

Karakteristik Proksimat Tepung Daun Tarum (*Indigofera zollingeriana*) Hasil Fermentasi *Aspergillus niger* Perbandingan Air Berbeda Sebagai Bahan Baku Pakan

***¹Novita Panigoro, ¹Ediwarman, ²Yuliana Fitria, ³Isnan Ibnu Karim, ⁴Syahrizal dan ³Padel Purnama**

¹ Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jakarta

² Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta

³ Balai Perikanan Budi Daya Air Tawar Sungai Gelam, Jambi

⁴ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari, Jambi

*¹e-mail korespondensi: novita.panigoro@brin.go.id, ediwarman@brin.go.id

Abstract. This study aims to determine the nutritional content by proximate analysis of fermented tarum leaf meal (*Indigofera zollingeriana*) as a raw material of fish feed. The method used in this research is the experimental method using Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 replicates. The factor studied were the comparison of tarum leaf meal with water which consisted of 4 treatment levels, namely A (tarum leaf meal and water 1:1 w/v), B (tarum leaf meal and water 1:2 w/v), and C (tarum leaf meal and water 1:3 w/v) with 0,3% of *A. niger* as bioactivator and K (tarum leaf meal) as control non fermented. The fermentation period was 6 days in aerobic condition with temperature at 35-40°C. From the above research, the proximate characteristic of fermented tarum leaf meal (*I. zollingeriana*) has a different nutritional content for each factor. The best result was B (tarum leaf meal and water 1:2 w/v) with 40.09 ± 1.874% crude protein content, 11.24 ± 0.289% fat, 7.57 ± 1.845% crude fiber, 22.61 ± 0.177% ash content, and 18.47 ± 2.347% NNFE (non nitrogen free extract).

Keywords : *Aspergillus niger*, *Indigofera zollingeriana*, proximate analysis

Abstrak. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi melalui analisis proksimat tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) hasil fermentasi *A. niger* sebagai bahan baku pakan ikan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor yang diteliti adalah perbandingan tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air yang terdiri dari A (tepung daun tarum dan air 1:1), B (tepung daun tarum dan air 1:2), and C (tepung daun tarum dan air 1:3) dengan *A. niger* 0,3% sebagai fermentor dan K (tepung daun tarum) sebagai kontrol non fermentasi. Periode fermentasi selama 6 hari pada kondisi aerobik dan suhu 35-40°C. Hasil penelitian terbaik terdapat pada perlakuan B dengan kadar protein kasar 40,09 ± 1,874%, kadar lemak 11,24 ± 0,289%, kadar serat kasar 7,57 ± 1,845%, kadar abu 22,61 ± 0,177% dan BETN 18,47 ± 2,347%.

Kata kunci : *Aspergillus niger*, *Indigofera zollingeriana*, analisis proksimat

PENDAHULUAN

Keberlangsungan budidaya sangat bergantung pada pakan. Usaha budidaya ikan menghabiskan paling banyak pembiayaan untuk pakan sekitar 60-80%. Daun tarum (*Indigofera zollingeriana*) adalah salah satu bahan baku lokal alternatif yang dapat digunakan sebagai pakan. Tanaman tarum (*I. zollingeriana*) banyak ditemukan di Indonesia dan tumbuh cepat (Abdullah, 2014). Itu juga tahan terhadap musim kemarau dan tidak membutuhkan perawatan khusus (Arniaty *et al.*, 2015), tersedia secara kontinyu dan murah (Basir, 2018).

Daun Tarum *I. zollingeriana* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku pakan untuk menggantikan bungkil kedelai karena kandungan nutrisinya yang tinggi (Mukti, 2019). Protein *I. zollingeriana* adalah 22-28%, lemak kasar atau ekstrak ether (EE) adalah 3,70%, dan serat kasar adalah 14,96% (Santi, 2017). Daun Tarum juga mengandung asam amino histidin 0,67%, treonin 1,14%, arginin 1,67%, tirosin 1,05%, metionin 0,43%, valin 1,56%, fenilalanin 1,60%, isoleusin 1,35%, leusin 2,26%, dan lisin 1,57 (Marzuqi *et al.*, 2015) dan kandungan mineral yaitu : Ca 1,16%, P 0,26%, Mg 0,46% (Abdullah, 2010).

Pemanfaatan bahan baku pakan nabati untuk ikan menghadapi tantangan karena tingginya kandungan serat dan zat anti nutrisi. Kandungan serat ini mempengaruhi pencernaan pakan, daya cerna ikan, dan pertumbuhan ikan (Bu *et al.*, 2018). Fermentasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas nutrisi bahan baku pakan, selanjutnya akan meningkatkan pencernaan dan protein kasar serta penurunan kadar serat kasar dan lemak dari pakan tersebut (Jakobsen *et al.*, 2015). Fermentasi menghasilkan enzim yang memecah serat kasar dan meningkatkan kadar protein. Untuk mempermudah pencernaan dan penyerapan nutrisi, sejumlah besar protein, karbohidrat, dan lemak dipecah menjadi bagian yang lebih kecil (Liwe *et al.*, 2014). Fermentasi dapat meminimalkan risiko adanya aflatoksin dalam bahan pakan (Mwihia *et al.*, 2018), bermanfaat bagi saluran pencernaan organisme yang membantu meningkatkan pencernaan pakan (Xie *et al.*, 2016).

