

Fermentasi daun mata lele *Azolla* sp. dan pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan nila *Oreochromis* sp.

Fermentation of *Azolla* sp. leaves and the utilization as a feed ingredient of tilapia *Oreochromis* sp.

Nur Bambang Priyo Utomo*, Nurfadhilah, Julie Ekasari

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

*email: nurbambang_priyoutomo@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this study was to study the effect of incubation period on the nutritional content of *Azolla* sp. meal fermented by *Trichoderma harzianum*, and its optimum supplementation level in the feed of tilapia *Oreochromis* sp. In incubation period treatments, fermentation of *Azolla* meal was performed in two, six, eight, and ten days (AF2, AF6, AF8, AF10) using *Trichoderma harzianum* as the fermentor. The fish used in this study was tilapia *Oreochromis* sp. with an average weight of 10.59 ± 1.29 g. The design of the feeding treatments was repeletting commercial feed with *Azolla* leaves by with different supplementation levels, i.e. 0% (A/control), 30% (B), 60% (C), and 90% (D). Faecal collection for digestibility measurement was conducted for 15 days and fish growth rate was observed for 40 days. *Azolla* meal fermented for two days (AF2) showed the best results among the other treatments with a crude fiber decrease of 37.19% and protein increase of 38.65%. The results of this study indicate that fermentation can increase the nutritional quality of *Azolla* meal and its most optimal supplementation level in the diet of tilapia is 30%.

Keywords: crude fiber, *Azolla* sp., tilapia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi daun mata lele *Azolla* sp. menggunakan kapang *Trichoderma harzianum* serta dosis optimal dalam pakan ikan nila *Oreochromis* sp. Proses fermentasi tepung daun mata lele dilakukan selama dua, enam, delapan, dan sepuluh hari (AF2, AF6, AF8, AF10). Ikan uji pada penelitian ini menggunakan ikan nila *Oreochromis* sp. dengan bobot rata-rata $10,59 \pm 1,29$ g yang ditebar sebanyak 6 ekor/akuarium berukuran $50 \times 45 \times 30$ cm³. Sebagai pakan perlakuan yakni repeletting daun mata lele dengan pakan komersil pada tingkat suplementasi 0% (A/kontrol), 30% (B), 60% (C), dan 90% (D). Pemeliharaan ikan uji dan pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan feses ikan untuk uji ketercernaan selama 15 hari dan mengamati pertumbuhan ikan selama 40 hari. Tepung daun mata lele yang difermentasi selama dua hari (AF2) memiliki hasil yang paling baik di antara perlakuan lainnya yakni dengan penurunan serat kasar sebesar 37,19% dan peningkatan protein sebesar 38,65%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fermentasi dapat meningkatkan kualitas nutrisi daun mata lele serta dosis optimal pemanfaatan tepung daun mata lele fermentasi dalam pakan ikan nila adalah sebesar 30%.

Kata kunci: serat kasar, *Azolla* sp., ikan nila

PENDAHULUAN

Pakan buatan adalah salah satu faktor penting dalam usaha budidaya ikan intensif karena merupakan biaya variabel terbesar dalam proses produksi yakni 40%–60% (Webster & Liem, 2002). Salah satu kendala yang dihadapi dalam pembuatan pakan adalah ketersediaan bahan baku yang sebagian masih impor. Data Direktorat Produksi, Dirjen Perikanan Budidaya,

Kementerian Kelautan dan Perikanan (2009) menyatakan bahwa bahan baku pakan ikan yang diimpor tersebut antara lain adalah tepung ikan, tepung cumi-cumi, tepung krustasea, *Meat Bone Meal* (MBM), *Poultry Meat Meal* (PMM), tepung kedelai, terigu, serta berbagai jenis vitamin dan mineral dengan total nilai impor pada tahun 2008 mencapai US\$ 132.367.966,81. Oleh karena itu, perlu dicari bahan baku pakan alternatif yang murah, berkualitas, dan dapat tersedia

sepanjang waktu.

