



Kontribusi Budidaya Keramba Jaring Apung terhadap Nilai Fosfor dan Nitrogen Pada Beberapa Waduk di Pulau Jawa

Contribution of Floating Net Cage Cultivation to Phosphorus and Nitrogen Values in Several Reservoirs in Java Island

Moh Indra Sindhu Prasetya^{1*}, Dewi Nugrayani¹, Ayu Putri Safitri¹, Maulita Abrilia²

Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Suparno, Karangwangkal, Purwokerto

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran 16 Ketawanggede, Lowokwaru, Kota Malang

*Corresponding Author: Indraasindhu@gmail.com

Diterima: 7 Oktober 2023, Disetujui: 29 Desember 2023

ABSTRAK

Kegiatan budidaya keramba jaring apung (KJA) telah memberikan dampak yang signifikan bagi masyarakat, terutama dalam hal penyediaan pangan, peningkatan lapangan kerja, dan pertumbuhan ekonomi di sekitarnya. Namun, perlu disadari bahwa KJA membawa dampak negatif yang dapat mempengaruhi kualitas perairan dan aktivitas Masyarakat. Artikel review ini bertujuan mengetahui kontribusi keramba jaring apung terhadap nilai fosfor dan nitrogen pada beberapa waduk pulau Jawa serta mengidentifikasi metode yang dapat mengurangi dampak negatifnya. Kegiatan KJA menyebabkan akumulasi fosfor dan nitrogen yang berlebihan di perairan waduk, yang berasal dari sisa pakan dan metabolisme ikan. Selain itu, populasi KJA yang melebihi daya tampung perairan waduk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap nilai fosfor dan nitrogen. Dampak dari akumulasi tersebut adalah meningkatnya potensi terjadinya eutrofikasi, yang dapat merusak ekosistem perairan dengan menyebabkan pertumbuhan alga dan tanaman air yang berlebihan serta penurunan kualitas perairan. Hal ini menjadi permasalahan serius yang dapat mengancam keberlanjutan budidaya perikanan di perairan waduk. Oleh karena itu, terdapat berbagai strategi yang dapat diimplementasikan, seperti penerapan regulasi yang lebih ketat terkait praktik KJA, edukasi terhadap para pembudidaya, serta kolaborasi aktif antar pemangku kepentingan (pentahelix).

Kata kunci: Eutrofikasi, Jawa, KJA, Waduk

ABSTRACT

Floating net cage (KJA) cultivation activities have had a significant impact on society, especially in terms of food provision, increased employment, and economic growth in the vicinity. However, it needs to be realised that KJA brings negative impacts that can affect water quality and community activities. This review article aims to determine the contribution of floating net cages to phosphorus and nitrogen values in several Java island reservoirs and identify methods that can reduce their negative impacts. KJA activities cause excessive accumulation of phosphorus and nitrogen in reservoir waters, originating from fish feed residues and metabolism. In addition, KJA populations that exceed the capacity of reservoir waters contribute significantly to phosphorus and nitrogen values. The impact of such accumulation is the increased potential for eutrophication, which can damage aquatic ecosystems by causing excessive growth of algae and aquatic plants and a decrease in water quality. This is a serious problem that can threaten the sustainability of aquaculture in reservoir waters. Therefore, there are various strategies that can be implemented, such as the implementation of stricter regulations

related to KJA practices, education of farmers, and active collaboration between stakeholders (pentahelix).

Keywords: *Eutrophication, Java, KJA, Reservoirs*

PENDAHULUAN

Waduk merupakan salah satu bentuk perairan menggenang (lentik) yang sengaja dibuat oleh manusia melalui pembendungan sungai. Waduk memiliki peran krusial dalam menunjang berbagai aspek kehidupan masyarakat sekitar, seperti menyediakan air minum, mendukung irigasi pertanian, pembangkit listrik, tempat rekreasi, budidaya perikanan, dan lain sebagainya (Wulandari et al., 2021). Waduk di berbagai daerah telah dikenal sebagai lokasi budidaya perikanan yang memiliki potensi cukup besar. Bahkan, praktik budidaya perikanan telah terbukti dapat menciptakan ketahanan pangan, lapangan kerja, menurunkan kemiskinan, serta pendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar waduk (Sadono et al., 2021).