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: suhu, kelembaban, dan waktu fermentasi (Fazrin dkk., 2020). Salah satu mikroorganisme digunakan dalam fermentasi adalah *A. niger* yakni salah satu spesies *Aspergillus* yang dapat tumbuh cepat, mudah didapat dengan harga yang murah serta tidak menghasilkan mikotoksin (Maryanty *et al.*, 2010). *A.niger* dapat tumbuh pada suhu 35-37°C (optimum), 6°C - 8°C (minimum), 45-48°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (Sinaga *et al.*,2012). *A. niger* merupakan spesies kapang yang memiliki kemampuan mensekresi enzim selulase, kitinase, amilase, glukoamilase, katalase, pektinase, lipase, laktase, invertase, dan asam protease (Djunaidi *et al.*, 2020).

Sejauh ini, penelitian terkait pemanfaatan tepung daun tarum *I. zollingeriana* yang difermentasi menggunakan *A. niger* dalam bahan pakan ikan dengan perbandingan air yang berbeda belum pernah dilakukan. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti melakukan penelitian terkait “Karakteristik proksimat tepung daun tarum (*Indigofera zollingeriana*) hasil fermentasi *Aspergillus niger* perbandingan air berbeda sebagai bahan baku pakan”.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di pada bulan Maret 2022. Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Balai Perikanan Budi Daya Air Tawar Sungai Gelam Jambi dan analisis proksimat daun tarum dan hasil fermentasinya dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Perikanan Budi Daya Air Tawar Sungai Gelam Jambi.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital dengan skala ketelitian 0,1 g, wadah pengering daun tarum berupa terpal plastik, mesin penepung, kukusan, kompor, kain mori/belacu, baskom sebagai wadah untuk mengaduk, gelas ukur, sendok, oven inkubator, kamera, jarum pentul untuk melubangi kantong wadah fermentasi dan kantong poliethilene untuk wadah fermentasi. Bahan yang digunakan adalah daun tarum (*I. zollingeriana*), bioaktivator *A. niger*, dan air tawar bersih.

Rancangan penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga didapatkan 12 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air yang difermentasi dengan *A. niger* 0,3% pada kondisi aerobik dan suhu 40°C selama 6 hari. Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Perlakuan K = tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) non fermentasi sebagai kontrol

Perlakuan A = tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air 1:1 (m:v)

Perlakuan B = tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air 1:2 (m:v)

Perlakuan C = tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air 1:3 (m:v)

Persiapan Tepung Daun Tarum (*I. zollingeriana*)

Daun tarum (*I. zollingeriana*) yang digunakan diperoleh dari tanaman yang berumur 5 bulan dengan ketinggian ± 1,5-2,0 meter. Tanaman tarum dipotong 75 cm dari pangkal batang, daun dipisahkan dari batang dan ranting, dijemur sampai kering dengan sinar matahari selama 6-7 jam, kemudian ditepungkan menggunakan mesin penepung dan disimpan dalam wadah kedap udara. Dalam proses penjemuran, dilakukan pembalikan daun setiap 1-2 jam agar daun kering merata.

Pelaksanaan Penelitian

Penimbangan tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan penakaran air sesuai rancangan perlakuan (A, B, C), untuk perlakuan K hanya dilakukan penimpangan dan diaduk merata agar homogen. Tepung daun tarum perlakuan K dikemas dan disimpan dalam lemari penyimpanan sampel sampai pelaksanaan pengujian karakteristik proksimat. Setelah tepung daun tarum dan air pada perlakuan A, B, dan C tercampur secara homogen, kukus selama 30 menit pada suhu 100°C, kemudian dikering-anginkan pada suhu ruang. Bioaktivator *A. niger* ditambahkan sebanyak 0.3% dari bobot kering tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan diaduk sampai merata, kemudian simpan pada kantong plastic poliethilene dan dilubangi dengan jarum pentul agar terjadi kondisi aerobik. Fermentasi dilakukan selama 6 hari dengan suhu berkisar antara 35⁰ C - 40⁰ C. Setelah fermentasi selama 6 hari, dilakukan pengukusan kembali selama 10 menit untuk menghentikan proses fermentasi, dikering-anginkan pada suhu ruang dan dapat dilakukan uji proksimat untuk mengetahui kandungan nutrisi hasil fermentasi dengan perbandingan air yang berbeda pada tepung daun tarum (*I. zollingeriana*).

PARAMETER UJI

Pengamatan karakteristik proksimat mengacu pada AOAC (2005) yaitu analisis kadar protein dengan metode Kjeldahl, analisis kadar lemak dengan metode soxhlet, kadar abu, serat kasar dan susut pengeringan dengan metode uji gravimetrik. Nilai BETN didapatkan dari 100% bahan dikurangi persentase abu, serat kasar, lemak dan protein kasar (NRC, 2011). Tepung daun tarum dari setiap perlakuan yang sama dihomogenkan, disampling secara acak dan dilakukan pengujian secara duplo.

