

KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DAN KIJING TAIWAN (*Anodonta woodiana*) DI PERAIRAN SITU GEDE, BOGOR, JAWA BARAT

Ayu Ervinia*, Agustinus M Samosir, Dudi M Wildan, Ajeng AA Artalia

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University. *Email: ayuervinia@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Situ Gede terdiri dari dua kata yaitu setu (danau) dan gede (besar), terletak di Kelurahan Situ Gede, Bogor Barat, Kota Bogor yang mana merupakan kawasan wisata yang sekarang berkembang menjadi tempat ekowisata di Kota Bogor (Srihadi dan Rivaldo 2020). Situ Gede memiliki luas wilayah sebesar 6 Ha yang mana sangat berpotensi untuk ekowisata. Situ merupakan suatu tempat penampungan air yang terbentuk secara alami maupun buatan yang airnya bersumber dari tanah atau air permukaan sebagai suatu siklus hidrologis (Setiawan dan Batubara 2022). Marlisa *et al.* (2022) menyatakan bahwa banyaknya masukkan bahan pencemar ke perairan Situ Gede membuat tercemarnya Situ Gede. Parameter yang digunakan untuk mengukur banyaknya bahan pencemaran di perairan diantaranya BOD, DO, dan TSS. Aktivitas manusia menjadi faktor penyebab terjadinya pencemaran perairan seperti limbag industri, rumah tangga, peternakan, dan penambangan (Ali *et al.* 2021). Salah satu limbah yang dapat mencemari suatu perairan yaitu logam berat.

Logam berat dapat didefinisikan sebagai suatu bahan pencemar yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi organisme perairan. Salah satu contohnya yaitu dapat menyebabkan kematian pada ikan (Pratiwi 2020). Logam memiliki karakteristik yaitu sulit terdegradasi. Logam berat dapat terakumulasi oleh biota perairan seperti ikan dan kerang. Terdapat lima logam berat yang berbahaya diantaranya Pb dan Cd (As), Cadmium (Cd), timbal (Pb), merkuri (Hg) dan besi (Fe) (Budiastuti *et al.* 2016). Logam berat dapat bersumber dari kegiatan penambangan, peleburan logam, dan lahan pertanian yang menggunakan logam (Pratiwi 2020). Ada banyak biota air yang ditemukan di perairan Situ Gede, salah satu contohnya yaitu Ikan Nila dan Kijing Taiwan.

Ikan nila *Oreochromis niloticus* adalah salah satu komoditas ikan air tawar yang mudah dibudidayakan karena memiliki kemampuan adaptasi yang baik (Fauzia *et al.* 2020). Ikan nila termasuk ke dalam ikan introduksi yang didatangkan pada tahun 1969 dari Taiwan yang dilanjutkan dengan ikan nila merah NIFI 1984 dan ikan nila hitam chitralada tahun 1984. Ikan nila merupakan spesies invasif pada perairan hangat, sedangkan di daerah beriklim sedang ikan nila hanya mampu hidup pada suhu dingin dibawah 21 derajat celcius (Harrysu 2012) dalam (Andriyan 2018). Ikan nila memiliki habitat di air tawar, diantaranya sungai, danau, waduk, dan rawa-rawa dan dapat juga hidup di air payau dan air laut. Ikan nila berada pada urutan ketiga setelah udang dan salmon yang ditetapkan oleh Departemen Perikanan dan Akuakultur FAO (*Food and Agriculture Organization*) (Mujalifah *et al.* 2018).

Kijing taiwan *Anodonta woodiana* merupakan kerang air tawar dari famili Unionidae

kelas Bivalvia (Hamidah 2013). Kijing taiwan termasuk dalam biota introduksi yang masuk ke dalam perairan Indonesia pada tahun 1969 yang berasal dari Taiwan dan tidak sengaja terbawa dengan introduksi ikan nila. Kijing taiwan dapat hidup di danau, sungai, kolam dengan tipe perairan dengan substrat lumpur berpasir dan dangkal. Kijing dapat hidup pada suhu optimal dengan rentang 24–29 °C dan pH berkisar 6-7 (Padwa *et al.* 2015). Kijing memiliki peran sebagai *filter feeder* yang dapat menyaring air dan mampu bertahan hidup pada perairan tercemar, sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator suatu badan air (Putra *et al.* 2018). Kijing memiliki nilai ekonomis yang penting dan keberadaannya kini terancam punah sebesar 73% diantara hewan lain secara global (Tampa *et al.* 2014). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di perairan Situ Gede, Bogor, Jawa Barat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan ikan nila dan kijing dalam menyerap logam berat sebagai dasar pengelolaan biota sumberdaya perairan yang berkelanjutan di perairan Situ Gede.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2023 di perairan Situ Gede, Jawa Barat. Preparasi sampel ikan dan kijing dilakukan di Laboratorium Biologi Makro, sementara itu analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu sampel kijing taiwan dan ikan nila (Gambar 1), *chopper* berfungsi untuk menghaluskan daging sampel, timbangan digital berfungsi untuk menimbang bobot sampel, dan *hotplate* berfungsi untuk memanaskan sampel. Selain itu terdapat bahan lain yang digunakan, yaitu akuades, asam nitrat pekat (HNO_3) dan asam perklorat (HClO_4).



