

Kadar gula reduksi, protein kasar, dan bahan organik biokonversi kotoran ayam petelur menggunakan kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* sebagai bahan pakan alternatif

Reduced sugar, crude protein, and organic ingredients content kotoran ayam petelur bioconversion using *Aspergillus niger* mold and *Trichoderma viride* as alternative feed material

Nadia Padli, Eva Yulia, Ramaiyulis*

Program Studi Teknologi Produksi Ternak, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
Jln. Raya Negara km. 7, Tanjung Pati Kabupaten Lima Puluh Kota
e-mail korespondensi: ramaiyulis@gmail.com

ABSTRACT

Layer manure is generally only used as organic fertilizer, whereas it has the potential as animal feed through bioconversion using *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* fungi. The study aims to determine the levels of reducing sugar, crude protein, and organic matter from layer manure resulting from bioconversion with *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride*. The study used a completely randomized design (CRD) of 4 treatments and four replications. The treatments given were manure inoculated (3% DM) with A: *Trichoderma viride* (6 days incubation); B *Aspergillus niger* (6 days incubation); C. *Trichoderma viride* (3 days incubation) followed by *Aspergillus niger* (3 days incubation); D. *Aspergillus niger* (3 days incubation) followed by *Trichoderma viride* (3 days incubation). The results showed that inoculation of *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* in manure bioconversion had a very significant effect ($P < 0.01$) on the levels of reducing sugar, crude protein, and organic matter. The highest levels of reducing sugar were produced in treatment B with *Aspergillus niger* inoculation. The highest levels of crude protein were produced in treatment A with *Trichoderma viride* inoculation, and the highest organic matter content was produced through inoculation of a combination of both types of molds. It can be concluded that the manure bioconversion inoculated with *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* produced varying levels of reducing sugar, crude protein, and organic matter.

Key words: *Aspergillus niger*, fermentation, layer, *Trichoderma viride*, Close house

PENDAHULUAN

Kotoran ayam merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan dalam usaha peternakan ayam dan harus ditangani dengan baik agar tidak mencemari udara dan lingkungan sekitar. Kotoran ayam merupakan salah satu bahan pakan nonkonvensional yang dapat diolah menjadi bahan pakan ternak dengan menghilangkan unsur berbahaya yang dikandungnya. Penggunaan bahan pakan nonkonvensional dari limbah industri peternakan unggas perlu dimaksimalkan untuk meminimalisir pencemaran lingkungan (Pamungkas *et al.*, 2012).

Kotoran ayam mengandung nutrisi yang berasal dari nutrisi bahan pakan yang tidak tercerna oleh ayam, yaitu berkisar antara 40-60% dari asupan makanan harian. Bahan kering total, kotoran ayam mengandung 5% N, 3,9% P dan 2,4% K (Kopec *et al.*, 2018), sedangkan Helda dan Sabuna (2012) melaporkan bahwa kotoran ayam mengandung bahan kering 91,75-94,04%, protein 9,65-11,62%, dan lemak 3,67-6,16%. Oduguwa *et al.* (2013) menyampaikan bahwa kotoran ayam juga mengandung kalsium sebanyak 5,4%, magnesium 0,335%, serta

mineral lainnya. Komposisi kotoran ayam sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain fisiologi ayam, jumlah pakan yang dikonsumsi dan lingkungan.

Kapang yang populer dan banyak digunakan dalam produksi komersial adalah *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*. Kapang ini dapat menghasilkan enzim selulase untuk memecah selulosa, amilase untuk memecah amilosa, dan glukosidase untuk memecah glukosa (Nurhayati, 2009). Biokonversi substrat menggunakan *Aspergillus niger* dapat menghasilkan peningkatan kandungan protein substrat karena *Aspergillus niger* memproduksi enzim dan asam organik selama proses biokonversi (Purwadaria et al., 1995). Menurut Pujiati et al. (2014), *Trichoderma* adalah kapang yang mempunyai potensi selulolitik karena mampu menghasilkan enzim selulase pada substrat yang mengandung selulase. Enzim ini berperan sebagai agen dekomposisi khusus yang dapat menghidrolisis ikatan kimia selulosa dan turunannya.

