

DIVERSITAS MAKROINVERTEBRATA DI TUMBUHAN AIR PADA KOLAM TANAH GAMBUT DI UPT. LABORATORIUM LAHAN GAMBUT UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

Picierwatie^{1*}, Yulintine², Kartika Bungas², Aryani²,
Herianto⁴, Evi Veronica⁵

¹Alumni Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan,
Pascasarjana, Universitas Palangka Raya

²Dosen Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Pascasarjana,
Universitas Palangka Raya

Email: gupie.zilchin@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui diversitas makroinvertebrata yang hidup di tumbuhan air pada kolam tanah gambut di UPT. Laboratorium Lahan Gambut Universitas Palangka Raya. Penelitian ini menggunakan metoda *purposive sampling* dengan tujuan tertentu, dimana lokasi yang dianggap penting dan mewakili sampel yang diambil sehingga mempunyai sifat yang sama. Pengukuran kualitas air dan pengambilan makroinvertebrata ditentukan pada 3 (tiga) kolam yaitu kolam 1, 3 dan 5 yang terdapat tumbuhan airnya. Pengukuran kualitas air parameter fisika (suhu, kekeruhan dan kedalaman) dan kimia (derajat keasaman dan oksigen terlarut) dilakukan secara in-situ, sedangkan untuk sampel makroinvertebrata dibawa dan analisa di laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan 42 jenis makroinvertebrata yang berasal dari 3 phylum, 11 ordo dan 21 famili. Komposisi dan persentase makroinvertebrata pada setiap kolam di dominasi oleh ordo *Diptera* dari famili *Chironomidae* ini diduga karena organisme ini menyukai tempat hidup pada tumbuhan air. Nilai kualitas air parameter fisika dan kimia pada kolam tanah gambut selama masa pengamatan masih tergolong normal untuk mendukung kehidupan makroinvertebrata air. Jika dibandingkan dengan BMA Per Gub Nomor 27 Tahun 2021 dan PP Nomor 22 Tahun 2021 kualitas air tersebut tergolong dalam kelas IV. Tumbuhan air yang ditemukan selama masa pengamatan yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) dan rumput katak (*Limnobium* sp.). Diversitas makroinvertebrata seperti kepadatan termasuk dalam kategori melimpah karena banyak jenis yang ditemukan sedangkan untuk keanekaragaman dan keseragaman termasuk dalam kategori sedang dan dominasi mendekati 0 yang berarti tidak ada jenis makroinvertebrata yang mendominasi pada tanah kolam gambut. Analisis PCA menunjukkan nilai kepadatan dan keanekaragaman makroinvertebrata hingga kualitas air (kekeruhan dan pH) membentuk sudut sempit atau siku-siku 90° dengan arah yang sama, sehingga memiliki korelasi yang kuat atau positif. Ini berarti semakin tinggi nilai kualitas air pH dan kekeruhan maka nilai kepadatan dan keanekaragaman akan ikut tinggi maupun sebaliknya jika nilai pH dan kekeruhan rendah maka nilai kepadatan dan keanekaragaman akan ikut rendah.

Kata Kunci: Diversitas Makroinvertebrata, Tumbuhan Air, Kolam Tanah Gambut

PENDAHULUAN

Gambut terbentuk secara alami dari akumulasi sisa-sisa tanaman yang mati atau setengah membusuk dan mengandung

bahan organik tingkat tinggi (Notohadiprawiro *et al.*, 2022). Negara Indonesia termasuk salah satu negara yang memiliki kawasan gambut seluas 25,6 juta

ha. Kawasan gambut tersebut, tersebar di beberapa daerah seperti di pulau Sumatera 8,9 juta ha (34,8%), pulau Kalimantan 5,8 juta ha (22,7%) dan pulau Papua 10,9 juta ha (42,6%). Gambut di pulau Kalimantan terletak di beberapa provinsi seperti di Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Luas lahan gambut di Kalimantan Tengah mencapai 3,1 juta ha atau 52,2% dari seluruh luasan gambut di pulau Kalimantan (**BBPOPT, 2018**). Potensi luas lahan gambut yang ada di Kalimantan Tengah tersebut menjadi sangat menggiurkan, sehingga banyak berubah fungsi menjadi tempat pemukiman, perkebunan dan perikanan serta dikembangkan menjadi lahan pertanian (**Suriadikarta, 2012 dan Anis, 2022**). Kepedulian terhadap masalah lingkungan dan keinginan untuk menjaga peran penting gambut sebagai pemelihara keanekaragaman hayati sudah banyak dilakukan. Keadaan struktur tanah dan ketebalan gambut, karakteristik gambut, berbagai zat dan mineral dalam gambut serta cara penanggulangan gambut di berbagai daerah sudah banyak dilakukan penelitian (**Muliadi et al., 2019; Rahma dan Zulfian, 2020; Rimbawan dan Nur, 2021; Ega, 2022**).

Data atau informasi tentang diversitas makroinvertebrata di tumbuhan air khususnya pada kolam tanah gambut belum banyak diungkapkan. Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin memberikan informasi mengenai diversitas makroinvertebrata yang ada pada tumbuhan air pada kolam tanah gambut di UPT. Laboratorium Lahan Gambut Universitas Palangka Raya, dimana hasil penelitian ini nanti sebagai bahan untuk pengambilan keputusan dalam kebijaksanaan pembangunan perikanan dan untuk pengelolaan serta pelestarian ekosistem pada perairan gambut di Kalimantan Tengah.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Tempat Penelitian ini dilaksanakan di area *Center for International Cooperation on*

Sustainable Management of Tropical Peatlands (CIMTROP) UPT. Laboratorium Lahan Gambut Universitas Palangka Raya. Lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan penelitian ini dilakukan pada 3 (tiga) kolam tanah gambut yang ada tumbuhan airnya. Waktu penelitian ini selama 2 (dua) bulan, dimulai dari bulan Agustus-September 2023, dengan waktu pengamatan selama 4 (empat) kali sampling dengan selang waktu 2 (dua) minggu yang dimulai pada tanggal 9 September 2023 sebagai sampling pertama (I), Sampling II pada tanggal 23 September 2023, Sampling III pada tanggal 7 Oktober 2023 dan Sampling IV pada tanggal 22 Oktober 2023.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti pH meter *Hanna, aqua troll 600, depth sounder, DO meter Lutron, surber net, saringan benthos, nampan plastik, mikroskop bedan dan majemuk. Bahan-bahan yang digunakan yaitu formalin, kertas label, kantong plastik dan sarung tangan. Pada penelitian ini juga digunakan alat pendukung pada saat sampling seperti alat tulis, Handphone dan Drone.*

Prosedur Pengumpulan Data Lokasi

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan tujuan tertentu, dimana lokasi yang dianggap penting dan mewakili sampel yang diambil sehingga mempunyai sifat yang sama (**Lenaini, 2021**). Pengukuran kualitas air dan pengambilan makroinvertebrata ditentukan pada 3 (tiga) kolam yaitu; kolam 1, 3 dan 5 karena pada kolam tersebut yang terdapat tumbuhan air.

