

**KADAR SERAT KASAR DAN PROTEIN KASAR KULIT BUAH KAKAO YANG
DIFERMENTASI SECARA BERTINGKAT MENGGUNAKAN *Trichoderma viride* DAN
*Saccharomyces cerevisiae***

**(The Content of Crude Fiber and Crude Protein Cocoa Pods Fermented Gradually Using
Trichoderma viride and *Saccharomyces cerevisiae*)**

Intan Kembang Bahari, Ning Iriyanti dan Titin Widiyastuti

Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : kembangbahari@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the research was to examine the effect of multilevel fermentation on cocoa pod skin using *T. viride* and *S. cerevisiae* and determine the best level in reducing crude fiber or increasing crude protein content of cocoa pod skin. The research was conducted experimentally according to a completely randomized design with four treatments and five replications. The treatments were the level of *T. viride* and *S. cerevisiae* isolate used for cocoa pod skin fermentation, respectively: R0: cocoa pod without fermentation, R1: cocoa pod + 4% isolate, R2: cocoa pod + 8% isolate, R3: cocoa pods + 12% isolate. Data were analyzed using an analysis of variance followed by an Orthogonal Polynomial Test. The results of the research showed both crude fiber and crude protein increased significantly along with the increase of the isolate levels. The pattern of crude fiber value change was based on the equation $Y=32.76+1.89X-0.28X^2+0.015X^3$, coefficient of correlation (r) 0.998 and coefficient of determination (R^2)= 99.75%, while crude protein equation was $Y=8.17+0.66X-0.012X^2-0.002X^3$, coefficient of correlation (r)= 0.9994 and coefficient of determination (R^2)= 99.88%. In conclusion, the optimal level of *T. viride* and *S. cerevisiae* in cocoa pods fermentation was 8.4% resulting in a crude fiber value of 38.09% and a crude protein value of 11.6%.

Keywords : Cocoa Pods, Crude Fiber, Crude Protein, *S. cerevisiae*, *T. viride*

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengkaji pengaruh fermentasi bertingkat pada kulit buah kakao menggunakan *T. viride* dan *S. cerevisiae* serta level terbaik dalam menurunkan kadar serat kasar dan meningkatkan kadar protein kasar kulit buah Kakao. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diterapkan ialah penggunaan isolat *T. viride* dan *S. cerevisiae* dengan level bertingkat pada proses fermentasi kulit buah kakao yaitu masing-masing R0: kulit buah kakao tanpa fermentasi, R1: kulit buah kakao yang difermentasi isolat 4%, R2: kulit buah kakao yang difermentasi isolat 8%, R3: kulit buah kakao yang difermentasi isolat 12%. Data dianalisis menggunakan analisis variansi dan dilanjutkan dengan uji Orthogonal Polynomial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar serat kasar dan protein kasar kulit buah kakao secara nyata mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan level isolat yang digunakan. Pola peningkatan kadar serat kasar mengikuti persamaan $Y=32,76+1,89X-0,28X^2+0,015X^3$, koefisien korelasi (r) = 0,9988 dan koefisien determinasi (R^2) = 99,75%, sementara kadar protein kasar mengikuti persamaan $Y=8,17+0,66X-0,012X^2-0,002X^3$, koefisien korelasi (r) = 0,9994 dan koefisien determinasi (R^2) = 99,88%. Penggunaan *T. viride* dan *S. cerevisiae* yang optimal dalam fermentasi kulit buah kakao adalah pada level mikroba 8,4% menghasilkan kandungan serat kasar sebesar 38,09% dan protein kasar sebesar 11,6%.

Kata Kunci : Kulit Buah Kakao, Protein Kasar, *S. cerevisiae*, Serat Kasar, *T. viride*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu penghasil buah kakao terbesar di dunia. Menurut Ditjen Perkebunan (2016), produksi buah kakao di Indonesia mencapai 656.817 ton. Banyaknya buah kakao yang dihasilkan menyebabkan

adanya peningkatan jumlah kulit buah kakao. Bagian buah kakao yang mempunyai nilai ekonomis adalah bijinya, sedangkan kulit buah kakao merupakan limbah pengolahan dari biji kakao yang tidak dimanfaatkan (Erika, 2013). Menurut Kamelia dan Fathurohman (2017), perbandingan limbah dari hasil panen kakao

mencapai 75%, maka kontribusi kulit buah kakao mencapai 492.613 ton.

