

ARTIKEL ILMIAH



Pengolahan Fisik dan Biologis Tanaman Air Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Azolla (*Azolla* sp) sebagai Bahan Pakan Ikan: Sebuah Review

Physical and Biological Processing of Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*) and Azolla (*Azolla* sp) as a Fish Ingredient: A Riviw

Kiki Haetami¹, Hilda Arnessa¹, Romario Rahmat¹, Alwan Fadlan¹

Diterima: 1 Oktober 2024/ Disetujui: 25 Oktober 2024
© Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala 2024

Abstrak

Pemanfaatan gulma air terus dikaji seperti halnya pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan azolla (*Azolla* sp) yang merupakan tanaman air dengan keberadaannya yang sangat banyak dapat mengganggu ekosistem perairan. Eceng gondok memiliki kandungan protein berkisar 9,8–15,7% dan Azolla berkisar 9,54–28,12%. Sebagai golongan tanaman, eceng gondok termasuk tanaman dengan komponen serat kasar berkisar 16,8–24,6% demikian pula azolla dapat mencapai 23,06% yang melebihi batas maksimal serat kasar dan lignin yang dapat dimanfaatkan oleh ikan. Berdasarkan kelas bahan pakan, eceng gondok dan azolla dapat dijadikan sumber energi dan protein, apabila ditingkatkan kualitasnya dengan pengolahan fisik dan biologis. Proses fermentasi yang memudahkan nilai biologis tanaman air tersebut. Tujuan dari review ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai bagaimana cara pengolahan fisik dan biologis gulma air eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan azolla (*Azolla* sp) agar dapat dimanfaatkan untuk pakan ikan.

Kata Penting: Pertumbuhan ikan, gulma air, nutrisi

Abstract

The use of this water weed continues to be studied, as is the use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and azolla (*Azolla* sp), which are water plants whose very presence can disrupt aquatic ecosystems. Water hyacinth has a protein content ranging from 9.8–15.7% and Azolla ranging from 9.54–28.12%. As a group of plants, water hyacinth is a plant with a crude fiber component ranging from 16.8–24.6%, as well as azolla which can reach 23.06%, which exceeds the maximum limit for crude fiber and lignin in the class of energy and protein source feed ingredients. Utilization of these two aquatic plants can be increased by physical and biological processing, one of them. The fermentation process facilitates the biological value of these aquatic plants. The aim of this review is to provide an overview of how to physical and biological processing water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and azolla weeds (*Azolla* sp) so that they can be used as fish feed.

Keywords: Fish Growth, Water Weed, Nutrition

Penulis dan Surel Korespondensi:

✉ Kiki Haetami
kiki.haetami@gmail.com

1 Program Studi Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, 45363

ARTIKEL ILMIAH

Pendahuluan

Budidaya perikanan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan yang cukup dalam jumlah dan kualitasnya untuk mendukung hasil produksi yang maksimal. Pakan merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam keberhasilan kegiatan budidaya karena menentukan pertumbuhan dan perkembangan ikan. Pakan menjadikan salah satu faktor biaya terbesar karena bisa mencapai 75% biaya produksi atau biaya operasional (Yunaidi *et al.*, 2019). Mahalnya harga pelet disebabkan karena tingginya harga bahan baku yang masih impor sehingga berakibat pada tingginya harga pakan ikan (Zidni *et al.*, 2017). Harga pakan ikan yang terus meningkat tanpa disertai kenaikan harga jual ikan hasil budidaya adalah masalah utama bagi setiap pembudidaya ikan. Oleh karena itu, upaya pencarian pakan alternatif yakni pakan buatan yang murah serta mudah dijangkau terus dilakukan agar dapat mengurangi biaya produksi (Yanuar, 2017). Salah satu cara untuk meminimalkan biaya pakan adalah pemilihan bahan baku lokal yang potensial untuk dijadikan bahan baku pakan misalnya pemanfaatan gulma air eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan azolla (*Azolla* sp.).

