Jumlah individu ke-i |
| N | : Jumlah total seluruh individu |

Nilai keanekaragaman berdasarkan Indeks Shannon-Wiener dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu: apabila $H' = 1,5-3,5$ maka keanekaragaman rendah. Selanjutnya apabila nilai $H' = 3,6-4,5$ maka keanekaragaman sedang dan apabila nilai H' berada pada $4,6-5,0$ maka keanekaragaman adalah tinggi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keanekaragaman jenis serangga air di hulu Sungai Batu Anyar

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan jenis serangga air yang ditemukan di hulu Sungai Batu Anyar, Desa Nambaru, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah terdiri dari 6 Ordo, 10 Famili dan 4 Genus (Tabel 1). Identifikasi hanya bisa dilakukan sampai tingkat takson Famili dan Genus,

dikarenakan keterbatasan alat yaitu mikroskop binokuler. Mikroskop binokuler yang digunakan hanya mempunyai perbesaran 10x2 dan 10x4. Untuk dapat mengidentifikasi sampai tingkat spesies diperlukan perbesaran yang lebih besar, dengan perbesaran yang lebih besar dapat mengetahui ciri morfologi spesifik dari serangga air seperti seta pada caput, kaki, atau abdomen. Selain itu, serangga yang ditemukan masih pada fase pra-dewasa. Kendala lain yaitu belum ada database dan kunci identifikasi serangga air khususnya di Indonesia.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa anggota Ordo Ephemeroptera dari Genus *Offadens* tertangkap paling banyak yaitu 64 individu dan anggota Genus *Tasmanocoeneis* berjumlah 15 individu. Kali Batu Anyar yang berarus sedang dan berbatu mungkin menyebabkan anggota Ordo Ephemeroptera banyak ditemukan. Anggota Ordo paling banyak kedua yaitu Ordo Hemiptera. Genus yang tertangkap yaitu anggota Genus *Gerris* berjumlah 5 individu dan Genus *Rhagovelia* berjumlah 11 individu. Anggota Genus *Gerris* dan *Rhagovelia* adalah *water striders*, hidup diatas permukaan air dengan bantuan bulu halus di kaki untuk berjalan diatas air. Pada penelitian ini kelimpahan kedua anggota Genus ini sangat banyak karena mobilitas yang sangat tinggi maka hanya beberapa individu yang tertangkap dengan jaring Surber. Anggota Ordo Diptera yang ditemukan yaitu anggota Famili Chironomidae berjumlah 8 individu dan Simulidae berjumlah 2 individu. Subtrat yang didominasi oleh pasir mungkin menyebabkan kelimpahan kedua anggota Famili Chironomidae dan Simulidae rendah. Anggota Ordo Coleoptera yang tertangkap yaitu Famili Elmidae berjumlah 5 individu. Anggota Famili Elmidae memiliki habitat perairan yang mengalir dan subtrat yang berpasir seperti Kali Batu Anyar tetapi pada penelitian ini ditemukan 5 individu, hal ini dimungkinkan ada faktor parameter lingkungan lain yang menyebabkan kelimpahannya rendah. Anggota Ordo Odonata yang ditemukan dari anggota Famili Libellulidae berjumlah 2 individu dan Famili Coenagrionidae berjumlah 1 individu. Kali Batu Anyar yang memiliki vegetasi air yang sedikit menyebabkan kedua Famili dari Ordo Odonata kelimpahannya rendah. Anggota Ordo Trichoptera yang ditemukan adalah anggota Famili Hydropsychidae berjumlah 2 individu, kecepatan arus dan subtrat yang berpasir mungkin menyebabkan kelimpahannya sangat rendah.

Tabel 1. Serangga air yang ditemukan dalam penelitian

| No | Ordo | Famili | Genus | Fase | Σ |
|----|---------------|----------------|-----------------------|-------|----|
| 1 | Coleoptera | Elmidae | - | Larva | 5 |
| 2 | Diptera | Chironomidae | - | Larva | 8 |
| | | Simulidae | - | Larva | 2 |
| 3 | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Offadens</i> | Nimfa | 64 |
| | | Caenidae | <i>Tasmanocoeneis</i> | Nimfa | 15 |
| 4 | Hemiptera | Gerridae | <i>Gerris</i> | Nimfa | 5 |
| | | Vellidae | <i>Rhagovelia</i> | Nimfa | 11 |
| 5 | Odonata | Coenagrionidae | - | Nimfa | 1 |
| | | Libellulidae | - | Nimfa | 2 |

| | | | | | |
|---|-------------|----------------|---|-------|----------|
| 6 | Trichoptera | Hydropsychidae | - | Larva | 2 |
| | | | | | Σ |
| | | | | | 115 |

