

PERBAIKAN KANDUNGAN PROTEIN KASAR DAN SERAT KASAR LIMBAH KOPI (*Coffea canephora*) YANG DIFERMENTASI MENGUNAKAN *Trichoderma reesei*

*Improvement of Crude Protein and Crude Fiber Content in Fermented Coffee (*Coffea canephora*) Waste Using *Trichoderma reesei**

Emili Liliani^{1*}, Yetti Marlida², Ahadiyah Yuniza², Laily Rinda Ardani²

¹Mahasiswa Pascasarjana, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Jl. Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

²Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Jl. Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*Corresponding Author: liliani.emili@yahoo.com

ABSTRACT

Coffee husk are waste that has not been widely utilized until now. The availability of coffee waste and the nutritional value contained in it means that coffee waste can be used as an alternative feed. However, its use as animal feed, especially poultry, is still limited due to its high crude fiber content. This research aims to improve the quality of coffee waste as an alternative feed for poultry by fermenting the mold *Trichoderma reesei* (8.2×10^8 CFU/g) with the best dose and fermentation time. The study used a completely randomized design with a 3 x 3 factorial pattern with 3 replications consisting of 2 factors, namely inoculum dose (A1 = 3%, A2 = 6%, and A3 = 9%) and incubation time (B1 = 5 days, B2 = 10 days and B3 = 15 days). The results showed that the best inoculum dose and incubation time in the A2B1 treatment (6% inoculum dose, 5 days incubation time) had a very significant effect ($p < 0.05$) in increasing the crude protein content of fermented coffee waste by 12.58%. Meanwhile, the best inoculum dose and incubation time in the A2B2 treatment (6% inoculum dose, 10 days incubation time) had a significant effect ($p < 0.05$) in reducing the crude fiber content of fermented coffee waste by 27.06%. Based on the results of this research, it can be concluded that the interaction of the best inoculum dose and incubation time can improve the quality of coffee waste by increasing the crude protein content by 12.58% (A2B1) and reducing the crude fiber of fermented coffee waste by 27.06% (A2B2).

Keywords: Coffee waste, Crude fiber, Crude protein, Fermentation, *Trichoderma reesei*

ABSTRAK

Kulit kopi merupakan limbah yang masih belum banyak dimanfaatkan hingga saat ini. Ketersediaan limbah kopi dan nilai nutrisi yang terkandung di dalamnya, membuat limbah kopi dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif. Namun, pemanfaatannya sebagai pakan ternak khususnya unggas masih terkendala karena kandungan serat kasar yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas limbah kopi sebagai pakan alternatif ternak unggas melalui fermentasi kapang *Trichoderma reesei* ($8,2 \times 10^8$ CFU/g) dengan dosis dan lama fermentasi yang terbaik. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial 3 x 3 dengan 3 ulangan yang terdiri dari 2 faktor yaitu dosis inokulum (A1=3%, A2=6%, dan A3=9%) dan lama inkubasi (B1=5 hari, B2=10 hari dan B3= 15 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis inokulum dan waktu inkubasi terbaik pada perlakuan A2B1 (dosis inokulum 6%, waktu inkubasi 5 hari) berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) dalam meningkatkan kandungan protein kasar limbah kopi fermentasi sebesar 12,58%. Sementara itu, dosis inokulum dan waktu inkubasi terbaik pada perlakuan A2B2 (dosis inokulum 6%, waktu inkubasi 10 hari) berpengaruh nyata ($p < 0,05$) dalam menurunkan kandungan serat kasar limbah kopi fermentasi sebesar 27,06%. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa interaksi dosis inokulum dan lama inkubasi terbaik mampu memperbaiki kualitas limbah kopi dengan meningkatkan kandungan protein kasar sebesar 12,58% (A2B1) serta menurunkan serat kasar limbah kopi fermentasi sebesar sebesar 27,06% (A2B2).