Gambar 1. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di perairan Situ Gede

Analisis Logam Berat

Sampel biota yang telah dihancurkan ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 300 ml dan diletakkan pada ruang asam. Sampel yang sudah kering dihaluskan dengan mortar dan ditimbang sebanyak 1 g dan ditambahkan asam nitrat pekat (HNO_3) sebanyak 5 ml, lalu dihomogenkan. Sampel dididihkan di atas *hotplate* hingga larut pada suhu 100°C selama 15 menit, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 2 ml jika larutan sudah berwarna kuning muda dan sampel didinginkan kembali. Larutan asam perklorat (HClO_4) ditambahkan sebanyak 2 ml pada sampel, lalu dihomogenkan. Larutan dipanaskan sampai muncul uap putih, kemudian larutan didinginkan kembali. Larutan disaring dengan menggunakan kertas saring $0,45 \mu\text{m}$ pada labu ukur 100 ml. Akuades ditambahkan sampai volume larutan menjadi 100 ml dan dihomogenkan. Sampel larutan diinjeksi ke alat *Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)* untuk diukur kandungan logam berat timbal (Pb)

Analisis Data

Analisis logam berat pada ikan nila dan kijing dihitung menggunakan rumus MWI (*Maximum Weekly Intake*), MTI (*Maximum Tolerable Intake*), dan BCF (Faktor Biokonsentrasi) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{MWI (mg)} = \text{Berat Badan}^a \times \text{PTWI}^b$$

Keterangan:

MWI : *Maximum Weekly Intake* (mg)*

PTWI : *Provisional Tolerable Weekly Intake*

a) Rata-rata orang dewasa Indonesia adalah 60 kg dan anak-anak adalah 15 kg

b) PTWI adalah angka toleransi batas maksimum per minggu yang dikeluarkan oleh Lembaga internasional (WHO dan FAO) dalam satuan mg/kg.

$$\text{MTI} = \text{MWI}/C_t$$

Keterangan:

MWI : *Maximum Weekly Intake* (mg)

C_t : Konsentrasi logam berat yang ditemukan didalam daging biota (mg/kg)

$\text{BCF} = \text{konsentrasi polutan pada tubuh organisme} / \text{konsentrasi polutan di air}$

Kategori nilai BCF adalah sebagai berikut:

$\text{BCF} > 1000$ tingkat akumulatif tinggi

$100 < \text{BCF} < 1000$ tingkat akumulatif sedang

$\text{BCF} < 100$ tingkat akumulatif rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat diketahui nilai kualitas air, MTI, MWI, *Safety Level*, dan BCF dari analisis logam berat timbal (Pb) dengan sampel yang digunakan yaitu kijing taiwan dan ikan nila.

Tabel 1 Parameter kualitas air perairan Situ Gede, Jawa Barat

No	Parameter	St. Inlet	St. Tengah	St. Outlet
1	Suhu	29,5	30	30
2	pH	5,5	5,5	5,5
3	DO	5,62	5,62	4,82
4	Warna	Hitam	Hijau	Hijau kecoklatan
5	Bau	Bau	Tidak	Tidak

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan nilai dari masing-masing bagian stasiun, yaitu inlet, tengah dan outlet yang berada di perairan Situ Gede. Hasil yang didapatkan yaitu parameter suhu yang terdapat di bagian inlet lebih rendah dibandingkan dengan bagian lainnya (tengah dan outlet) dengan nilai sebesar 29,5°C, sedangkan pada bagian tengah dan outlet suhunya bernilai sama yaitu 30°C. Nilai pH didapatkan sama pada ketiganya (inlet, tengah, dan outlet) sebesar 5,5. Nilai DO di bagian outlet didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan nilai di bagian inlet dan outlet yaitu 4,82 mg/L, sedangkan bagian lainnya (inlet dan tengah) memiliki nilai DO yang sama yaitu 5,62 mg/L. Warna air pada setiap bagian (inlet, tengah, dan outlet) menunjukkan perbedaan dengan warna berturut-turut yaitu hitam, hijau, dan hijau kecoklatan. Pada bagian inlet terdapat aroma bau, tetapi pada bagian outlet dan tengah tidak ada aroma bau.