Pemanfaatan eceng gondok dan azolla juga didasari oleh keresahan masyarakat dan tanaman jenis ini sering disebut sebagai gulma yang dapat mencemari lingkungan perairan (Basri, 2018). Menurut Halim (2010), pertumbuhan gulma air dapat mempercepat kehilangan air melalui evapotranspirasi, pendangkalan sungai, tersumbatnya aliran sungai bahkan dapat mengurangi produksi ikan di rawa-rawa ataupun di danau. Eceng gondok dan azolla merupakan salah satu jenis tanaman air yang pertumbuhannya sangat cepat sebesar 7,1% per tahun sehingga pertumbuhannya dapat mencapai 37,6 kali dalam 1 tahun (Ilmiawan *et al.*, 2016). Tanaman tersebut dapat menggandakan populasinya dalam 6-15 hari yang akan membentuk biomassa tebal di permukaan air, sehingga menyebabkan sedimentasi yang lebih cepat ketika tanaman mati dan terurai. Sehingga tanaman tersebut dapat menutupi hingga 50-80% permukaan danau atau sungai yang tercemar nutrisi tinggi dan akan mempercepat proses pendangkalan secara drastis.

Keunggulan tanaman air eceng gondok dan azolla yaitu dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti atau disebut sebagai pakan alternatif untuk budidaya perikanan sebagai pengganti pakan komersial. Hal ini dikarenakan eceng gondok dan azolla memiliki tingkat pertumbuhan dan produktivitas yang tinggi dan memiliki kandungan protein yang tinggi. Namun, disamping tingginya nilai protein, tanaman ini juga tinggi akan serat kasarnya.

Tingginya kandungan serat kasar merupakan faktor pembatas penyerapan nutrisi dalam tubuh ikan. Menurut Halver (1998), ikan kurang mampu mencerna serat kasar karena dalam usus ikan tidak terdapat mikroba yang dapat memproduksi enzim pendegradasi serat kasar (selulase). Menurut NRC (2011), kandungan serat kasar pada pakan ikan adalah < 8%. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan dalam pemanfaatannya agar ikan mudah mencerna pakan dan tidak mengandung zat anti-nutrisi. Tujuan dari review ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai bagaimana cara pengolahan fisik dan biologis gulma air eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan azolla (*Azolla* sp.) agar dapat dimanfaatkan untuk pakan ikan.

Bahan dan Metode

Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan melakukan studi review literatur pada berbagai jurnal penelitian dan mengkaji jurnal yang terkait penggunaan bahan lokal dalam pakan baik sebagai bahan pengganti maupun sebagai bahan tambahan dalam pakan untuk pertumbuhan dan kelulushidupan ikan. Selain itu, jurnal penelitian terkait pengolahan fisik dan biologis eceng gondok dan azolla sebagai bahan pakan ikan. Hasil penelusuran jurnal terkait

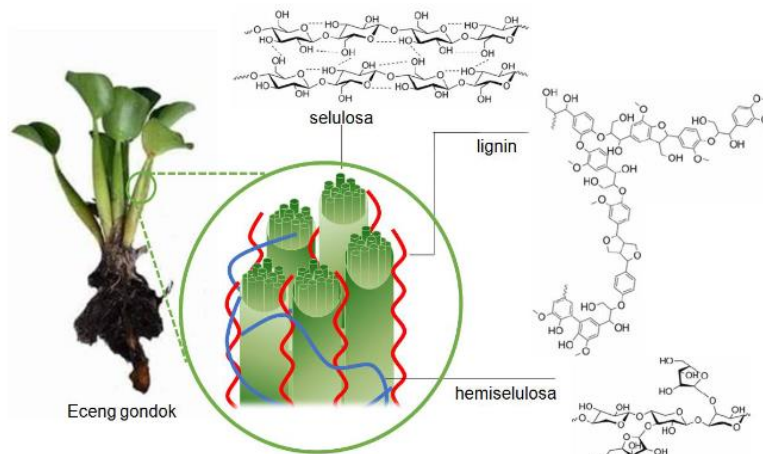
ARTIKEL ILMIAH

dilakukan pengelompokan sesuai topik dan diperoleh jurnal-jurnal sebagai acuan utama. Selanjutnya dilakukan analisis dan direview sesuai masing-masing subtopiknya.

