

Ketahanan Ikan terhadap Penempelan Larva Glochidia Kerang Air Tawar dan Implikasinya terhadap Ekosistem Perairan

Rizka Wachida Arhab*¹, Junianto²

^{1,2} Universitas Padjadjaran, Indonesia

Email: ¹rizka21004@mail.unpad.ac.id, ²junianto@unpad.ac.id

Abstrak

Kerang air tawar berperan penting dalam ekosistem perairan sebagai penyaring dan bioindikator. Siklus hidup kerang melibatkan tahap larva glochidia yang bersifat parasit pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penempelan larva glochidia pada ikan inang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Metode penelitian menggunakan studi literatur. Hasil kajian menunjukkan bahwa penempelan larva glochidia dapat menyebabkan penurunan kondisi kesehatan ikan inang akibat pengambilan nutrisi dan kerusakan jaringan. Ketahanan ikan terhadap penempelan glochidia dipengaruhi oleh spesies ikan, kondisi kesehatan, mekanisme pertahanan imun, morfologi glochidia, dan kondisi lingkungan. Ikan dengan famili salmonidae memiliki ketahanan terhadap penempelan larva glochidia yang lebih kuat dibandingkan ikan dari famili Cyprinidae, Sepat, Lele dan Betutu. Jenis Ikan yang memiliki peluang tinggi untuk menjadi tempat penempelan larva glochidia adalah ikan sepat. Sedangkan ikan lele merupakan ikan yang memiliki peluang yang rendah terhadap penempelan larva glochidia. Pemahaman mengenai interaksi antara kerang dan ikan inang penting untuk pengelolaan ekosistem perairan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Ekosistem Perairan, Ikan Inang, Kerang Air Tawar, Larva Glochidia, Siklus Hidup

Abstract

Freshwater mussels play an important role in aquatic ecosystems as filters and bioindicators. The life cycle of mussels involves the glochidia larval stage which is parasitic on fish. This study aims to examine the effect of glochidia larvae attachment to host fish and the factors that influence it. The research method uses literature studies. The results of the study indicate that glochidia larvae attachment can cause a decline in the health condition of host fish due to nutrient uptake and tissue damage. Fish resistance to glochidia attachment is influenced by fish species, health conditions, immune defense mechanisms, glochidia morphology, and environmental conditions. Fish with the salmonidae family have stronger resistance to glochidia larvae attachment than fish from the Cyprinidae, Sepat, Lele and Betutu families. The type of fish that has a high chance of becoming a place for glochidia larvae attachment is sepat fish. While catfish is a fish that has a low chance of glochidia larvae attachment. Understanding the interaction between mussels and host fish is important for sustainable aquatic ecosystem management.

Keywords: Aquatic Ecosystem, Freshwater Mussels, Glochidia Larvae, Host Fish, Life Cycle.

1. PENDAHULUAN

Kerang air tawar merupakan biota akuatik yang berperan penting dalam dinamika tropik dan siklus energi dalam ekosistem perairan. Kerang dapat bertahan hidup dalam kondisi lingkungan perairan yang tercemar dan dapat memakan partikel, materi organik serta makhluk hidup yang tersuspensi di air (*filter feeder*), sehingga kerang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan perairan. Hal tersebut diperkuat dengan pembahasan yang ditulis oleh Supriatno dan Lelifajri (2009) bahwa kerang dapat digunakan sebagai indikator yang baik dalam memonitor suatu pencemaran lingkungan disebabkan oleh sifatnya menetap dalam suatu habitat tertentu. Kerang air tawar termasuk ke dalam makrozoobentos yang merupakan salah satu indikator biologi yang dapat dijadikan acuan dalam penilaian kualitas lingkungan di berbagai ekosistem perairan (Prihatin *et al.* 2021; Safitri *et al.* 2021; Rosdatina *et al.* 2019; Apriadi *et al.* 2020). Penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator didasari

atas perbedaan kemampuan makrozoobenthos dalam merespon perubahan beberapa parameter lingkungan.

