Journal of Livestock and Animal Health
http://jurnalpolitanipyk.ac.id/index.php/JLAH

JLAH, Vol. 4, No.2, August 2021 : 39-46

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

Pengaruh Kombinasi Inokulum dan Waktu Fermentasi terhadap Kandungan Nutrien Campuran Bungkil Inti Sawit dan Onggok

Effect of inoculum combination and fermentation time on nutrient content of palm kernel meal and cassava waste mixture

Didik Nur Edi[1)] dan Osfar Sjofjan[2)]

[1)] Seksi Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak, UPT Pembibitan Ternak dan Kesehatan Hewan di Madura, Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur
didiknuredi@yahoo.co.id
[2)] Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang
osfar@ub.ac.id

Diterima : 14 Januari 2021
Disetujui : 01 April 2021
Diterbitkan : 31 Agustus 2021

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok. Metode yang digunakan adalah penelitian dengan rancangan acak lengkap pola tersarang. Kombinasi inokulum terdiri dari Bacillus sp., Trichoderma sp., dan Cellulomonas sp. dengan empat rasio berbeda yaitu 1:1:1 (I1), 2:1:1 (I2), 1:2:1 (I3), dan 1:1:2 (I4). Waktu fermentasi terdiri dari empat perlakuan yaitu 0 (W0), 36 (W1), 72 (W2), 108 (W3), dan 144 jam (W4). Variabel yang diamati adalah kandungan bahan organik (BO), protein kasar (PK), protein terlarut (PT), gula reduksi (GR), neutral detergent fiber (NDF), dan acid detergent fiber (ADF). Data dianalisis menggunakan analisis variansi dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi inokulum memberikan pengaruh tidak nyata (P>0,05) terhadap BO, PK, PT, GR, NDF, dan ADF. Lama fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap BO, PK, PT, GR, NDF dan ADF. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah kombinasi inokulum tidak berpengaruh terhadap kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok. Lama fermentasi yang menghasilkan kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok paling optimal adalah 144 jam.*

Kata Kunci: *bungkil inti sawit, fermentasi, inokulum, kandungan nutrien, onggok*

Abstract: *This study aimed to evaluate the effect of inoculum combination and fermentation time on nutrient content of palm kernel meal and cassava waste mixture. Method used was experiment using nested of completely randomized design. Inoculum combination consisted of Bacillus sp., Trichoderma sp., and Cellulomonas sp. with four different ratios namely 1:1:1 (I1), 2:1:1 (I2), 1:2:1 (I3), and 1:1:2 (I4). Fermentation time consisted of five treatments namely 0 (W0), 36 (W1), 72 (W2), 108 (W3), and 144 hours (W4). Variables observed were organic matter (OM), crude protein (CP), soluble protein (SP), reducing sugar (RS), neutral detergent fiber (NDF), and acid detergent fiber (ADF). Data were analyzed using analysis of variance followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed that inoculum combination did not significantly affect (P>0.05) OM, CP, SP, RS, NDF, and ADF. Fermentation time had a highly significant effect (P<0.01) on OM, CP, SP, RS, NDF, and ADF. It could be concluded that inoculum combination had no effect on nutrient content of palm kernel meal and cassava waste mixture. Fermentation time that provides optimum nutrient content of palm kernel meal and cassava waste mixture is 144 hours.*

Keywords: *palm kernel meal, fermentation, inoculum, nutrient content, cassava waste*

1. Pendahuluan

Upaya eksplorasi bahan pakan alternatif kini banyak dilakukan sebagai akibat dari semakin meningkatnya harga dan fluktuatifnya ketersediaan bahan pakan konvensional. Beberapa bahan pakan alternatif yang tersedia melimpah diantaranya hasil samping industri pertanian seperti bungkil inti sawit dan onggok. Bungkil inti sawit mempunyai potensi besar untuk dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif. Proporsi bungkil inti sawit mencapai 45% dari total inti sawit sehingga diperkirakan produksi bungkil inti sawit di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 4,42 juta ton [1]. Bungkil inti sawit memiliki kandungan energi metabolis sebesar 1.133-2.260

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

kkal/kg dengan kandungan protein kasar mencapai 13,60-17,60% [2,3,4]. Bungkil inti sawit juga mengandung asam amino esensial dan memiliki kandungan mineral yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan jagung [5]. Akan tetapi, pemanfaatan bungkil inti sawit mempunyai beberapa kendala diantaranya adalah mengandung *non-starch polysaccharides*, serat kasar tidak tercerna yang tinggi, dan memiliki tekstur kasar yang dapat memberikan pengaruh negatif bila digunakan untuk bahan pakan unggas [6].

Onggok juga merupakan salah satu bahan pakan alternatif yang potensial. Onggok merupakan produk samping dari pengolahan tepung tapioka. Setiap pengolahan tepung tapioka dapat dihasilkan 16% onggok dengan kandungan energi metabolis 2.783 kkal/kg, protein kasar 2,90%, pati 40,80-45,50%, dan serat kasar 14,08-23,93% [7,8]. Pemanfaatan onggok untuk pakan terkendala dengan kandungan serat kasar yang tinggi sehingga diperlukan perlakuan sebelum diberikan untuk unggas [9].