Hasil

Pra-pengolahan

Pra-pengolahan bahan pakan ikan merupakan suatu cara atau teknik yang bertujuan untuk mengubah bahan hasil panen dari bentuk awal suatu bahan menjadi bentuk yang lebih mudah diolah (tepung) untuk tahapan berikutnya, seperti sebagai bahan penyusun ransum ikan atau ternak agar siap dikonsumsi. Dalam tahap pra-pengolahan ini dapat digunakan dengan metode pengolahan fisik dan pengolahan biologis. Metode pengolahan fisik merupakan metode mekanis yang sederhana dan murah, akan tetapi dengan menggunakan pengolahan fisik dalam pembuatan bahan pakan tanaman air tidak tepat. Hal ini dikarenakan pengolahan fisik tidak dapat menghilangkan serat kasar dalam tanaman air. Serat kasar seperti hemiselulosa, lignin dan selulosa, memiliki struktur yang sangat kuat dan sulit dipecah hanya melalui proses fisik seperti pemotongan, penggilingan, atau pengepresan. Meskipun pengolahan fisik dapat memperkecil ukuran partikel, serat kasar tersebut tetap utuh dan tidak terurai, sehingga masih sulit dicerna oleh ikan. Untuk mengurangi serat kasar, metode yang lebih efektif adalah dengan pengolahan biologis berupa fermentasi yang dapat memecah struktur kompleks serat kasar dan meningkatkan pencernaan bahan pakan bagi ikan.



Gambar 1. Ilustrasi kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa pada tanaman eceng
(Sumber: Pratama *et al.*, 2019)

Pengolahan secara biologis dikenal sebagai proses fermentasi non-alkoholis dengan menggunakan kemampuan bakteri asam laktat dan penambahan karbohidrat yang dapat berlangsung dalam keadaan anaerobik (Indriati, 1983). Menurut Edriani (2011), menyatakan bahwa teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan pencernaan protein, yaitu dengan cara fermentasi. Fermentasi merupakan kegiatan pengolahan bahan dengan menggunakan mikroorganisme sebagai pemeran utama dalam suatu proses. Prinsip kerja pada proses fermentasi, yaitu memecah bahan-bahan yang tidak dapat dicerna seperti selulosa, hemiselulosa menjadi gula sederhana yang mudah dicerna dengan bantuan mikroorganisme (Restiningtyas, 2015). Proses fermentasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan dan kualitas protein, mempertahankan nilai nutrisi selama penyimpanan, dan mengurangi zat anti nutrisi. Teknologi fermentasi memanfaatkan

ARTIKEL ILMIAH

mikroorganisme untuk pakan ikan dapat berupa probiotik (bakteri, jamur, khamir atau campurannya) (Handajani, 2007).

Komposisi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Pra-pengolahan dan setelah Pengolahan Fisik dan Biologis

Tanaman eceng gondok merupakan tanaman gulma yang perkembangannya sangat cepat. Eceng gondok memiliki banyak kelebihan yaitu mempunyai kandungan nutrisi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif ternak karena adanya kandungan pigmen/karotenoid terutama pigmen B-karotin, dan xantofil (Setiawan *et al.*, 2013). Namun pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan pakan mempunyai beberapa kelemahan antara lain: kadar airnya tinggi, teksturnya halus, mengandung banyak hemiselulosa, dan proteinnya sulit dicerna. Menurut Sotolu (2010), menyatakan bahwa eceng gondok mengandung bahan berserat atau dinding sel yang sangat tinggi, terutama selulosa tetapi eceng gondok sangat kaya asam amino, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan sebagai pakan ikan.

Kandungan nutrisi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pra-pengolahan dan setelah pengolahan fisik dan biologis seperti pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Komposisi Kimia Eceng Gondok Pengolahan Fisik dan Biologis

Parameter	Sebelum (%)	Fisik (%)	Biologis (%)	
			EM4	
			Sebelum	Hasil
Protein	9,8-15,7	7-12	15,7	17,99
Lemak	1,1-3,3	1-3	1-2	1-2
Serat Kasar	16,8-24,6	20-24	17,28	15,94
Karbohidrat	11,89	40-50	-	-
Abu	11,9-23,9	10-20	11,9-23,9	14-16
Air	11,27-40,44	5-10	11,27-40,44	5-7
Lignin	8-12	5-10	8-12	1,5-3
Hemiselulosa	20-35	15-35	20-35	10-15
Selulosa	25-35	20-35	25-35	15-25

Sumber: (Akinwande *et al.*, 2013), (Astuti, 2008), (Biswas *et al.*, 2021), (Hasan dan Chakrabarti, 2009), (Laboratorium Penguji LP-562-IDN BPPMHP, 2018), (Suleiman *et al.*, 2020) (Susanti *et al.*, 2013).