Kendala yang dihadapi adalah kandungan nutrisi dan daya cerna yang rendah karena adanya kandungan serat kasar yang tinggi. Selain kadar serat kasar yang tinggi, kulit buah kakao juga memiliki kadar protein kasar yang rendah. Komposisi buah kakao terdiri dari 74% kulit, 24% biji kakao dan 2% plasenta. Berdasarkan komposisi tersebut, kulit buah kakao merupakan komposisi terbesar dari produksi buah kakao (Ria, 2012). Kulit buah kakao tanpa fermentasi memiliki kadar serat kasar sebesar 42,55% mengalami penurunan kadar serat kasar menjadi 34,36% setelah diberi perlakuan fermentasi. Kadar protein kasar pada kulit buah kakao tanpa fermentasi yaitu 8,69% dan setelah fermentasi 13,84% mengalami peningkatan namun kurang optimal (Suparjo *et al.*, 2011).

Fermentasi merupakan pengolahan secara biologi, yaitu pengolahan dengan memanfaatkan mikroorganisme yang akan menghasilkan enzim untuk melakukan perubahan terhadap molekul kompleks seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana (Pakaya *et al.*, 2019). Teknologi pengolahan kulit buah kakao dapat dilakukan melalui pengolahan secara fisik, kimiawi, dan biologi. Proses pengolahan secara biologis salah satunya dengan fermentasi (Tangendjaja, 2007). Proses fermentasi kulit buah kakao menggunakan mikroba yaitu dengan mendegradasi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Mikroorganisme yang dapat mendegradasi ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa antara lain *Trichoderma viride* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi yang dilakukan *T. viride* berpengaruh dalam mengubah selulosa dan hemiselulosa menjadi gula yang lebih sederhana. *T. viride* merupakan kapang yang bisa menghasilkan selulase. Kelebihan dari *T. viride* selain menghasilkan enzim selulolitik yang lengkap, juga menghasilkan enzim *xyloglukanolitik*. Keberadaan enzim ini akan semakin mempermudah selulase dalam memecah selulosa (Gunam *et al.*, 2011). *S. cerevisiae* secara keseluruhan mengandung 40% protein, 15% asam nukleat, 25% polisakarida, dan 15% lipid, serta mampu menghasilkan beberapa vitamin dan mineral, dan meningkatkan nilai gizi (Suhermiyati, 2003; Manin, 2003). Abun (2005) dan Soeharsono (2010), menyatakan *S. cerevisiae* mampu memproduksi sejumlah enzim meliputi amilase, lipase, protease, dan peptidase yang

dapat melisis komponen karbohidrat, lemak, dan protein sehingga adanya peningkatan kandungan nilai nutrisi. Gula yang lebih sederhana hasil fermentasi sebelumnya, dapat difermentasi menggunakan yeast *S. cerevisiae* yang diharapkan dapat meningkatkan protein kasar, sehingga meningkatkan kualitas nutrisi. Informasi mengenai penggunaan kedua jenis fungi ini dalam proses fermentasi kulit buah kakao masih kurang. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh fermentasi bertingkat menggunakan *T. viride* dan *S. cerevisiae* sebagai upaya meningkatkan kualitas pada kulit buah kakao.

MATERI DAN METODE

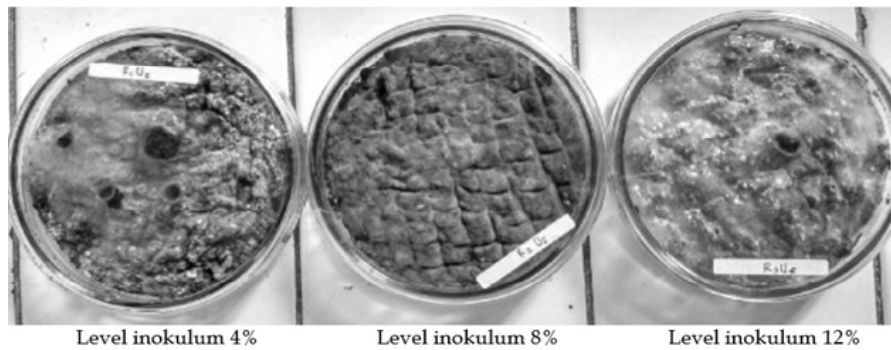
Desain penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan fermentasi kulit buah kakao dengan dua jenis isolat fungi berbeda. Setiap perlakuan diulang 5 kali sehingga jumlah unit percobaan adalah 20 unit. Perlakuan yang diterapkan pada penelitian ini yaitu masing-masing R_0 = Kulit buah kakao tanpa fermentasi, R_1 = Kulit buah kakao yang difermentasi dengan *T. viride* 4% dilanjutkan *S. cerevisiae* 4% (v/w), R_2 = Kulit buah kakao yang difermentasi dengan *T. viride* 8% dilanjutkan *S. cerevisiae* 8% (v/w), R_3 = Kulit buah kakao yang difermentasi dengan *T. viride* 12% dilanjutkan *S. cerevisiae* 12% (v/w).