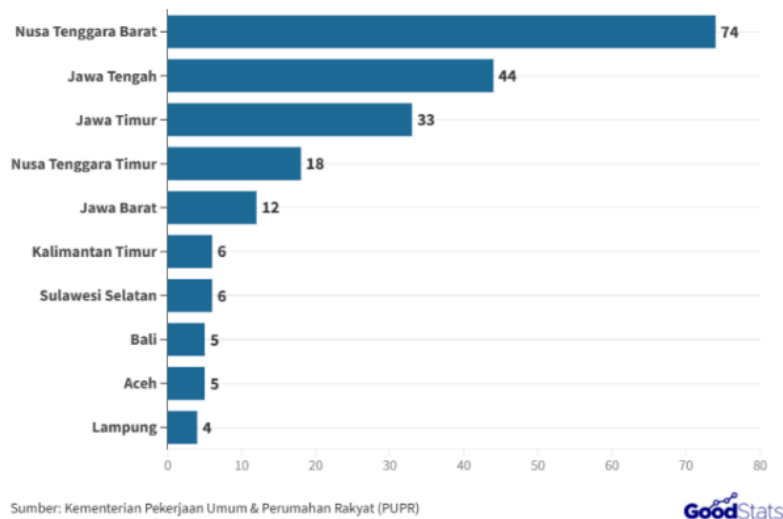
Kegiatan budidaya perikanan menggunakan keramba jaring apung (KJA) merupakan salah satu praktik yang terus berkembang secara signifikan. Pertumbuhan ini terutama didorong oleh permintaan ikan air tawar yang semakin tinggi (Adhar et al., 2021). Menurut Ardi (2013), hal tersebut dapat menyebabkan banyaknya KJA yang beroperasi, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya overpopulasi di badan perairan. Selain itu, upaya peningkatan produktivitas kegiatan budidaya ikan dengan metode KJA melalui penebaran dengan kepadatan yang tinggi sangat berpotensi menimbulkan penumpukan limbah bahan organik dari sisa pakan dan metabolisme. Maka dalam praktiknya, aspek yang perlu diperhatikan dengan serius dalam KJA adalah pengelolaan pakan yang baik, karena porsi pakan yang berlebihan dan sisa metabolisme budidaya intensif dapat menjadi ancaman dalam menurunnya kualitas perairan (Kendarto dan Nuryadin, 2021).

Hasil metabolisme seperti urine, feses, dan sisa pakan mengandung fosfor dan nitrogen. Ikan hanya dapat mengasimilasi sebagian kecil dari fosfor dan nitrogen yang diberikan, sementara sisanya akan mencemari perairan (Li et al., 2020). Nitrogen dan fosfor merupakan faktor utama yang menyumbang beban limbah dalam kegiatan KJA. Ketersediaan rasio nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam perairan menjadi faktor pembatas utama dalam perkembangan dan pertumbuhan fitoplankton (Chen et al., 2023). Menurut Adhar et al., (2022), peningkatan konsentrasi unsur hara terutama rasio N dan P dalam perairan dapat berdampak pada perubahan kualitas dan status trofik perairan. Perubahan status trofik perairan dianggap sebagai indikasi terjadinya proses eutrofikasi yang mempengaruhi komposisi kimia dan biologi perairan. Artikel review ini membahas tentang kontribusi keramba jaring apung terhadap nilai fosfor dan nitrogen pada beberapa waduk pulau Jawa serta mengidentifikasi metode yang dapat mengurangi dampak negatifnya. Hasil artikel review ini diharapkan akan memberikan pemahaman dalam meningkatkan pengelolaan budidaya perikanan di waduk pulau Jawa, sehingga dapat berkontribusi terhadap keberlanjutan ekosistem dan produktivitas perikanan.