Kata kunci: Fermentasi, Limbah kopi, Protein kasar, Serat kasar, *Trichoderma reesei*

PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung terkenal sebagai penghasil kopi terbaik di Indonesia. Total luas areal tanam kopi robusta di Provinsi Bengkulu pada tahun 2020 sebesar 85.020 Ha dan produksi sebesar 62.610 ton/tahun. Terutama daerah Kabupaten Rejang Lebong dengan luas areal tanam kopi pada tahun 2020 sebesar 23.630 ha dan terjadi peningkatan produksi dari tahun 2019 sebesar 17.980 ton/tahun menjadi 20.010 ton/tahun (Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu, 2021). Menurut penelitian Ramon *et al.* (2021), limbah kulit kopi belum dimanfaatkan secara optimal di Kabupaten Rejang Lebong dalam kurun tahun 2010-2017 rata-rata sebesar 12.829 ton/tahun, namun hanya 104 ton/tahun atau sebesar 0,76% dari potensi tersebut yang sudah dapat dimanfaatkan dengan optimal.

Teknik pengolahan yang digunakan untuk memproses kopi mempengaruhi produk sampingan yang dihasilkan. Produk sampingan yang dihasilkan antara lain bubur atau *pulp* (produk sampingan utama dalam pengolahan kopi basah), sekam (kulit buah, daging buah, dan kulit tanduk yang dihasilkan pada pengolahan kering) (Muzaifa *et al.*, 2021). Limbah kopi yang dihasilkan di Kabupaten Rejang Lebong telah tercampur pada proses pengupasan karena metode pengolahan kopi menggunakan metode kering. Pemanfaatan limbah kopi sebagai pakan ternak menjadi salah satu solusi dalam menghadapi masalah pencemaran lingkungan.

Kandungan serat kasar pada sekam kopi dilaporkan oleh Muzaifa *et al.* (2021) lebih tinggi dari tepung gandum utuh yaitu 30,8%, hal ini menjadi kendala dalam pemanfaatan limbah kopi sebagai pakan unggas. Kecernaan protein kasar dan metabolisme energi dipengaruhi oleh tingginya kandungan serat kasar dalam bahan pakan (Wulandari *et al.*, 2013). Maka dari itu, perlu adanya perlakuan lebih lanjut seperti perlakuan fermentasi

menggunakan bantuan mikroorganisme kapang. Pemilihan mikroorganisme kapang dilakukan karena kemampuannya dalam menghasilkan berbagai enzim yang berbeda. Jamur berfilamen adalah strain untuk memproduksi enzim melalui proses fermentasi padat yang dapat menghasilkan enzim lignoselulitik yang sangat baik seperti selulase dan xilanase (Ravindran *et al.*, 2019).

Kapang berfilamen yang umum digunakan dalam berbagai industri salah satunya adalah *Trichoderma reesei*. Potensi jamur ini dalam menghasilkan enzim dan genom yang mengandung banyak gen yang dapat mengkode enzim pendegradasi dinding sel. Penelitian sebelumnya dari Pedersen *et al.* (2021) menyimpulkan bahwa enzim pendegradasi karbohidrat yang ditemukan dalam sekretom *T. reesei* dapat menghidrolisis stuktur dinding sel yang beragam dan kompleks pada biji-bijian (dikotil atau monokotil) dan produk sampingan yang umum digunakan dalam industri pakan ternak. Said *et al.* (2019) juga menambahkan bahwa *Trichoderma reesei* memiliki kemampuan unik dalam menghidrolisis selulosa dan memanfaatkan lignoselulosa sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhannya. *T. reesei* menghasilkan *endo-* dan *ekso-glukanase* yang sangat efisien dalam memecah substrat selulosa akan tetapi β -*glukanase* nya cukup rendah (Ben Taher *et al.*, 2016).