Pengukuran kualitas air

Pengukuran parameter fisika (suhu, kekeruhan dan kedalaman) dan kimia (derajat keasaman dan oksigen terlarut) pada kolam tanah gambut diukur langsung

di in-situ dengan selang waktu 2 (dua) minggu selama 2 (dua) bulan.

Pengambilan sampel makroinvertebrata

Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada 3 (tiga) kolam dengan perhitungan 1 (satu) kali pengambilan makroinvertebrata dikali 2 (dua) ulangan dan dikali 3 (tiga) kolam. Metode yang digunakan dalam sampling makroinvertebrata adalah metode tangkap segera (*immediate sampler*) menggunakan *surber net* dengan ukuran 30x30 cm. Sampel makroinvertebrata dibawa ke laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan untuk disortir dan identifikasi.

Identifikasi makroinvertebrata

Sampel makroinvertebrata yang sudah disortir dan ditempatkan dalam botol koleksi yang berjumlah 48 (empat puluh delapan) sampel. Sampel tersebut, diidentifikasi untuk mengetahui jenis-jenis organisme makroinvertebrata yang terdapat pada tumbuhan air. Organisme tersebut diidentifikasi dengan menggunakan beberapa buku klasifikasi makroinvertebrata yaitu; **Pennack, 1978; Thorp and Covid, 1991; Merrit and Cummins, 1996; Kathman and Brinkhurst, 1999.**

Analisis diversitas makroinvertebrata

Rumus-rumus yang digunakan untuk analisis diversitas makroinvertebrata pada tumbuhan air sebagai berikut.

1) Kepadatan (*N*)

Rumus kepadatan mikroinvertebrata yang sering dipakai menurut (**Odum, 1993**) yaitu;

$$N = \frac{n \times 10.000}{A}$$

Keterangan :

N = Kepadatan (ind/m²)
n = Jumlah individu yang ditemukan dalam luasan ekman grab dan surbur net

A = Luas ekman grab (15x15 cm) dan surbur net (22x22 cm)

Kategori indeks kepadatan (*N*) menurut **Sangau et al., 2019** yaitu;

0<*N*<200 : Tidak melimpah
 200<*N*<500 : Melimpah sedang
 500<*N*<1000 : Melimpah
N>1000 : Sangat melimpah

2) Indeks keanekaragaman (*H'*)

Indeks keanekaragaman yang digunakan menurut Shannon-Wiener di (**Krebs, 1989**) adalah sebagai berikut.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Keterangan :

H' = Indeks

keanekaragaman jenis

S = Jumlah spesies

p_i = *n_i*/*N* (Jumlah individu spesies ke-*i* / Jumlah total individu)

Kategori indeks keanekaragaman menurut **Krebs 1989** adalah;

H'<1 : Rendah

1<*H'*<3 : Sedang

H'>3 : Tinggi

3) Indeks Keseragaman (*E*)

Rumus indeks keseragaman spesies makroinvertebrata di suatu perairan menggunakan rumus menurut (**Krebs, 1989**) yaitu:

$$E = \frac{H'}{H \max}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks

keanekaragaman

H max = Log₂ *S*

S = Jumlah spesies

Kategori indeks keseragaman (*E*) menurut **Putra et al., 2020** adalah;

E<0,4 : Rendah

0,4 <*E*<0,6 : Sedang

E>0,6 : Tinggi

4) Indeks Dominasi (*D*)

Indeks dominasi spesies makroinvertebrata dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Simpson di (Odum, 1993) sebagai berikut.

$$D = \sum_{i=1}^s pi^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominasi

pi = *ni*/*N* (Jumlah individu spesies ke-*i* /Jumlah total individu)

S = Jumlah spesies

Kategori indeks dominasi menurut Putra et al., 2020 adalah;

0,00 < *D* < 0,50 : Rendah

0,50 < *D* < 0,75 : Sedang

0,75 < *D* < 1,00 : Tinggi

Analisis Data

Analisis data makroinvertebrata dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif (statistik) dengan menggunakan Uji Signifikansi *Principal Component Analysis* (PCA) yang bertujuan

untuk menganalisis kuat atau tidak hubungan linier atau berkorelasi antar variabel kualitas air parameter fisika dan kimia serta diversitas makroinvertebrata di tumbuhan air.

Analisa kualitatif (deskriptif) merupakan metode yang digunakan untuk menyajikan data kuantitatif yang kemudian dideskriptifkan. Analisis deskriptif menggambarkan data dengan apa adanya, dan data disajikan dalam bentuk tabel atau grafik maupun gambar. Data yang dikumpulkan yakni data primer yang akan dibahas dengan menggunakan beberapa literatur-literatur yang relevan. Hasil analisa parameter kualitas air (fisika dan kimia) mengacu pada Peraturan Gubernur Kalimantan Tengah Nomor 27 Tahun 2021 tentang Pedoman Besaran Nilai Perolehan Air Permukaan dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Makroinvertebrata

Selama masa pengamatan ditemukan 42 jenis organisme makroinvertebrata dari 3 phylum yang berasal dari 11 ordo dan 21 famili pada kolam tanah gambut di tumbuhan air.