Komposisi Azolla (*Azolla* sp) Pra-pengolahan dan setelah Pengolahan Fisik dan Biologis

Azolla merupakan salah satu jenis bahan pakan yang jarang dipakai namun kandungan proteinnya cukup tinggi, serta mudah didapat, tanaman tersebut hidup di daerah rawa-rawa, persawahan atau daerah dengan aliran air yang tergenang. Azolla dapat memperbanyak diri menjadi dua kali lipat dalam waktu 2 – 3 hari (Haetami dan Sastrawibawa, 2005). Tanaman Azolla memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dengan komposisi asam amino esensial yang lengkap (Handajani, 2000). Namun tepung azolla sebagai bahan baku pakan juga memiliki kelemahan antara lain memiliki zat anti nutrisi berupa *Neutral Detergent Fiber* (NDF), *Acid Detergent Fiber* (ADF), dan tanin serta kandungan serat kasar cukup tinggi (Handajani 2006).

ARTIKEL ILMIAH

Kandungan nutrisi azolla (*Azolla* sp) pra-pengolahan dan setelah pengolahan fisik dan biologis seperti pada Tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Komposisi Kimia Azolla Pengolahan Fisik dan Biologis

Parameter	Sebelum (%)	Fisik (%)	Biologis (%) <i>Aspergillus niger</i>	
			Sebelum	Hasil
Protein	19,54-28,12	20-30	19,93	24,96
Lemak	4	3-6	3	4
Serat Kasar	23,06-26,73	10-15	26,73	8,92
Abu	10,89	10-20	10,89	14,93
BETN	23,06-38,44	38,44	38,44	47,17
Air	11,27-40,44	5-10	85-95	60-70
Lignin	10-30	5-15	10-30	3-7
Hemiselulosa	20-35	15-30	20-35	15-25
Selulosa	35-50	30-50	35-50	10-20

Sumber: (Handajani, 2006), (Hasan dan Chakrabarti, 2009), (Sarmah *et al.*, 2010), (Satia, 2022), (Lumpkin dan Plucknet, 1982).

Pemanfaatan Fermentasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) memiliki manfaat dalam budidaya perikanan, salah satunya adalah untuk formulasi pakan sebagai pengganti pakan alternatif. Sebagaimana pada Tabel 3 di bawah ini merupakan aplikasi pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) secara pengolahan biologis (fermentasi) pada formulasi pakan dalam budidaya perikanan :

Tabel 3. Pemanfaatan fermentasi eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Penulis dan Tahun	Organisme	Pemanfaatan atau Dosis	Hasil
(Hasmirayanti <i>et al.</i> , 2022)	Benih Ikan Nila	Tepung 30%, 40%, 50%	40% tepung eceng gondok hasil pengolahan fisik menghasilkan bobot mutlak 3,32 g, rasio konversi pakan 0,41, dan kelangsungan hidup berkisar antara 50-52%.
(Hernayanti <i>et al.</i> , 2024)	Benih Ikan Nila	P1 (Kontrol) P2 (<i>Trichoderma</i> sp.) P3 (<i>Rizopus</i> sp.) P4 (<i>Lactobacillus</i> sp.)	Fermentasi menggunakan <i>Lactobacillus</i> sp. mutlak 2.659 g, pertumbuhan harian 0.089 g, panjang mutlak 1.685 cm, panjang harian 0.056 cm, rasio konversi pakan 2.385%, dan tingkat kelangsungan hidup 84.444%.
(Widaryati, 2023)	Ikan Nila	0%, 25%, 30%	30% terbaik dengan pertumbuhan berat ikan nila sebesar 54,3 dan konversi pakan sebesar 1,1.

ARTIKEL ILMIAH

(Kurniawan <i>et al.</i> , 2022)	Ikan Baung	0%, 10%, 20%, 30%, 40%	Perlakuan 30% terbaik dengan nilai efisiensi pakan 46,64%, retensi protein 18,73%, laju pertumbuhan spesifik 3,85%, dan kelulushidupan 99- 100%.
(Widyastuti <i>et al.</i> , 2012)	Ikan Nila	0%, 5%, 10%, 15%	Perlakuan terbaik dengan konsentrasi 5% menghasilkan konversi pakan terbaik dengan nilai 1,750.