Peremajaan dan pembuatan inokulum

Peralatan dan media yang digunakan disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan tekanan 1,5 atm dan suhu mencapai 121°C selama 15 menit. Membuat media PDB dan PCB dengan komposisi masing-masing (12 gram + 500 ml aquades dan 8,5 gram + 500 ml aquades). Substrat kulit buah kakao yang berasal dari desa Kotayasa-Sumbang, dihaluskan (ukuran partikel 30 mesh), dan ditimbang 50 gram untuk setiap unit percobaan.

Isolat yang digunakan yaitu *T. viride* dan *S. cerevisiae* masing-masing sebanyak 8% (w/v) diremajakan dengan cara diinokulasi ke dalam media PDB untuk *T. viride* dan media PCB untuk *S. cerevisiae*, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 2 x 24 jam. Proses selanjutnya yaitu pembuatan inokulum, media PDB dan PCB masing-masing 200 ml ditambahkan 5% (w/v) kulit buah kakao, kemudian disterilisasi lalu didinginkan hingga mencapai suhu ruang. *T.*



Gambar 1. Kulit buah kakao setelah Fermentasi *T. viride* dan *S. cerevisiae*

viride diinokulasikan ke dalam PCB, kemudian diinkubasi selama 2 x 24 jam hingga populasinya mencapai 10^8 CFU/ml.

Proses fermentasi

Setelah inokulum siap digunakan, dilakukan proses fermentasi secara *batch culture*. Substrat sebanyak 50 gram kulit buah kakao ditambah molases 2% (v/w) (sebagai sumber energi mikroba), urea 1% (sumber N mikroba) dan 50% aquades dari substrat, disterilisasi uap basah dengan *autoclave* (tekanan 1,5 atm dan suhu 121°C) selama 15 menit, kemudian didinginkan hingga suhu mencapai $\pm 40^\circ\text{C}$. Setelah itu, inokulum *T. viride* diinokulasikan pada substrat, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 5 x 24 jam dan dilanjutkan fermentasi kedua menggunakan *S. cerevisiae*, lalu diinkubasi selama 2 x 24 jam.

Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah kandungan kadar serat kasar dan kadar protein kasar hasil fermentasi kulit buah kakao yang dianalisis menggunakan metode AOAC (1990).

Analisis data

Data kandungan serat dan protein kasar dianalisis variansi berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (4x5) dan *Orthogonal Polynomial* untuk uji lanjut untuk mengetahui pola perubahan yang terjadi diantara perlakuan (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