Tabel 1. Jenis-jenis Mskroinvertebrata pada Tumbuhan Air di Kolam Tanah Gambut

Klasifikasi	Sampling I			Sampling II			Sampling III			Sampling IV		
	K.1	K.3	K.5	K.1	K.3	K.5	K.1	K.3	K.5	K.1	K.3	K.5
Annelida*												
Oligochaeta**												
Tubificida***												
Naididae****												
<i>Aulophorus furcatus</i>	-	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dero</i> sp.	5	1	-	-	3	-	-	2	-	1	6	-
<i>Dero digitata</i>	-	-	28	-	15	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pristina</i> sp.	10	7	38	7	-	1	1	-	-	1	3	10
Arthropoda*												
Insekta**												
Collembola***												
Isotomidae****												
<i>Isotomurus</i> sp.	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ephemeroptera***												
Leptophlebiidae****												
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Traverella</i> sp.	1	1	1	2	1	-	2	-	-	2	2	5
Baetidae****												
<i>Cloeon</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Odonata***												
Coenagrionidae****												
<i>Enallagma</i> sp.	37	16	7	11	8	1	12	8	13	18	9	14
Libellulidae****												
<i>Plathemis</i> sp.	43	16	4	4	8	4	24	23	19	22	14	30
Hemiptera***												
Corixidae****												
<i>Tenagobia</i> sp.	17	49	2	34	76	4	6	21	2	11	61	112
Macroveliidae****												
<i>Mesovelis</i> sp.	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naucoridae****												
<i>Pelocoris</i> sp.	46	65	6	94	81	17	102	41	16	32	133	4
Pleidae****												
<i>Neoplea</i> sp.	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nepidae****												
<i>Ranatra</i> sp.	-	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-
Belostomatidae****												
<i>Belostoma</i> sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera***												
Leptoceridae****												
<i>Triaenodes</i> sp.	39	4	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Lepidoptera***												
<i>Prionoxystus</i> sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera***												
<i>Bledius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dineutus</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphydrus</i> sp.	4	14	-	-	1	-	1	14	-	-	-	-
Dytiscidae****												
<i>Hydroporus</i> sp.	13	11	2	1	21	-	5	-	-	-	4	-
Hydrophilidae****												
<i>Enochrus</i> sp.	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera***												
Chaoboridae****												
<i>Chrysops</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ephydriidae****												
<i>Ephydra</i> sp.	-	-	-	53	2	-	29	6	-	34	28	-
<i>Canace</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae****												
<i>Hexatoma</i> sp.	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomidae****												
<i>Chironomus</i> sp.	125	56	40	24	3	11	63	9	2	46	20	15
<i>Parachironomus</i> sp.	-	332	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrotendipes</i> sp.	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polypedilum</i> sp.	110	139	376	22	21	75	8	6	4	24	71	14

<i>Procladius</i> sp.	26	29	1	15	3	1	9	25	1	12	14	21
<i>Larsia</i> sp.	777	859	228	186	105	15	54	79	47	89	267	168
<i>Zavreliomyia</i> sp.	1	53	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macropelopia</i> sp.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Microtendipes</i> sp.	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micropsectra</i> sp.	19	1	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthocladius</i> sp.	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae****												
<i>Culicoides</i> sp.	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bezzia</i> sp.	44	16	14	1	-	8	1	-	1	6	1	-
Nematoda*												
Aphasmidia**												
Chromadorida***												
Plectidae****												
<i>Rhabdolaimus</i> sp.	5	301	11	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Enoplida***												
Dorylaimidae****												
<i>Nygolaimus</i> sp.	1	158	4	-	-	-	-	1	-	-	2	-
Jumlah Taksa	24	29	26	15	16	11	15	12	9	14	17	13
Jumlah Organisme	1334	2146	820	457	351	139	318	235	105	299	637	397

Komposisi dan Persentase Makroinvertebrata Pada Tumbuhan Air

Komposisi dan persentase makroinvertebrata yang hidup di tumbuhan air paling banyak diisi oleh ordo *Diptera* yaitu sebesar 68,04% dan diikuti oleh *Hemiptera* sebesar 14,25%, *Odonata* 4,94%, *Chromadorida* 4,31%, *Tubificida* 3,86%, *Enoplida* 2,25%, *Coleoptera* 1,35%, *Trichoptera* 0,64%, *Ephemeroptera* 0,30%, ordo *Collembola* 0,04% dan *Lepidoptera* 0,03%. Makroinvertebrata di dominasi dari ordo *Diptera* dari famili *Chironomidae* ini diduga karena menyukai tempat hidup yang menempel pada akar-akar tumbuhan air dan dimana lokasi penelitian juga pada kolam tanah gambut sehingga bisa menjadi sumber makanan untuk ikan-ikan yang berada di dalam kolam. Ini sesuai dengan pernyataan **Karima, 2021** bahwa *Chironomidae* bertelur di dalam air atau menempel pada sesuatu benda seperti tumbuhan air sampai menjadi pupa hingga dewasa akan naik ke permukaan air. Famili *Chironomidae* adalah serangga air yang larvanya hidup di berbagai jenis perairan dan tersebar di seluruh dunia serta dapat

ditemukan di air tawar, air mengalir dan air payau (**Maharani et al., 2019**).

Komposisi individu dan persentasi makroinvertebrata pada setiap kolam tidak tersebar merata karena ada beberapa ordo yang tidak ditemukan pada kolam yang lain, seperti ordo *Collembola* dan *Lepidoptera* tidak ditemukan pada kolam 3 dan 5. Komposisi individu yang mendominasi pada setiap kolam di isi oleh ordo *Diptera* sebesar 73,96% pada kolam 1, di kolam 3 sebesar 61,13% sedangkan pada kolam 5 sebesar 75,12%.

dari ordo *Diptera* dari famili *Chironomidae* pada setiap kolam diduga karena *Chironomidae* dapat mentoleran kondisi perairan tempat hidupnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan **Reyes-Maldonado et al., 2021** bahwa *Chironomidae* merupakan salah satu serangga paling umum di air tawar dan larvanya dapat ditemukan di lingkungan perairan mana pun, mulai dari danau hingga rawa serta memiliki toleran terhadap lingkungan yang tercemar, dengan cara menunjukkan perubahan pada perilaku sebagai respons terhadap interaksinya dengan adanya kontaminan.

Kepadatan (*N*) Makroinvertebrata Pada Kolam Tanah Gambut di Tumbuhan Air

Nilai kepadatan tertinggi pada kolam 3 sebesar 9758 ind/m², kolam 1 sebesar 6688 ind/m², kolam 5 sebesar 4057 ind/m². Nilai indeks kepadatan pada setiap kolam tanah gambut di tumbuhan air sangat melimpah karena nilai kepadatannya lebih dari 1000 ind/m² (Sangau et al., 2019). Tingginya kepadatan pada kolam 3 disebabkan oleh melimpahnya kepadatan individu dari jenis *Larsia* sp. yang termasuk ordo *Diptera*. Hal ini diduga karena tinggi bahan organik dari sisa-sisa pakan ikan dan tumbuhan air yang mati lalu mengendap didasar kolam sehingga menjadi melimpah makanan untuk makroinvertebrata.

Ini sesuai dengan pernyataan Sudaryanti, 2022 bahwa bahan organik merupakan sumber makanan bagi makroinvertebrata di perairan. Kepadatan makroinvertebrata dan biomassa berhubungan dengan jumlah bahan organik yang terkandung dalam kolam atau tanah, semakin banyak bahan organik maka semakin banyak pula makroinvertebrata (Washko et al., 2022).

Keanekaragaman (*H'*) Makroinvertebrata Pada Kolam Tanah Gambut di Tumbuhan

Nilai rata-rata indeks keanekaragaman pada setiap kolam tanah gambut pada tumbuhan air secara berturut-turut yaitu; kolam 1 sebesar 2,601, kolam 3 sebesar 2,566 dan kolam 5 sebesar 2,113. Keanekaragaman makroinvertebrata pada kolam tanah gambut dikategorikan dari sedang karena nilai indeks keanekaragamannya berkisar antara 2,113-2,601, ini berdasarkan nilai indeks keanekaragaman menurut Krebs, 1989 bahwa nilai indeks keanekaragaman (*H'*) < 1 dikategori rendah dan nilai indeks keanekaragaman (*H'*) dari 1 sampai < 3 dikategorikan sedang sedangkan nilai indeks keanekaragaman (*H'*) > 3 dikategorikan tinggi.

