

## **Pengaruh penambahan probiotik *mix culture* terhadap kualitas fermentasi anaerob kulit kopi**

### *The effect of additional probiotic mix culture on the quality of anaerobic fermentation of coffee peel*

**Mohamad Haris Septian\*, Lilis Hartati, Rahma Wulan Idayanti, Ismiana Kholifatun**

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar  
Jl. Kapten Suparman No.39, Tuguran, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah 56116  
\* Corresponding author: [mharisseptian@untidar.ac.id](mailto:mharisseptian@untidar.ac.id)

#### **ABSTRACT**

*This research aims to determine the effect of additional probiotic mix culture on the anaerobic fermentation of coffee peel on moisture, crude fiber, and crude protein content. This research was conducted experimentally using a Complete Randomized Design (CRD) with four treatments and five replication. The treatments are P1 (coffee peel + 3% molasses as control), P2 (coffee peel + 3% molasses + 0.5% probiotic mix culture), P3 (coffee peel + 3% molasses + 1% probiotic mix culture), and P4 (coffee peel + 3% molasses + 1.5% probiotic mix culture). The results showed that the addition of probiotic mix culture had a significant effect ( $p < 0,05$ ) on moisture but no significant effect ( $p > 0,05$ ) on crude fiber and crude protein. The fermentation of coffee peel contains moisture (39,22-40,04%), crude fiber (15,74-17,71%), and crude protein (10,68-12,02%). This study concluded that adding mixed culture probiotics to anaerobic fermentation of coffee peels affected moisture but did not affect crude fiber and crude protein content. P4 is the best treatment for moisture of fermentation but P1 is control, the best treatment on crude fiber and crude protein content.*

**Keywords:** Anaerobic fermentation, Coffee peel, Probiotic mix culture

#### **PENDAHULUAN**

Pakan merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan produktivitas pada ternak. Ketersediaan pakan sangat menentukan keberhasilan usaha peternakan. Salah satu faktor yang memengaruhi rendahnya ketersediaan pakan adalah kurangnya pengetahuan peternak mengenai bahan pakan alternatif. Bahan pakan alternatif dinilai mampu menanggulangi keterbatasan pakan. Pakan alternatif yang dapat digunakan biasanya merupakan hasil samping maupun limbah perkebunan dan pertanian. Bahan pakan alternatif (BPA) yang berpotensi digunakan sebagai pakan salah satunya yaitu kulit kopi yang merupakan limbah dari industri pengolahan kopi.

Daerah Kedu merupakan daerah yang mempunyai sektor pertanian yang tinggi. Sumber bahan pakan yang potensial dan banyak dihasilkan di daerah tersebut adalah kulit kopi. Luas perkebunan kopi pada daerah Kedu khususnya di daerah Temanggung sekitar 12.196,69 hektardengan produksi kopi pada tahun 2018-2019 kurang lebih 19.551,26 ton (BPS, 2020). Luas perkebunan tersebut dapat menghasilkan limbah kulit kopi yang banyak, sehingga diperlukan pengolahan untuk mengurangi limbah yang dihasilkan dari kulit kopi tersebut. Tilawati (2016) menyampaikan bahwa kulit kopi merupakan limbah hasil pengolahan kopi yang mempunyai proporsi 40-45% dari biji kopi keseluruhan. Kulit kopi memiliki kandungan protein kasar 6,67-11,18%; lemak kasar 1,00-2,80%; serat kasar 18,28-21,74%; BETN 50,80%, fosfor 0,03%, dan kalsium 0,21% (Khalil, 2016; Palinggi et al., 2014). Menurut BPTP Bangka

belitung (2016), kulit kopi mengandung abu 11,28% dan TDN 50,6%; menurut Widowati et al. (2014), kulit kopi memiliki kandungan NDF 64,49% dan ADF 43,53%.

kulit kopi memiliki kandungan serat yang tinggi dan protein kasar yang rendah, sehingga salah satu cara untuk memperbaiki kandungan nutriennya dengan melakukan fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob merupakan fermentasi yang di dalam prosesnya tidak membutuhkan oksigen (Wahono dan Damayanti 2011). Fermentasi anaerob berfungsi untuk mengawetkan dan dapat meningkatkan kualitas bahan pakan. Fermentasi anaerob dapat dipercepat dengan cara penambahan zat aditif yang mengandung mikroba. Salah satu zat aditif yang mengandung mikroba potensial yaitu cairan probiotik (Banu et al, 2019).