Pelet herbal merupakan pakan ikan buatan dengan bahan baku utama berbasis tumbuhan. Daun mata lele *Azolla* sp. berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pelet herbal dan mempunyai kandungan nutrisi yang baik meliputi (dalam berat kering) 10–25% protein, 10–15% mineral, dan 7–10% asam amino (Marhadi, 2009). Kendala utama dalam pemanfaatan bahan nabati termasuk daun mata lele sebagai bahan baku pakan ikan adalah tingginya kandungan serat kasar dan adanya kandungan zat anti-nutrisi serta komposisi asam amino yang berbeda dengan bahan baku protein hewani. Kandungan serat kasar yang terdapat dalam daun mata lele adalah sebesar 23,06 % (Handajani, 2007). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut adalah dengan teknologi fermentasi.

Daun mata lele *Azolla* sp. merupakan tumbuhan air yang tumbuh dengan baik di daerah tropis maupun sub-tropis. Daun mata lele dapat tumbuh di kolam, saluran air, maupun di areal pertanaman padi. Pemanfaatan daun mata lele ini tidak hanya sebagai pupuk organik namun dapat juga dimanfaatkan sebagai pakan ternak, unggas, dan ikan karena mengandung protein dan mineral yang cukup tinggi (Arifin, 2003).

Salah satu jenis kapang fermentor yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar serat kasar pada daun mata lele adalah *Trichoderma harzianum* yang merupakan kapang selulolitik karena mampu menghasilkan senyawa selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana (Alexander, 1977). Sifat dari kapang ini tidak toksik, mudah dalam aplikasi, dan produksinya cukup baik. Kapang jenis ini dapat menurunkan serat kasar pada bungkil inti sawit (BIS) sebesar 44,28% dengan lama fermentasi delapan hari serta dapat meningkatkan kadar protein kasar bahan tersebut sebesar 15,06% pada hari fermentasi yang sama (Indariyanti, 2011).

Ikan nila *Oreochromis* sp. merupakan ikan omnivora yang mudah beradaptasi dengan jenis pakan yang dicampur dengan berbagai sumber bahan nabati seperti tepung bungkil kedelai, tepung jagung, tepung biji kapuk, tepung polard, tepung eceng gondok, tepung

alfalfa, serta tepung dari berbagai jenis tanaman legumes seperti daun lamtoro (El-Sayed & Fattah, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi daun mata lele *Azolla* sp. menggunakan kapang *T. harzianum*. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan optimal daun mata lele *Azolla* sp. yang difermentasi menggunakan kapang *T. harzianum* untuk pakan ikan nila *Oreochromis* sp.

BAHAN DAN METODE

Persiapan bahan baku

Daun mata lele yang digunakan diperoleh dari Ciseeng, Kabupaten Bogor dan onggok sebagai campuran substrat fermentasi berasal dari pabrik tepung tapioka di Cibinong, Kabupaten Bogor. Inokulum *T. harzianum* yang digunakan diperoleh dari IPB *Culture Centre*, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Penelitian tahap pertama dilakukan untuk mengetahui lama fermentasi terbaik yang dapat menurunkan kandungan serat kasar daun mata lele secara maksimum. Pada tahap ini perlakuan lama fermentasi daun mata lele adalah dua, enam, delapan, dan sepuluh hari.

Prosedur fermentasi daun mata lele *Azolla* sp. dilakukan berdasarkan Handajani (2007) dan Indariyanti (2011). Tepung daun mata lele dicampur onggok dengan perbandingan 4:1, kemudian ditambah air sebanyak 30% dan dikukus selama 30 menit. Selanjutnya inokulum *T. harzianum* ditambahkan sebanyak 5% dari total bahan dan diinkubasi masing-masing selama dua, enam, delapan, dan sepuluh hari. Hasil fermentasi kemudian dikeringkan dalam oven 60 °C selama dua jam, lalu dibuat tepung kembali dan dianalisis proksimat. Hasil analisa proksimat daun mata lele pada tahap ini menunjukkan bahwa daun mata lele yang difermentasi selama dua hari menunjukkan hasil terbaik, sehingga digunakan sebagai dasar proses fermentasi pada tahap selanjutnya.