Tabel 2 Nilai *Maximum Weekly Intake*

Jenis Logam Berat	Nilai MWI	
	Dewasa	Anak-anak
Pb	1,250	0,375

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*) didapatkan jenis logam Pb untuk orang dewasa sebesar 1,250 dan untuk pada anak-anak sebesar 0,375. Hasil tersebut didapatkan dari asumsi berat badan orang dewasa rata-rata sebesar 50 kg dan berat badan anak-anak rata-rata sebesar 15 kg per minggu.

Tabel 3 Nilai *Maximum Tolerable Intake* pada Kijing

Ulangan	Nilai MTI Logam Pb (Kg)	
	Dewasa	Anak-anak
1	0,0481	0,0144
2	0,0481	0,0144
3	0,0481	0,0144

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai MTI pada kijing dengan ulangan sebanyak tiga kali dan didapatkan hasil yang sama sebesar 0,0481 kg untuk orang dewasa, sedangkan untuk anak-anak didapatkan hasil sebesar 0,0144 kg. Hasil ini didapatkan dari nilai MWI dan konsentrasi logam berat yang ditemukan pada biota kijing.

Tabel 4 Nilai *Maximum Tolerable Intake* pada Ikan Nila

Ulangan	Nilai MTI Logam Pb (Kg)	
	Dewasa	Anak-anak
1	0,0625	0,0188
2	0,0568	0,0170

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai MTI pada Ikan Nila dengan ulangan sebanyak dua kali. Nilai MTI tertinggi untuk orang dewasa maupun anak-anak didapatkan pada ulangan pertama dengan nilai berturut-turut yaitu 0,0625 kg dan 0.0188 kg. Sementara itu, untuk nilai MTI terendah pada orang dewasa maupun anak-anak diperoleh dengan masing-masing nilai sebesar 0,0568 kg dan 0,0170 kg.

Tabel 5 Nilai *Safety Level* pada Kijing

Ukuran	Safety level per minggu (kg daging/minggu)	
	Dewasa	Anak-anak
MWI	1,2500	0,3750
MTI	0,0481	0,0144

Berdasarkan Tabel 5 Nilai *Safety Level* pada Kijing, tabel tersebut digunakan untuk menentukan seberapa banyak daging kijing dapat ditoleransi oleh tubuh manusia yang terdiri dari nilai MWI dan nilai MTI. Hasil analisis menunjukkan nilai *safety level* untuk orang dewasa (50 kg) sebesar 0,0481 kg daging/minggu dan untuk anak-anak (15 kg) memiliki *safety level* sebesar 0,0144 kg daging/minggu. Hasil analisis mengenai batas maksimum mengkonsumsi daging kijing didapatkan sebesar 1,2500 kg/minggu untuk orang dewasa sedangkan untuk anak-anak dapat mengkonsumsi daging kijing sebesar 0,3750 kg/minggu.

Tabel 6 Nilai *Safety Level* pada Ikan Nila

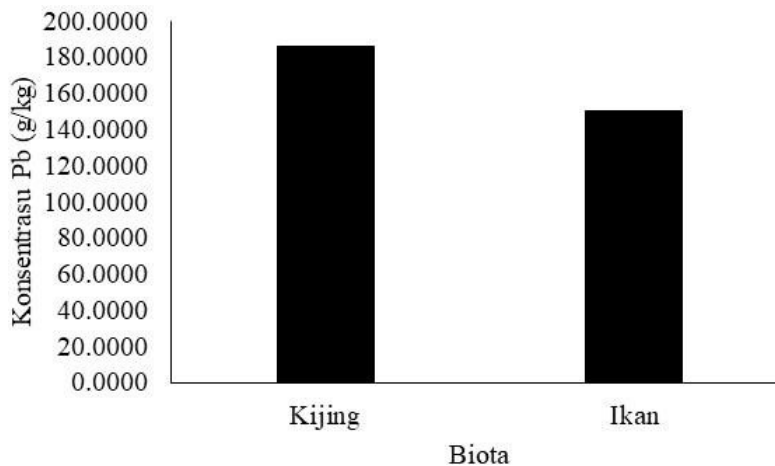
Ukuran	Safety level per minggu (kg daging/minggu)	
	Dewasa	Anak-anak
MWI	1,2500	0,3750
MTI	0,0013	0,0170