Keanekaragaman serangga air pada penelitian ini memiliki hasil yang lebih beragam dari hasil penelitian serupa sebelumnya. Penelitian serupa dilakukan 3 tahun pasca erupsi merapi tahun 2010. Pada penelitian Reza (2011) di hulu Kali Boyong didapatkan serangga air yaitu *Chironomous* sp., *Simulium vitatum*, *Prionocera* sp. dari Ordo Diptera, *Baetis* sp. dari Ordo Ephemeroptera, *Hydaticus bimarginatus* dari Ordo Coleoptera dan *Polycentropus* sp. Ordo Trichoptera yang berperan sebagai *Collector* dan Watershed di hulu Kali Boyong pasca Erupsi Merapi tidak sehat. Hal ini menunjukkan perubahan lingkungan mempengaruhi keanekaragaman serangga.

2. Indeks Keanekaragaman jenis serangga air di hulu Kali Batu Anyar

Data keanekaragaman jenis serangga air yang ditemukan di hulu Kali Batu Anyar, Desa Nambaru, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah di analisis menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener H' : 3,6. Pada indeks Shannon-Wiener jika nilai $H' \leq 1$ maka keanekaragaman rendah, $H' 1-3,5$ maka keanekaragaman sedang, nilai $H' \geq 3,5$ maka keanekaragaman tinggi. Pada penelitian ini diukur parameter lingkungan yang dapat mendukung kelangsungan hidup serangga air yang tertangkap. Hasil pengukuran parameter lingkungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter lingkungan pada lokasi penelitian

| No | Parameter Lingkungan | Tertinggi | Terendah |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Kelembaban udara | 77% | 55% |
| 2 | Suhu udara | 34°C | 25°C |
| 3 | Suhu air | 25°C | 24,1°C |
| 4 | Kadar oksigen terlarut | 7,7 ppm | 4,7 ppm |
| 5 | Kecepatan arus | 0,6 m/s | 0,4 m/s |
| 6 | Debit air | 0,54 m ³ /s | 0,36 m ³ /s |
| 7 | pH | 7 | 7 |

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran parameter lingkungan pada pengukuran terendah dan tertinggi. Kelembaban dan suhu udara diukur menggunakan *thermohygrometer*, kelembaban udara tertinggi sebesar 77% diperoleh pada pagi hari, sedangkan kelembaban terendah sebesar 55% diperoleh pada siang hari. Suhu udara tertinggi pada siang hari sebesar 34°C dan terendah 25°C. Kelembaban dan suhu udara tidak berpengaruh terhadap aktivitas serangga air yang ditemukan karena serangga air yang ditemukan dalam fase pradewasa yang hidup di air.

Kadar oksigen terlarut dan suhu air diukur menggunakan *DO meter*. Kadar oksigen terlarut tertinggi 7,7 ppm pada daerah aliran yang tenang dan ada vegetasi air, sedangkan terendah 4,7 ppm pada daerah aliran air deras dan tidak ada vegetasi air. Kadar oksigen terlarut sangat berpengaruh pada kelangsungan hidup

serangga air. Kadar oksigen terlarut setiap jenis serangga air berbeda. Pada serangga air yang sensitif memerlukan kadar oksigen terlarut yang relatif tinggi, sedangkan pada serangga air yang toleran dapat hidup di kadar oksigen terlarut yang rendah. Kadar oksigen yang terlarut juga dipengaruhi parameter fisik dan kimia lainnya seperti suhu air, ada atau tidaknya tumbuhan air dan pencemaran. Suhu air tertinggi 25°C dan terendah 24,1°C, menurut Ratnawati (2007) rentang suhu tersebut merupakan rentang suhu yang dapat ditoleransi untuk kelangsungan hidup makrobentos pada umumnya termasuk serangga air yaitu dibawah 35 °C. Selain itu suhu lingkungan berpengaruh terhadap metabolisme dalam tubuh serangga air.