Perlakuan pemberian pakan dengan suplementasi daun mata lele

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila *Oreochromis* sp. dengan bobot rata-rata $10,59 \pm 1,29$ g yang ditebar sebanyak 6 ekor/akuarium berukuran $(50 \times 45 \times 30)$ cm³ yang tersusun dalam sistem resirkulasi. Rancangan perlakuan pada penelitian ini adalah pakan uji dengan berbagai tingkat pemanfaatan tepung daun mata lele fermentasi (0%, 30%, 60%, dan 90%) dengan tiga ulangan. Komposisi pakan perlakuan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Pakan perlakuan selanjutnya dianalisa komposisi proksimatnya untuk mengetahui kandungan nutrisi pakan (Watanabe, 1988). Hasil analisa proksimat pakan perlakuan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengumpulan feses untuk uji ketercernaan dilakukan selama 15 hari dimulai sejak hari keenam pemeliharaan. Setelah dikumpulkan, feses disimpan dalam *freezer* agar terjaga kesegarannya. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 40 hari dengan pemberian pakan secara *at satiation* (sampai dengan ikan kenyang) sebanyak tiga kali sehari dengan pakan sesuai masing-masing perlakuan. Pengamatan pertumbuhan biomassa ikan dilakukan melalui sampling ikan sepuluh hari sekali. Untuk mengetahui laju pertumbuhan harian, dilakukan pengukuran bobot pada masing-masing perlakuan.

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan untuk memonitor kualitas air

selama masa pemeliharaan ikan yang meliputi pengukuran suhu, pH, oksigen terlarut, TAN, dan alkalinitas. Kualitas air selama masa pemeliharaan menunjukkan kisaran yang masih berada dalam toleransi yang baik bagi pertumbuhan optimal ikan (Tabel 3).

Analisa data dilakukan secara deskriptif eksploratif. Data diolah dengan menggunakan MS. Excel. Peubah yang dievaluasi adalah jumlah konsumsi pakan, palatabilitas, laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, dan ketercernaan protein. Jumlah konsumsi pakan diketahui dengan cara menghitung selisih jumlah pakan yang diberikan di awal dengan jumlah pakan yang tersisa di akhir dari masa pemeliharaan (Tytler & Calow, 1985). Palatabilitas dihitung berdasarkan rumus perhitungan pada Parakkasi (1986), sedangkan laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, dan retensi protein dihitung berdasarkan persamaan Huissman (1987). Analisa ketercernaan dilakukan setelah jumlah feses dirasa cukup dengan prosedur berdasarkan Tytler & Calow (1985), dilakukan pengukuran Cr₂O₃ dengan pengeringan dan pembacaan di spektrofotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Gambar 1 menunjukkan bahwa penurunan nilai serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan fermentasi menggunakan *T.*

Tabel 1. Komposisi pakan perlakuan tingkat suplementasi tepung daun mata lele *Azolla* sp. fermentasi (A: 0%; B: 30%; C: 60%; dan D: 90%)

No.	Jenis bahan	A (0%)	B (30%)	C (60%)	D (90%)
1	Pakan komersil	96,50	66,50	36,50	6,50
2	Tepung <i>Azolla</i> difermentasi dua hari	0,00	30,00	60,00	90,00
3	<i>Binder</i> (sagu)	3,00	3,00	3,00	3,00
4	Cr ₂ O ₃	0,50	0,50	0,50	0,50