Berdasarkan Tabel 6 Nilai *Safety Level* pada Ikan Nila, tabel tersebut digunakan untuk menentukan seberapa banyak daging ikan nila dapat ditoleransi oleh tubuh manusia yang terdiri dari nilai MWI dan nilai MTI. Hasil analisis menunjukkan nilai *safety level* untuk orang dewasa (60 kg) sebesar 0,0013 kg daging/minggu dan untuk anak-anak (15 kg) memiliki *safety level* sebesar 0,0170 kg daging/minggu. Sementara itu, hasil analisis mengenai batas maksimum mengkonsumsi daging ikan nila didapatkan sebesar 1,2500 kg/minggu untuk orang dewasa, sedangkan untuk anak-anak dapat mengkonsumsi daging ikan nila sebesar 0,3750 kg/minggu.

Tabel 7 Faktor Biokonsentrasi Pb pada ikan nila dan kijing

Biota	BCF logam berat Pb
Ikan	185,7
Kijing	150,0

Tabel 7 menunjukkan hasil analisis nilai BCF pada biota ikan nila dan kijing yang dapat mengakumulasi logam berat. Hasil yang didapatkan yaitu nilai BCF pada ikan nila lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BCF pada kijing dengan nilai berturut-turut yaitu 185,7 dan 150,0.



Gambar 2 Konsentrasi logam berat Pb pada ikan nila dan kijing di perairan Situ Gede

Gambar 2 merupakan grafik perbandingan antara konsentrasi logam berat pada ikan nila dan kijing. Konsentrasi Pb pada kijing lebih besar dibandingkan dengan nilai konsentrasi timbal pada ikan nila. Nilai konsentrasi timbal pada kijing sebesar 185,7 g/kg dan ikan nila sebesar 150,0 g/kg.

Pembahasan

Situ Gede dengan kondisi perairan berwarna hijau kecoklatan dan memiliki aroma pada bagian inlet sedikit berbau. Hal ini menunjukkan bahwa perairan Situ Gede terindikasi adanya pencemaran. Kualitas air pada suatu perairan dapat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu biota perairan seperti mempengaruhi tingkat stress. Timbal didefinisikan sebagai suatu bahan logam yang memiliki sifat toksik dan dapat menyebabkan kerusakan pada tubuh organisme akuatik. Pb yang terdapat pada suatu biota akan bertambah dikarenakan logam memiliki sifat bioakumulatif pada jaringan hidup. Ikan dan kijing merupakan biota yang dapat digunakan untuk menganalisis kandungan logam berat (Manggara dan Prasongko 2015).

Parameter kualitas air dapat mempengaruhi banyaknya kadar logam berat pada suatu perairan. Parameter suhu dan salinitas di perairan dapat mempengaruhi terjadinya peningkatan logam berat dalam sedimen perairan. Selain itu, COD dan BOD juga dapat mempengaruhi peningkatan kadar logam di suatu perairan. Parameter pH dan DO tidak

berpengaruh terhadap peningkatan logam berat di perairan (Usman *et al.* 2015). Menurut Peraturan Pemerintah Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, air sampel dari perairan Situ Gede berada pada baku mutu kelas IV untuk nilai pH karena berada di bawah nilai 6-9. Baku mutu kelas IV artinya air yang berada pada Situ Gede tidak dapat digunakan untuk baku mutu air minum, rekreasi, budidaya perikanan, dan irigasi, sedangkan untuk DO berada pada baku mutu kelas II karena berada pada rentang nilai 4-6 mg/L. Baku mutu kelas II artinya perairan di Situ Gede dapat digunakan untuk prasarana rekreasi air dan budidaya.