Reproduksi kerang air tawar berlangsung secara internal (Bahtiar et al. 2023). Siklus hidup kerang air tawar diawali dari kerang jantan yang mengeluarkan spermanya ke kolom air dan selanjutnya akan tersaring ke dalam tubuh kerang betina untuk membuahi telur (Rahayu et al. 2009). Telur yang telah dibuahi berubah menjadi larva (glochidia) yang selanjutnya dierami dalam insang kerang betina sampai dilepaskan ke dalam kolom air (Labecka dan Domagala 2018; Jones et al., 2020). Selanjutnya sebelum kerang air tawar mencapai stadia dewasa, kerang menjadi parasit pada ikan inang tertentu sampai metamorfosis sempurna menjadi kerang dewasa muda (Lima et al. 2012).

Selama tahap perkembangan larva glochidia, tidak semua jenis ikan cocok sebagai inang karena perbedaan tingkat kekebalan tubuh antar spesies. Jika larva glochidia tidak menemukan inang yang sesuai, hal ini dapat mempengaruhi kelangsungan hidup larva kerang air tawar hingga dewasa. Ketahanan ikan terhadap penempelan larva glochidia merupakan isu penting, karena larva ini dapat menyebabkan masalah kesehatan pada ikan serta menghambat pertumbuhan dan reproduksi ikan. Tingkat resistensi ikan terhadap glochidia bervariasi antar spesies, yang dipengaruhi oleh mekanisme kekebalan bawaan dan adaptif. Oleh karena itu, penting untuk memahami dampak yang ditimbulkan saat ikan berperan sebagai inang bagi larva glochidia. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji ketahanan ikan terhadap penempelan larva glochidia serta implikasinya terhadap manajemen ekosistem perairan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi kepustakaan dengan mengumpulkan data dari penelitian terdahulu. Data yang didapatkan dikomparasikan untuk mengkaji ketahanan ikan terhadap penempelan larva glochidia serta implikasinya terhadap manajemen ekosistem perairan pada setiap jurnal. Menurut I Made dan Cahyaningrum (2020) teknik penelitian studi pustaka merupakan serangkaian tindakan ilmiah yang dilakukan dengan mengumpulkan sejumlah informasi yang relevan dengan subjek atau masalah yang akan dipelajari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase glochidia dikatakan menjadi fase kritis dalam siklus hidup kerang air tawar karena merupakan titik transisi dari tahap larva bebas menjadi tahap larva parasit yang harus beradaptasi dengan inang untuk bertahan hidup dan berkembang. Keberhasilan pada tahap ini sangat penting untuk kelangsungan hidup spesies kerang air tawar. Dalam keberlangsungan hidupnya larva glochidia akan mengalami tahap transisi menjadi parasit pada ikan, sehingga keadaan ikan yang dijadikan sebagai inang menjadi faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan larva glochidia. Larva glochidia yang telah lepas atau keluar dari induknya akan terbawa arus dan larva glochidia tersebut akan menempel pada ikan dengan cara mengaitkan kedua cangkangnya. Bila tidak mendapatkan ikan yang tepat sebagai inang serta fase perkembangan yang sesuai, maka kelangsungan hidup glochidia tersebut tidak berlangsung lama (Rahayu 2009).

Larva glochidia merupakan ektoparasit yang menempel pada tubuh ikan, sehingga mempengaruhi sistem imun ikan inang karena mengambil nutrisi ikan yang ditempelinya. Penempelan larva glochidia menimbulkan reaksi terhadap ikan dengan tubuhnya. Akibat penempelan larva kerang air tawar yang mengambil nutrisi dari ikan inang adalah sistem imun ikan menurun sehingga dapat menyebabkan kematian. Penempelan larva glochidia pada tubuh ikan biasanya terjadi selama $\pm 2-4$ hari, diawali dengan adanya proses penyemburan yang terjadi pada hari pertama sampai hari ketiga dan diakhiri oleh terlepasnya larva pada tubuh ikan inang tersebut. Glochidia yang bersifat pasif disebarkan oleh induknya akan terjatuh ke dasar perairan dan terbawa arus, bila ada ikan yang berenang di dekat dasar perairan, maka Glochidia akan menempel dan mengatupkan kedua keping cangkangnya pada sirip ikan atau permukaan tubuh ikan (Suwignyo et al. 2005).