Berbagai penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kapang ini telah digunakan pada berbagai bahan pakan ataupun limbah. Penelitian sebelumnya oleh Hilakore *et al.* (2013) melaporkan bahwa penggunaan *T. reesei* dengan dosis 5%, 7% dan 10% lama waktu 2, 3, 4 hari pada fermentasi putak dapat menurunkan serat kasar hanya sebesar 9,08% dari 9,70% akan tetapi meningkatkan protein kasar 20,60% dari 14,17%.

Dosis dan lama waktu inkubasi yang dipilih pada penelitian ini adalah 3%, 6%, 9% dengan waktu 5, 10, 15 hari. Maier dan Pepper (2015) menyatakan

bahwa fase *log* pertumbuhan kapang yang berlangsung dari minggu pertama sampai dengan minggu ke-2 yang ditandai dengan peningkatan biomassa. Fase *stasioner* yang berlangsung dari hari ke 15 sampai dengan minggu ke-3 ditandai dengan perkembangankapang yang relatif stagnan dan seimbang dengan jumlah sel yang mati. Menurut Musnandar (2006), dosis dan lama inkubasi merupakan faktor yang mempengaruhi level kemampuan kapang saat memecah serat kasar. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis dan waktu inkubasi yang tepat dalam fermentasi limbah kopi menggunakan *T. reesei* agar dapat memperbaiki kandungan nutrisi limbah kopi terutama dalam menurunkan serat kasar dan meningkatkan protein kasar.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknologi Produksi Ternak Unggas, Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong, Provinsi Bengkulu. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei–Juli 2023.

Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan antara lain, limbah kopi diperoleh dari salah satu perkebunan kopi di Kabupaten Rejang Lebong serta inokulum kapang *T. Reesei* di peroleh dari Institut Pertanian Bogor *Culture Collection*, *Potato Dextract agar (PDA)*, dedak, ampas tahu, aquadest, tisu, alkohol, spiritus, *aluminium foil*, dan plastik wrap.

Metode Penelitian

Peremajaan Kapang *T. reesei* pada Media PDA

Sebanyak 39 g media PDA dicampurkan dengan 1 liter aquades di dalam *beaker glass*, dipanaskan diatas *hotplate stirrer* hingga mendidih dan warna larutan berubah menjadi bening

kemudian biarkan hingga suhu turun. Media PDA cair siap dituangkan ke dalam masing-masing tabung reaksi, ditutup menggunakan kapas dan *aluminium foil*, lalu diletakan pada rak. Media disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121⁰C selama 15 menit. Posisikan *test tube* miring dan dibiarkan hingga memadat. Setelah media memadat dilakukan inokulasi kapang *T. reesei* secara aseptis dengan menggores biakan pada agar miring kemudian inkubasi selama 3 hari.

Perbanyakkan *T. reesei* pada Media Dedak

Perbanyakkan kapang *T. reesei* pada media dedak dengan cara memasukan 500 g dedak ditambah air hingga 70% ke dalam plastik bening yang tahan panas dan sterilisasi dengan suhu 121⁰ C selama 30 menit. Inokulum yang telah ditumbuhkan pada media PDA diambil menggunakan ujung spatula kemudian masukan ke media dedak yang telah dingin dan aduk perlahan agar spora kapang menyebar. Lubangi plastik dengan jarum yang telah disterilisasi. Kemudian inkubasi selama 7 hari sampai media dedak tertutupi dengan kapang (Prasetyawati dan Dania, 2017).

Fermentasi Limbah Kopi

Limbah kopi dikumpulkan dari satu kebun kopi yang ada di daerah Kabupaten Rejang Lebong. Limbah kopi + ampas tahu dengan perbandingan 80:20 dimasukkan ke dalam 27 wadah plastik dan ditambahkan aquadest sampai kadar air 70% kemudian di lubangi dan dikukus selama 60 menit. Setelah sampel dingin lalu diinokulasi dengan kapang *T. Reesei* dengan total koloni 8,2 x10⁸ CFU/g, dosis inokulum sesuai perlakuan yakni faktor A : 3, 6, dan 9% dari berat kering dengan ketebalan substrat yang difermentasi 2 cm. Inkubasi selama 5, 10 dan 15 hari (faktor B) dengan suhu ruang 27–30⁰C dan kondisi aerob. Pada hari ke 4 sampai dengan panen dilakukan penyemprotan aquades steril sebanyak 4 ml menggunakan *sprayer*. Setiyarto (2011)