ANALISIS DATA

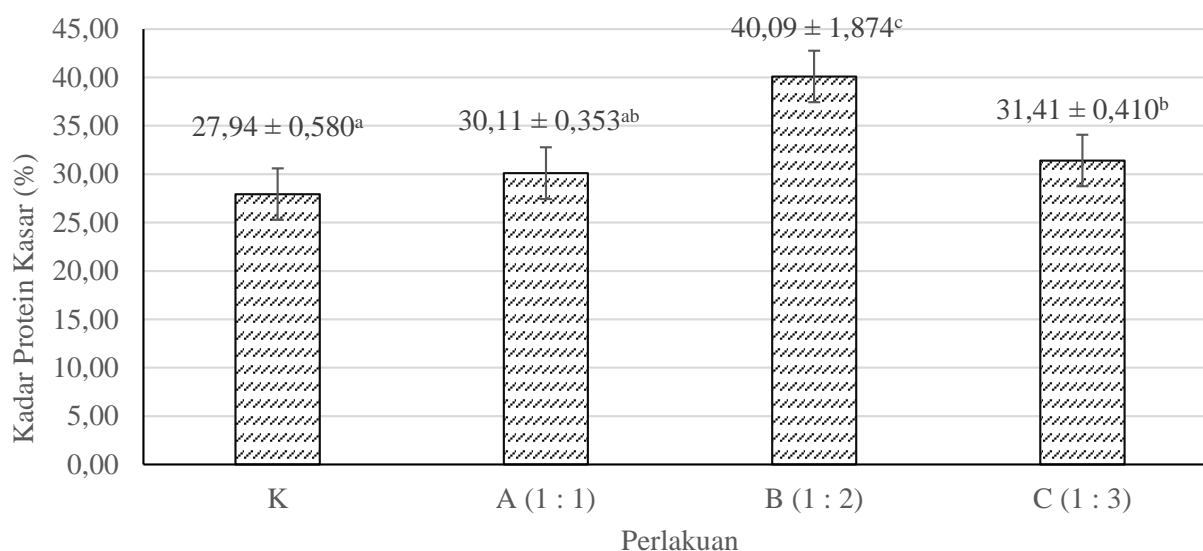
Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Duncan menggunakan aplikasi SPSS versi 27.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) menggunakan mikroba *A. niger* 0,3% selama 6 hari dengan perbandingan air berbeda memberikan perubahan pada karakteristik proksimat seperti protein kasar, serat kasar, lemak, abu, dan BETN.

Kadar protein kasar

Kadar protein tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



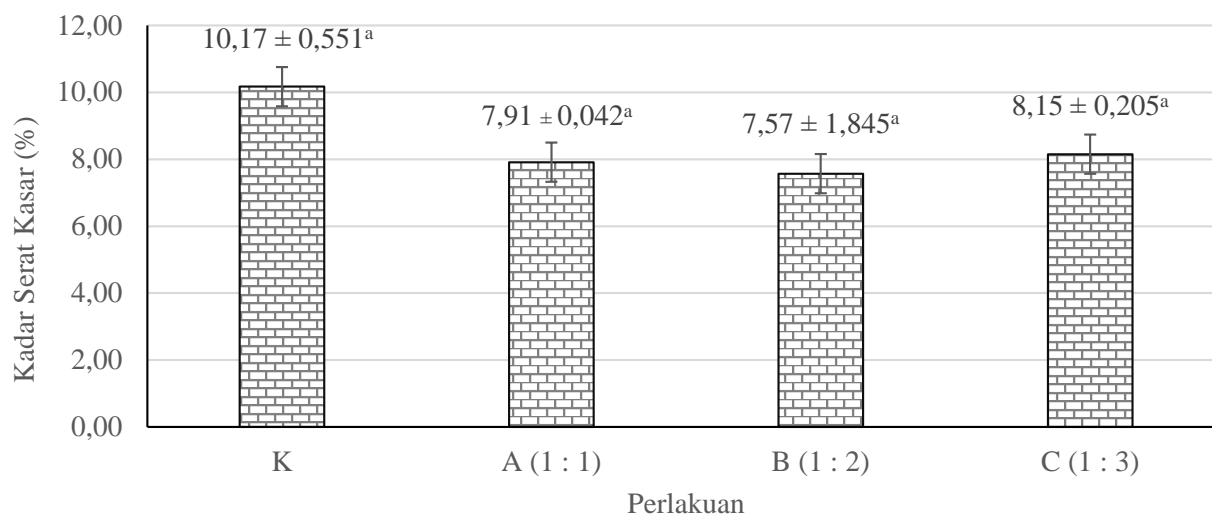
Gambar 1. Rata-rata nilai kadar protein kasar tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air yang berbeda

Fermentasi tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) menggunakan *A. niger* dengan perbandingan air yang berbeda dapat meningkatkan kadar protein kasar. Perbandingan tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air 1:2 (m/v) yaitu perlakuan B meningkatkan kadar protein kasar sebesar 12,15% yaitu sampai dapat mencapai 40,09±1,874% dengan lama fermentasi 6 hari (144 jam). Kadar protein kasar tepung daun tarum tanpa fermentasi (K) sebesar 27,94±0,580% dan setelah fermentasi pada perlakuan A 1:2 (m/v) sebesar 30,11±0,353% dan perlakuan C 1:3 (m/v) sebesar 31,41±0,410%. Penggunaan *Trichoderma harzianum* dalam memfermentasi tepung daun *I. zollingeriana* dengan dosis sebesar 0,3% mampu meningkatkan protein berkisar 40-45%, sedangkan *A. niger* mencapai 35-37% dan lama fermentasi 4 hari (96 jam) dengan suhu 30-35^o C (Puspitasari *et al.*, 2019).