Hasil analisis MWI yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai pada orang dewasa lebih besar dibandingkan nilai MWI pada anak-anak. Analisis MWI digunakan untuk mengetahui nilai maksimum bobot tubuh ikan nila dan kijing yang terkontaminasi logam berat. Adiningtyas *et al.* (2023) menyatakan bahwa ketika logam berat yang masuk ke dalam tubuh melebihi nilai maksimum dapat bersifat merusak tubuh biota. Konsentrasi logam Pb yang dapat menyebabkan kematian ketika masuk ke dalam tubuh jumlahnya sebesar 500 mg. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Manggara dan Prasongko 2015) yang menyatakan pada penelitiannya bahwa kadar logam Pb yang didapatkan sebesar $(0,4864 \pm 0,0493)$ mg/kg. Apabila mengkonsumsi ikan nila dan kijing melebihi batas maksimum nilai MWI maka dapat menyebabkan rusaknya saraf dan bersifat toksik bagi tubuh (Irawati *et al.* 2018).

Hasil analisis MTI yang didapatkan dengan dua kali ulangan pada biota ikan nila menunjukkan bahwa nilai MTI pada kijing lebih besar pada orang dewasa dengan berat rata-rata 50 kg dibandingkan dengan ikan. Pada anak-anak, nilai MTI menunjukkan lebih besar pada biota ikan. Analisis MTI digunakan sebagai batasan dalam mengkonsumsi ikan nila dan kijing. Apabila suatu biota memiliki nilai MTI yang kecil, maka biota tersebut tidak aman untuk dikonsumsi. Konsumsi ikan nila dan kijing yang memiliki nilai MTI logam berat Pb melebihi batas maksimum juga dapat menyebabkan gangguan fungsi otak, ginjal dan gangguan reproduksi (Mirawati *et al.* 2016).

Analisis BCF menunjukkan bahwa pada ikan nila dan kijing memiliki sifat akumulatif yang tergolong sedang karena nilai BCF yang didapatkan berada pada kisaran 100–1000. Kadar akumulasi pada biota kijing lebih besar dibandingkan dengan ikan nila. Artinya, biota kijing memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat yang lebih tinggi dibandingkan ikan nila. Analisis BCF digunakan untuk mengetahui kadar bahan kimia yang diserap oleh suatu biota perairan. Nilai BCF yang tinggi menandakan bahwa organisme tersebut dapat mengakumulasi logam berat yang tinggi. Apabila mengkonsumsi biota dengan tingkat akumulasi yang tinggi dapat menyebabkan toksik bagi tubuh (Hidayah *et al.* 2014).

SIMPULAN

Kualitas air perairan di Situ Gede sudah tercemar dengan kategori tercemar sedang yang dapat dilihat dari nilai parameter kualitas airnya. Terdapat batas maksimum nilai MWI, MTI, dan BCF untuk mengkonsumsi biota yang terdapat logam berat pada tubuhnya. Apabila mengkonsumsi ikan nila dan kijing yang melebihi batas maksimum akan menyebabkan toksik dalam tubuh. Kijing memiliki sifat akumulatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan nila. Nilai BCF menunjukkan bahwa kijing dan ikan nila memiliki sifat akumulatif dalam kategori sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali H, Khan E, Sajad MA. 2013 Phytoremediation of heavy-metals–concepts and applications. *Chemosphere*. 91(2013): 869-881.
- Adningtyas L, Supriyantini E, Widowati I, Saputri M. 2023. Konsentrasi Fe dan batas aman konsumsi kerang hijau (*Perna viridis*) dari perairan Tambak Lorok. *Buletin Oseanografi Marina*. 12(1):78-86.
- Andriyan MF, Rahmaningsih S, Firman U. 2018. Pengaruh salinitas terhadap tingkat kelangsungan hidup dan profil darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berkombinasi pakan dan buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*. 1(1):1-9.
- Arifin MY. 2016. Pertumbuhan dan survival rate ikan nila (*Oreochromis* sp.) strain merah dna strain hitam yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 16(1):159-166.
- Astari FD, Solichin A, Widyorini N. 2018. Analisis kelimpahan, pola distribusi, dan nisbah kelamin kerang kijing (*Anadonta woodiana*) di inlet dan outlet danau Rawapening Jawa Tengah. *Journal of Maquares*. 7(2):227-236.
- Budiastuti P, Rahardjo M, Dewanti NAY. 2016. Analisis pencemaran logam berat timbal di badan sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(5):119-124.
- Fauzia SR, Suseno SH. 2020. Resirkulasi air untuk optimalisasi kualitas air budidaya ikan nila nirwana (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2(5):887-892.
- Gunadi B, Setyawan P, Robisalmi A. 2021. Pertumbuhan, hubungan panjang-bobot, dan faktor kondisi ikan nila NIFI (*Oreochromis* sp.) dan srikandi (*Oreochromis aures x niloticus*) pada pembesaran di tambak bersalinitas tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 21(2):117-130.
- Hadinata FW, Inpurwanto, Rahayu S, Zurba N. 2021. Studi ekobiologi kerang jenis kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) di perairan Sambora, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*. 8(2):141- 152.
- Hamidah A. 2013. Pengaruh beberapa ukuran dan jenis ikan sebagai inang terhadap densitas penempelan glokidia kijing Taiwan (*Anodonta woodiana* Lea). *Biospecies*. 6(2): 46-50.
- Hidayah AM, Purwanto, Soeprbowati TR. 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Bening. *BIOMA*.16(1): 1-9.
- Irawati Y, Lumbanbatu DTF, Sulistiono. 2018. Logam berat kerang totok (*Geloina erosa*) di Timur Segara Anakan dan Barat Sungai Donan, Cilacap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 232-242.
- Manggara AB, Prangsoko ET. 2015. Analisis timbal (Pb) pada ikan nila merah (*Oreochromis* sp) keramba apung sungai Brantas Semampir Kediri. *Jurnal Wiyata*. 2(2):141-145.
- Marlisa DF, Sumiyati S, Sutrisno E. 2012. Potensi Fito-biofilm dalam penurunan kadar BOD dan COD pada limbah domestik dengan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) media biofilter sarang tawon (Studi kasus: Perumahan Graha Mukti,