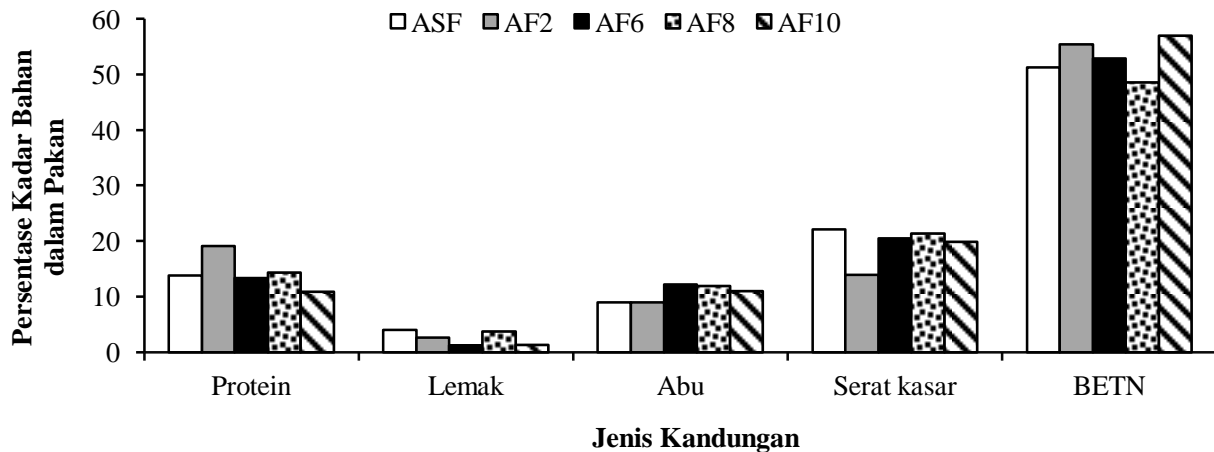
Tabel 2. Komposisi proksimat pakan perlakuan tingkat suplementasi tepung daun mata lele *Azolla* sp. fermentasi (0%, 30%, 60%, dan 90%)

Pakan uji	Komposisi proksimat (% bobot kering)						
	Protein	Lemak	Abu	Serat kasar	BETN	GE (kkal/100 g pakan)	C/P
A (0%)	33,11	7,62	11,32	4,11	43,83	436,78	13,19
B (30%)	29,50	6,12	11,27	8,31	44,80	406,40	13,77
C (60%)	22,55	5,27	10,06	10,73	51,39	386,52	17,14
D (90%)	17,04	1,73	11,58	17,22	52,43	326,62	19,17

Keterangan: BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen; C/P: energi/protein; GE: *gross energy* 1 g protein= 5,6 kkal GE; 1 g karbohidrat/BETN= 4,1 kkal GE; 1 g lemak= 9,4 kkal GE (NRC, 1993).

Tabel 3. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan nila *Oreochromis sp.* yang diberi pakan dengan tingkat suplementasi daun mata lele *Azolla sp.* fermentasi yang berbeda

Parameter	Hari ke-0	Hari ke-20	Hari ke-40
Suhu (°C)	27,80	26,70	28,00
DO (mg/L)	4,00	3,01	3,05
pH	7,48	6,64	6,66
Alkalinitas (mg/L CaCO ₃)	80,00	64,00	72,00
TAN (mg/L)	0,28	0,61	0,92

Gambar 1. Komposisi nutrisi daun mata lele *Azolla sp.* sesudah difermentasi dengan *Trichoderma harzianum*.

harzianum selama dua hari dengan persentase penurunan sebesar 37,19%. Peningkatan kadar protein tepung daun mata lele yang difermentasi tertinggi juga dihasilkan pada perlakuan fermentasi menggunakan *T. harzianum* selama dua hari yakni sebesar 38,65%. Protein mengalami penurunan pada perlakuan fermentasi menggunakan *T. harzianum* selama enam hari dan perlakuan fermentasi menggunakan *T. harzianum* selama sepuluh hari dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 3,54% dan 21,11%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi daun mata lele yang difermentasi memberikan kinerja pertumbuhan dan efisiensi pakan yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Tingkat penurunan semakin tinggi seiring dengan semakin tinggi tingkat suplementasi. Pada parameter JKP, palatabilitas serta ketercernaan protein, perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele terfermentasi 30% menunjukkan tingkat penurunan yang cukup rendah yaitu kurang dari 5%, sementara untuk LPH dan EP, perlakuan ini mengalami masing-masing 12% dan 21% penurunan dibandingkan dengan kontrol.