Penelitian mengenai ketahanan ikan terhadap penempelan larva glochidia kerang air tawar menunjukkan adanya variasi dalam respons ikan terhadap infeksi glochidia. Hasil dari berbagai literatur menyebutkan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan ikan terhadap penempelan larva glochidia antara lain:

- a. **Spesies Ikan**
Ikan yang memiliki kemampuan imunitas bawaan lebih baik cenderung lebih tahan terhadap penempelan glochidia. Spesies tertentu, seperti ikan dari famili Cyprinidae, diketahui lebih rentan, sementara ikan dari famili Salmonidae menunjukkan resistensi lebih tinggi (Hamidah 2006).
- b. **Status Kesehatan Ikan**
Ikan yang sehat memiliki respons imun yang lebih baik dalam menolak penempelan larva glochidia. Sebaliknya, ikan yang sedang dalam kondisi stres atau sakit lebih mudah terkena infeksi (Pradella 2022).
- c. **Mekanisme Pertahanan Imunologi**
Respons imun ikan terhadap glochidia terdiri dari mekanisme imunitas bawaan dan adaptif. Respon imun bawaan biasanya berupa reaksi inflamasi yang dapat menghancurkan atau mengeliminasi glochidia sebelum berkembang lebih lanjut.
- d. **Morfologi dan Ukuran Glochidia**
Variasi ukuran dan bentuk glochidia juga memengaruhi tingkat keberhasilan mereka dalam menempel pada insang atau sirip ikan. Glochidia yang lebih kecil cenderung lebih mudah menempel dan bertahan pada ikan (Hamidah 2013).
- e. **Faktor Lingkungan**
Kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut, dan pH air memengaruhi kemampuan glochidia dalam menempel pada ikan. Dalam kondisi lingkungan yang tidak optimal, tingkat keberhasilan penempelan glochidia berkurang (Susilo 1981).
- f. **Adaptasi Spesifik Ikan**
Beberapa spesies ikan telah mengembangkan mekanisme pertahanan khusus, seperti produksi lendir yang lebih banyak di insang, yang menghambat penempelan glochidia.
Dalam penelitian Pradella (2022) menunjukkan hasil bahwa terdapat perubahan tingkah laku ikan mas dan nila akibat penempelan larva glochidia setelah 24 jam. Tingkah laku ini meliputi berenang pasif, nafsu makan yang menurun, ikan sering bergerak ke permukaan, feses menjadi lebih banyak, dan air pemeliharaan yang berubah menjadi keruh. Hal ini disebabkan oleh inang yang mengalami kelelahan akibat menurunnya sistem imun (Hamidah 2012). Berikut merupakan tabel yang menjelaskan dampak penempelan inang pada kelangsungan hidup ikan.

Tabel 1. Dampak penempelan larva glochidia pada ikan

Aspek	Dampak Penempelan Larva Glochidia
Gangguan Pernafasan	Penempelan larva glochidia dapat menyebabkan gangguan pernafasan karena larva menempel pada insang (Howerth dan Keller 2006)
Hiperplasia Insang	Epitel insang yang terinfestasi glochidia akan mengalami hiperplasia (Smith 2019)
Mukus Insang	Mukus insang dapat meningkat akibat penempelan glochidia (Williams dan Bunkley 1996)
Kista Parasit	Kista parasit di insang dapat mempersempit arteri lamella, menyebabkan aliran darah tersumbat (Smith 2019)
Kematian Ikan	Kebanyakan ikan akan mengalami kematian akibat kerusakan insang yang berat dikarenakan penempelan glochidia (Howerth dan Keller 2006)
Pengaruh pada Sistem Imun	Penempelan parasit mempengaruhi sistem imun ikan, membuat ikan lebih rentan terhadap infeksi jamur (Pradella 2022)
Pengaruh pada Pertumbuhan	Penempelan glochidia dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan, terutama pada ikan mas dan ikan nila (Pradella 2022)
Status Kesehatan Ikan	Penempelan larva glochidia mempengaruhi dinamika sistem imunitas non spesifik pada ikan, membuat ikan lebih rentan terhadap penyakit (Pradella 2022)

Cara hidup ikan inang berpengaruh terhadap nilai intensitas parasit dari larva glochidia. Seperti halnya ikan mas yang cara hidupnya menempati dasar perairan, ikan ini memiliki densitas penempelan yang tinggi terhadap larva glochidia dibandingkan dengan ikan lele. Meskipun ikan mas cenderung hidup di tengah perairan, tetapi dia memiliki sifat suka mengaduk-aduk dasar perairan sehingga banyak

larva glochidia yang menempel. Larva glochidia memiliki pergerakan yang sangat pasif, sehingga peluang menempelnya larva ini pada ikan inang yang memiliki pergerakan aktif lebih besar.

