

## RINGKASAN

Waduk Darma yang terletak di Kabupaten Kuningan menghadapi tekanan ekologis yang signifikan akibat pencemaran nutrisi dan ledakan pertumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Penelitian ini berhasil mengungkap dinamika kualitas air Waduk Darma yang menunjukkan perbedaan yang mencolok antara musim penghujan dan musim kemarau. Pada musim penghujan, teridentifikasi tingkat pencemaran yang tinggi, dengan konsentrasi Total Nitrogen (TN) mencapai 3,08 mg/L dan Total Fosfat (TP) sebesar 0,20 mg/L, melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Kondisi tersebut diperburuk oleh tingginya kadar BOD (9,90 mg/L) dan COD (24,50 mg/L), serta defisit oksigen terlarut (DO) sebesar 1,39 mg/L, sehingga kualitas air hanya memenuhi kriteria kelas IV.

Sebaliknya, pada musim kemarau terjadi perbaikan kualitas air, di mana sebagian besar parameter berada dalam kisaran kelas II hingga III. Namun demikian, kadar TP tetap tinggi, yaitu sebesar 0,39 mg/L, yang mengindikasikan keberlanjutan beban nutrisi di perairan.

Pertumbuhan eceng gondok di Waduk Darma menunjukkan pola musiman yang signifikan. Luas tutupan eceng gondok mencapai puncaknya pada musim penghujan sebesar 63,47 hektar (18,40% dari total luas genangan), dan menurun drastis pada musim kemarau menjadi 16,13 hektar (4,67%). Fluktuasi ini dipengaruhi oleh perbedaan ketersediaan nutrisi dan curah hujan antar musim. Temuan ini menekankan perlunya strategi pengelolaan yang adaptif dan spesifik musim untuk mengendalikan populasi eceng gondok.

Penelitian ini juga mengungkap mekanisme serapan nutrisi oleh eceng gondok yang bersifat musiman. Pada musim penghujan, meskipun biomassa eceng gondok menyerap TN dan TP dalam jumlah besar, efektivitas penurunan konsentrasi di perairan relatif rendah (3,04% untuk TN dan 7,14% untuk TP). Sebaliknya, pada musim kemarau, eceng gondok menunjukkan efektivitas tinggi dalam menurunkan TN (81,44%), namun justru melepaskan kembali TP ke perairan (-22,03%). Pola ini mengindikasikan bahwa peran eceng gondok sebagai agen fitoremediasi sangat bergantung pada kondisi hidrologis dan musim.

Berdasarkan dominasi parameter nutrisi, Waduk Darma tergolong dalam status trofik *hipereutrofik*, meskipun parameter kecerahan masih berada pada kategori *eutrofik*. Status ini mencerminkan adanya ketidakseimbangan ekosistem yang serius, dengan potensi dampak berupa penurunan keanekaragaman hayati, gangguan rantai makanan, dan risiko terjadinya kondisi anoksik secara periodik. Persistennya kadar fosfat yang tinggi sepanjang tahun menjadi perhatian utama dalam konteks proses eutrofikasi.

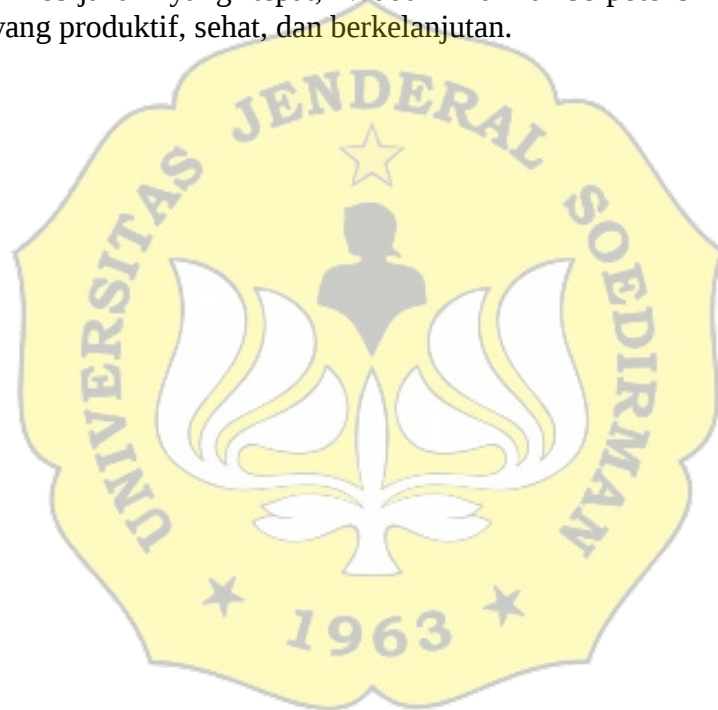
Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merekomendasikan pendekatan pengelolaan terpadu. Dalam hal pengendalian pencemaran, diperlukan regulasi yang lebih ketat terhadap limbah pertanian serta sistem pemantauan nutrisi yang berkelanjutan. Terkait pengelolaan eceng gondok, disarankan penerapan kalender panen musiman serta pemanfaatan biomassa untuk keperluan ekonomi sirkular. Pada skala ekosistem, perlu dilakukan introduksi spesies biofilter serta program revegetasi zona riparian guna mengembalikan keseimbangan ekologis secara alami.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada aspek temporal dan jenis parameter yang diamati. Oleh karena itu, disarankan dilakukan studi lanjutan dengan pemantauan multiyear serta pemodelan yang lebih komprehensif terhadap interaksi