ULASAN

Kondisi Beberapa Waduk di Pulau Jawa

Pulau Jawa merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia. Pulau Jawa terkenal dengan kekayaan alamnya yang melimpah, terutama sumber daya perairan yang banyak dialiri sungai-sungai besar. Keberlimpahan sungai ini memiliki potensi dalam pembangunan waduk yang memiliki



Gambar 1. Sebaran Bendungan Terbanyak di Indonesia (PUPR, 2022)

peran penting dalam mengatur aliran sungai, pasokan air, pembangkit listrik, dan irigasi pertanian. Ekosistem waduk di Pulau Jawa memiliki kompleksitas yang mencakup berbagai aspek, seperti keragaman organisme, siklus nutrisi, interaksi makanan, dan perubahan kualitas air (Erika *et al.*, 2018). Karakter geografis masing-masing waduk dapat mempengaruhi struktur yang ada di dalamnya seperti lokasi, ukuran, elevasi, bentuk, dan volume air yang dimiliki. Menurut data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2022), Pulau Jawa tercatat memiliki lebih dari 50 waduk yang berperan dalam menunjang kesejahteraan masyarakat sekitar. Oleh karena itu kualitas air dalam ekosistem ini menjadi elemen kunci yang harus diperhatikan. Parameter kualitas air seperti suhu, kekeruhan, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi nutrisi memiliki peran vital dalam memelihara keberlanjutan ekosistem di dalamnya (Asri *et al.*, 2023).

Karakter fisik dan biologis ekosistem waduk yang berbeda membentuk ciri khasnya masing-masing. Berbagai lapisan air, sumber pasokan air, hingga interaksi antar organisme sangat berperan dalam menyusun rantai makanan

dan mengendalikan siklus nutrisi yang penting untuk menjaga stabilitas ekosistem waduk tersebut. Berbagai waduk yang terkenal di Pulau Jawa adalah waduk Cirata, Sempor, Jatiluhur, Gajah Mungkur, Dharma, dan lain sebagainya.

Pemanfaatan waduk sebagai lokasi budidaya

Aktivitas budidaya perikanan merupakan salah satu upaya dalam optimalisasi pemanfaatan ekosistem waduk. Metode budidaya yang dapat dilakukan dalam hal ini yaitu sistem Keramba Jaring Tancap (KJT) dan Keramba Jaring Apung (KJA) (Novita *et al.*, 2022). Keramba jaring tancap memiliki keunggulan yaitu desain lebih mudah dan efisien dalam pembuatan, dana yang diperlukan tidak terlalu besar, dan tidak memerlukan tingkat kedalaman air yang terlalu dalam seperti keramba jaring apung (Wowor *et al.*, 2016). Sedangkan keramba jaring apung memiliki keunggulan antara lain padat tebar yang tinggi, pengendalian hama dan penyakit yang relatif mudah, serta fleksibel karena dapat dipindahkan ke lokasi lainnya. Tentu dilihat dari sisi keberlanjutan budidaya, Keramba Jaring Apung memang lebih efektif karena diletakkan di perairan dengan kedalaman minimal >5 m sehingga dapat

meminimalisir terjadinya penumpukan beban limbah dan memaksimalkan kegiatan budidaya. Penerapan KJA di kalangan pembudidaya semakin berkembang dan diminati karena permintaan pasar akan komoditas ikan air tawar kian meningkat (Adhar, 2021). Akan tetapi, perlu adanya penilaian kelayakan lahan untuk KJA yang bergantung pada beberapa karakteristik kualitas air perairan sebagai parameter penting. Metode penilaian ini menggunakan pendekatan pencocokan dengan fokus pada faktor-faktor pembatas.

Fosfor dan nitrogen merupakan dua unsur penting dalam ekosistem waduk yang berperan kritis dalam menjaga keseimbangan perairan. Senyawa nitrogen merupakan sumber nutrisi pertumbuhan fitoplankton sehingga menjadi indikator kesuburan di suatu perairan. Sedangkan fosfor adalah salah satu senyawa yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan

kehidupan organisme di perairan (Adawiah *et al.*, 2021). Menurut Sun *et al.* (2022), nitrogen dan fosfor menjadi faktor pembatas unsur hara dalam badan air perairan. Hal itu disebabkan karena unsur N dan P merupakan unsur yang dibutuhkan oleh fitoplankton dalam jumlah besar. Peningkatan kandungan fosfor dan nitrogen di dalam suatu waduk dapat berasal dari dalam dan luar ekosistem perairan itu sendiri. Berdasarkan sumber yang berasal dari dalam ekosistem, kandungan nitrogen dan fosfor bisa dari sisa dekomposisi bahan organik yang ada pada sedimen waduk (Adawiah *et al.*, 2021). Sedangkan sumber nitrogen dan fosfor dari luar ekosistem waduk yang paling umum adalah aktivitas perikanan berupa KJA (Heriyanto *et al.*, 2018), aktivitas pertanian, dan pemukiman yang berada di sekitar waduk.