Pembahasan

Penelitian ini melakukan rekayasa bahan baku dengan teknologi sederhana fermentasi menggunakan kapang sebagai fermentornya. Hasil fermentasi daun mata lele menggunakan kapang jenis *T. harzianum* menunjukkan penurunan serat kasar dan peningkatan protein yang cukup berarti, masing-masing sebesar 37,19% dan 38,65%.

Penurunan serat kasar disebabkan oleh perombakan zat-zat kompleks dalam daun menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dilakukan oleh kapang *T. harzianum*. Sedangkan kenaikan protein bersumber dari biomassa kapang yang semakin bertambah dan merupakan *single cell protein* (SCP). Biomassa kapang yang terdapat dalam bahan yang difermentasi, selain dapat berkontribusi sebagai sumber protein juga diduga dapat meningkatkan respons imun pada ikan dan udang (Kang *et al.*, 2010).

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa semakin lama masa inkubasi, semakin rendah persentase penurunan kandungan serat kasar. Persentase penurunan serat kasar yang lebih rendah ini diduga disebabkan oleh adanya kontribusi serat kasar oleh kapang sendiri dengan dihasilkannya miselium (Indariyanti, 2011).

Tabel 4. Jumlah konsumsi pakan (JKP), palatabilitas, laju pertumbuhan harian (LPH), efisiensi pakan (EP), dan ketercernaan protein ikan nila *Oreochromis* sp. yang diberi pakan dengan tingkat pemanfaatan tepung daun mata lele *Azolla* sp. fermentasi yang berbeda (0%, 30%, 60%, dan 90%)

Parameter	A (0%)	B (30%)	C (60%)	D (90%)
JKP (g)	140,16±7,65	133,28±11,57	87,57±8,70	46,16±1,86
Palatabilitas (%)	58,40±6,71	55,53±6,86	36,49±4,83	19,23±1,03
LPH (%)	2,17±0,23	1,91±0,20	1,42±0,47	-0,20±0,03
EP (%)	63,40±5,41	49,91±11,74	18,94±11,77	-10,07±1,45
Ketercernaan protein	89,00	86,57	60,85	45,21

Perbedaan jumlah konsumsi pakan, palatabilitas serta ketercernaan protein antara perlakuan kontrol dan perlakuan pemanfaatan daun mata lele sebanyak 30% yang kurang dari 5%, menunjukkan bahwa tingkat suplementasi tepung daun mata lele fermentasi sebanyak 30% tidak memengaruhi nafsu makan ikan dan ketercernaan protein pakan, sehingga merupakan tingkat suplementasi optimum untuk tepung daun mata lele fermentasi. Parakkasi (1986) menyatakan bahwa palatabilitas merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat konsumsi pakan. Palatabilitas merupakan sifat performansi bahan-bahan pakan sebagai akibat dari keadaan fisik dan kimiawi yang dimiliki oleh bahan-bahan pakan yang dicerminkan oleh organoleptiknya seperti morfologi, bau, rasa dan tekstur. Berdasarkan pengamatan, tingkat suplementasi tepung daun mata lele lebih dari 30% menunjukkan perubahan organoleptik yang cukup signifikan.