melaporkan bahwa bahan mengalami penurunan kadar air disebabkan oleh penguapan bahan akibat metabolisme sel dan panas dari bola lampu (inkubator sederhana) agar jamur dapat berkembang konsentrasi air yang ideal antara 40% hingga 70%.

Parameter yang Diamati

Analisa Protein Kasar

Produk fermentasi ditimbang sebanyak 1 g lalu dihaluskan dan dimasukkan kedalam labu Kjeldahl. Tambahkan beberapa batu didih dan 5,7 gram garam Kjeldahl. Tambahkan 25 ml H₂SO₄ pekat setelah labu Kjeldahl dipasang statif dengan kemiringan 45°C. Larutan kemudian dipanaskan dengan menggunakan api kecil dalam ruang asam hingga menjadi bening. Turunkan suhu dengan merendam labu Kjeldahl dalam air. Kemudian tambahkan 25 ml air suling. Kemudian analisa akan melalui tiga tahap dekstruksi, destilasi dan titrasi. Rumus pengujian kadar protein kasar (metode Kjeldahl):

Protein Kasar (%)

$$= \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14,008 \times 6,25}{S} \times 100\%$$

Keterangan :

V₁ = Volume Titrasi

sampel V₂ = Volume

Titrasi blanko N =

Normalitas HCL

S = Berat sampel

14,008 = Berat atom unsur

N

6,25 = Faktor konversi (asumsi rata-rata kandungan N pakan 16g/100g protein)

Analisa Serat Kasar

Timbang sampel sebanyak 1 gr, tambahkan 50 ml H₂SO₄ 0,3N ke dalam *beaker glass* dan panaskan pada suhu 70°C selama 1 jam. Campurkan 25 ml NaOH 1,5 N dan panaskan pada suhu 70°C

dengan waktu 30 menit. Gunakan corong *buchner* untuk menyaring larutan. Lakukan pencucian berturut-turut selama proses penyaringan endapan menggunakan aquades panas secukupnya, 50 ml H₂SO₄ 0,3 N dan 25 ml aseton. Letakan residu yang ada dalam kertas saring ke dalam cawan petri dan keringkan menggunakan oven selama 60 menit dengan suhu 105°C, setelah dingin lakukan penimbangan. Rumus pengujian kadar serat kasar (Metode Wendee);

$$SK (\%) = (B_1 - B_2) / S \times 100$$

Keterangan :

B₁ = Berat kertas saring setelah penyaringan (g)

B₂ = Berat kertas saring kosong

(g) S = Berat sampel (g)

Rancangan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3 x 3 dengan 3 ulangan. Dosis inokulum (A1= 3%, A2= 6%, A3= 9%) dan waktu inkubasi (B1=5 hari, B2=10 hari, B3=15 hari) merupakan faktor interaksi yang akan diamati. Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) akan digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perlakuan yang berbeda nyata (p<0,05).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Protein Kasar Limbah Kopi Hasil Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi dosis dan waktu inkubasi limbah kopi berpengaruh sangat nyata (p<0,05). Kandungan protein kasar limbah kopi tanpa perlakuan fermentasi hanya sebesar 9,96% (Laboratorium Peternakan Universitas Bengkulu). Keseluruhan perlakuan fermentasi terjadi kenaikan kandungan protein kasar berkisar 10,18% sampai dengan 12,58% (Tabel 1). Produk yang diolah melalui proses fermentasi memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan bahan

aslinya karena mikroba catabolic akan memecahkomponen yang rumit menjadi sederhana (Fardiaz *et al.* 1980; Brata, 2008).