Nitrogen dan fosfor terdapat dalam beberapa bentuk di perairan, salah

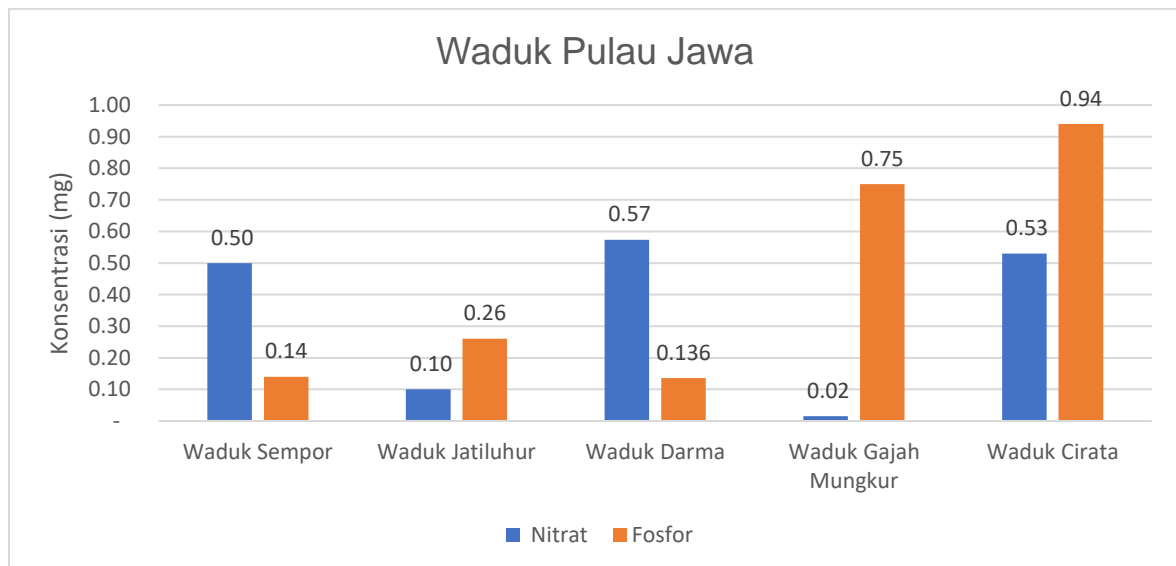
Tabel 1. Pembagian Status Trofik Berdasarkan Nilai N dan P (Sayekti *et al.*, 2015)

Status trofik	Penjelasan	Kadar Rata-Rata Total-N ($\mu\text{g/l}$)	Kadar Rata-Rata Total-P ($\mu\text{g/l}$)
Oligotrofik	Kandungan unsur hara masih rendah serta air belum tercemar dari sumber unsur hara N dan P	≤ 650	< 10
Mesotrofik	Kandungan unsur hara sedang. Adanya peningkatan kadar nitrogen dan fosfor namun masih dalam batas toleransi. Belum terindikasi adanya pencemaran air.	≤ 750	< 30
Eutrofik	Kandungan unsur hara berkadar tinggi. Air sudah tercemar dengan kandungan nitrogen dan fosfor.	≤ 1900	< 100
Hipereutrofik	Kandungan unsur hara berkadar sangat tinggi. Air di waduk telah tercemar berat oleh adanya peningkatan kadar nitrogen dan fosfor,	> 1900	≥ 100

satunya adalah nitrat dan fosfat. Terbentuknya nitrat di perairan dikarenakan oleh terjadinya proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat dalam kondisi aerob, sedangkan fosfat merupakan salah satu bentuk senyawa fosfor (Adawiah *et al.*, 2021). Tingginya jumlah nitrogen dan fosfor dalam perairan dapat mengganggu kualitas perairan, salah satunya yaitu menyebabkan adanya eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan peristiwa bertambahnya tingkat kesuburan perairan melalui peningkatan bahan organik atau nutrisi terutama berupa nitrogen dan fosfor. Kadar nitrogen dan fosfor yang tinggi di suatu waduk akan

(Gambar 1) menunjukkan bahwa setiap waduk memiliki kandungan yang beragam. Salah satu bentuk senyawa nitrogen di perairan yang merupakan hasil reaksi oksidasi sisa metabolisme ikan (Ammonia) menjadi nitrat dalam kondisi aerobik.