Pengolahan kotoran ayam petelur dapat dilakukan dengan cara fermentasi menggunakan kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*. Menurut Juliastuti et al. (2008), penambahan kedua kapang ini pada proses biokonversi lebih efektif daripada hanya menggunakan salah satu dari dua kapang tersebut. Penambahan *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* membuat proses degradasi lignin dan hidrolisis selulosa menjadi glukosa menjadi lebih efisien karena kapang *Aspergillus niger* dapat mendegradasi lignin selain menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Sebaliknya, *Trichoderma viride* hanya menghasilkan selulase, termasuk endoglucanase, exocellobiohydrolase, dan b-glucosidase. Ketiga enzim ini bekerja sama untuk mendegradasi selulosa menjadi glukosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* terhadap kadar gula reduksi, protein kasar, dan bahan organik biokonversi kotoran ayam petelur.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian

Bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah kotoran ayam petelur diperoleh dari kandang *closed house* yaitu kotoran ayam segar yang tertampung selama 12 jam pada *conveyor*. Kotoran ayam dikeringkan di laboratorium menggunakan oven pada suhu 60°C hingga mencapai kadar air sekitar 13% dan disimpan pada suhu ruang sebelum digunakan. Peremajaan Isolat *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* diremajakan menggunakan media agar miring *Potatoes dextrose agar* (PDA) yang diinokulasi satu ose isolat dalam 5 ml media. Selanjutnya isolat diinkubasi pada suhu 30°C selama 72 jam hingga didapatkan stok isolat kapang.

Metode penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni sampai September 2023 di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Nutrisi dan Teknik Pakan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu A = Kotoran ayam petelur + *Trichoderma viride* (3%, 6 hari) ; B = Kotoran ayam petelur + *Aspergillus niger* (3%, 6 hari); C = Kotoran ayam petelur + *Trichoderma viride* (3%, 3 hari) dilanjutkan *Aspergillus niger* (3%, 3 hari); dan D = Kotoran ayam petelur + *Aspergillus niger* (3%, 3 hari) + *Trichoderma viride* (3%, 3 hari).

Sebanyak 10 gram kotoran ayam petelur dengan kadar air 13% ditambahkan 6 ml aquades dan diaduk hingga teksturnya remah, lalu diinokulasi dengan isolat kapang sebanyak 3% sesuai perlakuan. Pada perlakuan A dan B setelah penambahan isolat langsung diinkubasi selama 6 hari, sedangkan pada perlakuan C dan D dilakukan inokulasi secara bertahap yaitu diinokulasi kapang pertama lalu diinkubasi selama 3 hari kemudian diinokulasi dengan kapang kedua dan diinkubasi selama 3 hari berikutnya. Pada hari ke 6 semua kapang telah tumbuh sempurna dan dilakukan pemanenan.

Pengukuran variabel penelitian

Pengujian kadar gula reduksi

Pengujian kadar gula reduksi dihitung dengan menggunakan metode *Luff schoorl* (ICUMSA, 1936). Biokonversi kotoran ayam petelur ditimbang sebanyak 10 g, dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml, dan ditambahkan aquades lalu dikocok hingga tercampur rata. Larutan yang terbentuk disaring menggunakan kapas. Sampel diambil sebanyak 25 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 25 ml larutan luff. Perlakuan blanko dibuat : 25 ml larutan *luff* + 25 ml aquades. Setelah itu erlenmeyer dihubungkan dengan pendingin balik dan dididihkan selama 10 menit, lalu didinginkan pada air mengalir. Sampel ditambah dengan 15 ml KI 20% dan 25 ml asam sulfat 4 N, lalu dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N sampai berwarna seperti warna jerami. Sampel ditetesi beberapa tetes indikator amilum 1%, dan dititrasi sampai terjadi perubahan warna menjadi putih susu. Volume tiosulfat yang terpakai dicatat. Penghitungan kadar gula reduksi digunakan rumus:

$$\text{Gula reduksi} = \frac{(\text{Titrasi blanko} - \text{titrasi sampel}) \times \text{pengenceran} \times 0,1}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Pengujian Kandungan Protein Kasar