Tingginya nilai indeks keanekaragaman pada tumbuhan air diduga karena organisme makroinvertebrata sangat menyukai tumbuhan air sebagai tempat hidup dan perlindungan serta tempat mencari makanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bendary et al., 2023 bahwa spesies makroinvertebrata yang lebih beragam dan kaya terdapat di tumbuhan air karena memberikan stabilitas dan perlindungan bagi organisme makroinvertebrata air sebagai tempat mencari makanan dan berlindung.

Keseragaman (*E*) Makroinvertebrata Pada Kolam Tanah Gambut di Tumbuhan Air

Nilai indeks keseragaman makroinvertebrata secara berturut-turut yaitu; kolam 1 sebesar 0,706, kolam 3 sebesar 0,696, kolam 5 sebesar 0,673. Tinggi keseragaman pada kolam 1, 3, dan 5 diduga karena makroinvertebrata sangat menyukai habitat di tumbuhan air sebagai tempat menyimpan telur, mencari makan dan berlindung. Ini sesuai dengan pernyataan Tamam et al., 2021 bahwa tumbuhan air dalam suatu ekosistem berperan sebagai produsen utama rantai makanan perairan, alga dan tumbuhan air berbunga memberikan perlindungan bagi ikan dan sumber makanan, obat-obatan serta menghasilkan oksigen. Indeks keseragaman selama masa pengamatan lebih merata atau dapat di kategorikan tinggi penyebarannya karena nilai indeks keseragamannya antara 0,673-0,759. Ini berdasarkan pernyataan Putra et al., 2020 bahwa nilai indeks keseragaman makroinvertebrata di perairan < 0,4 dapat dikategori rendah sedangkan nilai indeks keseragaman 0,4-0,6 dikategorikan sedang, serta nilai indeks > 0,6 dapat dikategorikan dalam tinggi.

Dominasi (*D*) Makroinvertebrata Pada Kolam Tanah Gambut di Tumbuhan Air

Indeks dominansi pada kolam tanah gambut di tumbuhan air secara berturut-turut yaitu; kolam 1 sebesar 0,251, kolam 3 sebesar

0,245, kolam 5 sebesar 0,332. Nilai dominasi terendah pada kolam 1, 3 dan 5 relatif lebih kecil karena nilai indeks dominasinya cenderung mendekati 0, ini berarti tidak ada jenis makroinvertebrata yang mendominasi dan penyebarannya merata. Dilihat dari nilai indeks dominasi menunjukkan bahwa dominasi makroinvertebrata pada kolam 1,3 dan 5 di tumbuhan air dan kolam 3 pada dasar perairan tergolong rendah karena nilai indeks berada antara 0-0,5. Ini sesuai dengan pernyataan **Putra et al., 2020** bahwa nilai kriteria dominasi pada makroinvertebrata di erairan adalah 0,00-0,50 dikategorikan rendah, dan 0,50-0,75 dikategorikan sedang sedangkan 0,75-1,00 di kategorikan tinggi.

Kualitas Air

Tabel 2. Hasil Kualitas Air Selama Masa Pengamatan di Kolam Tanah Gambut

Parameter kualitas air	Kolam 1	Kolam 3	Kolam 5	Rata-rata
Suhu (°C)	28,77	29,36	28,74	28,96
Derajat keasaman (pH)	4,15	4,27	3,72	4,04
Oksigen terlarut/DO (mg/L)	3,48	2,43	2,84	2,92
Kedalaman (m)	0,96	0,94	0,93	0,94
Kekeruhan (NTU)	39,50	68,43	19,38	42,44

Parameter Fisika

a. Suhu

Nilai rata-rata suhu pada tiap kolam selama 4 (empat) kali pengamatan yaitu; kolam 1 berkisar antara 28,3-29,1°C dan kolam 3 antara 28,8-30,3°C sedangkan pada kolam 5 berkisar antara 27,8-29,5°C. Tingginya nilai suhu pada kolam 3 disebabkan oleh warna air gambut yang merah kecokelatan sangat pekat dari kolam 1 dan 5 sehingga membuat penyerapan intensitas cahaya matahari masuk kedalam perairan cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat **Nurhayati et al., 2021** dan **Paminto et al., 2021** yang menyatakan bahwa warna yang lebih terang akan memiliki daya serap yang lebih rendah, sedangkan warna yang lebih gelap akan memiliki daya serap yang lebih tinggi.

Pada kolam 1 dan 5 nilai suhu tidak berbeda atau hampir sama karena pada kolam 1 airnya berwarna hijau diduga karena berasal dari alga yang ada di dalam air yang mempercepat fotosintesis dan berkembang biak akibat paparan sinar matahari serta

mendapat pasokan makanan dari kotoran ikan dan sisa pakan dalam kolam hingga mempengaruhi suhu air kolam. Hal ini sesuai dengan pernyataan **Lupitasari et al., 2020** bahwa proses fotosintesis menghasilkan oksigen yang dipengaruhi oleh suhu dan intensitas cahaya dalam perairan. Pada kolam 5 airnya berwarna coklat muda diduga berasal dari bahan organik dan mineral dari pemberian pakan ikan. Ini sesuai dengan pernyataan **Pramleonita et al., 2018** bahwa warna air kolam ikan yang berwarna coklat muda menunjukkan tidak ada sisa pakan yang mengendap di dasar kolam, dan mempunyai kualitas air yang baik dari kandungan bahan organik serta mineral yang cukup sehingga berfungsi sebagai suplai makanan. Air kolam berwarna coklat bisa disebabkan oleh organisme plankton yang ada di air kolam (**Wijayanti et al., 2021**).