Laju pertumbuhan harian ikan pada perlakuan dengan suplementasi tepung daun mata lele fermentasi lebih rendah daripada kontrol. Hal ini terutama disebabkan oleh adanya perubahan komposisi nutrisi pakan seperti yang terlihat pada Tabel 2, serta penurunan palatabilitas dan jumlah konsumsi pakan. Semakin tinggi tingkat suplementasi tepung daun mata lele menyebabkan semakin rendah kadar protein dan energi pakan serta nutrisi lainnya karena kandungan protein dan energi dari tepung daun mata lele relatif lebih rendah dari bahan baku yang digantikan. Penurunan ini dapat memengaruhi pertumbuhan dan selanjutnya efisiensi pakan, karena diduga terjadi defisiensi energi dan protein yang merupakan komponen terpenting dalam pertumbuhan. El-Sayed (2004) mengemukakan bahwa kadar protein pakan yang sesuai untuk

kinerja pertumbuhan optimum pada ikan nila berada pada kisaran 28–40%. Sehingga, pakan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 30% masih termasuk ke dalam kisaran protein pakan yang dibutuhkan ikan nila dengan nilai protein yakni 29,50%. Selain itu, semakin tinggi kandungan protein yang terdapat dalam pakan akan mempercepat pertumbuhan ikan (Tytler & Calow, 1985).

Menurut El-Sayed (2004), tanaman air seperti daun mata lele dapat digunakan sebagai pengganti sebagian protein standar untuk ikan nila. Sementara Datta (2011) melaporkan bahwa tingkat suplementasi tepung daun *Azolla* sp. pada pakan sebanyak 25% memberikan laju pertumbuhan spesifik terbaik pada ikan *Labeo rohita*. Penelitian lain pada ikan *Nile tilapia* (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan bahwa 30% total protein pakan dapat digantikan oleh tepung *Azolla*, dan berpotensi untuk menggantikan penggunaan tepung kedelai hingga 50% (Ebrahim *et al.*, 2007).

Selain palatabilitas dan kandungan nutrisi pakan, rendahnya laju pertumbuhan ikan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 60% dan tingkat suplementasi daun mata lele 90% juga dapat disebabkan oleh kandungan serat kasar dalam pakan yang cukup tinggi. Tabel 2 memperlihatkan bahwa kandungan serat kasar pakan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 60% dan tingkat suplementasi daun mata lele 90% berturut-turut yakni 10,73% dan 17,23%. Sedangkan pakan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 0% dan tingkat suplementasi daun mata lele 30% memiliki kandungan serat kasar yang lebih rendah yakni 4,11% dan 8,31%. Tingginya kandungan serat kasar dalam pakan dapat mengindikasikan tingkat ketercernaan pakan oleh ikan. Serat kasar berfungsi membantu

lancarnya pencernaan di usus dengan jumlah yang optimal namun apabila terlalu tinggi maka akan mempercepat gerakan peristaltik di usus sehingga penyerapan nutrisi yang penting untuk pertumbuhan berkurang (Guillame *et al.*, 1999). Menurut NRC (1993), kadar serat kasar yang dapat ditoleransi oleh ikan nila dalam pakan adalah 8%.

Efisiensi pakan merupakan gambaran mengenai pemanfaatan pakan yang diberikan sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan ikan (Nugroho, 2010). Efisiensi pakan erat hubungannya dengan jumlah pakan yang dihabiskan dan pertumbuhan ikan. Perlakuan dengan suplementasi tepung daun mata lele menunjukkan efisiensi pakan yang lebih rendah dibandingkan kontrol, hal ini disebabkan oleh rendahnya laju pertumbuhan serta tingginya serat kasar pada pakan yang diduga menyebabkan penyerapan nutrisi pakan menjadi tidak optimal.