Kenaikan kadar protein kasar tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) hasil fermentasi disebabkan oleh mikroba bioaktivator dapat menguraikan protein menjadi lebih sederhana (Palupi dan Imsya, 2011). *A. niger* yang digunakan dalam memfermentasi tepung daun *I. zollingeriana* memiliki kemampuan selulolitik dan amilolitik dalam mengkonversi substrat kompleks menjadi lebih sederhana dan menggunakannya untuk pertumbuhan (Kusumaningrum *et al.*, 2012). Selain itu, *A. niger* merupakan sumber protein tunggal (Priskilla, 2007). Akumulasi bahan protein yang diuraikan oleh mikroba bioaktivator, protein mikroba dan protein enzim ekstraselular mikroba bioaktivator dapat menyebabkan peningkatan kandungan protein kasar bahan yang difermentasikan (Mulia *dkk.*, 2016).

Kadar serat kasar

Kadar serat kasar tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) tanpa fermentasi (K) sebesar $10,17 \pm 0,551\%$. Kadar serat kasar terendah hasil fermentasi selama 6 hari dengan *A. niger* 0,3% terdapat pada perlakuan B perbandingan tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air 1:2 (m/v) sebesar $7,57 \pm 1,845\%$ (Gambar 2). Penurunan angka kadar serat kasar tepung daun tarum setelah difermentasi sebesar 2,02-2,60%. Namun, berdasarkan uji lanjut Duncan, tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan.



Gambar 2. Rata-rata nilai kadar serat kasar tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air yang berbeda

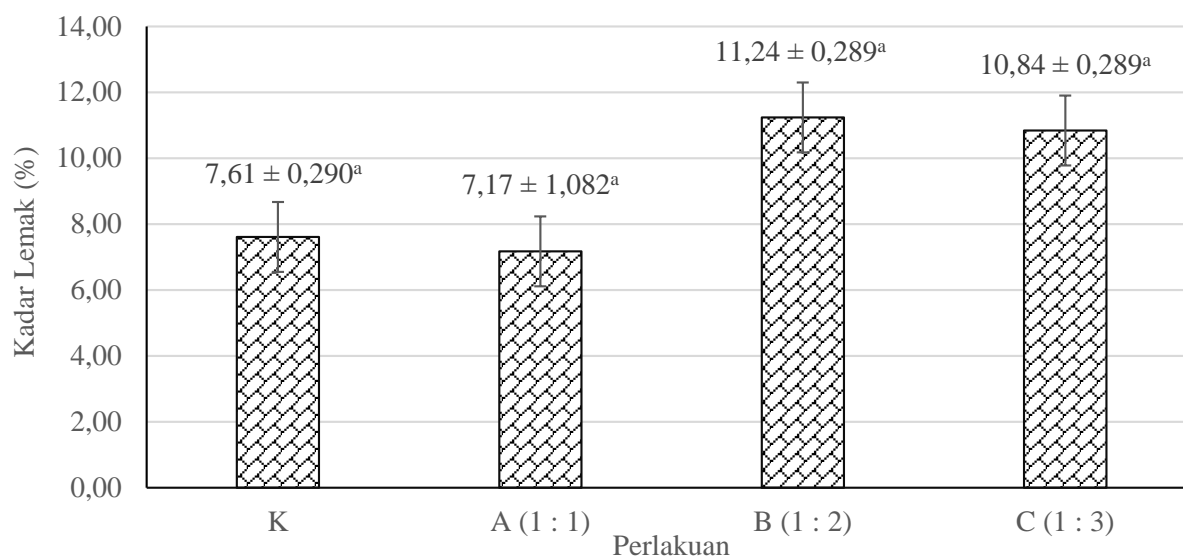
Penurunan kadar serat kasar dapat terjadi karena *A. niger* memiliki kemampuan selulolitik sehingga dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa (Nababan *dkk.*, 2019). Kandungan serat tepung daun tarum *I. zollingeriana* yang difermentasi *A. niger* lebih rendah yakni 2,56% dibandingkan kandungan serat tepung daun tarum *I. zollingeriana* non fermentasi yakni 4,72% (Fitria *et al.*, 2023). Penelitian Puspitasari *et al.* (2019) menunjukkan penurunan kadar serat kasar tepung daun tarum setelah difermentasi selama 4 hari dengan *A. niger* 0.3% yakni mencapai 13% dibandingkan fermentasi setelah 1 hari yang masih sebesar 18%. Akmal dan Filawati (2008), melaporkan bahwa proses fermentasi pada bungkil kelapa menggunakan kapang *Aspergillus niger* dapat menurunkan kandungan serat kasar (SK) dari 15,15% menjadi 10,24%. Menurut Astuti, *dkk.* (2016), proses fermentasi dengan menggunakan *A. niger* dapat menurunkan serat kasar (SK) 25,09% menjadi 21,78%. Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan Mairizal (2009), proses fermentasi bungkil biji kapuk menggunakan *A. niger* juga mampu menurunkan kandungan serat kasar (SK) dari 25,67% menjadi 18,23%. Hal ini berbeda dengan tepung daun tarum yang difermentasi dengan menggunakan bakteri *Bacillus* sp selama 3 hari mengalami peningkatan sebesar 0,5% (Maulida *dkk.*, 2022). *A. niger* lebih tepat untuk fermentasi daun dibandingkan bakteri karena tingginya level ekskresi lignoselulosis (Wang *et al.*, 2013).