Pengujian kadar protein kasar dilakukan dengan metode Kjeldahl (AOAC, 2000). Sampel ditimbang sebanyak 1 g dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml, lalu ditambahkan selenium ½ sendok mikro dan 10 ml H₂SO₄ pekat. Setelah itu didestruksi sambil sekali-kali digoyang agar merata dan ditunggu sampai larutan berwarna jernih lalu didinginkan. Setelah dingin larutan dituangkan ke dalam labu ukur 100 ml dan dibilas dengan aquades, kemudian ditambahkan aquades hingga tanda garis, lalu dikocok hingga homogen. Selanjutnya dilakukan destilasi. Larutan sampel diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam labu destilasi, setelah itu ditambah aquades sebanyak 100 ml dan 5ml NaOH 33%. Sebanyak 10 ml H₃BO₃, + 4 tetes indikator PP (fenoltalein) digunakan sebagai penampung. Labu destilasi ditutup dan pemanas bunsen spiritus dinyalakan. Destilasi dilakukan hingga volume labu destilasi tinggal 1/3 (habis 2/3). Jika telah selesai, pemanas dimatikan dan sambungan labu destilasi dibuka dan dibilas dengan aquades memakai botol semprot. Penampung hasil destilasi dibuka dan siap untuk dititrasi. Untuk melakukan titrasi yang dilakukan yaitu buret dipasang dan diisi dengan HCL, ditepatkan pada volume 0. Hasil destilasi dititrasi dengan NaOH sampai titik awal perubahan warna. Kadar protein kasar didapatkan dengan rumus:

$$\text{Kadar protein kasar} = \frac{(v - B) \times N \times 0,014 \times 6,25 \times 10}{\text{Berat sampel}} \times 100$$

Pengujian Kadar Bahan Organik

Kadar bahan organik diuji dengan metode pembakaran dengan tanur (AOAC, 2000). Sebanyak 1 g sampel dimasukan ke dalam cawan porselen lalu dimasukan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Sampel dilanjutkan dengan pembakaran menggunakan tanur suhu 400°C selama 5 jam. Sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar bahan organik diketahui dengan rumus:

$$\text{Bahan Organik} = 100\% - \text{Kadar Air\%} - \text{kadar abu \%}$$

Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan analisis vairan (ANOVA) satu arah menggunakan IBM SPSS Statistik 13 *Core System* dengan melihat indikasi F test dan P-value. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan *Duncan's multiple range test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gula Reduksi

Produksi gula reduksi biokonversi kotoran ayam petelur dengan kapang *A. niger* dan *T. viride* ditampilkan pada Tabel 1. Pemberian inokulasi *Aspergillus niger* (B) mampu meningkatkan ($p < 0,05$) kadar gula reduksi kotoran ayam petelur. Gula reduksi pada perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D. Sedangkan perlakuan B berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan C dan D, dan perlakuan C tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan D. Artinya, hanya inokulasi dengan *Aspergillus niger* yang dapat menghasilkan produksi gula reduksi tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan karena *Aspergillus niger* merupakan spesies kapang yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai enzim yang terlibat dalam proses dekomposisi bahan organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, termasuk gula-gula reduksi.

Tabel 1. Produksi Gula Reduksi Biokonversi kotoran ayam petelur dengan *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* (%).

Perlakuan	Ulangan				Rataan	Standar Deviasi
	1	2	3	4		
A	0,48	0,74	0,82	0,68	0,68 ^{ab}	0,13
B	0,77	0,89	1,24	0,97	0,97 ^a	0,04
C	0,34	0,48	0,46	0,43	0,43 ^b	0,05
D	0,29	0,46	0,62	0,46	0,46 ^b	0,12

Nilai $p < 0,01$
Standar Error 0,053

Keterangan: Superskrip berbeda pada kolom rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). A = *Trichoderma viride*, B = *Aspergillus niger*, C = *Trichoderma viride* + *Aspergillus niger*, D = *Aspergillus niger* + *Trichoderma viride*.

Kadar gula reduksi terendah didapatkan pada perlakuan menggunakan dua jenis kapang. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya hubungan parasitisme kedua jenis kapang ini. Artinya, diantara dua populasi kapang tersebut, salah satunya bersifat parasit sehingga populasi lain dirugikan. Hasil penelitian melaporkan bahwa *Trichoderma* termasuk golongan kapang parasit (Suryani dan Taupiqurrahman, 2021).

Selanjutnya, *Aspergillus niger* dilaporkan memiliki salah satu kelebihan yaitu mampu menghasilkan asam sitrat (Ali *et al.*, 2002). Kandungan asam merupakan faktor yang dapat mempengaruhi perubahan nilai gula reduksi pada setiap perlakuan. Kandungan sukrosa bersifat non pereduksi, tetapi dengan adanya asam maka sukrosa akan dihidrolisis (penguraian zat) dengan bantuan fermentasi menjadi gula invert, yaitu glukosa dan fruktosa yang merupakan gula reduksi. Menurut Sakri (2012), pemecahan ikatan glikosidik akibat panas fermentasi akan membuat gula-gula non reduksi (sukrosa) dapat dipecah menjadi gula reduksi seperti glukosa dan fruktosa.