Fermentasi merupakan salah satu bioteknologi untuk meningkatkan kualitas nutrien dari produk samping pertanian dan perkebunan [10]. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi adalah substrat/media, mikroba, kondisi fisik pertumbuhan (suhu, kelembapan, oksigen), dan lama waktu fermentasi [11]. Berdasarkan kandungan nutrien bungkil inti sawit dan onggok serta untuk menurunkan kendalanya, maka diperlukan mikroba yang dapat menghasilkan enzim amilolitik, proteolitik dan selulolitik. Mikroba *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. masing-masing dapat menghasilkan enzim ekstraseluler berupa amilase, protease, dan selulase [12,13,14]. Kombinasi ketiga mikroba tersebut memiliki potensi untuk dapat digunakan sebagai inokulum fermentasi campuran bungkil inti sawit dan onggok. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok.

2. Materi dan Metode

2.1. Materi penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah bungkil inti sawit yang diperoleh dari pabrik pengolahan minyak sawit milik PT. Perkebunan Nusantara VII Provinsi Lampung, sedangkan onggok diperoleh dari daerah Malang. Inokulum yang digunakan terdiri dari tiga kultur mikroba yaitu *Bacillus* sp. (2,56 x 10^9 CFU/mL), *Trichoderma* sp. (1,25 x 10^7 CFU/mL), dan *Cellulomonas* sp. (2,80 x 10^6 CFU/mL). Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, *grinder*, seperangkat alat fermentasi, analisis proksimat, *van soest*, gula reduksi, dan protein terlarut.

2.2. Rancangan percobaan

Metode yang digunakan adalah percobaan tersarang dalam rancangan acak lengkap. Perlakuan yang digunakan yaitu lima waktu fermentasi (W0: 0 jam, W1: 36 jam, W2: 72 jam, W3: 108 jam, dan W4: 144 jam) tersarang pada 4 kombinasi inokulum *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. (I1: 1:1:1, I2: 2:1:1, I3: 1:2:1, dan I4: 1:1:2). Setiap perlakuan menggunakan 3 kali ulangan.

2.3. Prosedur fermentasi

Kultur mikroba terlebih dahulu diaktifkan dengan cara air sebanyak 25 liter didihkan, kemudian didinginkan sampai suhu 30°C selanjutnya dibagi dalam tiga silo yang masing-masing ditambah 100 g spora *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., *Cellulomonas* sp., dan 100 g molases. Selanjutnya diaerasi serta diperam selama 24 jam agar spora aktif (dikembangkan secara individual). Selanjutnya spora aktif ditambah mikro nutrien (mengandung glukosa, mikromineral, dan vitamin) sebanyak 17,50 g/L air kemudian dihomogenkan.

Prosedur fermentasi yang dilakukan adalah bungkil inti sawit sebanyak 55% (165 g) dicampur dengan onggok 45% (135 g) kemudian digunakan sebagai substrat. Selanjutnya substrat dikukus dalam keadaaan basah dengan rasio air dan substrat 1:1. Selanjutnya substrat didinginkan dan difermentasi dengan ditambah kombinasi inokulum sesuai perlakuan sebanyak 0,6% (1,8 ml) dan difermentasi sesuai waktu perlakuan. Fermentasi substrat ditempatkan pada wadah plastik berpori dengan ketebalan 2-3 cm. Proses fermentasi berjalan baik dengan ditandai perubahan warna, aroma wangi (seperti alkohol), dan tekstur menjadi lebih kompak pada permukaan. Substrat yang telah difermentasi kemudian dipanen, dikeringkan, dan digiling untuk dilakukan analisis kandungan nutrien.

2.4. Analisis kandungan nutrien

Peubah yang diamati meliputi kandungan bahan organik (BO) [15], protein kasar (PK) [15], protein terlarut (PT) [16], gula reduksi (GR) [17], neutral detergent fiber (NDF) [18], dan acid detergent fiber (ADF) [18].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kombinasi inokulum

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi inokulum tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05) terhadap BO, PK, PT, GR, NDF, dan ADF (**Tabel 1**). Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi inokulum memberikan perbedaan yang sangat kecil dalam kemampuan mendegradasi substrat campuran bungkil inti sawit dan onggok sehingga secara

https://doi.org/10.32530/jlah.v4i1.354

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

statistik perbedaan ini tidak terlihat. Hal ini dapat terjadi karena perbandingan kombinasi antara *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp., kurang besar. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa tidak ada pengaruh penyusutan berat bahan kering bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Trichoderma resei* hingga 3 kali dosis yaitu 2,13 x 10^4 hingga 2,13 x 10^6 CFU/ml [19]. Peningkatan dosis inokulan *T. resei* hingga 2 kali lipat dari 0,2 menjadi 0,4% juga secara statistik belum mampu menunjukkan perbedaan yang signifikan pada fermentasi limbah solid kelapa sawit dengan indikator kandungan PK dan SK [20]. Pada penelitian lain, pemberian inokulum ragi tape hingga 3 kali dosis yaitu 1,5 hingga 4,5 g/kg pada substrat kulit umbi kayu juga mempunyai pola dan jumlah pertumbuhan mikroba yang sama [21].