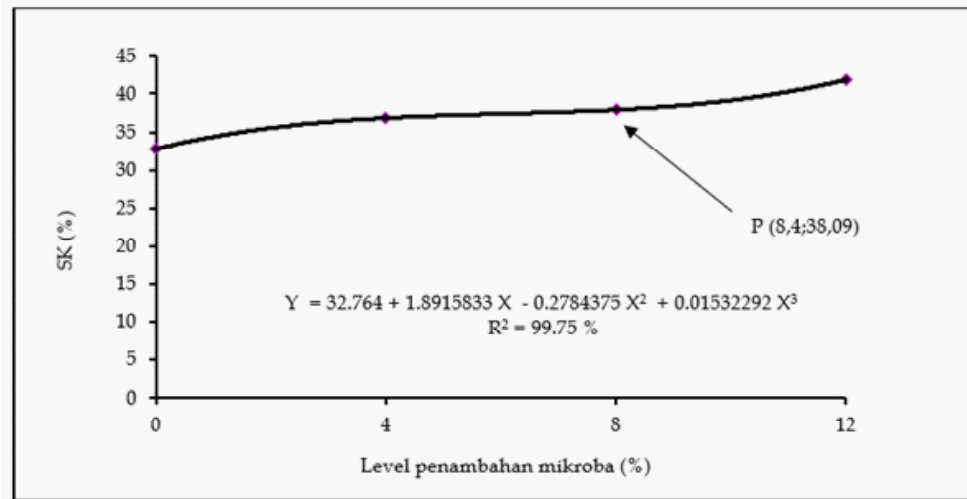
Kadar serat kasar kulit buah kakao

Kadar serat kasar kulit buah kakao yang difermentasi menggunakan *T. viride* dan *S. cerevisiae* dengan level bertingkat hingga 12% menunjukkan adanya peningkatan dari $32,76 \pm 0,13$ (level fungi 0%) hingga $41,85 \pm 0,22$ (level fungi 12%). Hasil analisis varians (Tabel 1) menunjukkan bahwa perbedaan level fungi yang digunakan menghasilkan kadar serat kasar yang nyata berbeda ($P < 0,01$) diantara level perlakuan dengan nilai tertinggi pada level *T. viride* dan *S. cerevisiae* 12%. Kadar serat kasar kulit buah kakao sebelum fermentasi pada penelitian Indariyanti dan Rakhmawati (2013),

Tabel 1. Rataan kadar serat kasar dan protein kasar kulit buah kakao yang difermentasi menggunakan *T. viride* dan *S. cerevisiae*.

Perlakuan	Serat kasar (%)	Protein kasar (%)
R0	$32,76 \pm 0,13^a$	$8,17 \pm 0,03^a$
R1	$36,86 \pm 0,11^b$	$10,49 \pm 0,03^b$
R2	$37,92 \pm 0,24^{bc}$	$11,59 \pm 0,07^c$
R3	$41,85 \pm 0,22^c$	$10,64 \pm 0,05^b$

Keterangan: ^{abc}Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$). R0= Kulit buah kakao tanpa fermentasi, R1= Kulit buah kakao difermentasi dengan *T. viride* dan *S. cerevisiae* 4%, R2= Kulit buah kakao difermentasi dengan *T. viride* dan *S. cerevisiae* 8%, R3= Kulit buah kakao difermentasi dengan *T. viride* dan *S. cerevisiae* 12%.



Gambar 2. Hubungan antara level *T. viride* dan *S. cerevisiae*, dengan kadar serat kasar kulit buah kakao.

sebesar 34,5%, sedangkan kadar serat kasar kulit buah kakao yang telah difermentasi dengan *Aspergillus niger* sebesar 16,7%.

Peningkatan nilai serat kasar hasil fermentasi pada penelitian ini, kemungkinan bisa juga disebabkan oleh serat kasar dari hasil pertumbuhan kapang *T. viride* sangat dominan yang ditandai dengan munculnya hifa yang terdiri dari miselium-miselium. Miselium yang tumbuh akan terukur sebagai fraksi serat sehingga dapat meningkatkan kadar serat kasar dari kulit buah kakao (Gambar 1). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Winarno (2010), bahwa kandungan serat kasar dipengaruhi oleh kemampuan jamur memecah serat kasar untuk memenuhi kebutuhan energi dan kehilangan bahan kering selama fermentasi. Ditambahkan dengan pernyataan Adelina (2008), bahwa kapang yang dapat berkembang lebih baik akibat cukupnya nutrisi dari substrat akan menyebabkan miselium yang terbentuk juga semakin banyak. Penambahan miselium yang terbentuk selama fermentasi dapat meningkatkan kadar serat kasar produk. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Aisjah (2001), bahwa terjadi kenaikan kandungan serat kasar pada bungkil kelapa sawit yang difermentasi oleh *T. viride* pada dosis inokulum 0,6% (suhu inkubasi 30°C). Peningkatan kandungan serat kasar ini diduga berasal dari miselium kapang *T. viride* yang tumbuh pada substrat bungkil kelapa sawit.