Salah satu jenis probiotik yang biasa digunakan yaitu probiotik *mix culture*. Probiotik tersebut di dalamnya mengandung *Lactobacillus sp.*, *Acetobacter sp.* dan *Yeast*. Penambahan probiotik *mix culture* dapat mempercepat proses fermentasi pada silase jerami jagung, meningkatkan kualitas pada silase dan menurunkan pH (Banu, et al., 2019). Pengolahan kulit kopi dengan cara fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein kasar sebesar 0,97% dari dan menurunkan kandungan serat kasar sebesar 1,36% (Widowati, et al. 2014)

Penelitian ini dilakukan atas dasar adanya potensi limbah kopi berupa kulit kopi untuk dijadikan pakan ternak, akan tetapi kandungan nutrisinya masih kurang memadai. Nutrisi kulit kopi yang kurang dapat ditingkatkan dengan cara melakukan fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menambahkan probiotik komersil untuk mempercepat proses fermentasi. Hasil dari fermentasi anaerob kulit kopi dengan penambahan probiotik komersil diharapkan dapat digunakan sebagai pakan ruminansia.

## **MATERI DAN METODE**

### **Tempat dan Materi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tidar Kota Magelang Provinsi Jawa Tengah, pada bulan April-Mei 2022. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu kulit kopi, cairan probiotik *mix culture* komersial (probiotik Heryaki, produksi Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia, dan Industri Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran), molases, dan aquades.

### **Metode dan Rancangan Percobaan**

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dan disain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan pada penelitian ini meliputi P1: Kulit kopi + 3% molases (kontrol), P2: Kulit kopi + 3% molases + 0,5% cairan probiotik *mix culture*, P3: Kulit kopi + 3% molases + 1% cairan probiotik *mix culture*, P4: Kulit kopi + 3% molases + 1,5% probiotik *mix culture*.

### **Prosedur Pembuatan Pakan Fermentasi**

Limbah kulit kopi hasil dari pengolahan biji kopi dikeringkan dan dihaluskan menggunakan *disk mil*. Kulit kopi ditimbang sebanyak 1 kg pada masing-masing unit percobaan, lalu ditambahkan molases sebanyak 3% dari berat kulit kopi, aquades 492,5 ml, dan probiotik sesuai dengan perlakuan. Semua bahan penelitian diaduk hingga homogen lalu dimasukkan ke dalam plastik *sealer*, dipadatkan, dan dilakukan penghampaudaraan menggunakan alat *vaccum sealer*. Kulit kopi difermentasi selama 21 hari, disimpan pada ruang tertutup tanpa sinar matahari.

### **Variabel yang Diamati dan Analisis Data**

Analisis kadar air, serat kasar, dan protein kasar dilakukan dengan menggunakan metode (AOAC 2005). Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan ANOVA, perlakuan dengan hasil berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan. Perhitungan statistik menggunakan *software* IBM SPSS 21.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar air

Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata kandungan air pada fermentasi anaerob kulit kopi menggunakan probiotik *mix culture* adalah  $39,54\% \pm 0,11$ . Semakin banyak penggunaan probiotik semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan. Seperti yang disajikan pada Tabel 1. kadar air terendah terdapat pada perlakuan P0 sebesar  $39,22\% \pm 0,15$ ; diikuti P1 sebesar  $39,34\% \pm 0,19$ ; lalu P2 sebesar  $39,56\% \pm 0,17$ ; dan tertinggi terdapat pada P3 sebesar  $40,04\% \pm 0,17$ . Berdasarkan analisis sidik ragam, penambahan probiotik *mix culture* terbukti memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air fermentasi anaerob kulit kopi. Semakin tinggi penggunaan probiotik *mix culture*, semakin dapat meningkatkan kandungan air pada substrat fermentasi. Hal ini diduga karena penggunaan probiotik yang berbentuk cairan dapat meningkatkan massa air pada substrat.