Tabel 1. Pengaruh kombinasi inokulum terhadap kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok

No	Inokulum	BO	PK	PT	GR	NDF	ADF
		----------%----------					
1	I1	95,40±0,45	9,92±1,68	7,12±2,02	6,64±4,18	55,90±2,98	29,72±4,99
2	I2	95,35±0,58	10,34±1,87	8,41±1,46	7,66±4,48	55,33±2,88	30,48±3,49
3	I3	95,63±0,55	9,57±1,52	7,92±1,73	8,86±4,60	54,71±3,74	29,65±4,28
4	I4	95,25±0,66	10,53±2,31	7,57±1,98	7,75±4,45	53,26±1,38	28,23±4,54

Keterangan: Kombinasi inokulum *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. dengan rasio I1: 1:1:1, I2: 2:1:1, I3: 1:2:1, dan I4: 1:1:2. BO: bahan organik, PK: protein kasar, PT: protein terlarut, GR: gula reduksi, NDF: *neutral detergent fiber*, dan ADF: *acid detergent fiber*.

Tidak adanya pengaruh yang nyata dari kombinasi inokulum juga dapat terjadi karena adanya efek antagonis dari campuran enzim yang dihasilkan. Enzim selulolitik dan amilolitik sebenarnya dapat bekerja secara sinergi karena mendegradasi karbohidrat dan turunannya. Akan tetapi kedua enzim tersebut akan turun aktifitasnya bila dicampur secara langsung dengan enzim proteolitik. Sebagaimana dilaporkan pada penelitian sebelumnya, aktifitas enzim β-glukosidase pada kultur murni *Aspergillus niger* dan *T. resei* yang diinkubasi selama 7 hari masing-masing adalah 0,75 dan 0,39 IU/ml, akan tetapi aktivitas enzim tersebut menjadi turun disaat keduanya dicampur dengan perbandingan *A. niger* dan *T. resei* sebesar 1:1 (0,52 IU/ml), 2:1 (0,38 IU/ml), dan 1:2 (0,29 IU/ml) [22].

Perbedaan kecil pengaruh ini terlihat secara numerik yang mana perbedaan rasio kombinasi antara *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. akan berdampak pada perbedaan komposisi enzim dominan yang dihasilkan. Bakteri dari genus *Bacillus* paling banyak menghasilkan enzim hidrolase seperti amilase dan glukosa dehydrogenase [12]. Hal ini mengakibatkan I2 (inokulum *Bacillus* sp. paling dominan) cenderung amilolitik sehingga menghasilkan kandungan GR yang cenderung lebih tinggi. Disisi lain, *Trichoderma* sp. merupakan jenis mikroba yang banyak menghasilkan enzim protease [23] sehingga menyebabkan I3 cenderung lebih proteolitik yang diindikasikan dengan kandungan PT tertinggi. Sedangkan I4 yang memiliki komposisi mikroba *Cellulomonas* sp. paling dominan lebih cenderung selulolitik [24] sehingga mengakibatkan kandungan NDF dan ADF campuran bungkil inti sawit dan onggok cenderung lebih rendah.

3.2. Waktu fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi tersarang pada inokulum memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap kandungan BO, PK, PT, GR, NDF, dan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap kandungan ADF campuran bungkil inti sawit dan onggok. W4 secara nyata (P<0,01) menurunkan kandungan BO pada keempat kombinasi inokulum jika dibandingkan dengan W0. Sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 1A**, terjadi penurunan persentase BO sekitar 1-2% setelah difermentasi selama 144 jam, hal ini mengindikasikan bahwa selama proses fermentasi terjadi perombakan BO. Semakin lama waktu fermentasi memberikan kesempatan mikroba untuk tumbuh, berkembang, dan menghasilkan enzim sehingga dapat lebih banyak mendegradasi kandungan BO dalam substrat [25]. Pada **Gambar 1A** juga terlihat bahwa I4 cenderung lebih banyak menurunkan kandungan BO. Hal ini terjadi karena campuran bungkil inti sawit dan onggok merupakan substrat fermentasi yang kaya akan serat kasar [26], sedangkan I4 memiliki komposisi *Cellulomonas* sp. yang lebih dominan sehingga lebih selulolitik dan dapat mendegradasi substrat lebih optimal.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan PK campuran bungkil inti sawit dan onggok pada semua kombinasi inokulum meningkat (P<0,01) seiring dengan waktu fermentasi. Peningkatan PK terjadi hingga waktu fermentasi 144 jam (**Gambar 1B**). Pada penelitian lain juga dilaporkan bahwa lama waktu fermentasi bungkil inti sawit dengan inokulum *A. niger* galur mutan E27 sejalan dengan peningkatan kandungan PK [27]. Peningkatan PK dapat terjadi karena adanya penurunan kandungan nutrien lainnya terutama karbohidrat yang digunakan untuk sumber nutrien bagi mikroba [28]. Adanya pertumbuhan

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

inokulum juga dapat berperan dalam meningkatkan PK karena biomassa inokulum tergolong sebagai protein sel tunggal [29]. Selain itu, enzim yang diseksresikan inokulum juga akan berkontribusi terhadap kandungan PK substrat karena enzim juga tersusun atas protein [30].