Kecepatan arus air diukur menggunakan metode sederhana menggunakan bola pingpong yang dihanyutkan setelah menempuh jarak dan waktu tertentu dihitung dengan rumus $v = s/t$ diperoleh hasil tertinggi 0,6 m/s pada arus yang deras dan terendah 0,4 m/s pada arus yang cukup tenang. Kecepatan arus dipengaruhi oleh kemiringan tempat dan pada malam sebelum sampling terjadi hujan yang cukup deras sehingga air yang mengalir cukup deras. Kecepatan arus dipengaruhi oleh gradien sungai, semakin tinggi gradien sungai maka kecepatan arus semakin tinggi. Kecepatan arus akan mempengaruhi substrat dasar dari perairan, sumber makanan dan adaptasi organisme yang hidup di badan air. Dalam hal ini serangga air beradaptasi dengan memiliki tubuh pipih *dorsoventral* dan merayap di substrat. Debit air diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan arus dikalikan dengan luas penampang sungai, diperoleh hasil tertinggi 0,54 m³/s dan terendah 0,36 m³/s. Debit air dipengaruhi oleh luas penampang dan kecepatan arus, jika kecepatan arus tinggi dan luas penampang sungai maka debit air juga tinggi dan sebaliknya. Semakin tinggi debit air dan kedalaman air berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen terlarut di dalam air. pH air diukur menggunakan pH universal diperoleh pH pada kisaran netral di angka 7. Menurut Hartina dan Trianto (1979) nilai pH yang dapat ditoleransi untuk kelangsungan hidup makrobentos umumnya termasuk serangga air yaitu dalam rentang 4,5-8,5. Selain itu suhu juga mempengaruhi nilai pH.

3. Serangga air sebagai bioindikator kualitas air

Pada penelitian ini serangga air yang dapat dikategorikan kedalam beberapa kategori berdasarkan kemampuan kepekaan terhadap polusi bahan organik dapat dilihat pada Tabel 3. Semua serangga air yang ditemukan pada penelitian ini merupakan spesies indikator. Spesies indikator merupakan organisme yang dapat menunjukkan kondisi lingkungan secara akurat (Suprianto *et al.*, 2020). Menurut Nuraini *et al.*, (2020) kondisi suatu perairan juga dapat dilihat dari indeks keragaman (H'), pada perairan tercemar berat nilai $H' < 1$, tercemar sedang nilai H' antara 1,0-1,5, tercemar ringan nilai H' antara 1,6-2,0, dan tidak tercemar $H' > 2,0$.

Tabel 3. Kondisi perairan Kali Batu Anyar

| No | Ordo | Nama Umum | <i>SIGNAL 2 Grade</i> | Keterangan |
|----|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 1 | Ephemeroptera | <i>Mayfly nymph</i> | 9 | Sangat sensitif |

| | | | | |
|---|-------------|---------------------------|---|----------------|
| 2 | Trichoptera | <i>Caddisfly larva</i> | 8 | Sensitif |
| 3 | Coleoptera | <i>Rifle beetle larva</i> | 7 | Sensitif |
| 4 | Diptera | <i>Black fly larva</i> | 5 | Toleran |
| 5 | Hemiptera | <i>Water stinder</i> | 4 | Toleran |
| 6 | Odonata | <i>Dragonfly nymph</i> | 4 | Toleran |
| 7 | Odonata | <i>Damselfly nymph</i> | 3 | Toleran |
| 8 | Diptera | <i>Non-biting midges</i> | 1 | Sangat toleran |

Dari Tabel 3 menunjukkan bahwa kondisi perairan hulu Kali Batu Anyar berada dalam kondisi perairan yang baik, hal ini ditunjukkan dengan ditemukan spesies indikator perairan yang baik dari anggota Ordo Ephemeroptera, Trichoptera dan Coleoptera. Berdasarkan *SIGNAL 2 grade* pada angka 9 yang berarti Ordo Ephemeroptera sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Anggota Ordo Trichoptera dan Coleoptera pada angka 8 dan 7 yang berarti sensitif terhadap perubahan lingkungan. Kondisi Perairan Kali Batu Anyar dilihat dari Indeks keragaman dengan nilai H' : 3,6 maka kondisi perairan tidak tercemar. Anggota Ordo Hemiptera, Odonata dan Diptera ditemukan pada pada penelitian ini dikarenakan memiliki batasan faktor parameter fisik dan kimia untuk hidup yang lebih luas

D. SIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini ditemukan 115 individu serangga air yang terdiri 6 Ordo terbagi dalam 10 Famili dan 4 Genus Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener H' : 3,6 menunjukkan keanekaragaman serangga air yang tinggi di hulu kali Batu Anyar tinggi Serangga air anggota Ordo Ephemeroptera, Trichoptera dan Coleoptera yang bersifat sangat sensitif dan sensitif dapat digunakan sebagai indikator kualitas air. Hulu Kali Batu Anyar dalam kondisi perairan yang baik.