Gula reduksi adalah jenis gula sederhana yang memiliki kemampuan untuk mengalami reaksi reduksi. Gula reduksi terdiri dari monosakarida dan disakarida tertentu yang memiliki gugus aldehida bebas atau gugus keton yang dapat bereaksi dengan senyawa reduktor, seperti asam amino atau senyawa organik lainnya. Proses biokonversi atau dekomposisi bahan organik, produksi gula reduksi seringkali dianggap sebagai indikator aktivitas enzimatik dan kemampuan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap.

Pemanfaatan utama lainnya dari *Aspergillus niger* adalah produksi enzim dan asam organik melalui fermentasi (Purwadaria *et al.*, 1995). Ketika diterapkan pada kotoran ayam petelur, *Aspergillus niger* dapat meningkatkan produksi gula reduksi melalui beberapa

mekanisme seperti produksi enzim dan fermentasi. Saat fermentasi dengan *Aspergillus niger*, gula-gula sederhana yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik sebagai sumber energi digunakan untuk proses fermentasi. Hal tersebut yang menyebabkan kadar gula reduksi dengan pemberian *Aspergillus niger* sebanyak 6 ml menghasilkan jumlah yang lebih tinggi.

Protein Kasar

Berbeda halnya dengan variabel gula reduksi, pemberian inokulasi *Trichoderma viride* (perlakuan A) secara individu menghasilkan protein kasar paling tinggi meskipun tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan B (*Aspergillus niger*). Pemberian *Trichoderma viride* (6 ml) dan *Aspergillus niger* (6 ml) secara tunggal dapat menghasilkan kadar protein kasar lebih tinggi dalam biokonversi kotoran ayam petelur dibanding dengan kombinasi dua jenis kapang tersebut. Kandungan protein kasar tertinggi diperoleh dari pemberian 6 ml *Trichoderma viride* yaitu sebanyak 16,63%, sementara pemberian 6 ml *Aspergillus niger* diperoleh protein kasar sebanyak 13,96% (Tabel 2). Hal ini dapat disebabkan oleh kapang *Trichoderma viride* dan *Aspergillus niger*.

Tabel 2. Produksi Protein Kasar Biokonversi kotoran ayam petelur dengan *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* (%).

Perlakuan	Ulangan				Rataan	Standar Deviasi
	1	2	3	4		
A	13,73	18,52	17,65	16,63	16,63 ^a	0,018
B	11,01	15,43	15,44	13,96	13,96 ^{ab}	0,018
C	13,54	9,15	10,91	11,20	11,20 ^{bc}	0,016
D	10,80	10,82	6,73	9,45	9,45 ^c	0,017
Nilai $p<0,01$						
Standar Error 0,989						

Keterangan: Superskrip berbeda pada kolom rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$). A= *Trichoderma viride*, B= *Aspergillus niger*, C= *Trichoderma viride* + *Aspergillus niger*, D= *Aspergillus niger* + *Trichoderma viride*.

Diketahui bahwa *Trichoderma viride* memiliki berbagai jenis enzim yang dapat diisolasi, sehingga penggunaannya dalam proses fermentasi berdampak pada produk akhir. Menurut Yurnaliza et al. (2008), *Trichoderma viride* merupakan satu-satunya jenis jamur yang mampu menghasilkan aktivitas enzim kitinase. Jika dibandingkan dengan jenis jamur lainnya, enzim protein yang dihasilkan oleh *Trichoderma viride* memiliki kualitas yang jauh lebih baik (Palupi dan Imsya, 2011). Sementara itu, *Aspergillus niger* menghasilkan berbagai jenis enzim protease yang mampu menguraikan protein kompleks menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana. Enzim protease ini membantu dalam pemecahan ikatan peptida dalam molekul protein, sehingga meningkatkan ketersediaan asam amino bagi mikroorganisme lain yang terlibat dalam proses fermentasi (Primayanti, 2004).

Kadar amonia yang terdapat dalam kotoran ayam petelur juga berpengaruh terhadap kadar protein yang dihasilkan. Jika amonia tinggi maka N nya juga akan tinggi, begitu pula sebaliknya, jika amonia rendah maka N nya juga akan rendah. Wihandoyo et al. (2005), menyatakan bahwa kotoran ayam mempunyai kandungan protein kasar 29,30%.