Uji lanjut dengan Uji Orthogonal Polynomial, menunjukkan bahwa konsentrasi serat kasar dalam kurva respon kubik dengan persamaan $Y = 32,76 + 1,89X - 0,28X^2 + 0,015X^3$, koefisien korelasi (r) = 0,9988 dan koefisien

determinasi (R^2) = 99,75% (Gambar 2). Kurva menunjukkan bahwa level *T. viride* dan *S. cerevisiae* paling optimal 8,4% dengan serat kasar sebesar 38,09%. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada level 8,4% jumlah nutrisi yang tersedia di dalam kulit buah kakao mencukupi kebutuhan dari mikroba. Jika jumlah nutrisi yang tersedia mencukupi, maka pertumbuhan mikroba akan optimal. Pertumbuhan mikroba yang baik akan sejalan dengan optimalnya degradasi serat yang dilakukan mikroba dan enzim. Sesuai dengan pernyataan Rizal *et al.* (2006), bahwa meningkatnya dosis inokulum *T. viride*, maka pertumbuhan kapang juga akan lebih banyak sesuai dengan ketersediaan substrat. Lebih lanjut dinyatakan bahwa substrat dapat berupa substrat sumber karbon dan substrat sumber nitrogen. Sumber karbon dan nitrogen merupakan komponen yang utama dalam suatu media kultur, karena sel-sel mikroba dan fermentasi sebagian besar memerlukan sumber karbon dan nitrogen dalam prosesnya. Peningkatan produksi pertumbuhan sel-sel memerlukan nutrisi yang optimum (Hidayat *et al.*, 2006).

T. viride menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi serat. Enzim selulase terdiri dari endoglukanase, eksoglukanase, dan β -glukosidase yang bertugas dalam mendegradasi serat kompleks menjadi karbohidrat/ gula sederhana. *S. cerevisiae* menghasilkan enzim amilase, protease, dan peptidase yang dapat mendegradasi hasil fermentasi sebelumnya sehingga ada perbaikan kualitas nutrisi. Sesuai dengan Miyamoto (1997), mekanisme kerja enzim selulase dalam substrat adalah endoglukanase menyerang

bagian selulosa yang amorf, membuka jalan bagi eksoglukanase. Eksoglukanase (Selobiohidrolase) menyerang bagian selulosa yang telah terbuka oleh endoglukanase membebaskan selobiosa dari serat selulosa. Terjadi kerjasama antara endoglukanase dan eksoglukanase merombak selulosa menjadi selo-oligosakarida dan selobiosa. β -glukosidase mengubah selobiosa yaitu hasil kerjasama antara endoglukanase dan eksoglukanase menjadi glukosa. Aktivitas β -CMC-ase atau endoselulase pada *T. viride* lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas β -glukosidase dan FP-ase. Aktivitas endoselulase yang secara acak memutuskan ikatan pada bagian amorf selulosa yang sangat mudah mengalami hidrolisis (Irawadi, 1991). Aktivitas FP-ase pada *T. viride* juga diperoleh lebih tinggi dibandingkan aktivitas β -glukosidase. *Trichoderma* menghasilkan β -glukosidase dalam jumlah yang relatif rendah. Aktivitas β -glukosidase maksimum dari kapang *T. viride* diperoleh pada lama fermentasi 14 hari yaitu sebesar 0,073 IU/ml (Montesqrit, 2007).