Tabel 1. Rerata Serat Kasar dan Protein Kasar Fermentasi Kulit Kopi dengan Penambahan Probiotik Mixculture pada Level yang Berbeda.

Variabel yang diamati	Perlakuan			
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
	.....(%).....			
Kadar Air	39,22±0,33 <sup>a</sup>	39,34±0,19 <sup>a</sup>	39,56±0,17 <sup>ab</sup>	40,04±0,18 <sup>b</sup>
Serat Kasar	17,71±0,86	16,76±0,79	15,74±0,45	16,60±0,54
Protein Kasar	10,91±0,85	11,21±0,48	10,68±0,61	12,02±0,69

Keterangan: P1: Kulit kopi + 3% molases; P2: Kulit kopi + 3% molases + cairan probiotik *mix culture* 0,5%; P3: Kulit kopi + 3% molases + cairan probiotik *mix culture* 1%; P4: Kulit kopi + 3% molases + cairan probiotik *mix culture* 1,5%; Superscript berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ).

Peningkatan kadar air dapat terjadi juga karena adanya aktifitas mikroba dalam merombak bahan organik pada kulit kopi untuk kebutuhan energinya. Peningkatan kadar air akan sejalan dengan penurunan bahan kering pada pakan fermentasi. Menurut (Kurnianingtyas, et al. 2012), naiknya kadar air silase terjadi karena terbentuknya CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan panas hasil dari perombakan glukosa yang merupakan bagian dari bahan kering pada tahap awal fermentasi saat fase aerob. Semakin tinggi penggunaan mikroba semakin tinggi pula aktifitas perombakan glukosa, sehingga substrat dapat kehilangan bahan keringnya. Seperti yang diketahui bahwa probiotik *mix culture* yang digunakan mengandung bakteri *Lactobacillus sp.* *Lactobacillus sp* merupakan salah satu jenis bakteri asam laktat. Menurut McDonald, et al. (1991), semakin banyak penggunaan bakteri asam laktat pada silase dapat menghasilkan air yang lebih banyak pula, karena bakteri asam laktat dapat mengubah glukosa menjadi air. Salah satu indikator keberlangsungan proses fermentasi adalah terbentuknya air metabolisme. Semakin tinggi peningkatan kadar air yang terjadi, semakin efektif proses fermentasi berlangsung. Proses ensilase dengan kadar air rendah dapat menghambat laju fermentasi, karena terbatasnya karbohidrat yang dapat terlarut sebagai energi BAL melakukan fermentasi (Ridla and Uchida, 1993). Kandungan air pada penelitian ini dinilai masih dalam batas wajar bahkan cenderung kurang, karena menurut Sapienza dan Bolsen (1993), fermentasi dapat berjalan normal dengan kandungan air 55-60%.

### Serat Kasar

Kandungan serat kasar yang tinggi pada suatu substrat merupakan suatu kelemahan. Serat kasar merupakan komponen dinding sel yang sulit dicerna. Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Andriani et al., 2022). Rataan kandungan serat kasar setelah difermentasi menggunakan probiotik *mix culture* adalah  $16,70\% \pm 0,35$  Hasil analisis sidik

ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan probiotik *mixculture* tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kandungan serat kasar.