Bahan Organik

Pemberian inokulasi *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* secara bersamaan berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap kandungan bahan organik biokonversi kotoran ayam petelur. Bahan organik tertinggi diperoleh dari perlakuan yang menggunakan dua jenis kapang. Bahan organik yang dihasilkan pada perlakuan C lebih tinggi ($p<0,05$) dari perlakuan A dan B, namun tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan D (Tabel 3). Hal ini diduga

karena semakin meningkat penggunaan kapang, maka kandungan bahan organik semakin meningkat pada setiap perlakuan. Ketika diterapkan pada kotoran ayam petelur, baik *Trichoderma viride* maupun *Aspergillus niger* dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Ini dapat menghasilkan fermentasi kotoran ayam yang lebih cepat dan lebih berkualitas.

Tabel 3. Produksi Bahan Organik Biokonversi kotoran ayam petelur dengan *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* (%).

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4		
A	85	82	80	82	82,25 ^b	0,018
B	83	80	76	80	79,75 ^c	0,026
C	86	88	85	86	86,25 ^a	0,009
D	83	84	87	85	84,75 ^{ab}	0,013
Nilai P <0,01						
Standar Error 1,027						

Keterangan: Superskrip berbeda pada kolom rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). A= *Trichoderma viride*, B= *Aspergillus niger*, C= *Trichoderma viride* + *Aspergillus niger*, D= *Aspergillus niger* + *Trichoderma viride*.

Menurut Rizal *et al.* (2006), selama proses fermentasi terjadi peningkatan kadar air karena perombakan bahan organik oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Selanjutnya, Ramachandran *et al.* (2008) berpendapat bahwa mikroorganisme merombak bahan organik sebagai sumber energi dan menghasilkan air dan CO₂. Selain itu, mikroorganisme ini juga dapat membantu mengurangi kadar patogen dalam kotoran ayam petelur. Menurut Kusuma *et al.* (2019), perubahan kimiawi yang terjadi selama proses fermentasi akibat aktivitas mikroba yang mendegradasi salah satu komponen bahan organik yaitu serat kasar dan mikroba tersebut memanfaatkannya sebagai sumber karbon untuk perkembangan, pertumbuhan, dan aktivitas.