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai serangga air seperti biomonitoring berkala untuk mengetahui keanekaragaman dan kemelimpahannya. Perlu diukur parameter lingkungan yang lebih spesifik seperti kekeruhan air dan kandungan kimia air. Perlu identifikasi sampai tingkat takson spesies

REFERENSI

- Bookhout, T.A. (1996). *Research And Management Techniques For Wildlife And Habitats*. Kansas: Allen Press Inc.
- Candra, Y, Langoy M, Koneri, R, dan Singkoh, M. F. O. (2014). Kelimpahan Serangga Air di Sungai Toraut Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 3(2), 74-78.
- Dirham, dan Trianto, M. (2020). Analisis Isi Lambung Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Perairan Danau Talaga Kabupaten Donggala. *Jurnal BIO-EDU*, 5(3), 118-128.
- Hartina, S, dan Trianto, M. (2020). Keanekaragaman Zooplankton di Perairan Danau Lindu Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal BIO-EDU*, 5(3), 129-139.
- Leba, G. V, Koneri, R, dan Papu, A. (2013). Keanekaragaman Serangga Air di Sungai Pajowa Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 2(2), 73-78.
- Magurran, A. E. (2004). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.

- Maramis, R. T. D, dan Makal, H. V. G. (2011). Keanekaragaman Jenis dan Kelimpahan Populasi Serangga Air sebagai Indikator Biologis Cemaran Air Pada DAS di Langowan. *Eugenia*, 17(2), 95-103.
- Nuraini, Trianto, M, Sukmawati, dan Marisa, F. (2020). Keanekaragaman Sumber Pakan dan Perilaku Mencari Pakan Lebah *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera: Meliponini) di Kecamatan Parigi Selatan. *Jurnal BIO-EDU*, 5(3), 173-184.
- Pradhana, A. I, Mudjiono, G., dan Karindah S. (2014). Kenakeragaman Serangga dan Laba-laba pada Pertanaman Padi Organik dan Konvensional. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(2), 58-66.
- Pratama, A, dan Trianto, M. (2020). Keanekaragaman Lichen di Hutan Mangrove Desa Tomoli Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal BIO-EDU*, 5(3), 140-150.
- Ratnawati, K. (2007). *Kajian Tritemik Biologi Makroinvertebrata Benetik Dalam penentuan Kualitas Air Suangi Studi Kasus : Sungai Citarum Hulu*. Thesis Sarjana Teknik Lingkungan ITB, Bandung, 17-20.
- Reza, A. (2011). Kemelimpahan Benthik Insekta Akuatik di Hulu Kali Boyong Pasca Erupsi Merapi 2010. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 15-25.
- Sukmawati, Trianto, M, dan Nuraini. Hubungan Kekerabatan Intraspesies Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum* L.) di Kecamatan Parigi Selatan Berdasarkan Analisis Fenetik. *Jurnal BIO-EDU*, 5(3), 161-172.
- Suprianto, Trianto, M, Alam, N, dan Kirana, N. G. A. G. C. (2020). Karakter morfologi dan analisis daerah conserved gen elongation factor 1a (EF1a) pada *Lepidotrigona terminata*. *Jurnal Metamorfosa*, 7(2), 30-39.
- Trianto, M, dan Marisa, F. (2020). Diversity of Bees and Wasp (Hymenoptera) in Cowpea (*Vigna sinensis* L.) in Agricultural Area at Martapura District, Banjar Regency, South Kalimantan. *Journal of Science and Technology*, 9(2), 29-33.
- Trianto, M, dan Marisa, F. (2020). Studi Kelimpahan dan Pola Sebaran Collembola pada Tiga Tipe Penggunaan Lahan di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *Jurnal BIO-EDU*, 5(3), 107-117.
- Trianto, M, Kaini, Saliyem, Warsih, E, dan Winarsih. (2020). Keanekaragaman Serangga Polinator pada Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) di Desa Bincau. *Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 9(2), 154-162.
- Trianto, M, Marisa, F, dan Siswandari, N.P. (2020). Kelimpahan Nisbi, Frekuensi, dan Dominansi Jenis Lalat di Beberapa Pasar Tradisional di Kecamatan Martapura. *Jurnal Metamorfosa*, 7(2), 21-29.
- Trianto, M, Marisa, F, dan Sukmawati. (2020). Keanekaragaman Jenis Rayap pada Perkebunan Kelapa Sawit dan Perkebunan Karet di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 199-209.