Hasil penelitian secara jelas menunjukkan bahwa W4 memberikan hasil kandungan PT campuran bungkil inti sawit dan onggok yang lebih tinggi (P<0,01) dibandingkan perlakuan waktu fermentasi lainnya (**Tabel 2**). **Gambar 1C** memperlihatkan pola perubahan PT yang sama pada semua jenis inokulum yaitu meningkat seiring dengan lama waktu fermentasi. Hal tersebut dapat terjadi karena lama waktu fermentasi akan memberikan peluang inokulum untuk mendagradasi substrat lebih lama. Peningkatan tertinggi dari empat inokulum terjadi pada I3, hal tersebut dapat terjadi karena perbandingan *Trichoderma* sp. pada I3 lebih besar dibandingkan dengan inokulum lainnya sehingga lebih proteolitik. Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa rataan peningkatan PT lebih tinggi dari pada PK yaitu masing-masing 60 dan 300%. Hal tersebut dapat dijelaskan karena PK merupakan indikator dari kandungan N dalam substrat sedangkan PT merupakan indikator dari degradasi protein menjadi monomernya. Peningkatan PT selama proses fermentasi dikarenakan peningkatan biomassa mikroba seiring dengan sekresi beberapa enzim ekstraseluler dan protein sel tunggal sehingga PT meningkat [31]. Pada penelitian sebelumnya juga dilaporkan bahwa selama proses fermentasi peningkatan kandungan PK lebih rendah dari pada PT [32].

Tabel 2. Pengaruh waktu fermentasi tersarang pada kombinasi inokulum terhadap kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok

Inokulum	Waktu fermentasi	BO	PK	PT	GR	NDF	ADF
		----------%----------					
I1	W0	96,17±0,04^{A}	8,14±0,07^{A}	2,13±0,27^{A}	3,99±0,27^{A}	52,62±0,43^{A}	24,35±0,56^{a}
	W1	95,44±0,12^{AB}	9,01±1,13^{A}	3,43±0,25^{B}	6,29±0,12^{B}	53,53±6,65^{A}	25,24±2,78^{a}
	W2	95,18±0,73^{B}	9,05±0,29^{A}	5,65±0,50^{C}	7,96±0,15^{C}	55,68±0,82^{AB}	29,55±0,96^{b}
	W3	95,14±0,04^{B}	11,37±0,51^{B}	10,39±0,29^{D}	8,49±0,18^{D}	57,94±0,43^{AB}	34,66±1,35^{c}
	W4	95,06±0,23^{B}	12,01±0,79^{B}	11,57±0,35^{E}	8,90±0,15^{E}	59,75±6,65^{B}	34,82±1,78^{c}
I2	W0	96,11±0,10^{A}	8,13±0,19^{A}	2,21±0,45^{A}	6,07±0,08^{A}	51,51±0,44^{A}	25,85±0,08^{a}
	W1	95,52±0,10^{AB}	8,92±0,46^{A}	4,18±0,16^{B}	8,03±0,07^{B}	53,42±1,00^{AB}	25,85±1,36^{ab}
	W2	95,47±0,07^{AB}	10,27±0,06^{B}	7,94±0,16^{C}	8,74±0,19^{C}	55,62±2,45^{AB}	30,18±0,60^{b}
	W3	95,08±0,38^{B}	11,81±0,31^{C}	11,40±0,27^{D}	9,57±0,15^{D}	58,02±6,66^{B}	33,76±0,12^{c}
	W4	94,55±1,52^{B}	12,55±0,31^{C}	12,60±0,67^{E}	9,61±0,03^{D}	58,11±0,91^{B}	34,05±0,59^{c}
I3	W0	96,22±0,07^{A}	8,26±0,09^{A}	3,67±0,34^{A}	5,13±0,17^{A}	50,57±4,06^{A}	24,81±2,21^{a}
	W1	96,10±0,09^{A}	8,33±0,38^{A}	4,54±0,14^{B}	7,48±0,17^{B}	53,06±0,80^{A}	26,21±1,15^{a}
	W2	95,53±0,12^{AB}	8,96±0,30^{A}	9,76±0,30^{C}	8,38±0,05^{C}	54,31±0,25^{A}	29,27±0,24^{b}
	W3	95,42±0,10^{AB}	10,56±0,58^{B}	12,41±0,46^{D}	9,29±0,11^{D}	54,91±0,69^{A}	33,51±0,35^{c}
	W4	94,87±0,22^{B}	11,74±0,21^{C}	13,93±0,20^{E}	9,29±0,18^{D}	60,70±5,81^{B}	34,44±1,64^{c}
I4	W0	96,04±0,04^{A}	8,34±0,59^{A}	2,70±0,60^{A}	4,39±0,29^{A}	52,16±0,50^{A}	21,65±1,00^{a}
	W1	95,75±0,09^{A}	8,63±0,52^{A}	3,74±0,37^{B}	7,01±0,31^{B}	52,54±4,05^{A}	25,33±2,55^{b}
	W2	95,14±0,12^{AB}	9,78±0,73^{B}	8,50±0,43^{C}	8,19±0,08^{C}	52,59±5,30^{A}	30,82±0,99^{c}
	W3	94,95±0,21^{AB}	12,38±0,36^{C}	10,83±0,57^{D}	8,88±0,15^{D}	53,45±2,17^{A}	31,45±1,42^{c}
	W4	94,37±0,30^{B}	13,51±0,73^{C}	13,00±0,48^{E}	9,36±0,16^{E}	55,58±0,41^{A}	31,91±1,23^{c}