Produk fermentasi limbah kopi terbaik pada penelitian ini sebesar 12,58% menjadi 6,5%, juga Hilakore *et*

al. (2013) melaporkan penggunaan *T. reseei* pada putak meningkat dari 14,17% menjadi 20,60%. perbedaan persentase peningkatan protein kasar disebabkan oleh jenis dan komposisi substrat yang digunakan dalam setiap percobaan.

Tabel 1. Nilai rata-rata pengaruh interaksi dosis inokulum dan waktu inkubasi fermentasi limbah kopi menggunakan *T. reseei* terhadap protein kasar

Dosis inokulum (%)	Kandungan Protein kasar (%)		
	Waktu inkubasi (hari)		
	B1 (5)	B2 (10)	B3 (15)
A1 (3)	10,18 ^d	10,97 ^{cd}	11,33 ^c
A2 (6)	12,58 ^a	11,49 ^c	12,55 ^{ab}
A3 (9)	12,48 ^b	10,90 ^{cd}	10,71 ^{cd}

Keterangan: ^{a,b,c,d} superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan dosis inokulum yang rendah (A1) pada limbah kopi membutuhkan waktu inkubasi yang lebih lama dibandingkan dengan penggunaan inokulum dosis yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan fase *lag* (adaptasi) kapang membutuhkan waktu yang lama. Sejalan dengan pendapat Fardiaz (1992) dalam Hilakore, *et al.* (2013) menyatakan populasi awal mempengaruhi seberapa cepat fase *lag* tersebut berlangsung. Sehingga dapat dikatakan bahwa banyaknya dosis inokulum yang digunakan dapat mempercepat pertumbuhan kapang sehingga miselium yang diproduksi semakin banyak dan meningkatkan kandungan protein substrat.

Proses pertumbuhan dan perkembangbiakan kapang berkontribusi terhadap peningkatan protein kasar. Hal ini terjadi karena perubahan protein limbah kopi menjadi protein sel tunggal (Setiyatwan, 2007). Meningkatnya kandungan protein kasar juga disebabkan karena kandungan senyawa lain yang menurun. Sesuai dengan pernyataan Suprihartin (2010) dalam Raharjo *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa senyawa kompleks didegradasi menjadi senyawa-senyawa yang sederhana selama proses fermentasi. Perubahan lain juga terjadi saat

fermentasi yaitu berkurangnya kandungan *flatulance* yang disertai dengan peningkatan asam amino (Raharjo, 2019). Menurut Jumadi *et al.* (2021), *Trichoderma* menghasilkan berbagai macam metabolit sekunder, yang beberapa diantaranya berfungsi sebagai pabril sel mikroba untuk proses sintesis protein penting. Hilakore *et al.* (2013) melaporkan bahwa kapang *T. reseei* mempunyai kapasitas dalam memproduksi enzim selulolitik seperti endo dan ekso-glukanase (selobiohidrolase). Selobiohidrolase adalah enzim terbanyak yang diproduksi oleh *T. reseei* dan sumbangan protein yang disekresikannya mencapai 60% dari total protein.

Dosis inokulum 6% dan 9% dengan waktu inkubasi 5 hari menunjukkan tidak berbeda nyata (p>0,05) Namun faktor lama waktu inkubasi 5 hari menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (p<0,05) dengan lama inkubasi 10 hari dan 15 hari. perbedaan rata-rata persentase protein kasar pada penelitian ini dikarenakan adanya aktifitas dari kapang *T. reseei* yang memanfaatkan kandungan zat makanan yang ada di dalam limbah kopi sebagai energi untuk tumbuh dan berkembang biak. sehingga semakin panjangnya waktu inkubasi semakin

banyak kandungan zat makanan yang digunakan oleh mikroba untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, hal ini membuat kandungan zat makanan berkurang. Menurut Suriawiria (1997) dalam Khotimah dan Popang (2016) kapang memperoleh makanan dalam bentuk jadi antara lain selulosa, glukosa, lignin, protein dan pati. Komponen makanan tersebut akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh bantuan enzim sehingga dapat dicerna dan dimanfaatkan untuk perumbuhan kapang.