Berdasarkan gambar 1. didapatkan bahwa seluruh waduk memiliki nilai nitrat dan fosfor yang berbanding lurus dengan banyaknya kegiatan KJA di dalamnya. Nilai tertinggi terjadi pada waduk Cirata yang disebabkan oleh overpopulasi dan sistem budidaya intensif yang telah berlangsung dari tahun ke tahun. Hal ini menyebabkan limbah sisa pakan dan hasil metabolisme



Gambar 2. Kandungan Nitrat dan Fosfor Pada beberapa waduk di pulau jawa

mengakibatkan terpicunya pertumbuhan fitoplankton menjadi lebih banyak atau *blooming* yang berdampak buruk bagi perairan (Prayitno, 2019). Kesuburan suatu perairan dapat digolongkan berdasarkan kandungan N dan P, yaitu oligotrofik, mesotrofik, eutrofik, dan hipereutrofik (Sayekti *et al.*, 2015).

Implikasi Budidaya Perikanan Terhadap Nilai P/N

Beberapa waduk di Pulau Jawa dikenal sebagai sentra budidaya perikanan melalui praktik KJA. Kadar nitrogen dan fosfor di beberapa waduk Pulau Jawa

budidaya KJA berkontribusi besar terhadap persoalan tersebut. Pakan yang dimanfaatkan oleh ikan hanya 70% dan 30% lainnya dibuang ke perairan menjadi limbah (Pujiastuti *et al.*, 2021). Beban limbah budidaya perikanan akan terakumulasi dalam sedimen di dasar perairan dan terurai melalui proses dekomposisi menjadi senyawa nitrogen (NH_3 , NO_2 , NO_3) dan fosfor (PO_4) (Adawiah *et al.*, 2021). Selain itu, overpopulasi menjadi ancaman yang menyebabkan semakin tingginya limbah

budidaya perikanan (Kendarto dan Nuryadin, 2021).

Akumulasi fosfor dan nitrogen yang berlebihan di perairan waduk dapat memberikan dampak serius pada ekosistem. Konsentrasi nutrien yang tinggi dapat mengubah tingkat kesuburan perairan, memicu eutrofikasi, serta menghasilkan *blooming algae* dan tanaman air. Dampak dari eutrofikasi ini meliputi perubahan drastis dalam kadar oksigen terlarut, berkurangnya penetrasi cahaya, timbul bau yang tidak sedap, dan berbagai parameter kualitas air lainnya. Penurunan tersebut berdampak fatal pada berbagai organisme, termasuk ikan yang dibudidayakan pada keramba jaring apung itu sendiri. Selain itu, aktivitas masyarakat lainnya juga akan terhambat dalam memanfaatkan sumber daya perairan waduk sesuai dengan potensinya. Permasalahan ini menjadi tantangan serius dalam keberlanjutan budidaya perikanan di waduk secara berkelanjutan.

Strategi Pengelolaan KJA di Waduk yang Berkelanjutan

Perkembangan sektor perikanan budidaya melalui praktik KJA dalam waduk memerlukan strategi yang berkelanjutan. Permasalahan terkait peningkatan kesuburan perairan akibat beban limbah terutama nitrogen dan fosfor menjadi tantangan bagi praktik KJA kedepan. Dampak negatif ini dapat mengancam ekosistem perairan waduk sehingga tidak dapat dimanfaatkan kembali oleh masyarakat sekitar. Dalam menyelesaikan masalah ini, beberapa langkah dan upaya yang dapat diterapkan yaitu:

1. Regulasi yang lebih ketat dengan mempertimbangkan kapasitas waduk agar tidak terjadi overpopulasi KJA.
2. Edukasi pembudidaya KJA tentang efisiensi pemberian pakan,

termasuk peran teknologi di dalamnya.