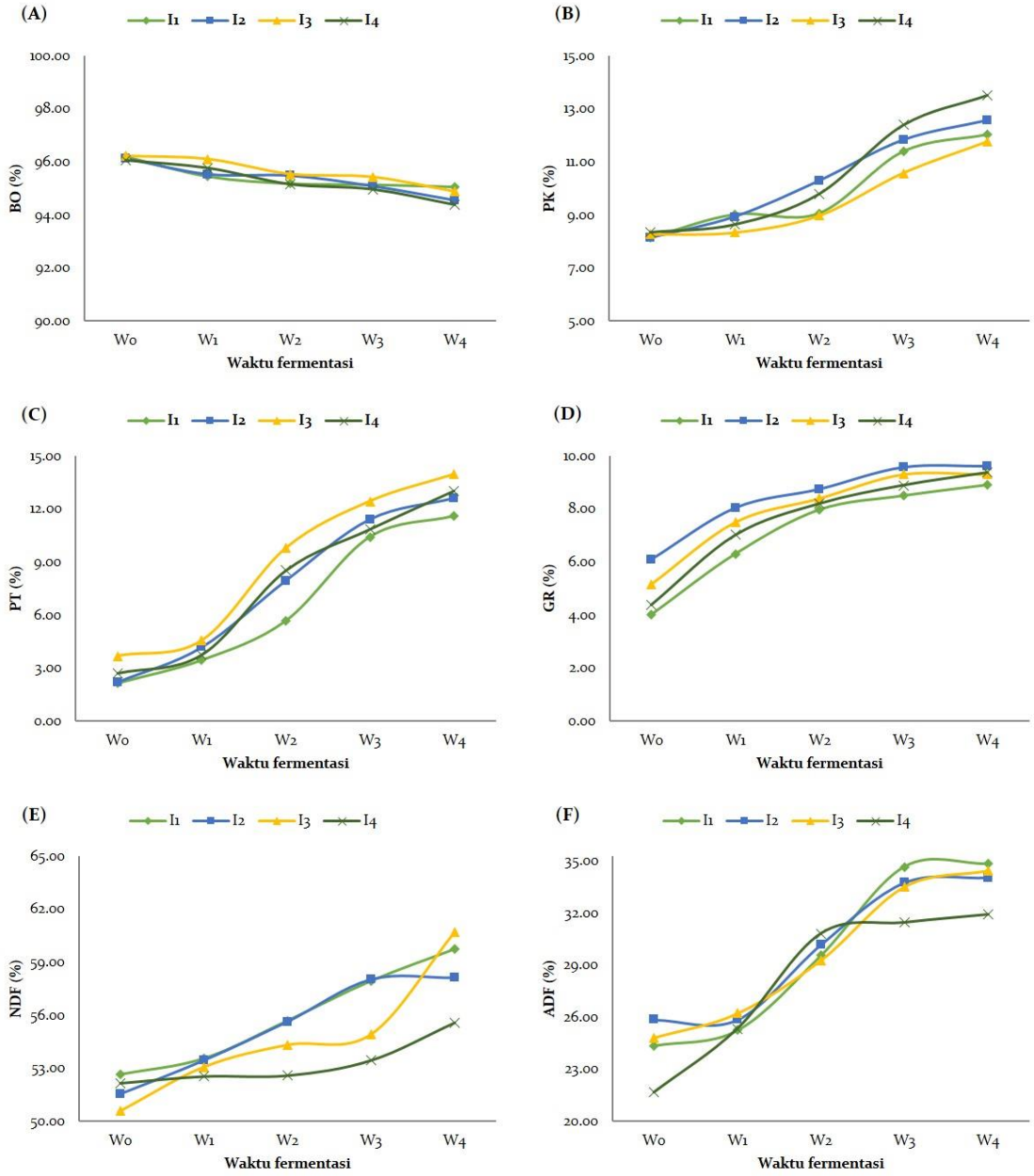
Keterangan: Kombinasi inokulum *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. dengan rasio I_1: 1:1:1, I_2: 2:1:1, I_3: 1:2:1, dan I_4: 1:1:2. Waktu fermentasi W_0: 0 jam, W_1: 36 jam, W2: 72 jam, W3: 108 jam, dan W4: 144 jam. BO: bahan organik, PK: protein kasar, PT: protein terlarut, GR: gula reduksi, NDF: *neutral detergent fiber*, dan ADF: *acid detergent fiber*. $^{a-c}$ nilai rataan pada baris yang sama dengan superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). $^{A-E}$ nilai rataan pada baris yang sama dengan superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan GR meningkat (P<0,01) seiring dengan waktu fermentasi (Tabel 2). Pola ini terlihat pada semua kombinasi inokulum. Pada **Gambar 1D** dapat dilihat bahwa pola perubahan GR seiring dengan waktu fermentasi yaitu naik sekitar 90% dari konsentrasi awal. Peningkatan ini dapat terjadi karena mikroba yang terdapat dalam inokulum berkembang seiring dengan waktu fermentasi. GR merupakan hasil metabolit karbohidrat yang digunakan untuk aktifitas pertumbuhan dan merupakan metabolit sekunder [33]. Semakin lama waktu fermentasi memberikan kesempatan mikroba lebih lama untuk mendegradasi karbohidrat menjadi