Faktor lainnya diduga bahwa setiap kapang mempunyai struktur bahan dan kandungan komponen serat yang berbeda. Perbedaan tersebut akan menyebabkan bahan organik pada setiap perlakuan semakin meningkat. Menurut Juliastuti *et al.* (2008), penggunaan kedua kapang tersebut membuat proses hidrolisis menjadi lebih efektif daripada hanya menggunakan salah satu dari keduanya. Diketahui bahwa *T. viride* kuat dalam memproduksi enzim selulolitik (endoglukanase dan eksoglukanase) yang produk utama hidrolisisnya berupa selobiosa bukan glukosa. Sedangkan *A. niger* mampu dalam memproduksi glukosidase yang dapat menghidrolisis selobiosa menjadi unit-unit gula sederhana (Anwar *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Biokonversi kotoran ayam petelur yang diinokulasi dengan kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* menghasilkan kadar gula reduksi, protein kasar, bahan organik yang beragam. Kadar gula reduksi tertinggi dihasilkan oleh inokulasi dengan *Aspergillus niger*. Selanjutnya, Kadar protein kasar tertinggi dihasilkan oleh inokulasi dengan *Trichoderma viride*, dan kandungan bahan organik tertinggi dihasilkan oleh inokulasi dari kombinasi kedua jenis kapang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Simbelmawa DIKSI yang telah membiayai penelitian ini melalui skim program kreativitas mahasiswa riset eksakta (RE) dengan nomor kontrak 088/SPK/D.D4/PPK.02.ATVP/VI/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Haq, I., M. A. Qadeer., Iqbal, J. “Production of citric acid by *Aspergillus niger* using cane molasses in a stirred fermentor. *Electronic journal of biotechnology*. Vol. 5 No. 3 (2002): 259-271.
- Anwar, N., Widjaja, A., & Winardi, S. (2011). Peningkatan unjuk kerja hidrolisis enzimatis jerami padi menggunakan campuran selulase kasar dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. *Makara Journal of Science*, 14(2), 3.
- AOAC. 2000. *Official Method of Analysis Association of Official Analytical Chemist. Maryland*.
- Helda, Sabuna C (2012) Fermentasi kotoran kambing dan ayam dengan nira lontar sebagai pakan ayam. *Partner* 19: 112-120.
<https://jurnal.politanikoe.ac.id/index.php/jp/article/view/119>
- ICUMSA. 1936. *International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*, (Elsevier Publishing Company).
- Ingrid, M., & Suharto, I. 2012. *Fermentasi glukosa oleh Aspergillus niger menjadi asam glukonat*. Laporan penelitian. Bandung : Lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat universitas katolik Parahayangan.
- Juliastuti, Aldino, Fanandy, Nuniek & Sumarno. 2008. Penurunan kadar lignin dari tandan kosong kelapa sawit dan pemecahan material selulosa untuk pembentukan glukosa dengan proses fungal treatment. *Jurnal institut teknologi sepuluh nopember*. 1–6.
- Kopec M, Gondek K, Mierzwa-Hersztek M, Antonkiewicz J. 2018. *Factors influencing chemical quality of composted poultry waste*. *Saudi J Biol Sci* 25:1678-1686. doi : 10.1016/j.sjbs.2016.09.012
- Kusuma, A. P., S. Chuzaemi., dan M. Mashudi. 2019. Pengaruh lama waktu fermentasi limbah buah nanas (*Ananas comosus L. Merr*) terhadap kualitas fisik dan kandungan nutrisi menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 2(1): 1-9.
- Nurhayati, Z. 2009. *Optimalisasi pemanfaatan onggok melalui pengolahan biologis terhadap pencernaan bahan kering, bahan organik dan parameter rumen secara in vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Oduguwa, bamidele omonuwa et al., (2013) *Utilisation of dried caged-hen manure and cassava peels for intensive sheep production, tropical animal health and production*. doi:10.107/BF02250877
- Palupi, R., & Imsya, A. (2011). Pemanfaatan kapang *Trichoderma viridae* dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor (Vol. 7).
- Pamungkas GS, Sutarno, Mahajoeno E (2012) *Fermentasi lumpur digestat manur ayam petelur dengan kapang Aspergillus niger untuk sumber protein pada ransum ayam*. *Bioteknologi* 9:26-34. doi: 10.13057/biotek/c090105.
- Primayanti, D. A. (2004). *Produksi enzim protease oleh kapang Aspergillus niger, Mucor pusillus dan Rhizopus oligosporus dari limbah cair tahu* (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Pujiati, P., Kiswardianta, R., & Wahyuni, S. (2014). Pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu inkubasi terhadap aktivitas crude enzim selulase dari kapang *Trichoderma sp*. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*.
- Purwadaria, T., Haryati, T., Darma, J., Kompiang, S., Kompiang, P., & Sinurat, A. P. (1994). Pengembangan pembuatan inokulum *Aspergillus niger* untuk fermentasi cassapro. In *Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan*. Balai Penelitian Ternak. Bogor (pp. 727-738).

- Ramachandran, S., P. Fontanille, A. Pandey and C. Larroche, 2008. *Fed-batch production of gluconic acid by terpene-treated Aspergillus niger spores*. *Applied Biochem. Biotech.* 151:413-42 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-008-8209-0>
- Rizal, Y., Yetti, M., Novi, F., & Dian, P. (2006). *Pengaruh fermentasi dengan Trichoderma viride terhadap penyusutan bahan kering dan kandungan bahan organik, abu, protein kasar, lemak kasar dan hcn daun ubi kayu limbah isolasi rutin*. *Sigma* , 14 (1).
- Sakri, F. M. 2012. *Madu dan khasiatnya suplemen sehat tanpa efek samping*. Diandra Pustaka Indonesia. Yogyakarta. PP: 10-42.
- Suryani, Y., & Taufiqurrahman, O. (2021). *Mikrobiologi dasar*. In *Universitas Kanjuruhan Malang (1st ed.)*. LP2M UIN SGD Bandung Gedung.
- Yurnaliza, Y., Margino, S., & Sembiring, L. (2008). *Kondisi optimum untuk produksi kitinase dari streptomyces rkt5 dan karakterisasi ph dan suhu enzim*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 169-174.
- Wihandoyo, AR Alimon dan H. Kassim. 2005. *Pengendalian emisi amonia dan Populasi lalat rumah di kandang unggas: 2. Pengaruh diet zeolit dan langsung aplikasi pada kotoran ayam*. *J. Anim dari Malaysia. Sains*. 10: 82-89.