Pemanfaatan Fermentasi Azolla (*Azolla* sp)

Azolla (*Azolla* sp) memiliki manfaat dalam budidaya perikanan, salah satunya adalah untuk formulasi pakan sebagai pengganti pakan alternatif. Sebagaimana pada Tabel 4 di bawah ini merupakan aplikasi pemanfaatan azolla (*Azolla* sp) secara pengolahan biologis (fermentasi) pada formulasi pakan dalam budidaya perikanan:

Tabel 4. Pemanfaatan fermentasi azolla (*Azolla* sp)

Penulis dan Tahun	Organisme	Pemanfaatan atau Dosis	Hasil
(Darmianawati 2021)	Ikan Nila Merah	30%	Perlakuan terbaik dengan penambahan 67% pakan komersil + 30% tepung <i>Azolla</i> + 3 gram perekat dengan nilai rata-rata mencapai 5,43 g dengan tingkat kelangsungan hidup 100%.
(Virnanto <i>et al.</i> , 2016)	Ikan Gurame	0%, 10%,15%, 20%, 25%	Perlakuan 20% terbaik dengan nilai rata-rata <i>Relative Growth Rate</i> (RGR) mencapai 0,80%/hari dan nilai efisiensi pemberian pakan 45,96.
(Ahadana <i>et al.</i> , 2015)	Ikan Baung	0%, 10%,15%, 20%, 25%	Perlakuan P2 substitusi tepung kedelai dengan tepung <i>azolla</i> (85% : 15%) menunjukan hasil terbaik dengan nilai pencernaan 64,16%, efisiensi pakan 42,35%, retensi protein 38,19%, dan laju pertumbuhan spesifik 3,16%.
(Wahyuni <i>et al.</i> , 2017)	Ikan Nila	1ml/L,2ml/L,3ml/L, 4ml/L	Perlakuan terbaik dengan pemberian dosis 4ml/L <i>Azolla microphylla</i> fermentasi untuk parameter pertumbuhan dengan nilai panjang mutlak 0,22 cm, bobot mutlak 0,0201 gr, dan <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) 7,1916%/hari.
(Wicaksono <i>et al.</i> , 2018)	Ikan Bandeng	0%, 10%, 20%, 30%, 40%	Perlakuan terbaik dengan pemberian <i>Azolla pinnata</i> sebesar 40% dengan pertumbuhan panjang 1,29 cm dan pertumbuhan bobot 2.27 gr selama 40 hari.

Pembahasan

Komponen serat kasar dan lignin pada gulma air eceng gondok dan *azolla* dapat dikurangi dengan pengolahan biologis secara fermentasi. Hal ini sependapat menurut Edriani (2011),

ARTIKEL ILMIAH

menyatakan bahwa teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan pencernaan protein, yaitu dengan cara fermentasi. Fermentasi merupakan kegiatan pengolahan bahan dengan menggunakan mikroorganisme sebagai pemeran utama dalam suatu proses. Fermentasi dalam pengolahan gulma air eceng gondok dan azolla seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya dapat meningkatkan protein dan menurunkan serat kasar, lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Dalam penelitian Susanti *et al.*, (2020) kandungan kimia eceng gondok sebelum di fermentasi dengan EM4 protein sebesar 15,7% dan setelah di fermentasi mengalami peningkatan sebesar 17,99% dan menurunkan serat kasar 17,28% menjadi 15,94%. Sedangkan dalam pengolahan fisik kandungan protein hanya 7-12% dan serat kasarnya 20-24%. Pengolahan biologis juga dapat menurunkan kandungan lignin 1,5-3%, hemiselulosa 10-15%, dan selulosa 15-25% (Biswas *et al.*, 2021). Sedangkan kandungan kimia azolla setelah fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan protein dari 19,93% menjadi 24,96% dan menurunkan serat kasar 26,73% menjadi 8,92% (Susanti *et al.*, 2022). Sedangkan dalam pengolahan fisik kandungan protein hanya 20-30% dan serat kasarnya 10-20%. Pengolahan biologis azolla juga dapat menurunkan kandungan lignin 3-7%, hemiselulosa 15-25%, dan selulosa 10-20% (Safiuddin 2011).