Kadar protein kasar kulit buah kakao

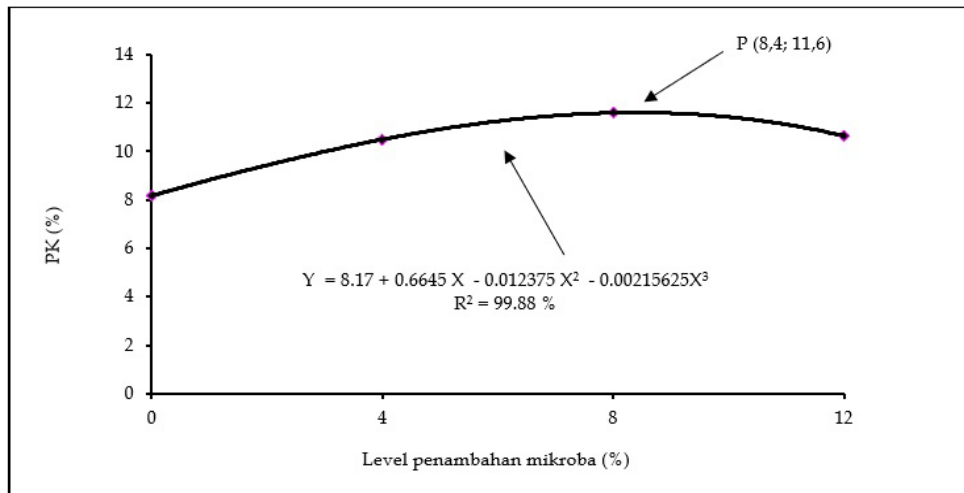
Kadar protein kasar kulit buah kakao pada penelitian ini mengalami peningkatan setelah difermentasi dengan fungi *T. viride* dan *S. cerevisiae* hingga 12%. Hasil analisis varians (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan fungi dengan level 8% menghasilkan protein kasar tertinggi dan nyata berbeda dibanding level lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan level fungi diatas 8% tidak lagi diikuti oleh peningkatan kadar protein yang dihasilkan. Kadar protein kasar kulit buah kakao sebelum fermentasi pada penelitian Indariyanti dan Rakhmawati (2013), sebesar 11,4%, sedangkan kadar protein kasar kulit buah kakao yang telah difermentasi dengan *Aspergillus niger* sebesar 20,2%.

Peningkatan kadar protein hasil fermentasi kulit kakao pada penelitian ini juga dapat disebabkan oleh adanya penambahan jumlah sel dan produksi enzim yang dihasilkan fungi. Penambahan jumlah fungi dapat meningkatkan kadar protein kasar dikarenakan sumbangan protein berasal dari komponen fungi yang tumbuh. Membran sel mikroba dan miselium dapat menambah kandungan sumber protein, dengan demikian semakin banyak sel fungi yang sejalan dengan pertumbuhan miselium di dalam kulit buah kakao fermentasi mempengaruhi kadar protein kasar. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mangunwidjaja *et al.* (2012) bahwa

salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui adanya peningkatan kadar protein pada suatu substrat yang difermentasi adalah dari jumlah miselium fungi yang tumbuh pada substrat tersebut. Kadar protein pada suatu substrat akan berbanding lurus dengan intensitas pertumbuhan miselium fungi atau jumlah sel yang terbentuk. Ditambahkan menurut Fardiaz (1989), bahwa tingginya kandungan protein kasar setelah fermentasi disebabkan oleh pertumbuhan kapang yang subur, yang menyumbangkan protein lebih banyak ke dalam substrat karena tubuh kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40 - 50% dari total komponen tubuhnya. Ditambahkan pendapat Madigan *et al.* (2000), bahwa kapang mendapatkan nutrisi dengan cara mensekresikan enzim ekstraselular yang dapat mencerna senyawa organik kompleks seperti polisakarida dan protein menjadi penyusun monomer, kemudian diserap ke dalam sel kapang. Meningkatnya kadar protein ini ada hubungannya dengan pertumbuhan pada kapang *A. niger*. Semakin subur pertumbuhan kapang semakin tinggi pula kadar proteinnya, karena sebagian besar sel kapang merupakan protein (Sari dan Purwadaria, 2004).

T. viride menghasilkan enzim untuk mendegradasi makanan di substrat. Enzim akan terukur sebagai protein kasar, maka banyaknya enzim yang dihasilkan mikroba dapat mempengaruhi kadar protein kasar kulit buah kakao. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Samsuri *et al.* (2007), bahwa enzim merupakan protein yang bersifat katalis, sehingga sering disebut biokatalis. Ditambahkan dengan pernyataan Lunar *et al.* (2012), bahwa tingkat dosis berkaitan dengan besaran populasi mikroba yang menentukan cepat tidaknya perkembangan mikroba dalam menghasilkan enzim untuk merombak substrat menjadi komponen yang lebih sederhana. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Palupi dan Imsya (2011), bahwa mikroba pada proses fermentasi menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana.