https://doi.org/10.32530/jlah.v4i1.354

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

gula yang diindikasikan dengan meningkatnya GR. Kenaikan tertinggi GR terjadi pada I2. Hal tersebut dapat terjadi karena pada I2 lebih amilolitik dibandingkan dengan inokulum lainnya karena perbandingan *Bacillus* sp. yang menghasilkan enzim amilase lebih besar. Pada penelitian lain, peningkatan persentase GR juga terjadi pada onggok seiring dengan peningkatan konsentrasi enzim α-amilase, selulase, dan glukomilase [34]. Peningkatan GR juga ditunjang oleh aktifitas *Bacillus* sp. dan *Cellulomonas* sp. yang dapat bekerja secara sinergi untuk mendegradasi karbohidrat dan turunannya. GR adalah golongan karbohidrat yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron seperti glukosa dan fruktosa [35].



Gambar 1. Pola perubahan kandungan (A) BO, (B) PK, (C) PT, (D) GR, (E) NDF, dan (F) ADF campuran bungkil inti sawit dan onggok yang dipengaruhi oleh waktu fermentasi tersarang pada kombinasi inokulum. Kombinasi inokulum *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. dengan rasio I_1: 1:1:1, I_2: 2:1:1, I_3: 1:2:1, dan I_4: 1:1:2. Waktu fermentasi W_o: 0 jam, W_1: 36 jam, W2: 72 jam, W3: 108 jam, dan W4: 144 jam. BO: bahan organik, PK: protein kasar, PT: protein terlarut, GR: gula reduksi, NDF: *neutral detergent fiber*, dan ADF: *acid detergent fiber*.

Tabel 2 menunjukkan bahwa waktu fermentasi W4 dapat meningkatkan (P<0,01) kandungan NDF campuran bungkil inti sawit dan onggok jika dibandingkan Wo. Akan tetapi, peningkatan ini hanya terjadi pada kombinasi inokulum I1, I2 dan I3. Sedangkan pada I4 waktu fermentasi tidak memberikan perbedaan yang nyata. Hasil ini menerangkan bahwa Wo mempunyai persentase

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

NDF terendah dan meningkat seiring dengan waktu fermentasi. Sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 1E**, peningkatan kandungan NDF pada I4 cenderung lebih rendah dibandingkan dengan inokulum lainnya. Lebih rendahnya kandungan NDF ini dapat disebabkan karena pada I4 perbandingan *Cellulomonas* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan inoculum lainnya sehingga lebih selulolitik. Meningkatnya persentase NDF dapat dipahami karena seiring dengan lama waktu fermentasi kapang *Trichoderma* sp. akan berkembang. Kapang dapat menyumbangkan serat kasar melalui dinding selnya [36]. Peningkatan NDF juga disebabkan oleh penurunan persentase BO, yang berkebalikan dengan peningkatan persentase abu. Adanya peningkatan persentase kandungan abu maka akan menyebabkan persentase NDF meningkat karena abu merupakan salah satu komponen dari NDF [37]. Pada penelitian ini, kandungan NDF bungkil inti sawit dan onggok terfermentasi cukup tinggi (>50%). Akan tetapi, meskipun kandungan NDFnya tinggi, kandungan PK campuran bungkil inti sawit dan onggok terfermentasi sebanding dengan jagung sehingga diharapkan dapat menggantikan sebagian proporsi jagung pada pakan unggas. Lebih lanjut, NDF juga merupakan salah satu fraksi dari serat kasar yang diperlukan untuk unggas pada taraf tertentu untuk efek prebiotik dan toksisitas [38]. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk melihat level optimal penggunaan campuran bungkil inti sawit dan onggok pada unggas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan ADF meningkat seiring dengan waktu fermentasi yang semakin lama (Tabel 2). Sebagaimana juga dapat dilihat pada **Gambar 1F**, pola peningkatan ADF terlihat pada semua jenis kombinasi inokulum. Peningkatan persentase ADF sejalan dengan lamanya waktu fermentasi dimungkinkan terjadi karena inokulum tidak dapat menghasilkan enzim lignase. Sehingga kandungan lignin dan abu tetap terhadap kontrol, tetapi secara persentase meningkat berkebalikan dengan BO. Pada penelitian sebelumnya, terjadi peningkatan persentase kandungan abu, kalsium dan fosfor pada campuran bungkil inti sawit dan onggok setelah difermentasi dengan *A. niger* [30]. ADF terdiri atas lignin, abu dan selulosa [39] sehingga meningkatnya persentase abu dan lignin akan berkorelasi dengan peningkatan persentase ADF. Pada penelitian lain juga dilaporkan bahwa lamanya waktu fermentasi mengakibatkan peningkatan kandungan NDF dan ADF pada fermentasi BIS dengan *Trichoderma* sp. [19].