Proses fermentasi selama 6 hari setelah penambahan *A. niger* signifikan mempengaruhi kandungan ADF (*Acid Detergent Fiber*) terhadap ampas sagu yakni sebesar 15,67% dan kandungan NDF (*Neutral Detergent Fiber*) sebesar 2,07 (Ananda, 2021). Penurunan serat terjadi karena kapang tersebut memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam substrat untuk perkembangan dan meningkatkan aktifitas enzim selulase yang akan mendegradasi komponen serat kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana (Yohanista *et al.*, 2014). Aktifitas enzim selulase dilakukan secara hidrolisis sehingga membutuhkan air sebagai media pemecah ikatan komponen serat kompleks tersebut.

Kadar lemak

Kadar lemak tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) non fermentasi memiliki kadar lemak sebesar $7,61 \pm 0,290\%$, sedangkan tepung daun tarum yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air berbeda memiliki nilai yang berkisar antara $7,17 \pm 1,082\%$ – $11,24 \pm 0,289\%$ (Gambar 3). Kadar lemak tepung daun tarum yang difermentasi dengan *A. niger* tertinggi terdapat pada perbandingan air sebesar 1:2 (m/v) yaitu $11,24 \pm 0,289\%$. Namun, berdasarkan uji lanjut Duncan, tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Selain menaikkan kadar protein kasar (PK), *A. niger* juga dapat menaikkan kadar lemak kasar (LK) (Supriyatna, 2017). Menurut Lestari *dkk.* (2021), kadar lemak kasar tertinggi dicapai oleh perlakuan fermentasi selama 3 minggu (15,77%). Terjadinya peningkatan kandungan lemak kasar menunjukkan bahwa jamur *A. niger* mampu menghasilkan enzim lipase selama berlangsung proses fermentasi. Namun tidak banyak penelitian yang membahas kadar lemak pada proses fermentasi, sebagian besar membahas protein

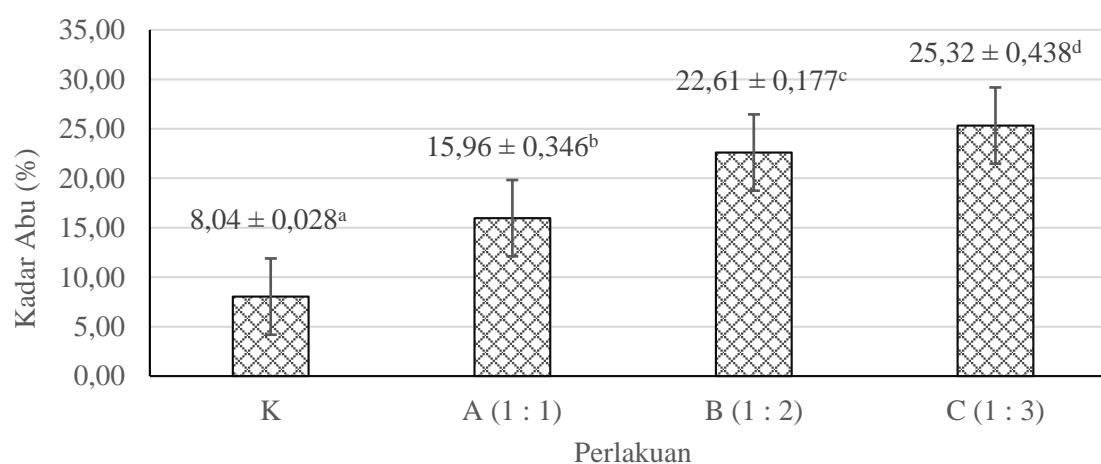
kasar dan serat kasar. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat *A. niger* yang menghasilkan enzim selulolitik, dan juga enzim amilolitik seperti amilase dan glucoamilase (Astuti, dkk., 2016).



Gambar 3. Rata-rata nilai kadar lemak tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air yang berbeda

Kadar abu

Zat anorganik yang tidak terbakar selama proses pembakaran pada suhu tinggi dihitung sebagai kadar abu suatu bahan. Proses fermentasi tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dengan *A. niger* 0,3% selama 6 hari dengan perbandingan air berbeda memberikan kadar abu tertinggi sebesar 25,32±0,438% pada perbandingan 1:3 (m:v) (perlakuan C). Tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) non fermentasi (K) memiliki kadar abu sebesar 8,04±0,028% sehingga dengan demikian tepung daun fermentasi dengan perbandingan air berbeda memiliki nilai 2-3 kali dibandingkan non fermentasi (Gambar 4). Tongkol jagung kering yang difermentasi dengan biostarter komersial sebagai starter fermentasi (Biofad), urea dan air mengalami peningkatan kadar abu dari 3,11% menjadi 4,15% dalam waktu 2 minggu (Hastuti dkk., 2011).