Data ketercernaan protein menunjukkan bahwa ketercernaan protein ikan nila pada pakan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 0% dan tingkat suplementasi daun mata lele 30% sebesar 89,00% dan 86,57%. Sedangkan ketercernaan protein ikan nila pada perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 60% sebesar 60,85%, dan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 90% sebesar 45,21%. Hal tersebut menunjukkan bahwa protein pada pakan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 30% dapat diserap dan dicerna dengan baik oleh ikan nila karena nilainya hampir mendekati perlakuan pakan kontrol. Nilai ketercernaan tersebut termasuk ke dalam nilai ketercernaan protein yang optimal bagi ikan nila. Ketercernaan protein ikan pada umumnya berada pada kisaran 75–95% (NRC, 1993). Ketercernaan protein untuk daun mata lele yang optimal bagi ikan nila adalah 75% (El-Sayed, 2004). Sedangkan pada ikan perlakuan tingkat suplementasi daun mata lele 60% dan tingkat suplementasi daun mata lele 90%, nilai ketercernaannya di bawah kisaran ketercernaan yang optimal. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah serat kasar yang meningkat dalam pakan yang diduga menurunkan ketercernaan protein (NRC, 1993).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan *T. harzianum* selama dua hari dapat meningkatkan kualitas nutrisi daun mata lele *Azolla* sp. berupa penurunan serat kasar sebesar 37,19% dan peningkatan kandungan protein sebanyak 38,65%. Daun mata lele dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pakan ikan dengan tingkat pemanfaatan optimal dalam formulasi pakan sebesar 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander M. 1977. Introduction to Soil Microbiology, 2nd edition. New York, USA: John Wiley and Sons.
- Arifin Z. 2003. *Azolla*: Pembudidayaan dan Pemanfaatan pada Tanaman Padi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Datta SN. 2011. Culture of *Azolla* and its efficacy in diet of *Labeo rohita*. Aquaculture 310: 376–379.
- Ebrahim MSM, Zeinhom MM, Abou-Seif RA. 2007. Response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings diets containing *Azolla* meal as a source of protein. J. Arabian. Aquac. Soc. 2: 54–69.
- El-Sayed M, Fattah A. 1999. Alternative dietary protein source for farmed tilapia *Oreochromis* sp. Aquaculture. 179: 149–106.
- El-Sayed M. 2004. Protein Nutrition of Farmed Tilapia: Searching for Unconventional Sources. Sixth International Symposium on Tilapia In Aquaculture, 12–16 September 2004, Manila, Philippines. pp 364–378.
- Guillame J, Kaushik S, Bergot P, Metailler. 1999. Nutrition and Feeding of Fish and Crustacean. Chichester, UK: Springer-Praxia Book in Aquaculture and Fisheries.
- Handajani H. 2007. Peningkatan nilai nutrisi tepung azola melalui fermentasi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Huisman EA. 1987. Principles of Fish Production. Wageningen: Department of Fish Culture and Fisheries, Wageningen Agricultural University.
- Indariyanti N. 2011. Evaluasi ketercernaan campuran bungkil inti sawit dan onggok

- yang difermentasi oleh *trichoderma harzianum* pada pakan ikan nila *Oreochromis* sp. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2009. Evaluasi Impor Bahan Baku Pakan Ikan dan Udang Berdasarkan SKT. Jakarta: DJPB, DKP.
- Kang HY, Yang PY, Dominy WG, Lee CS. 2010. Bioprocessing papaya processing waste for potential aquaculture feed supplement—Economic and nutrient analysis with shrimp feeding trial. *Bioresource Technology* 101: 7973–7979.
- Marhadi H. 2009. Potensi *Azolla* (*Azolla Pinata*) sebagai pakan berbasis lokal. <http://marhadinutrisi06.blogspot.com/2009/04/potensi-Azolla-Azolla-pinnata-sebagai.html>. [6 Oktober 2010].
- [NRC] National Research Council. 1993. Nutrient Requirement of Fish. Washington DC, USA: National Academy Press.
- Nugroho SJ. 2010. Pengembangan Pemakaian Limbah (*Sludge*) Biogas dari Kotoran Sapi Sebagai Sumber Bahan baku Pakan Nila *Oreochromis niloticus* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Parakkasi A. 1986. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Monogastrik. Jakarta: UI-Press.
- Tytler P, Calow P. 1985. Fish Energetic: New Perspective. Australia: Croom Helm Ltd.
- Watanabe T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. JICA Text Book. The General Aquaculture Course. Tokyo: Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries.
- Webster CD, Liem C. 2002. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. New York, USA: CABI Publishing.