Kandungan Serat Kasar Limbah Kopi Hasil Fermentasi

Pada penelitian ini hasil analisis varians memperlihatkan bahwa kedua faktor yaitu dosis maupun waktu inkubasi mempunyai pengaruh nyata nyata ($p < 0,05$) baik secara mandiri maupun interaksinya. Hal ini membuktikan bahwa masing-masing faktor mempunyai pengaruh satu sama lainnya sehingga kedua faktor

tersebut tidak dapat dievaluasi secara individu. Tabel 2 menunjukkan bahwa semua perlakuan menurunkan kandungan serat kasar. Kandungan serat kasar limbah kopi robusta Kabupaten Rejang Lebong tanpa perlakuan fermentasi sebesar 45,94% (Laboratorium Peternakan Universitas Bengkulu). Terjadi penurunan pada setiap level perlakuan fermentasi dengan kapang *T. reesei* yaitu berkisar dari 25,30% hingga 32,09%. Hal ini diakibatkan adanya aktifitas selulase yang dihasilkan kapang untuk memecah senyawa selulosa yang terdapat dalam limbah kopi. Hilakore *et al.* (2013) menyatakan kandungan serat kasar putak yang difermentasi menggunakan kapang *T. reesei* menurun dari 9,70% menjadi 9,08%. Hal ini karena peran *T. reesei* dalam mengubah selulosa menjadi selobiosa, enzim selobiohidrolase yang diproduksi oleh *T. reesei* menghidrolisis selulosa dengan efektif.

Tabel 2. Nilai rata-rata pengaruh interaksi dosis inokulum dan waktu inkubasi fermentasi limbah kopi menggunakan *T. reesei* terhadap serat kasar

Dosis inokulum (%)	Kandungan Serat kasar (%)		
	Waktu inkubasi (hari)		
	B1 (5)	B2 (10)	B3 (15)
A1 (3)	32,09 ^d	28,95 ^{bc}	28,96 ^{bc}
A2 (6)	30,45 ^{cd}	27,06 ^{ab}	29,89 ^c
A3 (9)	32,01 ^d	25,30 ^a	27,29 ^{ab}

Keterangan: ^{a,b,c,d} superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Rataan kandungan serat kasar pada setiap dosis perlakuan (faktor A) dan lama waktu fermentasi 15 hari (B3) menunjukkan peningkatan kembali kandungan serat kasar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi membuat *T. reesei* memasuki fase *stasioner* yang mana terjadi penumpukan hasil metabolisme sekunder. Maier dan Pepper (2015) menyatakan bahwa minggu pertama sampai minggu kedua merupakan saat terjadinya fase adaptasi pertumbuhan kapang pada fase adaptasi terjadi penambahan jumlah biomassa. Hari ke 15

hingga minggu ketiga memasuki fase *stasioner* yang dapat dilihat dari perkembangan kapang yang relatif tetap, perkembangan kapang seimbang dengan jumlah sel yang mati. Pada fase *stasioner* bahan yang dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh kapang telah habis digunakan tidak menyebabkan pertumbuhan jamur terhenti, hal ini terjadi karena lisis pada sel yang mati dapat digunakan sebagai sumber nutrisi.

Menurut penelitian sebelumnya oleh Fransistika *et al.* (2012), lama waktu fermentasi ampas sagu menggunakan

campuran kapang *T. reesei* dan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kembali kadar serat kasar dalam substrat karena tingginya massa sel kapang. Serat kasar dapat terkonsentrasi tinggi jika kadar air selama proses fermentasi berkurang. Juhász *et al.* (2003) melaporkan bahwa penumpukan selobiosa pada substrat dapat menghalangi optimalisasi kerja enzim tersebut. Senyawa kitin terkandung didalam Dinding sel kapang sehingga tingginya massa sel kapang sejalan dengan meningkatnya jumlah kitin. Kitin dalam analisa proximat teranalisa sebagai serat kasar.