3. Pemindahan lokasi KJA secara berkala dapat mengurangi dampak negatif dalam menghindari akumulasi beban limbah di satu titik dan memberikan kesempatan ekosistem untuk mencapai keseimbangannya (Junaidi, 2015).
4. Kerjasama pentahelix dengan melibatkan pemerintah, pelaku usaha, akademisi, Masyarakat, LSM lingkungan, dan akademisi dalam pengelolaan KJA.
5. Penebaran organisme pembersih yang sesuai ukuran dan jumlah yang tepat dapat membantu mengendalikan populasi fitoplankton yang berlebihan (Warsa *et al.*, 2018).
6. Penerapan SMART KJA dengan kolam penampung limbah dan sistem filtrasi fitoremediasi yang menjadi alternatif inovatif untuk budidaya yang ramah lingkungan (Warsa *et al.*, 2023).

Melalui berbagai strategi tersebut, maka diharapkan dapat menciptakan praktik KJA yang lebih berkelanjutan dan tetap menjaga kualitas perairan waduk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari artikel review dapat disimpulkan bahwa kegiatan budidaya keramba jaring apung di perairan waduk Pulau Jawa memberikan dampak terhadap nilai nitrogen dan fosfor. Hal tersebut disebabkan oleh overpopulasi KJA dan sistem budidaya intensifnya. Nilai fosfor dan nitrat (sebagai salah satu bentuk nitrogen di perairan) yang tertinggi didapatkan di Waduk Cirata sedangkan terendah didapatkan pada Waduk Jatiluhur. Pada Waduk Gajah Mungkur didominasi oleh tingginya nilai fosfor

sedangkan Waduk Sempor dan Darma didominasi oleh tingginya nilai nitrat. Nilai nitrogen dan fosfor yang tinggi mengakibatkan terjadinya eutrofikasi, blooming algae, dan penurunan kualitas perairan sehingga dapat menyebabkan ekosistem waduk menjadi terganggu. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi yang efektif dan berkelanjutan dalam mengurangi dampak tersebut, seperti edukasi terhadap pembudidaya, regulasi yang ketat, kolaborasi pentahelix yang melibatkan berbagai pihak, penebaran organisme pembersih yang terukur, serta penerapan teknologi inovatif melalui SMART KJA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan Artikel review ini merupakan hasil yang didasarkan pada tinjauan literatur dari beberapa artikel yang relevan dengan judul penelitian. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Ibu Ir. Sri Marnani, M.Si., yang telah menjadi pengampu mata kuliah Ekologi Perikanan, serta kepada Ibu Dewi Nugrayani, S.Pt., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas literatur ini. Dukungan, arahan, dan bimbingan beliau telah berkontribusi dalam penulisan tugas ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah, S. R. (2021). Analisis Kesuburan Perairan di Daerah Keramba Jaring Apung Berdasarkan Kandungan Unsur Hara (Nitrat dan Fosfat) di Waduk Ir. H. Djuanda Jatiluhur Purwakarta. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2).
<https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.90>
- Adhar, S., Rusydi, R., Mainisa, M., Erlangga, E., Khalil, M., & Ayuzar, E. (2021). Analisa Limbah Fosfor Kegiatan Keramba Jaring Apung di Danau Laut Tawar Aceh Tengah. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(3).
- Anas, P., Jubaedah, I., & Sudinno, D. (2017). Kualitas air dan beban limbah keramba jaring apung di waduk Jatiluhur Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 35-47.
<https://doi.org/10.33378/jppik.v11i1.84>
- Ardi, I. (2013). Budidaya ikan sistem keramba jaring apung guna menjaga keberlanjutan lingkungan perairan waduk cirata. *Media Akuakultur*, 8(1), 23-30.
<http://dx.doi.org/10.15578/ma.8.1.2013.23-29>
- Asri, H., Ardiansyah, M., & Bulotio, N. F. (2023). *Ekologi Perairan*. Get Press Indonesia.
- Chen, Y., Chen, J., Xia, R., Li, W., Zhang, Y., Zhang, K., Tong, S., Jia, R., Hu, Q., Wang, L., & Zhang, X. (2023). Phosphorus – The main limiting factor in riverine ecosystems in China. *Science of the Total Environment*, 870.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161613>
- Erika, R., Kurniawan, K., & Umroh, U. (2018). Keanekaragaman ikan di perairan sungai linggang, kabupaten belitung timur. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(2), 17-25.
- Kendarto, D. R., & Nuryadin, R. (2021). Analisis Kesesuaian Peruntukan Budidaya Perikanan dan Wisata Bahari Waduk Cirata Berdasarkan Kualitas Air Waduk. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 15(1), 1–8.
<https://doi.org/10.24198/jt.vol15n1.2>