Dilihat dari keberadaan makroinvertebrata nilai rata-rata suhu yang berkisar antara 27,80-30,27°C pada kolam

selama masa pengamatan cukup mendukung kehidupan makroinvertebrata yang hidup di kolam tanah gambut. Ini sesuai dengan pendapat **Basit dan Annawaty, 2019; Ibrahim et al., 2020; dan Afrilia et al., 2022**, yang menyatakan bahwa nilai suhu 26-31°C masih dapat mendukung kelangsungan kehidupan makroinvertebrata di perairan.

b. Kedalaman

Kedalaman air pada kolam tanah gambut selama masa pengamatan relatif homogen atau sama. Dimana hasil pengukuran rata-rata pada kolam 1, 3 dan 5 berkisar antara 0,8-1,1 m. Hal ini karena kedalaman tiap kolam sama sehingga membuat permukaan air pada kolam menjadi sama dan pada masa pengukuran dilakukan pada musim kemarau. Dimana nilai kedalaman 59-130 cm akan mempengaruhi kadar oksigen perairan, semakin dalam suatu perairan maka kadar oksigen akan menurun yang menyebabkan menurunnya jumlah makroinvertebrata (**Sangau et al., 2019**). Jika dihubungkan dengan keberadaan makroinvertebrata, nilai kedalaman pada kolam tanah gambut sangat cukup untuk mendukung kehidupan makroinvertebrata di perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan **Ibrahim et al., 2020** bahwa perairan dangkal mempunyai tipe habitat yang lebih beragam dibandingkan perairan dalam, sehingga mempunyai makroinvertebrata yang lebih beragam dan kompetisi yang lebih kompleks.

c. Kekeruhan

Hasil rata-rata pengukuran kekeruhan selama masa pengamatan yaitu; kolam 1 berkisar antara 23,3-50,7 NTU dan kolam 3 berkisar antara 34,5-135,7 NTU, sedangkan untuk kolam 5 berkisar antara 14,6-27,6 NTU. Tingginya kekeruhan pada kolam 3 disebabkan oleh kotoran ikan dan sisa pakan yang berlebih sehingga terjadi pengendapan di dasar kolam yang membuat air kolam menjadi keruh. Ini sesuai dengan pernyataan **Nauli dan Iman, 2023** bahwa pemberian pakan yang terlalu banyak (*overfeeding*) dapat menyebabkan kolam menjadi keruh akibat sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan dan sebaliknya jika pemberi pakan terlalu sedikit maka ikan tidak akan bisa berkembang dengan baik.

Kolam 5 nilai kekeruhannya sangat rendah diduga karena banyak terdapat tumbuhan air jenis kiambang (*Salvinia molesta*) yang mendominasi sehingga mengikat partikel-partikel kecil di dalam kolam dan mampu menjernihkan air serta mengurangi tingkat kekeruhan air kolam. Hal ini sesuai dengan pendapat **Akbar, 2021** bahwa tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*) memiliki banyak kelebihan seperti sebagai pakan ternak, obat, dan pupuk serta banyak tumbuh di kolam-kolam sebagai tempat berlindung ikan, ditambah lagi tumbuhan air ini mempunyai kemampuan daya mengikat yang kuat terhadap partikel-partikel halus sehingga dapat

digunakan untuk menjernihkan air bagi industri maupun keperluan sehari-hari. Sedangkan kolam 1 nilai kekeruhannya di bawah kolam 3 diduga karena minimnya tumbuhan air di kolam 1 sehingga tidak mampu untuk mengikat partikel-partikel halus atau mengurangi kekeruhan, walaupun pada kolam 1 ada terdapat 3 (tiga) jenis tumbuhan air seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) dan rumput katak (*Limnobium* sp.). Hal ini sesuai dengan pernyataan **Sianiper et al., 2022** bahwa jumlah tumbuhan air tertentu atau terbatas serta perkembangan populasinya menciptakan mikrohabitat yang dibutuhkan ikan sebagai tempat berlindung, mencari makan (*feeding ground*), memijah (*spawning ground*) dan berkembang biak (*Nursery ground*). Tumbuhan air juga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas air melalui kemampuannya sebagai fitoremediasi, akumulator logam berat, dan biofilter (**Astuti dan Indriatmoko, 2018**).

Apabila dihubungkan dengan keberadaan makroinvertebrata nilai tersebut, masih dapat dikatakan dalam kondisi sedikit keruh atau agak keruh. Ini berdasarkan pernyataan **Chandra et al., 2024** bahwa nilai kekeruhan air yang kurang dari 25 NTU (dalam keadaan bersih), nilai kekeruhan kurang dari 50 NTU (air dalam keadaan agak keruh), nilai kekeruhan air kurang dari 75 NTU (air dalam keadaan keruh) dengan nilai kekeruhan lebih besar dari 90 NTU (air dalam keadaan sangat

keruh). Nilai kekeruhan pada kolam tanah gambut masih dapat mendukung kehidupan makroinvertebrata. Ini sesuai dengan pernyataan **Dilla et al., 2023** bahwa nilai kekeruhan sebesar 49,71 NTU masih terdapat organisme makroinvertebrata yang dapat mentoleran kondisi perairan, sehingga organisme tersebut dapat tumbuh dan berkembang pada berbagai perubahan besar kondisi lingkungan.

Parameter Kimia

Hasil pengukuran dan masa pengamatan parameter kimia selama penelitian di kolam tanah gambut adalah sebagai berikut.

a. Derajat Keasaman (*Power of Hydrogen/pH*)

Nilai rata-rata derajat keasaman pada ketiga kolam yaitu; kolam 1 berkisar antara 3,6-4,4 dan kolam 3 berkisar antara 3,9-4,7 sedangkan kolam 5 berkisar antara 3,3-4,1. Nilai pH terendah terdapat pada kolam 5, diikuti kolam 1 dan tertinggi pada kolam 3 ini dapat dilihat pada Gambar 7. Rendahnya nilai pH pada kolam 5 diduga karena kolam dibuat di tanah gambut dan airnya berwarna merah cokelat (air gambut) sehingga nilai pH nya rendah dan kurang dari tujuh. Hal ini sesuai dengan pernyataan **Said et al., 2019** bahwa air gambut memiliki warna cokelat hingga hitam pekat yang disebabkan oleh tingginya kandungan zat organik tumbuhan (bahan humus dan turunannya) yang berubah menjadi gambut, selain itu gambut memiliki nilai pH yang rendah (kurang dari tujuh) yang menyebabkan air terasa

asam karena berasal dari asam fulvat, humin dan asam humat. Ditambah lagi beberapa perairan yang ada di kota Palangka Raya adalah kawasan tanah gambut atau ekosistem rawa gambut yang memiliki nilai pH relatif rendah (**Oppusunggu et al., 2023**).

Pada kolam 1 dan 3 nilai pH lebih tinggi dari kolam 5 diduga karena pengaruh suhu yang tinggi pada kolam 1 dan 3 sehingga meningkat juga nilai derajat keasaman (pH) air kolam tanah gambut, hal ini sesuai dengan pernyataan **Yolanda, 2023** bahwa hubungan antara suhu dan pH adalah suhu dapat meningkatkan laju reaksi kimia dalam air termasuk reaksi asam dan basa, sehingga dengan meningkatnya suhu air maka pH air pun ikut meningkat.