Uji lanjut dengan uji orthogonal polynomial, menunjukkan bahwa konsentrasi protein kasar dalam kurva respon kubik dengan persamaan $Y=8,17 + 0,66X - 0,012X^2 - 0,002X^3$, koefisien korelasi (r)=0,9994 dan koefisien determinasi (R^2) = 99,88% (Gambar 3). Penambahan fungi pada level 8,4% optimal dalam meningkatkan protein kasar hingga sebesar 11,6%. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada level 8,4% pertumbuhan



Gambar 3. Hubungan antara level *T. viride* dan *S. cerevisiae*, dengan kadar protein kasar kulit buah kakao.

fungi optimal sejalan dengan bertambahnya jumlah sel dan banyaknya produksi enzim oleh fungi tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purwanti (2012), bahwa mikroorganisme memerlukan karbohidrat, nitrogen dan mineral yang cukup untuk dapat tumbuh dan produksi dengan optimal. Mikroba tumbuh dengan cara merombak kandungan nutrisi yang ada pada media tumbuhnya, oleh karena itu diperlukan tambahan bahan-bahan sumber nitrogen dan mineral. Ditambahkan dengan pernyataan Purwitasari *et al.* (2004), bahwa perbedaan jumlah sel *S. cerevisiae* pada medium yang digunakan disebabkan oleh persediaan zat-zat nutrisi yang terdapat dalam medium tersebut. Ditambahkan menurut Ade *et al.* (2023), kulit buah kakao sebaiknya difermentasi terlebih dahulu sebelum diberikan kepada ternak, adapun tujuan fermentasi kulit buah kakao adalah untuk meningkatkan daya cerna dan kesukaan ternak (palatabilitas) terhadap pakan tersebut, serta meningkatkan kandungan protein dan serat kasar, menekan efek racun zat theobromine, dan menurunkan kandungan zat tannin yang dapat menghambat pencernaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kadar serat kasar dan protein kasar kulit kakao mengalami peningkatan setelah difermentasi menggunakan *T. viride* dan *S. cerevisiae*. Penggunaan *T. viride* dan *S. cerevisiae* yang optimal dalam fermentasi kulit buah kakao adalah pada level 8,4% menghasilkan kandungan serat kasar sebesar 38,09% dan

protein kasar sebesar 11,6%.

Saran

Fermentasi secara bertingkat menggunakan *T. viride* dan *S. cerevisiae* menjadi kombinasi yang baik dalam meningkatkan kualitas nutrisi dari pakan yang berasal dari limbah agroindustri. Akan tetapi, perlu adanya pertimbangan ketersediaan nutrisi pada substrat sebelum dilakukan proses fermentasi, dikarenakan proses fermentasi bertingkat dilakukan oleh dua jenis fungi yang diberikan tidak dalam satu waktu inkubasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abun. 2005. Efek suplementasi produk fermentasi dalam ransum terhadap komponen darah kelinci. Karya Ilmiah. Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Bandung. (Tidak dipublikasi)
- Adelina, T. 2008. Pengaruh komposisi substrat dan dosis inokulum laru terhadap nilai gizi ampas sagu (*Metroxylon sp*) fermentasi. Jurnal Peternakan, 5(2): 71-74.
- Aisjah, T. 2001. Pengaruh takaran inokulum (*Trichoderma viride*) dan suhu fermentor terhadap nilai gizi protein kasar dan serat kasar produk fermentasi bungkil kelapa sawit. Jurnal Bionatura, 3(3): 185 - 189.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official. Agricultural.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2013-2015. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.