Selain ikan mas dan nila, ikan sepat merupakan ikan yang lebih cocok dan efektif digunakan sebagai ikan inang oleh larva glochidia (Hamida 2006). Ikan ini menghasilkan jumlah juvenil dari larva glochidia yang paling tinggi dibandingkan dengan ikan mas dan nila. Larva glochidia pada ikan sepat banyak menempel pada sirip dada ikan tersebut. Hal ini disebabkan oleh keadaan sirip dada yang relatif lebih lembut apabila dibandingkan dengan sirip lainnya. Berbeda dengan ikan sepat, pada ikan lele tidak ada satupun glochidia yang berhasil menjadi juvenil. Hal ini terjadi karena ikan lele lebih sering menolak penempelan glochidia, sehingga banyak larva glochidia yang terlepas dari tubuh ikan inang tersebut. Penolakan ini terjadi setelah proses pengkistaan yang terjadi dalam kurun waktu 2-36 jam setelah penempelan (Kat 1984).

Pada ikan betutu dalam penelitian Rohayah et al. (2021), ditemukan larva glochidia yang menginfeksi organ insang sebanyak 91.8%. Hal ini berkaitan dengan banyaknya pembuluh darah yang mengangkut nutrisi di dalam organ insang. Dalam darah juga terdapat hemoglobin yang dibutuhkan untuk keberlangsungan hidup larva glochidia karena hemoglobin mengandung banyak oksigen. Akibatnya, terjadi kerusakan pada insang yang berpengaruh pada sistem pernafasan ikan yang akhirnya mengganggu proses fisiologis ikan akibat penempelan larva glochidia (Irwandi et al., 2017).

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa ikan yang mampu merespons infeksi glochidia dengan cepat, melalui aktivasi sel-sel imun seperti makrofag dan neutrofil, lebih efektif dalam mengatasi parasit ini. Larva glochidia akan rusak akibat proses sitolisis dan jatuh prematur kira-kira dua hari setelah penempelan. Namun, ikan yang tidak memiliki respons imun yang baik, atau yang terpapar kondisi lingkungan yang buruk, cenderung lebih rentan terhadap infeksi. Akibatnya, larva glochidia yang menempel pada tubuh ikan inang akan dibungkus oleh lapisan lendir dan epitel inang kemudian membentuk kista. Selama periode penempelan ini, larva glochidia memperoleh makanan dari jaringan tubuh ikan inang dengan bantuan sel pagositik yang terdapat pada matel larvanya.

Tingginya densitas penempelan glochidia pada suatu jenis ikan tidak selalu menunjukkan bahwa ikan tersebut merupakan inang yang paling efektif dibandingkan inang lainnya. Dalam pengamatan berikutnya, ikan dengan jumlah penempelan glochidia terbanyak justru mengalami kematian. Penyebabnya adalah penghisapan darah yang signifikan selama periode penempelan, yang jika berlangsung terlalu lama dapat menyebabkan kematian pada ikan inang. Sedangkan, kematian glochidia dan kegagalan mereka berkembang menjadi juvenil disebabkan oleh penolakan dari ikan inang, yang memiliki tingkat kekebalan tinggi terhadap penempelan glochidia, sehingga banyak larva yang tidak berhasil menempel (Hamidah 2013).

Tabel 2. Perbedaan respon ikan terhadap penempelan larva glochidia

Jenis Ikan	Respons Terhadap Penempelan Larva Glochidia	Penjelasan
Ikan Mas	Rentan	Penempelan tinggi, terutama pada sirip dan insang. Mengalami penurunan nafsu makan, berenang pasif, dan feses meningkat (Pradella 2022).
Ikan Nila	Rentan	Mirip dengan ikan mas, mengalami penurunan kondisi kesehatan akibat penempelan glochidia (Pradella 2022).
Ikan Sepat	Cukup Rentan	Menjadi inang yang baik bagi glochidia, namun tidak seefektif ikan mas. Glochidia banyak menempel pada sirip dada (Hamidah 2006)
Ikan Lele	Tahan	Mampu menolak penempelan glochidia secara efektif, sehingga sedikit glochidia yang berhasil berkembang (Kat 1984).
Ikan Betutu	Rentan	Glochidia banyak menginfeksi insang, menyebabkan kerusakan pada sistem pernapasan (Rohayah et al. 2021).
Salmonidae	Tahan	Memiliki sistem imun yang kuat, mampu melawan infeksi glochidia dengan efektif (Hamidah 2006).