Nilai derajat keasaman (pH) selama masa pengamatan pada ketiga kolam tanah gambut sebesar 4,04 dan dapat dilihat pada Tabel 9. Jika dihubungkan dengan keberadaan makroinvertebrata nilai pH tersebut, menunjukkan masih dalam batas toleran bagi makroinvertebrata. Ini karena kondisi perairan di Kalimantan Tengah secara umum bergambut dan masam dengan pH antara 2,6 hingga 6,7 (**Sulitiyarto, 2015**), sedangkan perairan dengan nilai pH <5 dan >8 masih terdapat makroinvertebrata seperti insekta dari ordo *Coleoptera*, *Plecoptera* dan *Tricoptera* (**Leatemia et al., 2016**).

b. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*)

Hasil pengukuran dan masa pengamatan oksigen terlarut selama penelitian yaitu;

kolam 1 berkisar antara 2,1-4,5 mg/L dan kolam 3 berkisar antara 2,3-2,8 mg/L sedangkan kolam 5 berkisar antara 2,2-3,8 mg/L. Nilai terendah oksigen terlarut ada pada kolam 3 dan diikuti kolam 5 sedangkan nilai tertinggi pada kolam 1 ini dapat dilihat pada Gambar 8. Rendahnya oksigen terlarut pada kolam 3 disebabkan oleh suhu dan kekeruhan pada kolam 3 yang tinggi membuat cahaya tidak dapat masuk ke dalam air untuk melakukan proses fotosintesis. Oksigen terlarut berbanding terbalik dengan suhu, ketika suhu meningkat maka oksigen terlarut akan turun atau berkurang dan ketika suhu menurun oksigen terlarut menjadi meningkat. Ini sama dengan pernyataan **Patty et al., 2020** bahwa kandungan oksigen terlarut dalam perairan dipengaruhi oleh kekeruhan, arus dan suhu, jika suhu air meningkat akan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dan sebaliknya semakin rendah suhu air mengakibatkan semakin tinggi oksigen terlarut yang berbahaya bagi kehidupan perairan.

Tingginya nilai oksigen terlarut pada kolam 1 diduga karena terjadi proses fotosintesis dari alga yang membuat air kolam menjadi warna hijau oleh sinar matahari sehingga menghasilkan oksigen terlarut. Ini sesuai dengan pernyataan **Sinaga dan Umar, 2017** bahwa alga dapat menghasilkan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) melalui proses fotosintesis dan dapat menjadi indikator penting untuk menentukan kualitas air berdasarkan perubahan kadar DO. Sedangkan pada kolam 5

diduga karena pengaruh dari tumbuhan air yang melepaskan oksigen terlarut ke dalam air pada saat fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pernyataan **Puspitaningrum et al., 2012** bahwa tumbuhan air sangat efektif untuk meningkatkan oksigen terlarut dalam air melalui proses fotosintesis, dimana tumbuhan air juga merupakan pengguna utama oksigen terlarut melalui respirasi.

Berdasarkan nilai oksigen terlarut selama masa pengamatan di kolam tanah gambut sebesar 2,92 mg/L dan dapat dilihat pada Tabel 10. Jika dihubungkan dengan keberadaan makroinvertebrata nilai oksigen terlarut pada masa pengamatan masih dapat untuk mendukung atau ditoleran oleh makroinvertebrata. Dimana nilai oksigen terlarut yang dibutuhkan hewan akuatik bervariasi dan tergantung tempat tinggalnya. Kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan di perairan minimal 1 mg/L dengan jenis hewan yang bisa bertahan seperti cacing dan kerang yang suka

hidup di daerah berlumpur, sedangkan untuk hewan akuatik seperti ikan, kepiting dan lainnya membutuhkan oksigen terlarut sebesar 3-6 mg/L (**Kangkan, 2006; Siswanto et al., 2021; Wulandari et al., 2021**).

Perbandingan Kualitas Air dengan Peraturan Pemerintah

Berdasarkan data hasil pengukuran dan analisa kualitas air kolam tanah gambut pada Tabel 2 yang apabila dibandingkan dengan peraturan pemerintah di Tabel 3 telah menunjukkan BMA masuk kelas IV. Hal ini dilihat dari nilai suhu 28,96 °C, pH 4,04 dan DO sebesar 2,92 mg/L, ini sesuai dengan pernyataan **BPBAT, (2014)** bahwa ada beberapa jenis biota perairan seperti ikan gabus haruan yang dapat bertoleransi dengan baik pada kisaran pH 4-7, suhu 26,8-32,5 °C, dan oksigen terlarut (DO) 0,2-8,6 mg/L. Nilai kualitas air fisika dan kimia pada kolam tanah gambut selama masa pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2 masih tergolong normal untuk mendukung kehidupan makroinvertebrata air, ini berdasarkan Per Gub Nomor 27 Tahun 2021 dan PP Nomor 22 Tahun 2021 karena lokasi penelitian merupakan air gambut yang sesuai dengan kondisi alamiahnya.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Hasil Parameter Kualitas Air Kolam Tanah Gambut dengan Ketentuan BMA Sesuai Per. Gub. Nomor 27 Tahun 2021 dan PP Nomor 22 Tahun 2021

Parameter kualitas air (satuan)	Perbandingan BMA								
	Nilai Rata-rata Kualitas Air Kolam Tanah Gambut	Per. Gub. Nomor 27 Tahun 2021				PP No. 22 Tahun 2021			
		Kelas							
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Suhu (°C)	28,96	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 5	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
Derajat keasaman (pH)	4,04	6-9	6-9	6-9	5-9	6-9	6-9	6-9	6-9
Oksigen terlarut/DO (mg/L)	2,92	6	4	3	0	6	4	3	1
Kedalaman (m)	0,94	*	*	*	*	*	*	*	*

Kekeruhan (NTU)	42,44	*	*	*	*	*	*	*	*
-----------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---

Sumber: Data Primer Tahun 2024 diolah dengan Membandingkan Hasil Analisa Kualitas Air dengan BMA menurut Per. Gub. Kalteng No 27 Tahun 2021 dan PP No 22 Tahun 2021

Keterangan:

* = Nilai parameter tersebut tidak dicantumkan dalam BMA

Tumbuhan Air

Tumbuhan air yang ditemukan selama masa pengamatan di kolam tanah gambut yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) dan rumput katak (*Limnobium* sp.). Ada tiga jenis tumbuhan air yang terdapat pada kolam 1 seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) dan rumput katak (*Limnobium* sp.). Di kolam 3 jenis tumbuhan yang ditemukan yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan rumput katak (*Limnobium* sp.) tumbuhan air pada kolam 3 lebih banyak dari kolam 1 dan di dominasi oleh eceng gondok. Sedangkan pada kolam 5 ditemukan hanya satu jenis tumbuhan air yang mendominasi yaitu kiambang (*Salvinia molesta*).