Penurunan serat kasar tertinggi ada pada perlakuan A3B2 dengan dosis inokulum 9% dan waktu inkubasi 10 hari sebesar 25,30% (Tabel 2) tetapi berdasarkan hasil uji lanjut DMRT memperlihatkan bahwa perlakuan tersebut tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan A2B2 yakni dosis inokulum 6% dan waktu inkubasi 10 hari. Hal demikian menunjukkan bahwa dengan dosis yang lebih sedikit dan lama waktu inkubasi yang sama menghasilkan penurunan serat kasar tidak berbeda nyata (sama baiknya). Sehingga pada penelitian ini diperoleh kombinasi dosis inokulum dan waktu inkubasi yang efisien dalam menurunkan persentase serat kasar yaitu pada perlakuan A2B2 (dosis inokulum 6%, waktu inkubasi 10 hari) sebesar 27,06% dan dapat direkomendasikan untuk uji analisa selanjutnya.

KESIMPULAN

Perlakuan fermentasi limbah kopi menggunakan kapang *T. reesei* ($8,2 \times 10^8$ CFU/g) mampu memperbaiki kualitas nutrisi limbah kopi. Fermentasi limbah kopi dengan dosis inokulum dan waktu inkubasi yang terbaik dapat meningkatkan kandungan protein kasar sebesar 12,58% pada perlakuan A2B1 (dosis 6% dan lama inkubasi 5 hari) sedangkan penurunan serat kasar limbah kopi fermentasi yang terbaik ada pada perlakuan A2B2 (dosis 6% dan lama inkubasi 10 hari) sebesar

27,06%. Limbah kopi fermentasi dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti pakan ternak khususnya unggas sehingga mengurangi biaya produksi pakan serta alternatif dalam mengurangi pencemaran lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan dan Ketua Program studi Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Direktur dan seluruh Staff Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong serta PUSLAPDIK Kemdikbudristek (BPI) selaku pemberi bantuan pembiayaan yang telah memberikan fasilitas baik materil dan non materil kepada penulis selama menjalani pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ben Taher, I., Bennour, H., Fickers, P., & Hassouna, M. 2016. Valorization of Potato Peels Residues on Cellulase Production Using a Mixed Culture of *Aspergillus niger* ATCC 16404 and *Trichoderma reesei* DSMZ 970. *Waste and Biomass Valorization*, 8(1), 183–192. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9558-5>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu. 2021. Produksi Perkebunan Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Bengkulu (Ribuan ton), 2020 dan 2021. Tersedia di: <https://bengkulu.bps.go.id/statictable/2022/03/30/1225/produksi-perkebunan-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-bengkulu-ribu-ton-2020-dan-2021.html>. Diakses 02 September 2022
- Brata, B. 2008. Uji Lama Fermentasi dan Persentase Inokulum Melalui Kapang *Trichoderma harzianum* terhadap Peningkatan Kualitas Isi Rumen Sebagai Pakan Ayam. *Jurnal*