- Heriyanto, H., Hasan, Z., Yustiati, A., & Nurruhwati, I. (2018). Dampak Budidaya Keramba Jaring Apung Terhadap Produktivitas Primer Di Perairan Waduk Darma Kabupaten Kuningan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* Vol. IX No, 27, 33.
- Junaidi, M. (2015). Laju sedimentasi dan dispersi limbah organik budidaya udang karang dalam keramba jaring apung di perairan teluk ekas provinsi nusa tenggara barat. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1), 287-297. http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt71
- Li, Y., Wang, L., Yan, Z., Chao, C., Yu, H., Yu, D., & Liu, C. (2020). Effectiveness of dredging on internal phosphorus loading in a typical aquacultural lake. *Science of the Total Environment*, 744. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140883>
- Novita, N., Adel, J. F., & Sari, R. Y. (2022). ANALISIS REVENUE COST RATIO DAN PAYBACK PERIOD USAHA KERAMBA JARING TANCAP (KJT) DESA PANGKIL KECAMATAN TELUK BINTAN KABUPATEN BINTAN. *Student Online Journal (SOJ) UMRAH-Ekonomi*, 3(1), 170-176.
- Pujiastuti, P., Putri, R. J., & Suseno, S. (2021). DETERMINATION OF THE TROPICAL STATUS OF FLOATING NET CAGE WATER BASED ON THE DISTRIBUTION OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND CHLOROPHYLL-A. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 7(2), 172–184. <https://doi.org/10.31289/biolink.v7i2.3902>
- Rahman, E. C., & Rizal, A. (2016). Kajian variabel kualitas air dan hubungannya dengan produktivitas primer fitoplankton di perairan waduk darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1).
- Sadono, D. T., AN, D., & Umar, Z. (2021). Analisis ekonomi budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) KJA waduk PLTA Koto Panjang. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.31258/dli.8.1.p.29-41>
- Sayekti, R. W., Yuliani, E., Bisri, M., Juwono, P. T., Prasetyorini, L., Sonia, F., & Putri, A. P. (2015). Studi evaluasi kualitas dan status trofik air Waduk Selorejo akibat erupsi Gunung Kelud untuk budidaya perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 6(1), 133-145.
- Sun, C., Wang, S., Wang, H., Hu, X., Yang, F., Tang, M., Zhang, M., & Zhong, J. (2022). Internal nitrogen and phosphorus loading in a seasonally stratified reservoir: Implications for eutrophication management of deep-water ecosystems. *Journal of Environmental Management*, 319. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115681>
- Warsa, A., Hariyadi, J., & Astuti, L. P. (2018). Mitigation of Phosphorus Loading from Aquaculture Activity by Milk Fish (*Chanos chanos*) Stocking at Cirata, Reservoir, West Java. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 259-266.
- Warsa, A., Sembiring, T., & Astuti, L. P. (2023). PRODUKTIVITAS DAN LAJU PERTUMBUHAN IKAN YANG DIPELIHARA PADA KOLAM KERAMBA JARING APUNG SMART DI WADUK JATILUHUR, PURWAKARTA, JAWA BARAT. *BERITA BIOLOGI*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v20i1.3991>

Wulandari, D. P., Trihayuningtyas, E., & Wulandari, W. (2021). PENGEMBANGAN WADUK JATILUHUR SEBAGAI KAWASAN WISATA TERPADU KABUPATEN PURWAKARTA. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 383–397. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2658>

Wowor, I. V., Pangemanan, J. F., & Lumenta, V. (2016). Analisis

Kelayakan Usaha Budi Daya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sistem Karamba Jaring Tancap di Desa Paslaten Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa. *AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 4(8).