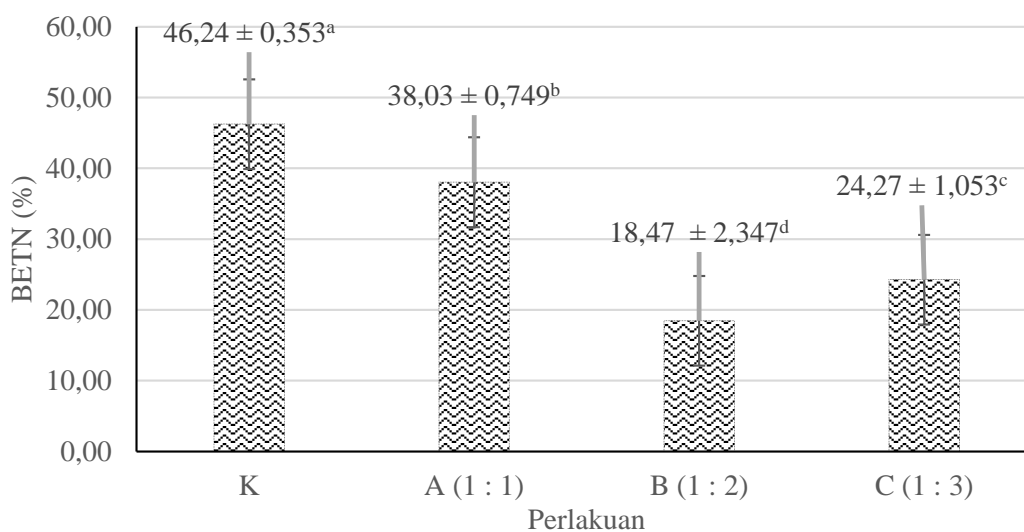
Gambar 4. Rata-rata nilai kadar abu tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air yang berbeda

Peningkatan kadar abu dapat terjadi karena dalam proses fermentasi terjadi penurunan bahan organik (BO), karena adanya proses degradasi bahan (substrat) oleh mikroba. Peningkatan kadar abu akan menyebabkan kandungan bahan organik (BO) akan semakin berkurang. Bahan organik (BO) mengandung zat-zat makanan yang cukup penting, yaitu protein, lemak dan karbohidrat serta vitamin. Oleh karena itu, kehilangan bahan organik (BO) berarti akan kehilangan juga zat-zat nutrisi yang cukup penting. Namun seperti halnya kadar lemak, tidak banyak juga penelitian

yang membahas kadar abu pada proses fermentasi, sebagian besar membahas protein kasar dan serat kasar. Nilai jumlah besaran kadar abu tidak begitu penting, namun masih diperlukan untuk menghitung atau mengukur nilai bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN).

BETN

Kandungan BETN dapat memberikan gambaran potensi karbohidrat sebagai sumber energi bagi mikroba selama proses fermentasi. Mikroba menggunakan karbohidrat, lemak dan protein substrat sebagai sumber energi dalam pertumbuhan. Kandungan BETN tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) mengalami penurunan setelah difermentasi selama 6 hari dengan perbandingan air yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai terendah BETN terdapat pada perlakuan B yaitu perbandingan tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) dan air 1:2 (m:v) sebesar 18,47%. Penurunan kandungan BETN tersebut mencapai 40% dari tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) non fermentasi dengan kandungan BETN sebesar $46,24 \pm 0,353\%$. Penelitian Mukhawid *dkk.*, (2023) menyebutkan terjadi penurunan kandungan BETN pada jerami jagung terfermentasi *A. niger* selama 6 hari dari 54,31% menjadi 49,24%.



Gambar 5. Rata-rata nilai BETN tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) yang difermentasi dengan *A. niger* pada perbandingan air yang berbeda

Kandungan BETN dalam proses fermentasi umumnya cenderung menurun, karena BETN tersebut digunakan sebagai energi oleh mikroba dalam pertumbuhannya. Hafizh (2016) menyatakan bahwa peningkatan aktivitas mikroba tersebut dalam mendegradasi substrat akan mempengaruhi BETN sehingga akan menurunkan kandungan BETN. Mikroba tersebut akan memecah BETN menjadi gula sederhana sebagai sumber karbon untuk aktivitas pertumbuhan.

KESIMPULAN

Karakteristik proksimat tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) hasil fermentasi *A. niger* dengan perbandingan air berbeda memberikan hasil optimum pada perbandingan 1:2 (m/v). Karakteristik proksimat tepung daun tarum (*I. zollingeriana*) hasil fermentasi *A. niger* perbandingan air 1:2 (m:v) antara lain kadar protein kasar $40,09 \pm 1,874\%$ %, serat kasar $7,57 \pm 1,845\%$, lemak kasar $11,24 \pm 0,289\%$, kadar abu $22,61 \pm 0,177\%$ dan BETN $18,47 \pm 2,347\%$. Dengan karakteristik proksimat tersebut, tepung daun tarum dapat digunakan sebagai bahan baku pakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Balai Perikanan Budi Daya Air Tawar Sungai Gelam dan semua pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. (2010). Herbage production and quality of shrub indigofera treated by different concentration of foliar fertilizer. *Media Peternakan* 33(3):169–75. doi: 10.5398/medpet.2010.33.3.169
- Abdullah, L. (2014). Prospektif agronomi dan ekofisiologi *Indigofera Zollingeriana* sebagai tanaman penghasil hijauan pakan berkualitas tinggi. *Journal of Tropical Forage Science* 3(2):79–83. doi: 10.24843/Pastura.2014.v03.i02.p06.