Menurut Menurut Palinggi et al. (2014) kulit kopi memiliki kandungan serat kasar 21,74%. Tingginya kandungan serat kasar yang ada pada kulit kopi menyebabkan mikroba tidak mampu untuk mencerna dan mendegradasi serat kasar secara optimum. Lebih lanjut, Effendi, et al. (2021) menyebutkan bahwa kandungan mikroba dari probiotik *mix culture* heryaki terdiri dari *Lactobacillus sp* ( $69 \times 10^{13}$ ), *Bacillus subtilis* ( $276 \times 10^{13}$ ), *Monascus fumeus* ( $596 \times 10^4$ ), dan *Candida ethanolica* ( $398 \times 10^4$ ), serta lainnya ( $11 \times 10^{11}$ ). Bakteri-bakteri yang ada di dalam probiotik bukan pencerna serat yang efektif, sehingga serat kasar tidak tercerna dengan baik. Menurut Septian et al. (2022), tingginya kandungan serat kasar pada kulit kopi diduga menyebabkan mikroba pada probiotik *mix culture* tidak mampu mendegradasinya. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Waskara (2018), bahwa pada proses ensilage bakteri yang tumbuh adalah bakteri asam laktat yang cenderung mencerna karbohidrat mudah larut bukan mencerna serat kasar.

Mikroba yang terdapat di dalam probiotik menghasilkan enzim selulase, enzim selulase yang dihasilkan tidak mampu mendegradasi serat kasar sampai menjadi glukosa. Sholihati dan Baharuddin (2015), menjelaskan bahwa degradasi selulosa dapat terhambat oleh tingkat kristalisasi, lignifikasi dan struktur kapiler selulosa terhadap enzim selulolitik dan senyawa hidrolit lainnya. Struktur amorf selulosa mempunyai sifat larut dalam air, sedangkan pada bagian kristal bersifat tidak larut dalam air sehingga susah untuk didegradasi.

### **Protein Kasar**

Protein merupakan komponen penting dalam bahan pakan. Kandungan protein kasar yang rendah pada bahan pakan dapat ditingkatkan dengan cara fermentasi karena ada peningkatan jumlah mikroba yang terdeteksi sebagai protein sel tunggal (Suprayogi 2010). Berdasarkan Tabel 1, rataan kandungan protein kasar yang dihasilkan yaitu  $11,20\% \pm 0,33$ . Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan probiotik *mix culture* tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kandungan protein kasar.

Penambahan probiotik *mix culture* tidak meningkatkan kandungan protein kasar hasil fermentasi secara signifikan, hal tersebut diduga tidak adanya kegiatan yang dilakukan oleh mikroorganisme untuk memecah dan mendegradasi serat kasar, sehingga tidak ada penambahan protein kasar. Penambahan probiotik tidak memengaruhi kandungan protein kasar dikarenakan mikroba yang mendegradasi serat kasar tidak optimum, sehingga tidak ada penambahan kandungan protein kasar. Probiotik yang digunakan pada penelitian ini tidak mampu mempercepat proses fermentasi, sehingga pertumbuhan mikroba tidak optimal, hal ini yang menyebabkan tidak adanya penambahan protein (Suningsih, et al. 2019), dapat diduga pula bahwa penggunaan molases pada penelitian ini mampu menjadi sumber energi untuk mempercepat pertumbuhan mikroba. Molases memiliki kandungan karbohidrat mudah larut yang cukup tinggi. Karbohidrat mudah larut dimanfaatkan oleh mikroba anaerob terutama bakteri asam laktat sebagai asupan energinya. Tumbuhnya bakteri asam laktat akan meningkatkan produksi asam laktat di dalam silase yang pada akhirnya akan menurunkan pH dan menghentikan aktifitas tumbuh kembang mikroba (Septian et al., 2020). Terhentinya pertumbuhan mikroba diduga menjadi penyebab utama tidak adanya peningkatan kadar protein kasar pada fermentasi kulit kopi.