Kesimpulan

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan azolla (*Azolla* sp) cara fermentasi menurunkan serat kasar eceng gondok dari 17,28% menjadi 15,94% dan azolla dari 26,73% menjadi 8,92%. Sehingga ikan mudah mencerna makanannya. Selain itu, proses fermentasi dapat meningkatkan kandungan dan kualitas protein eceng gondok dari 15,7% menjadi 17,99%, dan azolla dari 19,93% menjadi 24,96%, mempertahankan nilai nutrisi selama penyimpanan, dan mengurangi zat anti nutrisi. Bahan tersebut dengan proses fermentasi terbukti dapat meningkatkan berat badan ikan dan dapat dijadikan sebagai pakan alternatif pengganti pakan komersil (*pellet komersil*) yang terus mengalami kenaikan. Oleh karena itu, pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan azolla (*Azolla* sp) dapat menjadi solusi dalam permasalahan biaya produksi budidaya dan dapat memanfaatkan gulma air yang mengganggu ekosistem perairan.

Daftar Pustaka

- Ahadana, R., Suharman, I., & Adelina, A. (2015). *Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla (Azolla microphylla) Terfermentasi pada Pakan untuk Memacu Pertumbuhan Benih Ikan Baung (Hemibagrus Nemurus)* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Akinwande, Mako, dan Babayemii. (2013). Biomass Yield, Chemical Composition and The Feed Potential of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*, Mart.Solms-Laubach) in Nigeria. *International Journal of AgriScience*. 3(8): 659-666.
- Astuti, R.D. (2008). *Analisis Kandungan Nutrisi pada Eceng Gondok*. Institut Peratabian Bogor. Bogor. 18 hlm.
- Basri, M. H. (2018). Kajian Nutrisi Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Difermentasi dengan EM-4 dan Potensinya sebagai Pakan Unggas. *Skripsi*. Mataram: Fakultas Peternakan Universitas Mataram.
- Becerra, M., Mao, H., and Bloom, B. (1990). *Potential of Azolla as a Livestock Feed and Wastewater Treatment*. *Aquatic Weeds*, 143-150.
- Biswas, S., Abdelhamid, A. M., & Eleraky, W. (2021). The resource utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) and its challenges. *MDPI Resources*, 10(1), 57-74.

ARTIKEL ILMIAH

- Darmianawati, D. (2021). Penggunaan Tepung *Azolla* sp sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). Arwana: *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 3(1), 10-15.
- Fitarani, N., Hidayat, S., Lubis, S. H., & Syaputra, T. A. (2018). Pemanfaatan Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Pembuatan Pakan Ikan. *Jurnal Kelitbangan Pengembangan dan Inovasi Iptek*. Kabupaten Pringsewu, 3(2), 110-116.
- Haetami dan Sastrawibawa, (2005). Evaluasi Kecernaan Tepung *Azolla* dalam Ransum Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Bionatura*, 7 (3) : 225 – 233.
- Halim. (2010). *Pengelolaan Gulma : Biologi, Klassifikasi, dan Pengendaliannya*. Unpad Press. 129 hlm.
- Halver, J.E. (1989). *Fish Nutrition. Second Edition*. Academy Press Inc, New York.
- Handajani, H. (2006). Optimalisasi Substitusi Tepung *Azolla* Terfermentasi pada Pakan Ikan untuk Meningkatkan Produksi Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2) : 177-181.
- Hasan, M.R., and Chakrabarti, R. (2009). *Use of Algae and Aquatic Macrophytes as Feed in Small-Scale Aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper.
- Hasmirayanti, Putra, A, E., dan Widiastuti, I, M. (2022). Penggunaan Eceng Gondok (*Echinornia crassipes*) Terfermentasi sebagai Bahan Baku Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah AgriSains*. Universitas Tadulako.
- Hernayanti, L., Sumahiradewi, L, G., Liliyanti, M, A., dan Tarmizi, A. (2024). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Bahan Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Pendidikan, Sosial dan Sains*. Universitas 45 Mataram.
- Ilmiawan, D. F., Carnawi., Anwaristiawan, D., Varantika, N., Anisa, R. D., & Kharis, M. (2016). Analisis Dinamik Model Predator-Prey pada Penyebaran Grass Carp Fish sebagai Biokontrol Populasi Eceng Gondok di Perairan Rawapening. *Journal of Creativity Students*, 1(1), 1-7.
- Kurniawan, R., Suharman, I., dan Adelina. (2022). Pemanfaatan Tepung Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Difermentasi Menggunakan Cairan Rumen Sapi terhadap Pertumbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*. Universitas Riau.
- Lisi, W. (2020). Evaluasi Tepung Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Difermentasi Cairan Rumen dalam Pakan terhadap FCR, Efisiensi Pakan, Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Skripsi*. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah.
- Lumpkin, T.A and D.L. Plucknet. (1982). *Azolla a green manure: Use and Management in Crop Production*. Westview Tropical Agriculture Series.
- Muskita, W.H. 2012. Substitusi Tepung Bungkil Kedele, *Glycine max*, dengan tepung bungkil biji kapuk, *Ceiba petandra*, dalam Pakan Juvenil Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*: Kajian histologi, enzimatik dan komposisi asam lemak. *Disertasi*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- NRC (National Research Council). (2011). *Proteins and Amino Acids. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 57-101.
- Pratama, J. H., Rohmah, R. L., Amalia, A.M dan Saraswati, T. E. (2019). Isolasi Mikroselulosa dari Limbah Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Metode Bleaching-Alkalinasi. *Jurnal Penelitian Kimia*. Vol 15 (2). Hal 239-250.
- Safiuddin, Md. D. (2011). Fermented *Azolla* as Supplementary Feed for Broiler Production. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 40(1-2), 28-35
- Sarmah, R., Bora, S.S., dan Baruah, K.K. (2010). Nutritional Evaluation of *Azolla* (*Azolla pinnata*) as Livestock Feed. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 27(4), 374-378.