- Akmal dan Filawati. 2008. Pemanfaatan kapang *Aspergillus niger* sebagai inokulan fermentasi kulit kopi dengan media cair dan pengaruhnya terhadap performans ayam broiler. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*. 3(11) : 150-158.
- Ananda, S. 2021. Pengaruh lama inokulasi ampas sagu (*Metroxylon sagu*) dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan ADF dan NDF ampas sagu. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 2021; 10(1):1-7. doi: 10.33230/jps.10.1.2021.12388
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. AOAC Inc, Washington DC. 1141.
- Arniaty, Sri., Rizmi Ali, & Ubaidatussalihah. (2015). Daya tahan tanaman *Indigofera* Sp. yang ditanam pada lahan kritis pada musim kering sebagai sumber pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 3(2):44–47.
- Astuti, I., I.M. Mastika dan G.A.M.K. Dewi. 2016. Performan broiler yang diberi ransum mengandung tepung kulit buah naga tanpa dan dengan *Aspergillus niger* terfermentasi. *Jurnal Majalah Ilmiah Peternakan*. 2(19) : 65-70. ISSN : 0853-8999.
- Basir, Buana, dan Nursyahrhan. (2018). Efektivitas penggunaan daun kelor sebagai bahan baku pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Perikanan* 7(2):7–11.
- Bu, Xian Yong, Yue Yang Wang, Fang Yi Chen, Bai Bing Tang, Cheng Zeng Luo, Yi Wang, Xian Ping Ge, & Yu Hong Yang. (2018). An evaluation of replacing fishmeal with rapeseed meal in the diet of *Pseudobagrus Ussuriensis*: growth, feed utilization, nonspecific immunity, and growth-related gene expression. *Journal of the World Aquaculture Society* 49(6):1068–80. doi: 10.1111/jwas.12470.
- Djunaidi, I. H., Natsir, M.H., Nuningtyas, Y. F. and M Yusrifar. 2020. The Effectiveness of Biacid (Organic Acid and Essential Oil) as Substitute for Antibiotics on Ileal Characteristics of Broilers. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 478 (2020) 012073. doi:10.1088/1755-1315/478/1/012073
- Fazrin, H., Dharmawibawa, I.D., & Armiani, S. 2020. Studi organoleptik tempe dari perbandingan kacang komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) dengan berbagai konsentrasi ragi dan lama fermentasi sebagai bahan penyusunan brosur. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* Vol. 8, No. 1; 2020: 39-47.
- Fitria, Y., Farkhan, M., Nurhudah, Moch., Ediwarman & Panigoro, N. 2023. Digestibility of tarum leaf flour (*Indigofera zollingeriana*) the fermented *Aspergillus niger* as a diet ingredients jaya sakti carp larvae (*Cyprinus carpio*, L). *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* Volume: 04 Issue: 01 January-February 2023. <https://doi.org/10.54660/anfo.2023.4.1.193-201>
- Hafizh, T. Wajizah, S. Samadi, S. 2016. “Evaluasi Kualitas Nutrisi Complete Feed Fermentasi Berbahan Dasar Ampas Sagu dengan Lama Pemeraman yang Berbeda.” Universitas Syiah Kuala Darussalam.
- Hansen, A. C., & G. I. Hemre. (2013). Effects of replacing fish meal and oil with plant resources in on-growing diets for atlantic cod *Gadus Morhua* L. *Aquaculture Nutrition* 19(5):641–50. doi: 10.1111/anu.12078.
- Hastuti, D., Awami, S.N & Baginda Iskandar M. 2011. Pengaruh perlakuan teknologi amofer (amoniasi fermentasi) pada limbah tongkol jagung sebagai alternatif pakan berkualitas ternak ruminansia. *MEDIAGRO VOL. 7. NO. 1, 2011: HAL 55 – 65. <http://dx.doi.org/10.31942/mediagro.v7i1.568>*
- Jakobsen, Grethe Venås, Bent Borg Jensen, Knud Erik Bach Knudsen, & Nuria Canibe. (2015). Improving the Nutritional Value of Rapeseed Cake and Wheat Dried Distillers Grains with Solubles by Addition of Enzymes during Liquid Fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 208:198–213. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.07.015.
- Kusumaningrum, M., Sutrisno, C. I., & Prasetyono, B.W.H.E. (2012). Kualitas kimia ransum sapi potong berbasis limbah pertanian dan hasil samping pertanian yang difermentasi dengan *Aspergillus niger*. *Animal Agriculture Journal* 1(2):109–19.
- Liwe, Hengkie, B. Bagau, and M. R. Imbar. 2014. Pengaruh lama fermentasi daun pisang dalam ransum terhadap efisiensi penggunaan pakan ayam broiler. *Zootec* 34(2):114. doi: 10.35792/zot.34.2.2014.5534.
- Mairizal. 2009. Pengaruh pemberian kulit ari biji kedelai hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* sebagai pengganti jagung dan bungkil kedelai dalam ransum terhadap retensi bahan kering, bahan organik dan serat kasar pada ayam pedaging. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*. 1(12) : 35-40.
- Maryanty, Yanty., Hesti, Pristianti., & Paulina Ruliawati. (2010). Produksi crude lipase dari *Aspergillus Niger* Pada substrat onok menggunakan metode fermentasi fasa padat. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*.
- Marzuqi, Muhammad., I. Nyoman Adiasmara Giri, Tony Setiadharna, Retno Andamari, Wawan Andriyanto, & Ni Wayan Widya Astuti. (2015). Penggunaan pakan prematurasi untuk peningkatan perkembangan gonad pada calon induk ikan bandeng (*Chanos forsskal*). *Jurnal Riset Akuakultur* 10(4):519–30. doi: 10.15578/jra.10.4.2015.519-530.