- Tlogosari Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 1(1):1-12.
- Mujalifah, Santoso H, Laila S. 2018 Kajian morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam habitat air tawar dan payau. *E-Journal Ilmiah Biosaintropis*. 3(3):10-17.
- Padwa M., Kalesaran OJ, Lumenta C. 2019. Pertumbuhan Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dengan perbedaan substrat. *e-Journal Budidaya Perairan*. 3(1): 119-123.
- Putra RBDS, Andayani S, Ningsih HK, Arfiati D, Hertika AMS. 2018. The alteration tissue structure of digestive diverticulum of *Anodonta woodiana* induced by lead. *The Journal of Experimental Life Science*. 8(2):83-89.
- Purnama MF, Haslianti, Salwita, Admaja AK. 2019. Potensi sumberdaya kijing (*Anadonta woodiana*) di subDAS anak sungai Lahombuti Kabupaten KonaweSulawesi Tenggara. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 15(1):66-72.
- Pratiwi DY. 2020. Dampak pencemaran logam berat (timbal, tembaga, merkuri, cadmium, krom) terhadap organisme perairan dan kesehatan manusia. *Jurnal Akuatek*. 1(1):59-60.
- Saleh J, Budi S, Salam S. 2021. *Pengembangan Budidaya Ikan Nila*. Sulawesi: Pusaka Almeida.
- Setiawan AS, Batubara RP. 2022. Penerapan prinsip ekowisata di Situ Gede sebagai daya tarik wisata unggulan Kota Bogor. *Jurnal ALTASIA*. 4(2):45-51.
- Setyawan DGE, Hamzah SN. 2020. Pemberdayaan ekonomi masyarakat pesisir Danau Limboto melalui pengolahan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menjadi produk unggulan KKN-PPM. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 26(4):266-270
- Sibagariang DIS, Pratiwi IE, Saidah, Hafriliza A. 2020. Pola pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hasil budidaya masyarakat di Desa Bangun Sari Baru Kecamatan Tanjung Morawa. *Jurnal Jeumpa*. 7(2):443-449.
- Srihadi CV, Rivaldo A. 2020. Kajian ekowisata dan ekarifan lokal di kawasan Situ Gede Bogor. *JIPKES*. 1(2):53-70.
- Tampa AI, Lumenta C, Kalesaran OJ. 2014. Morfometrik kijing taiwan (*Anadonta woodiana*) di beberapa lokasi di Kabupaten Minahasa dan Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 2(2):48-54.
- Usman AF, Budimawan, Budi P. 2015. Kandungan logam berat Pb-Cd kualitas air di perairan Biringkassi, Bungoro, Pangkep. *Agrokompleks*. 4(9):103-107.
- Yanuardi F, Suprpto D, Djuwito. 2015. Kepadatan dan distribusi spasial kerang kijing (*Anodonta woodiana*) di sekitar inlet dan outlet perairan Rawapening. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 4(2):38-47.