ARTIKEL ILMIAH

- Satia, A. (2022). *Kualitas Nutrisi Azolla microphylla yang Difermentasi dengan Aspergillus niger pada Level yang Berbeda*. (Doctoral dissertation, UIN Sultan Syarif Kasim Riau).
- Setiawan, A. S., L.D. Mahfudz., dan Sumarsono. (2013). Efisiensi Penggunaan Protein Itik Penggiling Jantan Yang Diberi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Fermentasi Dalam Ransum. *Tesis*. Agromedia, Vol. 31. No. 2 Semarang. Hlm 10.
- Sotolu, A.O. (2010). Digestibility Value and Nutrient Utilization of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Meal as Plant Protein Supplement in the Diet of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Juveniles. *American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science*. 9(5): 539-544.
- Sreenivasan, A., and Bhat, J. V. (1965). Fermentation of Aquatic Plants as Feed Supplement for Fish and Livestock. *Indian Journal of Animal Sciences*, 35(2), 203-208.
- Suleiman, M., Khadija, A. Y., Nasiru, Y., Garba, A. A., Alhassan, M., & Bello, H. J. (2020). Proximate, minerals and anti-nutritional composition of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Earthline Journal of Chemical Sciences*, 3(1), 51-59.
- Susanti, A., Widodo, A., dan Dewi, A.K. (2013). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Bahan Pakan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(1), 12-19.
- Virnanto, L. A., Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2016). Pemanfaatan Tepung Hasil Fermentasi Azolla (*Azolla microphylla*) sebagai Campuran Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1), 1-7.
- Wahyuni, F. S., Dewiyanti, I., & Hasri, I. (2017). Pengayaan Daphnia magna Dengan Dosis Azolla microphylla Fermentasi Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 2(2).
- Wicaksono, A., Muhammad, F., Hidayat, J. W., & Suryanto, D. (2018). Pengaruh Komposisi Azolla pinnata Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forsskal*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(2), 113-122.
- Widaryati, R. (2023). Pertumbuhan dan Konversi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Kolam Tanah Politeknik Seruyan. *Jurnal Belida Indonesia Vol 3 no 2*. Program Studi D-3 Budidaya Ikan. Politeknik Seruyan.
- Widyastuti, E., Sukanto, dan Rukayah, S. (2012). *Upaya Konservasi Waduk Panglima Besar Soedirman Banjarnegara dengan Pemanfaatan Eceng Gondok untuk Pakan Ikan*. Prosiding Seminar Nasional. Purwokerto.
- Yanuar, V. (2017). *Pengaruh Pemberian Jenis Pakan yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dan Kualitas Air di Akuarium Pemeliharaan*. Ziraah Majalah Ilmiah Pertanian, 42(2), 91-99.
- Yunaidi, Rahmanta, A.P. dan Wibowo, A. (2019). Aplikasi pakan pelet buatan untuk peningkatan produktivitas budidaya ikan air tawar di desa Jerukagung Srumbung Magelang. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), pp. 45-54. <https://doi.org/10.12928/jp.v3i1.621>.
- Zidni, I., Iskandar, Y. Andriani. (2017). *Fermentasi Lemna sp. sebagai bahan pakan ikan untuk meningkatkan penyediaan sumber protein hewani bagi masyarakat*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran. Volume ISBN 978-603-439 104-1.