Kelembutan dan ketebalan sirip ikan memengaruhi densitas penempelan glochidia, karena semakin keras sirip inang, glochidia akan lebih sulit menempel, dan semakin tebal sirip, semakin kecil peluang bagi glochidia untuk melekat (Hamidah, 2005). Selain itu, posisi dan gerakan sirip saat ikan berenang juga berdampak pada tingkat penempelan glochidia. Semakin terbuka sirip saat berenang, semakin besar kemungkinan glochidia menempel. Arah gerakan glochidia yang berlawanan dengan arah renang ikan juga meningkatkan peluang glochidia untuk menempel. Berikut merupakan tabel yang menggambarkan perbedaan ketahanan ikan terhadap penempelan larva glochidia.

Kerang air tawar memiliki peran penting dalam ekosistem, terutama dalam menjaga kualitas air. Siklus hidup mereka yang melibatkan ikan sebagai inang glochidia menjadikan interaksi antara ikan dan kerang ini relevan bagi keseimbangan lingkungan perairan tawar. Sebagai upaya untuk mengurangi dampak negatif penempelan glochidia pada ikan, perlu dikembangkan strategi pengelolaan populasi ikan dan lingkungan perairan yang mendukung kesehatan ikan serta mengontrol populasi kerang. Hal ini bisa dilakukan dengan menjaga kualitas air dan memastikan keanekaragaman spesies ikan di habitat alami.

4. KESIMPULAN

Dampak penempelan larva glochidia pada ikan berupa perubahan tingkah laku yang terdiri dari berenang ikan yang pasif, nafsu makan yang menurun, ikan sering bergerak ke permukaan, feses menjadi lebih banyak, dan air pemeliharaan yang berubah menjadi keruh. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa ikan dengan famili Salmonidae memiliki ketahanan terhadap penempelan larva glochidia yang lebih kuat dibandingkan ikan dari famili Cyprinidae, Sepat, Lele dan Betutu. Jenis Ikan yang memiliki peluang tinggi untuk menjadi inang bagi larva glochidia adalah ikan sepat. Sedangkan ikan lele merupakan ikan yang memiliki peluang yang rendah terhadap penempelan larva glochidia, sehingga tidak ada satupun glochidia yang berhasil berkembang menjadi juvenil. Berdasarkan hal ini, pemahaman mendalam mengenai hubungan antara inang dan glochidia penting untuk mendukung konservasi ikan dan pengelolaan ekosistem air tawar yang sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksa, F. I., Utaya, S., Bachri, S. 2019. Geografi dalam Perspektif Filsafat Ilmu. *Majalah Geografi Indonesia*. Volume 33 (1):43-47.
- Apriadi T, Muzammil W, Melani WR, Safitri A. 2020. Struktur komunitas makrozoobenthos di aliran sungai di Senggarang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 9(1):119–130.
- Bahtiar, B., Purnama, M. F., Syalam, M. dan Munawarah, M. 2023. Seasonal Variation in the Reproduction of *Anodonta woodiana* in The Lahumbuti River, Konawe Regency, Southeast Sulawesi. *Jurnal Biologi Tropis*. 23(3): 115-126.
- Elman, M. M. 2020. Kerangka Epistemologi (Metode Rekonstruksi Pendidikan Agama Islam). *Rabbani: Jurnal Pendidikan Agama Islam*. Volume 1 (2):139-159.
- Erlin, Euis. 2018. Pandangan Aksiologi Terhadap Riset Dan Aplikasi Senjata Biologis. *Jurnal Filsafat Indonesia*. Vol. 1 (1). ISSN :2620-7982.
- Firman, H. 2019. *Modul Pengantar Filsafat Ilmu Pengetahuan Alam*. Sekolah Pasca Sarjana: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hamidah A. 2005. Pengaruh penggunaan berbagai jenis ikan sebagai inang terhadap kemampuan reproduksi larva glochidia planktonik kijing taiwan (*Anodonta woodiana* Lea). Seminar Nasional Research and Studies V. TPSDP Dirjen DIKTI. Yogyakarta, 16- 25 Juni 2005.
- Hamidah A. 2013. Pengaruh beberapa ukuran dan jenis ikan sebagai inang terhadap densitas penempelan glochidia kijing Taiwan (*Anodonta woodiana* Lea). *Jurnal Biospecies*. 6(2):46-50.
- Hamidah, A. 2006. Pengaruh penggunaan berbagai jenis ikan sebagai inang terhadap kelangsungan hidup glochidia kijing taiwan (*Anodonta woodiana* Lea). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 185-189.

- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J. dan Istiqomah, R. R. 2020. *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Issue April).
- Howerth, E.W. dan A.E. Keller. (2006) Experimentally Induced Glochidiosis in Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*). *Vet Pathol.* 43:1004-1007.
- I Made, I. dan Cahyaningrum, I. 2020. *Metodologi Penelitian Pendidikan*.
- Irwandi, Ari, H. Y. & Diah, W., 2017. Prevalensi dan Intensitas Ektoparasit pada Insang Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) di Keramba Apung Sungai Kapuas Desa Kapur Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*, 6(1), pp. 20-28.
- Jones, J. W., Henley, W. F., Timpano, A. J., Frimpong, E. dan Hallerman, E. M. 2020. Spawning and gravidity of the endangered freshwater mussel *Epioblasma capsaeformis* (Bivalvia: Unionidae) in captivity for production of glochidia. *Invertebrate Reproduction & Development*. 64(4): 312-325.
- Kat, P.W. 1984. Parasitisme and The Unionaceae (Bivalvia). *Biol Rev*: 189 – 207.
- Labecka, A. M. dan Domagala, J. 2018. Continuous reproduction of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1824) females: An invasive mussel species in a female-biased population. *Hydrobiologia*. 810: 57–76.
- Lima, P., Monteiro, S. M., Sousa, M. dan MacHado, J. 2012. A histological study of oogenesis in the freshwater mussel *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) in Mira Lagoon, Portugal. *Malacologia*. 55(2): 251-261.
- Pradella, B. 2022. Preferensi dan Efek Parasit Glochidia Kijing Taiwan *Anodonta woodiana* Lea Terhadap Status Kesehatan dan Pertumbuhan Ikan Inang. *Thesis*. IPB. Bogor.
- Prihatin N, Melani WR, Muzammil W. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas Perairan Kampung Baru, Desa Sebond Lagoi, Kabupaten Bintan. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*. 5(1):20–28.
- Rahayu, S.Y.S., Dedy, D.S., Ridwan, A. dan Wasmen, M. 2009. Ekobiologi Kerang Mutiara Air Tawar (*Anodonta woodiana*, Lea). *Omni Akuatika*. 27– 32.
- Rahmadani, E. Armanto, D. Safitri, E., dan Umami, R. 2021. Ontologi, Epistemologi, Aksiologi Dalam Pendidikan Karakter. *Journal of Science and Social Research*. Volume IV (3) : 307– 311.
- Rosdatina Y, Apriadi T, Melani W. R. 2019. Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas Perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*. 3(2):309–317.
- Safitri A, Melani WR, Muzammil W. 2021. Komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas air aliran sungai Senggarang, Kota Tanjungpinang. *Acta Aquatica*. 8(2):103–108.
- Smith, S.A. 2019. *Fish Disease and Medicine*. CRC Press: Boca Raton
- Supriatno dan Lelifajri. 2009. Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam Sampel Ikan dan Kerang Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol 7(1): 5-8.
- Susilo, S. B. 1981. Ketahanan Hidup dan lama periode parasit glochidia serta ukuran anak kijing pada umur dua bulan sebagai suatu aspek daur hidup dan reproduksi kijing taiwan.
- Suwigno, S., Widigdo, B., Wardianto, Y. dan Krisanti, M. 2005. *Avertebrata Air Jilid I*. Jakarta: Swadaya.
- Williams, E. H., Jr. dan L. Bunkley-Williams. 1996. *Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the western Atlantic*. Puerto Rico. Department of Natural and Environmental Resources, San Juan, PR, and the University of Puerto Rico, Mayaguez. 382 halaman
- Yulanda, V., Hamidah, A., & Sukmono, T. 2021. *Densitas Penempelan Larva Kijing Taiwan pada Berbagai jenis Ikan sebagai inang untuk Materi Praktikum Mata Kuliah Fisiologi Hewan (Anodonta woodiana Lea.)* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).