Penambahan kandungan protein kasar pada proses fermentasi merupakan nilai tambah, melihat tujuan utama dari fermentasi yaitu untuk mengawetkan bahan pakan tidak untuk meningkatkan kandungan nutrisi. Penelitian yang dilakukan Suningsih, et al. (2019) menjelaskan bahwa penambahan berbagai macam probiotik ke dalam fermentasi jerami padi tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan protein kasar. Hal tersebut menjelaskan bahwa

fermentasi tanpa menggunakan probiotik dengan fermentasi yang menggunakan tambahan probiotik memberikan pengaruh yang sama terhadap kandungan protein kasar.

Penambahan molases hingga 3% pada proses fermentasi dinilai sudah cukup sebagai aditif untuk mempercepat proses fermentasi. Molases diketahui memiliki kandungan karbohidrat mudah larut yang cukup tinggi. Menurut Sukria dan Krisnan (2019), molases memiliki kadar air 23%, bahan kering 77%, protein kasar 4,2%, lemak kasar 0,2%, serat kasar 7,7%, BETN 57,1%, Ca 0,84%, P 0,09%, dan abu 0,2%. Tingginya kandungan karbohidrat terlarut mampu mempercepat proses fermentasi (Alamsyari et al. 2019). Karbohidrat mudah larut akan dimanfaatkan oleh mikroba terutama bakteri anaerob untuk menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH, sehingga tanpa adanya penambahan mikroba proses fermentasi akan tetap terjadi dan berjalan dengan normal.

### KESIMPULAN

Perbedaan jumlah penambahan probiotik *mix culture* dalam fermentasi kulit kopi dapat memengaruhi kadar air namun tidak memengaruhi kandungan serat kasar dan protein kasar hasil fermentasi kulit kopi. Fermentasi kulit kopi yang ditambahi 3% molases dan 1,5% probiotik *mix culture* (P3) memberikan hasil terbaik pada kadar air fermentasi karena diindikasikan telah terjadinya aktifitas fermentasi yang lebih baik, namun perlakuan kontrol (P1) sudah mampu mempertahankan kualitas kulit kopi dengan indikasi tidak adanya perubahan kandungan serat kasar dan protein kasar.

### KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada benturan kepentingan dengan pihak manapun terkait isi materi bahasan, pendanaan, dan pendapat antar penulis dan institusi penyandang dana.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Tidar yang telah memberikan fasilitas laboratorium dan peralatan penelitian selama penulis melakukan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyari, Mansyur, Hernaman I, Susilawati I, Popi Indriani N, Zamhir Islami R, Dhalika T. 2019. Karakteristik Fisik Limbah Pada Pembuatan Tepung Aren (*Arenga pinnata* Merr) Hasil Fermentasi Anaerob dengan Aditif Molases, Lumpur Kecap, dan Urea. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 1(1):1–5.
- Andriani R, Syahrudin, Sayuti M, Gubali Si. 2022. Kandungan Protein Kasar, Serat Kasar, dan Energi Formulasi Ransum Burung Puyuh Petelur yang ditambah Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*. 1(2):93–93.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists*. Virginia USA: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Banu M, Supratman H, Hidayati Y. A. 2019. The Effect of Various Additive Materials on Physical Quality and Silas Chemical Rice Chemistry (*Zea mays*. L). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*. 19(2):6–12. <https://doi.org/10.24198/jit.v19i2.22840>
- Sapienza D. A dan Bolsen K. K. 1993. *Teknologi Silase*. Penerjemah: Martoyoedo RBS. Pioner-Hi-Bred International, Inc. Kansas State University.
- BPS. 2020. *Produksi Perkebunan Menurut Kecamatan dan Jenis Tanaman (ton) di Kabupaten Temanggung, 2018 dan 2019*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Temanggung [Internet]. [accessed 2022 Nov 8]. <https://temanggungkab.bps.go.id/statictable/2020/09/02/319/produksi-perkebunan-menurut-kecamatan-dan-jenis-tanaman-ton-di-kabupaten-temanggung-2018-dan-2019-.html>