hidrodinamika dan dinamika nutrien. Selain itu, kajian mengenai potensi ekonomi dari pemanfaatan biomassa eceng gondok perlu dikembangkan sebagai bagian dari strategi pengelolaan yang berkelanjutan.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pengelolaan Waduk Darma secara berkelanjutan. Implikasinya mencakup tiga aspek utama: (1) aspek ekologis, dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan; (2) aspek sosial-ekonomi, melalui pemanfaatan sumber daya secara produktif; dan (3) aspek kebijakan, dalam penyusunan regulasi pengelolaan kualitas air berbasis ekosistem dan musim.

Dominasi eceng gondok sebagai spesies invasif menuntut strategi restorasi yang holistik dan berkelanjutan. Solusi jangka panjang membutuhkan pendekatan terpadu yang mencakup pengendalian sumber pencemar di daerah tangkapan air, pemanfaatan teknologi seperti penginderaan jauh untuk pemantauan spasiotemporal, pengelolaan eceng gondok secara mekanis maupun ekologis, serta pelibatan aktif masyarakat lokal dalam upaya konservasi. Dengan adanya sinergi lintas sektor dan dukungan kebijakan yang tepat, Waduk Darma berpotensi menjadi ekosistem perairan yang produktif, sehat, dan berkelanjutan.



## SUMMARY

Darma Reservoir located in Kuningan Regency faces significant ecological pressure due to nutrient pollution and explosive growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). This study successfully revealed the dynamics of Darma Reservoir water quality which showed striking differences between the rainy and dry seasons. In the rainy season, high levels of pollution were identified, with Total Nitrogen (TN) concentrations reaching 3.08 mg/L and Total Phosphate (TP) of 0.20 mg/L, exceeding the quality standards stipulated in Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021. This condition was exacerbated by high levels of BOD (9.90 mg/L) and COD (24.50 mg/L), as well as a dissolved oxygen (DO) deficit of 1.39 mg/L, so that the water quality only met the criteria for class IV. On the other hand, in the dry season there was an improvement in water quality, where most parameters were in the range of class II to III. However, TP levels remained high, at 0.39 mg/L, indicating the sustainability of nutrient loads in the waters.

The growth of water hyacinth in the Darma Reservoir showed a significant seasonal pattern. The area of water hyacinth cover peaked in the rainy season at 63.47 hectares (18.40% of the total inundation area), and decreased drastically in the dry season to 16.13 hectares (4.67%). This fluctuation was influenced by differences in nutrient availability and rainfall between seasons. This finding emphasizes the need for adaptive and season-specific management strategies to control water hyacinth populations.

This study also revealed the mechanism of nutrient absorption by water hyacinth which is seasonal. In the rainy season, although water hyacinth biomass absorbs large amounts of TN and TP, the effectiveness of reducing concentrations in the waters is relatively low (3.04% for TN and 7.14% for TP). On the contrary, in the dry season, water hyacinth showed high effectiveness in reducing TN (81.44%), but instead released TP back into the water (-22.03%). This pattern indicates that the role of water hyacinth as a phytoremediation agent is highly dependent on hydrological and seasonal conditions.

Based on the dominance of nutrient parameters, Darma Reservoir is classified as a hypereutrophic trophic status, although the brightness parameters are still in the eutrophic category. This status reflects a serious ecosystem imbalance, with potential impacts in the form of decreased biodiversity, disruption of the food chain, and the risk of periodic anoxic conditions. The persistence of high phosphate levels throughout the year is a major concern in the context of the eutrophication process.

To address these problems, this study recommends an integrated management approach. In terms of pollution control, stricter regulations are needed for agricultural waste and a sustainable nutrient monitoring system. Regarding water hyacinth management, it is recommended to implement a seasonal harvest calendar and utilize biomass for circular economic purposes. At the ecosystem scale, it is necessary to introduce biofilter species and a riparian zone revegetation program to restore ecological balance naturally.

This study has limitations in terms of temporal aspects and types of parameters observed. Therefore, it is recommended to conduct further studies with multiyear monitoring and more comprehensive modeling of hydrodynamic interactions and nutrient dynamics. In addition, studies on the economic potential of

water hyacinth biomass utilization need to be developed as part of a sustainable management strategy.

Overall, the findings of this study provide a strong scientific basis for sustainable management of the Darma Reservoir. The implications include three main aspects: (1) ecological aspects, in maintaining the balance of the aquatic ecosystem; (2) socio-economic aspects, through productive use of resources; and (3) policy aspects, in the preparation of regulations for ecosystem and seasonal-based water quality management.

The dominance of water hyacinth as an invasive species requires a holistic and sustainable restoration strategy. Long-term solutions require an integrated approach that includes controlling pollution sources in the catchment area, utilizing technology such as remote sensing for spatiotemporal monitoring, mechanical and ecological management of water hyacinth, and active involvement of local communities in conservation efforts. With cross-sector synergy and appropriate policy support, Darma Reservoir has the potential to become a productive, healthy and sustainable aquatic ecosystem.