- Maulida, F., Thaib, A., & Nurhayati. 2022. Karakteristik proksimat tepung daun *Indigofera zollingeriana* hasil fermentasi menggunakan bakteri *Bacillus* sp. sebagai bahan baku pakan ikan. *Jurnal TILAPIA*, Vol. 3, No. 2, Juli 2022 : 1-9.
- Mayulu, Hamdi. (2014). The Nutrient Digestibility of Locally Sheep Fed with Amofer Palm Oil Byproduct-Based Complete Feed. *International Journal of Science and Engineering* 7(2):106–11. doi: 10.12777/ijse.7.2.106-112.
- Mulia, D.S., Yuliningsih, T. R., Maryanto, H., & Purbomartono, C. 2016. Pemanfaatan limbah bulu ayam menjadi bahan pakan ikan dengan fermentasi *Bacillus subtilis*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 23(1):49-57.
- Muwakhid, B., Kalsum, U., & Rifa'i. 2023. Kualitas jerami jagung (*Zea mays*) yang di fermentasi dengan *Aspergillus niger* sebagai pakan ternak. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis* Vol 6 No 2 pp 98-103. <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2023.006.02.4>
- Mwihia, Evalyn Wanjiru, Paul Gichohi Mbuthia, Gunnar Sundstøl Eriksen, James K. Gathumbi, Joyce G. Maina, Stephen Mutoloki, Robert Maina Waruiru, Isaac Rumpel Mulei, & Jan Ludvig Lyche. (2018). Occurrence and Levels of Aflatoxins in Fish Feeds and Their Potential Effects on Fish in Nyeri, Kenya. *Toxins* 10(12). doi: 10.3390/toxins10120543.
- Nababan, M., Gunam, I.B.W., I Made Mahaputra Wijaya. 2019. Produksi enzim selulase kasar dari bakteri selulolitik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* Vol. 7, No.2, 190-199.
- NRC. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington DC (US): National Academies Press. 378p.
- Palupi R. & A. Imsya. 2011. Pemanfaatan kapang *Trichoderma viridae* dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor. Hal: 672-677.
- Priskila, F. 2007. Pengaruh penggunaan kombucha terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar pada fermentasi daun talas (*Colocasia esculenta*). Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga. <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/21673>.
- Puspitasari, M., I. Hadist, T. Rohayati, & M. Royani. (2019). The use of *Trichoderma harzianum* and *Aspergillus niger* in *Indigofera zollingeriana* fermentation. *Journal of Physics: Conference Series* 1402(5). doi: 10.1088/1742-6596/1402/5/055017.
- Santi, Melia Afnida., (2017). Penggunaan tepung pucuk *Indigofera zollingeriana* Sebagai pengganti bungkil kedelai dalam ransum dan pengaruhnya terhadap kesehatan ayam broiler. *Jurnal Peternakan* 1(2):17–22.
- Sartini. (2003). Kecernaan bahan kering dan bahan organik in vitro silase rumputGajah pada umur potong dan level aditif yang berbeda. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. 28(4)
- Sinaga, Fransiska C., Elvi Yenie, & Sri Rezeki Muria. (2012). Pengaruh pH dan inokulum pada pemanfaatan limbah kulit nenas untuk produksi enzim selulase. <http://repository.unri.ac.id/handle/123456789/291>
- Suprayudi, M. A., Edriani, G., & J Ekasari. (2012). Evaluasi kualitas produk fermentasi berbagai bahan baku hasil samping agroindustri lokal : pengaruhnya terhadap pencernaan serta kinerja pertumbuhan juvenil ikan mas. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 11(1):1–10.
- Supriyatna, A. 2017. Peningkatan nutrisi jerami padi melalui fermentasi dengan menggunakan konsorsium jamur *Phanerochaete Chrysosporium* dan *Aspergillus niger*. 2(10) : 166-181. ISSN : 1979- 8911.
- Swapna, P. K. * and P. D. Lalchand. 2016. Fungal biodiversity of a library and cellulolytic activity of some fungi. Short communication. *Indian J Pharm Sci* 2016;78(6):849-854. <https://doi.org/10.4172/pharmaceutical-sciences.1000193>.
- Tampoebolon, B. I. M. 2009. Kajian perbedaan aras dan lama fermentasi ampas sagu dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar. Prosiding Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan – Semarang, 20 Mei 2009.
- Wang, Jiahong, Fuliang Cao, Erzheng Su, Caie Wu, Linguo Zhao, & Ruifeng Ying. (2013). Improving flavonoid extraction from ginkgo biloba leaves by prefermentation processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(24):5783–91. doi: 10.1021/jf400712n.
- Xie, P. J., L. X. Huang, C. H. Zhang, & Y. L. Zhang. (2016). Nutrient assessment of olive leaf residues processed by solid-state fermentation as an innovative feedstuff additive. *Journal of Applied Microbiology* 121(1):28–40. doi: 10.1111/jam.13131.
- Yohanista, M., O. Sofjan, and E. Widodo. (2014). Evaluasi nutrisi campuran onggok dan ampas tahu terfermentasi *Aspergillus Niger*, *Rizhopus Oligosporus* dan kombinasi sebagai bahan pakan pengganti tepung pakan pengganti tepung jagung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 24(2):72–83.