Analisis PCA Kualitas Air Terhadap Diversitas Makroinvertebrata

Berdasarkan Gambar 13 diatas terlihat adanya perbedaan variabel vektor dari 9 (sembilan) variabel pengubah yang tidak serupa atau berbeda karena panjang garis vektornya yang tidak sama. Kualitas air kedalaman memiliki vektor yang lebih panjang dari yang lain. Ini berarti kedalaman memiliki nilai yang besar dan relatif bervariasi dari 8 (delapan) variabel tersebut.

Bitplot PCA pada Gambar 7 menunjukkan nilai kepadatan tumbuhan air (NTA) dan keanekaragaman makroinvertebrata di tumbuhan air (HTA) hingga

kualitas air (kekeruhan dan dan pH) membentuk sudut sempit atau siku-siku 90° dengan arah yang sama, sehingga memiliki korelasi yang kuat atau positif. Ini berarti semakin tinggi nilai kualitas air pH dan kekeruhan maka nilai NTA dan HTA, akan ikut tinggi maupun sebaliknya jika nilai pH dan kekeruhan rendah maka nilai NTA dan HTA akan ikut rendah juga. Namun untuk keseragaman makroinvertebrata di tumbuhan air (ETA), dominasi di tumbuhan air (DTA) serta kualitas air (DO dan kedalaman) membentuk sudut tumpul atau berlawanan arah sehingga korelasinya negatif. Adapun vektor variabel kualitas air DO hampir berada di tengah-tengah yang berarti nilai DO mendekati dengan nilai rata-rata variabel lainnya.

KESIMPULAN

Diversitas makroinvertebrata pada kolam tanah gambut di tumbuhan air ditemukan 42 jenis makroinvertebrata yang berasal dari 3 phylum, 11 ordo dan 21 famili. Untuk jenis tumbuhan air yang ditemukan pada kolam tanah gambut yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) dan rumput katak (*Limnobium* sp.).

Nilai kualitas air parameter fisika dan kimia pada kolam tanah gambut selama masa masih tergolong normal untuk mendukung kehidupan makroinvertebrata air. Jika dibandingkan dengan BMA Per Gub Nomor 27 Tahun 2021 dan PP Nomor 22 Tahun 2021 kualitas air tersebut tergolong dalam kelas IV karena lokasi penelitian di kolam tanah

gambut sehingga kondisi air masih dipengaruhi oleh sifat alamiah air gambut

Diversitas makroinvertebrata seperti kepadatan termasuk dalam kategori melimpah karena banyak jenis yang ditemukan sedangkan untuk keanekaragaman dan keseragaman termasuk dalam kategori sedang dan dominasi mendekati 0 yang berarti tidak ada jenis makroinvertebrata yang mendominasi pada tanah kolam gambut.

Berdasarkan analisis PCA menunjukkan nilai kepadatan dan keanekaragaman makroinvertebrata hingga kualitas air (kekeruhan dan pH) membentuk sudut sempit atau siku-siku 90° dengan arah yang sama, sehingga memiliki korelasi yang kuat atau positif. Ini berarti semakin tinggi nilai kualitas air pH dan kekeruhan maka nilai kepadatan dan keanekaragaman akan ikut tinggi maupun sebaliknya jika nilai pH dan kekeruhan rendah maka nilai kepadatan dan keanekaragaman akan ikut rendah juga.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrilia, D., Yusrianti., Hakim, A., dan Amrullah. 2022. Struktur Komunitas Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Untuk Menentukan Status Kualitas Air di Sungai Candipari, Sidoarjo. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(1), 26-32.
- Akbar, J. 2021. Pakan Ikan Berbasis Bahan Baku Gulma Itik untuk Pembesaran Ikan Papuyu.
- Anis, C. A. 2022. Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Padi di Proyek Food Estate menggunakan Sistem Informasi Geospasial Studi Kasus: Daerah Irigasi Rawa Dadahup, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada.
- Astuti, L. P., dan Indriatmoko, I. 2018. Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 183-190.
- Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT). 2018. Bukit Keberadaan Lahan Gambut di Kalimantan Tengah. Artikel. (<https://bbpopt.tanamanpangan.pertanian.go.id>) (Verified 04 Mar. 2023; 10.30 am).
- Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Mandiangi. 2014. Naskah Akademik Ikan Gabus Haruan (*Channa striata* Bloch 1793) Hasil Domestikasi. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Basit, M., dan Annawaty. 2019. Pola Distribusi Keong Air Tawar *Melanoides Tuberculata* (Muller, 1774) di Danau Lindu, Sigi, Sulawesi Tengah. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 8(3), 198-202.
- Bendary, R. E., Goher, M. E., dan El-Shamy, A. S. 2023. Taxonomic and functional diversity of macroinvertebrates in sediment and macrophyte habitats: A case study, the Ibrahimia Canal, Nile River, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 49(2), 129-135.
- Chandra, Y. I., Sjafrina, F., dan Arnesia, P. D. 2024. Perancangan Alat Pengendali Pompa Air untuk Filtrasi Kejernihan Air Kolam Ikan Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 R1 Berbasis IoT. *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer dan Manajemen)*, 5(1), 116-130.
- Dilla, A. A., Threewasti, A., Efendi, D. S., Ramadhoni, M. I. W., Astutik, W., dan Ni'am, A. C. 2023. Analisis Kualitas Air Sungai Kalibokor,

- Kelurahan Bratajaya, Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya menggunakan Metode Biotilik. *Jurnal EnviScience (Environment Science)*, 7(1), 1-7.
- Ega, S. 2022. Identitas Struktur Lapisan Tanah pada Lahan Gambut dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger Studi Kasus: Desa Pandan Jaya Kecamatan Geragai Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Doctoral Dissertation, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
- Ibrahim, A., I. Imroatushshoolikhah, I., R. Lumban dan L. Lukman. 2020. Komunitas makroinvertebrata bentik di perairan Situ Cibuntu, Jawa Barat. *Depik*, 9(3), 501-509.
- Ibrahim, A., I. Imroatushshoolikhah, I., R. Lumban dan L. Lukman. 2020. Komunitas makroinvertebrata bentik di perairan Situ Cibuntu, Jawa Barat. *Depik*, 9(3), 501-509.
- Kangkan, A. L. 2006. Studi Penentuan Lokasi untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia dan Biologi Di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Karima Z. 2021. Chironomidae: Biology, Ecology and Systematics. <https://www.intechopen.com/chapters/74836#B69>. Verified May. 2024; 19.35 pm.
- Kathman and Brinkhurst. 1999. Guide to The Freshwater Oligochaetes of North America (revised version). Aquatic Resources Center, College Grove, USA.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers. University of British Columbia.
- Lenaini, I. 2021. Teknik Pengambilan Sampel Purposive dan Snowball Sampling. *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 6(1), 33-39.
- Lupitasari, D., Melina, M., dan Kusumaningtyas, V. A. 2020. Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(1), 33-38.
- Maharani, H. K. S., Firdausa, F. S., Arini, F. C., Nurhayati, P. A., dan Affandi, M. 2019. Komparasi Keberadaan Famili Chironomidae pada Coban Watu Ondo dan Aliran Air Panas Cangar. Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek) Ke-4.
- Merritt, R.W., and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to The Aquatic Insects of North America. Kendall Hunt.
- Muliadi, M., Zulfian, Z., dan Muhardi, M. 2019. Identifikasi Ketebalan Tanah Gambut Berdasarkan Nilai Resistivitas 3D: Studi Kasus Daerah Tempat Pembuangan Akhir Batu Layang Kota Pontianak. *Positron*, 9(2), 86-94.
- Nauli, S. B., dan Ilman, Z. 2023. Perancangan Alat Otomatis untuk Pakan Ikan dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Hias Berbasis IOT. *Sentri: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(9), 3759-3766.
- Notohadiprawiro, T., Maas, A., Amron, M., Sartohadi, J., Karolioneritas, V., Annisa, Y.W., Koesrini., Utami, S. N. H., Devangsari, I. M., Purwanto, H.B., Kusumawardani, N. P., dan Maimunah, M. A. 2022. Tantangan Pengembangan Sumberdaya Lahan Rawa dan Gambut. Buku. Deepublish. (<https://books.google.co.id>) (Verified 05 Mar. 2023; 15.30 pm).
- Nurhayati, N., Saputra, F., Asmara, A. P., dan Malahayati, M. 2021. Pengukuran Radiasi Kalor pada Beberapa Bohlam yang Berbeda Warna. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 80-85.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta, Indonesian.