- BPTP Bangka Belitung. 2016. Limbah Kulit Kopi sebagai Alternatif Pakan Ternak. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Kementerian Pertanian Republik Indonesia [Internet]. [accessed 2022 Nov 8]. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3198>
- Effendi I, Iwan H, Hery S. 2021. Pengaruh Penambahan Probiotik Heryaki pada Ransum terhadap Performa Produksi dan Kolesterol Telur Puyuh Padjadjaran. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*. 21(1):73. <https://doi.org/10.24198/jit.v21i1.33891>
- Khalil M. 2016. Pengaruh Pemberian Limbah Kulit Kopi (*Coffea sp.*) Amoniasi sebagai Pakan Alternatif terhadap Pertambahan Bobot Ayam Broiler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1):119–130.
- Kurnianingtyas I. B, Pandansari P. R, Astuti I, Widyawati S. D, Suprayogi W. P. S. 2012. Pengaruh Macam Akselerator Terhadap Kualitas Fisik, Kimiawi, dan Biologis Silase Rumput Kolonjono. *Tropical Animal Husbandry*. 1(1):7–14.
- Mc.Donald P, Henderson A. R, Heron S. J. E. 1991. *The biochemistry of silage*. 2nd ed. Edinburg: Chalcombe Publications.
- Palinggi, Kamaruddin K, Laining A. 2014. Perbaikan Mutu Kulit Kopi melalui Fermentasi untuk Bahan Pakan Ikan. In: *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* [Internet]. [place unknown]: Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan; [accessed 2022 Nov 8]; p. 633–637. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/fita/article/view/3913>
- Ridley M., and Uchida, S., 1993. The Effect of Cellulase Addition on Nutritional and Fermentation Quality of Barley Straw Silage. *Asian-Australasian J. of Ani. Sci. (AJAS)* 6(3):383–388
- Septian M. H, Arzaq M, Suhendra D, Idayanti R. W. 2022. Kualitas Fermentasi Kulit Kopi Menggunakan Probiotik Heryaki Berdasarkan Kandungan Asam Laktat, pH, Bahan Kering, dan Nilai Fleight. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian* [Internet]. 4(2):34–40. <https://doi.org/10.37577/composite.v4i2.442>
- Septian M. H, Dhalika T, Budiman A. 2020. Kandungan Asam Laktat dan pH Silase Pelepeh Pisang dengan Penambahan Lumpur Kecap sebagai Aditif. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(2). <https://doi.org/10.24198/jnttip.v2i2.27692>
- Sholihati A. M, Baharuddin M, Santi. 2015. Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis*. *Al-Kimia*. 3(2):78–90.
- Sukria H. A, R. Krisnan. 2019. *Sumber dan Ketersediaan Bahan Baku Pakan di Indonesia*. Bogor: IPB Press.
- Suningsih N, Ibrahim W, Liandris O, Yulianti R. 2019. Kualitas Fisik dan Nutrisi Jerami Padi Fermentasi pada Berbagai Penambahan Starter. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 14(2):191–200. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.191-200>
- Suprayogi W. P. S. 2010. Inkorporasi Sulfur dalam Protein Onggok Melalui Teknologi Fermentasi Menggunakan *Sacharomyces cerevisiae*. *carakatani*. 25(1):34–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/carakatani.v25i1.15530>
- Tilawati. 2016. Kandungan Protein Kasar, Lemak Kasar dan Serat Kasar Limbah Kulit Kopi yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* [Skripsi]. Makasar: Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin.
- Wahono S. K, Damayanti E, Rosyida V. T, Sadyastuti E. I. 2011. Laju Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada Proses Fermentasi Pembentukan Bioetanol dari Biji Sorgum (*Sorghum bicolor* L.). In: *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses* [Internet]. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro; p. 16. <https://www.researchgate.net/publication/273127155>
- Widowati H. E, Cristanto M, Rianto E. 2014. Potensi Limbah Kulit Kopi Sebagai Complete Feed yang Sesuai untuk Pakan Ternak Domba Potential. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 12(1):33–42. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v12i1.332>