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perbandingan kombinasi inokulum *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cellulomonas* sp. tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok. Waktu fermentasi optimal untuk menghasilkan kandungan nutrien campuran bungkil inti sawit dan onggok terbaik adalah 144 jam.

Referensi

[1] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, 2019.

[2] B. Sundu, A. Kumar, and J. Dingle, "Comparison of feeding values of palm kernel meal and copra meal for broilers," *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, vol. 15, p. 28A, 2005.

[3] M. R. Abdollahi, B. Hosking, and V. Ravindran, "Nutrient analysis, metabolisable energy and ileal amino acid digestibility of palm kernel meal for broilers," *Animal Feed Science and Technology*, vol. 206, pp. 119-125, 2015.

[4] H.E. Hanafiah, I. Zulkifli, A. F. Soleimani, and E. A. Awad, "Apparent metabolisable energy and ileal crude protein digestibility of various treated palm kernel cake based diets for heat-stressed broiler chickens," *European Poultry Science*, p. 81, 2017.

[5] L. Tsaniyah dan H. Hermawan, "Pengendalian proses produksi bahan pakan bungkil sawit dalam perspektif keamanan pangan," *Jurnal OE*, vol. 7, no. 2, pp. 121-131, 2015.

[6] M. I. Alshelmani, T. C. Loh, H. L. Foo, A. Q. Sazili, and W. H. Lau, "Effect of feeding different levels of palm kernel cake fermented by *Paenibacillus polymyxa* ATCC 842 on nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microflora in broiler chickens," *Animal Feed Science and Technology*, vol. 216, pp. 216–224, 2016.

[7] D. N. Edi, "Analysis of regional potency and local feed resources to develop native chicken in East Java Province," *Jurnal Ternak*, vol. 11, no. 2, pp. 7-22, 2020.

[8] N. Musita, "Kajian sifat fisikokimia tepung onggok industri besar dan industri kecil," *Majalah TEGI*, vol. 10, no. 1, pp. 19-24, 2018.

[9] K. Kiramang, "Potensi dan pemanfaatan onggok dalam ransum unggas," *Jurnal Teknosains*, vol. 5, no. 2, PP. 155-163, 2011.

[10] I. G. N. G. Bidura, I. B. G. Pratama, dan T. G. O. Susilo, *Limbah: Pakan Alternatif dan Aplikasi Teknologi*. Denpasar: Udayana University Press, 2008.

[11] T. Pasaribu, "Upaya meningkatkan kualitas bungkil inti sawit melalui teknologi fermentasi dan penambahan enzim untuk

https://doi.org/10.32530/jlah.v4i1.354

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

unggas," *WARTAZOA*, vol. 28, no. 3, pp. 119-128, 2018.

[12] S. Madonna, "Produksi enzim amilolitik dari *Bacillus megaterium* menggunakan variasi kadar pati sagu (*Metroxylon* sp.)," *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*, vol. 7, no. 1, pp. 22-27, 2014.

[13] M. Astriani, "Skrining bakteri selulolitik asal tanah kebun pisang (*Musa paradisiaca*)," *Jurnal Biota*, vol. 3, no. 1, pp. 6-10, 2017.

[14] D. Indrawati, A. Susilowati, D. P. Atmojo, dan N. Mulyana, "Efektivitas enzim kasar kitinase dari jamur *Trichoderma viride* yang diiradiasi oleh sinar gamma terhadap degradasi cangkang telur nematoda *Haemonchus contortus* pada ternak domba," *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, vol. 29, no. 1, pp. 24–36, 2019.

[15] AOAC, *Official Methods of Analysis*, 15 edition. Arlington, VA: AOAC Inc, 1990.

[16] O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randall, "Protein measurement with the Folin phenol reagent," *Journal of Biological Chemistry*, vol. 193, pp. 265-275, 1951.

[17] N. Nelson, "A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose, *Journal of Biological Chemistry*, vol. 153, no. 2, pp. 375-380, 1944.

[18] P. V. Van Soest, J. B. Robertson, and B. A. Lewis, "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition," *Journal of Dairy Science*, vol. 74, no. 10, pp. 3583-3597, 1991.

[19] A. Jaelani, W. G. Piliang, Suryahadi, dan Rahayu, "Hidrolisis bungkil inti sawit (*Elaeis guinensis* Jacq) oleh kapang *Trichoderma reesei* sebagai pendegradasi polisakarida mannan," *Animal Production*, vol. 10, no. 1, pp. 42-49, 2005.

[20] M. Lie, M. Najoan, dan F. R. Wolayan, "Peningkatan nilai nutrien (protein kasar dan serat kasar) limbah solid kelapa sawit terfermentasi dengan *Trichoderma reesei*," *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, p. 34043, 2015.