- Sain Peternakan Indonesia, 3(2), 63–68. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.3.2.63-68>
- Fardiaz, D. S. 1992. Mikrobiologi pangan 1. PT Gramedia.
- Fardiaz, S., Winarno, F. G., & Fardiaz, D. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia, Jakarta.
- Fransistika, R., Idiawati, N., & Destiarti, L. 2012. Pengaruh Waktu Fermentasi Campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* Terhadap Kandungan Protein dan Serat Kasar Ampas Sagu. *Jkk*, 1(1), 35–39.
- Hilakore, A. M., Wiryawan, K., & Mangunwijaya, D. 2013. Peningkatan Kadar Protein Putak melalui Fermentasi oleh Kapang *Trichoderma reesei* (*The Increase Of Protein Level From Putak Through Fermentation Of Fungi Trichoderma reesei*). *Jurnal Veteriner*, 14(2), 250–254.
- Juhász, T., Kozma, K., Szengyel, Z., & Réczey, K. 2003. Production of β -glucosidase in mixed culture of *Aspergillus niger* BKMF 1305 and *Trichoderma reesei* RUT C30. *Food Technology and Biotechnology*, 41(1), 49–53.
- Jumadi, O., Junda, M., Caronge, W, M., & Syafruddin. 2021. *Trichoderma* dan Pemanfaatannya. Makassar: Jurusan Biologi FMIPA UNM. 99 hal
- Khotimah, K., & Popang, E. G. 2016. Analisis kandungan gizi pada jamur yang tumbuh di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. *Buletin Loupe*, 13(1), 63–67.
- Maier, R. M., & Pepper, I. L. 2015. *Bacterial Growth*. In *Environmental Microbiology: Third Edition (Issue I)*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00003-X>
- Musnandar, E. 2006. Pengaruh dosis inokulum *Marasmius sp.* dan lama inkubasi terhadap kandungan komponen serat dan protein murni pada sabut kelapa sawit untuk bahan pakan ternak. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 9(4), 225–234.
- Muzaifa, M., Rahmi, F., & Syarifudin. 2021. *Utilization of Coffee By-Products as Profitable Foods-A Mini Review*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 672(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/672/1/012077>
- Pedersen, N. R., Tovborg, M., Farjam, A. S., & Pia, E. A. Della. 2021. Multicomponent carbohydrase system from *Trichoderma reesei*: A toolbox to address complexity of cell walls of plant substrates in animal feed. *PLoS ONE*, 16(6 June), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251556>
- Prasetyawati, A., & Dania, S. R. A. 2017. Tahapan Perbanyakkan Jamur *Trichoderma Harzianum* dengan Media Dedak dan Aplikasinya pada Tanaman Murbei. *Info Teknis EBONI*, 14 No. 1, 1–9.
- Raharjo, D. S., Bhuja, P., & Amalo, D. 2019. The Effect Of Fermentation On Protein Content And Fat Content Of Tempeh Gude (*Cajanus cajan*). 16(3), 55–63.
- Ramon, E., Zain, B., & Putranto, H. D. 2021. Potensi Dan Strategi Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi Sebagai Pakan Ternak Sapi Potong Di Kabupaten Rejang Lebong. *Jurnal Naturalis*, 10(1), 73–87.
- Ravindran, R., Williams, G. A., & Jaiswal, A. K. 2019. Spent coffee waste as a potential media component for xylanase production and potential application in juice enrichment. *Foods*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/foods8110585>
- Said, S. D., Zaki, M., Novita, E., & Asnawi, T. M. 2019. Production of single cell protein by a local *Trichoderma reesei* in solid state fermentation: Effects of process variables. *Journal of Physics*:

- Conference Series, 1376(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1376/1/012043>
- Setiyarto, C. 2011. Peningkatan kadar protein kasar ampas kulit nanas melalui fermentasi media padat. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institute Pertanian Bogor (IPB University). Bogor.
- Setiyatwan, H. 2007. Peningkatan Kualitas Nutrisi *Duckweed* Melalui Fermentasi Menggunakan *Trichoderma harzianum*. Jurnal Ilmu Ternak, 7(2), 113–116.
- Suhartati, F. M., Suryapratama, W., & Iriyanti, N. 2003. Sintesis asam amino metionin pada *Trichoderma reesei* dan pengaruhnya terhadap sintesis protein mikroba rumen. Jurnal Peternakan Dan Lingkungan, 9, 12–16.
- Wulandari, K. Y., Ismadi, V. D. Y. B., & Tristiarti. 2013. Kecernaan Serat Kasar Dan Energi Metabolis Pada Ayam Kedu Umur 24 Minggu Yang Diberi Ransum Dengan Berbagai Level Protein Kasar Dan Serat Kasar. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 9–17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23956527/>