- Oppusunggu, E. S., Najamuddin, A., Elvince, R., dan Wulandari, L. 2023. Struktur Komunitas Perifiton di Kanal Bakung Merang Kota Palangka Raya. *Journal of Tropical Fisheries*, 18(1), 30-39.
- Paminto, J., Fianti dan Yulianti I. 2021. Pengaruh Warna Permukaan Benda Terhadap Penyerapan Radiasi Matahari. *Jurnal Physics Communication*, p-ISSN 2528-5971 e-ISSN 2528-598X.
- Patty, S. I., Nurdiansah, D., dan Akbar, N. 2020. Sebaran Suhu, Salinitas, Kekeruhan dan Kecerahan di Perairan Laut Tumbak-Bentenan, Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(1).
- Pennack, R. W. 1978. *The Freshwater Invertebrates of the United States*, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York.
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., dan Wardoyo, S. E. 2018. Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural*, 8(1), 24-34.
- Puspitaningrum, M., Izzati, M., dan Haryanti, S. 2012. Produksi dan konsumsi oksigen terlarut oleh beberapa tumbuhan air. *Anatomi dan Fisiologi*, 20(1), 47-55.
- Putra, R. A., W. R. Melani dan A. Suryanti. 2020. Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Senggarang Besar Kota Tanjungpinang. *Jurnal Akuatiklestari*, 4(1), 20-27.
- Rahma, A., dan Zulfian, Z. 2020. Identifikasi Ketebalan Lapisan Tanah Gambut Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 3D Studi Kasus: Daerah Parit Haji Husin II Kecamatan Pontianak Tenggara Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 8(3), 221-228.
- Reyes-Maldonado, R., Marie, B., dan Ramírez, A. 2021. Rearing Methods and Life Cycle Characteristics of *Chironomus* sp. Florida (Chironomidae: diptera): a Rapid-Developing Species for Laboratory Studies. *Plos one*, 16(2), e0247382.
- Rimbawan, G. A., dan M. A. Nur. 2021. Nilai Kerugian Ekonomi Lingkungan Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut di Kota Banjarbaru. *JIEP: Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan*, 4(1), 25-39.
- Said, Y. M., Y. Achnopa., W. Zahar dan Y. G. Wibowo. 2019. Karakteristik Fisika dan Kimia Air Gambut Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 11 (2), 132-142.
- Sangau, P., Junardi dan D. W. Rousdy. 2019. Inventarisasi Makroinvertebrata Bentik di Sungai Mentuka Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 8 (3), 63-72.
- Sianipar, H. F., Sijabat, A., Sinaga, C. V. R., Sinaga, M. P., dan Barat, W. O. B. 2022. Identification of Phytochemical Compounds Aquatic Plants in Pematangsiantar. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1253-1258.
- Sianipar, H. F., Sijabat, A., Sinaga, C. V. R., Sinaga, M. P., dan Barat, W. O. B. 2022. Identification of Phytochemical Compounds Aquatic Plants in Pematangsiantar. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1253-1258.
- Sinaga, T. A., dan Umar, L. 2017. Pengukuran Oksigen Terlarut dari Fotosintesis Alga *Chlorella Vulgaris* dengan Biochip-G. *Indonesian Physics Communication*, 14(2), 1103-1108.
- Siswanto, S., Sofarini, D., dan Hanifa, M. S. 2021. Kajian Fisika Kimia Perairan Danau Bangkau Sebagai Dasar Pengembangan Budidaya Ikan. *Rekayasa*, 14(2), 245-251.
- Sudaryanti, S. 2022. Makroinvertebrata Bentik untuk Bioassessment Kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS). Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Sulistiyarto, B. 2015. Pengukuran Keanekaragaman Makrozoobenthos

- di Perairan Dataran Banjir Sungai Rungan Kalimantan Tengah Menggunakan Substrat Buatan dari Ijuk. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*, 4(2), 55-60.
- Suriadikarta, D. A. 2012. Teknologi pengelolaan lahan rawa berkelanjutan: Studi Kasus Kawasan EX PLG Kalimantan Tengah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(1).
- Tamara, R., T. A. Barus dan H. Wahyuningsih. 2022. Analisis Kualitas Air Danau Lut Tawar Kabupaten Aceh Tengah Aceh. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4) 4159-4167.
- Thorp and Covich. 1991. *Ecology and Classification of North America Freshwater Invertebrates*.
- Washko, S., Willby, N., dan Law, A. 2022. How Beavers Affect Riverine Aquatic Macroinvertebrates: a review. *PeerJ*, 10, e13180.
- Wijayanti, K. A. N., Murwantoko, M., dan Istiqomah, I. 2021. Struktur Komunitas Plankton pada Air Kolam Ikan Lele yang Berbeda Warna. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 45-54.
- Wulandari, L., Elisa, E., dan Buchar, T. 2021. Struktur Komunitas Jenis Makrozoobenthos di Sungai dan Beberapa Anak Sungai Kali Mangkatip Desa Dadahup Kabupaten Kapuas Kalimantan Tengah. *Journal of Tropical Fisheries*, 16(2), 116-124.
- Yolanda, Y. 2023. Analisa Pengaruh Suhu, Salinitas dan pH Terhadap Kualitas Air di Muara Perairan Belawan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 329-337.