[21] N. H. Muhiddin, N. Juli, dan I. N. P. Aryantha, "Peningkatan kandungan protein kulit umbi ubi kayu melalui proses fermentasi," *JMS*, vol. 6, no. 1, pp. 1-12, 2001.

[22] T. Juhász, K. Kozma, and K. Réczey, "Production of β-glucosidase in mixed culture of *Aspergillus niger* BKMF 1305 and *Trichoderma reesei* RUT C30," *Food Technology and Biotechnology*, vol. 41, no. 1, pp. 49-53, 2003.

[23] J. J. Deng, W. Q. Huang, Z. W. Li, D. L. Lu, Y. Zhang, and X. C. Luo, "Biocontrol activity of recombinant aspartic protease from *Trichoderma harzianum* against pathogenic fungi," *Enzyme and Microbial Technology*, vol. 112, pp. 35-42, 2018.

[24] H. V. Poulsen, F. W. Willink, and K. Ingvorsen, "Aerobic and anaerobic cellulase production by *Cellulomonas uda*," *Archives of Microbiology*, vol. 198, no. 8, pp. 725-735, 2016.

[25] Mirnawati, G. Ciptaan, and Ferawati, "Improving the quality and nutrient content of palm kernel cake through fermentation with *Bacillus subtilis*," *Livestock Research for Rural Development*, vol. 31, no. 7, p. 98, 2019.

[26] Y. Sukaryana, Nurhayati, dan C. U. Wirawati, "Optimalisasi pemanfaatan bungkil inti sawit, gaplek dan onggok melalui teknologi fermentasi dengan kapang berbeda sebagai bahan pakan ayam pedaging," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, vol. 13, no. 2, pp. 70-77, 2013.

[27] L. Sari dan T. Purwadaria, "Pengkajian nilai gizi hasil fermentasi mutan *Aspergillus niger* pada substrat bungkil kelapa dan bungkil inti sawit," *Biodiversitas*, vol. 5, no. 2, pp. 48-51, 2004.

[28] T. Pasaribu, E. B. Laconi, and I. P. Kompiang, "Evaluation of the nutrient contents of palm kernel cake fermented by microbial cocktails as a potential feedstuff for poultry," *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, vol. 44, no. 3, pp. 295-302, 2019.

[29] Mirnawati, A. Djulardi, and Y. Marlida, "Improving the quality of palm kernel cake through fermentation by *Eupenicillium javanicum* as poultry ration, *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 12, no. 12, pp. 1085-1088, 2013.

[30] Nurhayati, O. Sjofjan, dan Koentjoko, "Kualitas nutrisi campuran bungkil inti sawit dan onggok yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger*," *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, vol. 31, no. 3, pp. 172-178, 2006.

[31] Y. Martono, L. V. Danriani, dan S. Hartini, "Pengaruh fermentasi terhadap kandungan protein dan asam amino pada tepung gaplek yang difortifikasi tepung kedelai (*Glycine max* (L))," *AGRITECH*, vol. 36, no. 2, pp. 56-53, 2016.

[32] Sridanarti, "Pengaruh waktu inkubasi campuran ampas tahu dan onggok yang difermantasi dengan *Neurospora sitophila* terhadap kandungan zat makanan," Universitas Brawijaya, 2007.

[33] H. S. Nur, "Suksesi mikroba dan aspek biokimiawi fermentasi mandai dengan kadar garam rendah," *Makara Journal of Science*, vol. 13, no. 1, pp. 13-16, 2009.

[34] Sutikno, Marniza, Selviana, dan N. Musita, "Pengaruh konsentrasi enzim selulase, α–amilase dan glukoamilase terhadap kadar gula

p-ISSN 2655-4828
e-ISSN 2655-2159

reduksi dari onggok," *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, vol. 21, no. 1, pp. 1-12, 2016.

[35] R. Afriza dan Ismanilda, "Analisis perbedaan kadar gula pereduksi dengan metode Lane Eynon dan Luff Schoorl pada buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*)," *Jurnal Temapela*, vol. 2, no. 2, pp. 90-96, 2019.

[36] S. P. Ginting dan R. Krisnan, "Pengaruh fermentasi menggunakan beberapa strain *Trichoderma* dan masa inkubasi berbeda terhadap komposisi kimiawi bungkil inti sawit," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, pp. 939-944, 2006.

[37] D. Novika, "Degradasi fraksi serat (NDF, ADF, selulosa dan hemiselulosa) ransum yang menggunakan daun coklat secara *In-vitro*. Universitas Andalas, 2013.

[38] D. N. Edi, "Bahan pakan alternatif sumber energi untuk substitusi jagung pada unggas," *Jurnal Peternakan Indonesia*, vol. 23, no. 1, pp. 43-61, 2021.

[39] N. Usman, E. J. Saleh, dan M. Nusi, "Kandungan *acid detergent fiber* dan *neutral detergent fiber* jerami jagung fermentasi dengan mengunakan jamur *Trichoderma viride* dengan lama inkubasi berbeda," *Jambura Journal of Animal Science*, vol. 1, no. 2, pp. 57-61, 2019.

https://doi.org/10.32530/jlah.v4i1.354