- Erika, C. 2013. Ekstraksi pektin dari kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) menggunakan amonium oksalat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(2): 1-6.
- Fardiaz, S. 1989. Fisiologi Fermentasi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gunam, I. B. W., W. R. Aryanta dan I. B. N. S. Darma. 2011. Produksi selulase kasar dari kapang *T. viride* dengan perlakuan konsentrasi substrat ampas tebu dan lama fermentasi. *Jurnal Biologi*, 15(2): 29-33.
- Hidayat, N., M. C. Padaga dan S. Suhartini. 2006. Mikrobiologi Industri. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Indariyanti, N., dan Rakhmawati. 2013. Peningkatan kualitas nutrisi limbah kulit buah kakao dan daun lamtoro melalui fermentasi sebagai basis protein pakan ikan nila. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(2): 108-115.
- Irawadi, T. T. 1991. Produksi enzim ekstraselular (selulase dan xilanase) dari *Neurospora sithopila* pada substrat limbah padat kelapa sawit. Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Kamelia, M. dan Fathurohman. 2017. Pemanfaatan kulit buah kakao fermentasi sebagai alternatif bahan pakan nabati serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan ternak entok (*Cairina muschata*). *BIOSEFER Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 8(1): 66-77.
- Lunar, A. M., H. Supratman, dan Abun. 2012. Pengaruh dosis inokulum dan lama fermentasi buah ketapang (*Ficus lyrata*) oleh *Aspergillus niger* terhadap bahan kering, serat kasar, dan energi bruto. Artikel Ilmiah. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Madigan, M. C., J. Martinko, and J. Parker, 2000. *Biology of Microorganisms*. 9th ed. Prentice Hall International Inc., New York.
- Mangunwidjaja, D., T. E. Sukmaratri, dan C. Setiyarto. 2012. Peningkatan kadar protein kasar ampas kulit nanas melalui fermentasi media padat. Artikel Ilmiah. Fateta IPB, Bogor.
- Manin, F. 2003. Efektivitas kultur *Bacillus circulans*, *Bacillus sp.* dan *S. cerevisiae* sebagai sumber probiotik dan implikasinya terhadap produktivitas ternak itik lokal kerinci. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung. (Tidak dipublikasi).
- Miyamoto, K. 1997. Renewable Biological System For Alternative Sustainable Senergy Production. *FAO Agricultural Services Bulletin* 128.
- Montesqrit. 2007. Isolasi dan karakterisasi selulase dari *Trichoderma viride* dan *Rhizopus Spp* dengan substrat jerami padi. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 12(2): 112-123.
- Pakaya, S. A., S. Zainudin, dan S. Dako. 2019. Performa Ayam Kampung Super yang Diberi Level Penambahan Tepung Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Fermentasi dalam Ransum. *Jambura Journal of Animal Science*, 1(2): 40-45.
- Palupi, R. dan A. Imsya. 2011. Pemanfaatan kapang *Trichoderma viride* dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor. pp 672-677.
- Purwanti, F. W. 2012. Kualitas nutrien onggok yang difermentasi *Aspergillus niger* dengan penambahan level urea dan zeolit yang berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purwitasari, E., A. Pangastuti, dan R. Setyaningsih. 2004. Pengaruh media tumbuh terhadap kadar protein *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan protein sel tunggal. *Bioteknologi*, 1(2): 37-42.
- Rizal, Y., Y. Marlida, N. Farianti, dan D. P. Sari. 2006. Pengaruh fermentasi dengan *T. viride* terhadap penyusutan bahan kering dan kandungan bahan organik, abu, protein kasar, lemak kasar dan HCN daun ubi kayu limbah isolasi rutin. *Stigma*, 14(1): 1-5.
- Samsuri, M., M. Gozan, R. Mardias, M. Baiquni, H. Hermansyah, A. Wijanarko, B. Prasetya, dan M. Nasikin. 2007. Pemanfaatan sellulosa bagas untuk produksi ethanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xylanase. *Makara, Teknologi*, 11(1): 17-24.
- Sari, L., dan T. Purwadaria. 2004. Pengkajian nilai gizi hasil fermentasi mutan *Aspergillus niger* pada substrat bungkil kelapa dan bungkil inti sawit. *Biodiversitas*, 5(2): 48-51.
- Soeharsono. 2010. Probiotik. Basis Ilmiah, Aplikasi, dan Aspek Praktis. Widya Padjadjaran, Bandung.

- Steel, R. G. D., dan J. H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suhermiyati, S. 2003. Biokonversi limbah buah kakao oleh *Marasmus sp.* dan *S. cerevisiae* serta implikasi efeknya terhadap tampilan produksi ayam broiler. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Suparjo, K. G. Wiryawan, E. B. Laconi, dan D. Mangunwidjaja. 2011. Performa kambing yang diberi kulit buah kakao terfermentasi. Media Peternakan, 34(1): 35-41.
- Ria, S. P. 2012. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Sebagai Pakan Ternak. <https://livestock-livestock.blogspot.com/2012/04/pemanfaatan-kulit-buah-kakao-sebagai.html#more>. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Diakses : November 2023.
- Tangendjaja, B. 2007. Inovasi teknologi pakan menuju kemandirian usaha ternak unggas. Wartazoa, 17(1): 12-20.
- Winarno, F. G. 2010. Enzim Pangan. Mbrilio Press, Bogor.