

Produksi dan Komposisi Nutrisi Limbah Pelepah Tanaman Salak yang Difermentasi dengan Kapang Pelapuk Putih (*Phanerochaete chrysosporium*)

Production and Nutrient Biomass of Fermented Midrib Waste from *Salacca sumatrana* Becc with White Root Fungi (*Phanerochaete chrysosporium*)

Rikardo Silaban¹⁾, dan Angelia Utari Harahap¹⁾

¹⁾ Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara
Kampus I Bukit Indah Tor Simarsayang, Padangsidempuan
Rikardo.silaban@gmail.com

Diterima : 13 November 2020
Disetujui : 16 Februari 2021
Diterbitkan : 28 Februari 2021

Abstrak : Produksi limbah pelepah tanaman salak Sidempuan (*Salacca sumatrana* Becc) dipandang potensial dalam penyediaan pakan alternatif untuk ternak ruminansia. Selain itu, cemaran limbah tersebut dapat menurunkan metabolisme hara tanah untuk pertumbuhan tanaman induk. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi produksi biomassa nutrisi limbah pelepah tanaman salak setelah difermentasi dengan menggunakan kapang pelapuk putih (*Phanerochaete chrysosporium*). Produksi bahan baku segar limbah diperoleh setelah menggiling pelepah salak utuh dan dilanjutkan dengan proses fermentasi dengan memanfaatkan inokulan lignin degradator dan dilanjutkan dengan analisa proksimat di Laboratorium Nutrisi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi. Kapang spesies *Phanerochaete chrysosporium* masing-masing 0%, 10%, 15% dan 20% diinokulasikan kedalam substrat kasar limbah pelepah tanaman salak. Penelitian menggunakan RAL dengan 4 perlakuan dan 10 ulangan. Parameter penelitian meliputi nutrisi kadar air, bahan kering, bahan organik, protein kasar, dan fraksi serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan inokulan sampai 20% berpengaruh nyata ($P < 0.01$) terhadap semua parameter. Produksi biomassa nutrisi terbaik ditunjukkan oleh perlakuan P₃ (inokulan sebanyak 20%). Kesimpulan penelitian yaitu pemanfaatan inokulan pelapuk putih sangat berpotensi dalam memperbaiki kualitas serat pelepah tanaman salak dan dapat berdampak positif untuk dijadikan sebagai pakan ternak.

Kata Kunci : Fermentasi, nutrisi, pelepah salak, *Phanerochaete chrysosporium*

Abstract : A massive production of midrib waste from Salak Sidempuan (*Salacca sumatrana* Becc) is potentially in providing the feed alternative for ruminants. Another point, the negative effect of the waste is lowering the nutrient metabolism of land surrounding the cropping area of the plants. Research aims to evaluate the production of nutrient biomass that is containing in the waste midrib of salak after treating the fermentation process by using *Phanerochaete chrysosporium*. A fresh midrib waste was produced by grinding the whole midrib of salak plants. Then, the process is proceed for fermented stage. In addition, proximate analysis was conducted in Laboratory of Animal Nutrition, Faculty of Animal Science, Universitas Jambi. Species of mold which is *Phanerochaete chrysosporium* 0%, 10%, 15% and 20% respectively inoculated into the substrate namely fresh midrib waste. Completely Randomize Design used by following 4 treatments and 10 replications. For laboratory analysis, the replications become the composited sample. Results showed that using the 20% inoculant was significantly ($P < 0.01$) affected the parameters and performed better regarding the nutrient biomass production. In conclusion, the utilization of white root fungus is potentially in lowering the fiber aspect of midrib waste and having the positive site as the alternative feed for ruminant species.

Keywords : Fermentation, nutrient, *Phanerochaete chrysosporium*, salak midrib

1. Pendahuluan

Tanaman Salak Sidempuan merupakan tanaman buah tropis yang memproduksi buah sebagai hasil utama, pelepah dan daun tua sebagai hasil ikutan (limbah). Produksi limbah tanaman salak berbanding lurus dengan luas areal penanaman tanaman salak. Produksi limbah tanaman salak berkisar 31- 43% per tahun atau setara dengan 260- 310 ton per tahun [1], sedangkan produksi limbah pelepah beserta daun tua dapat mencapai 63,54% dari total produksi limbah yang dihasilkan [2]. Pemanfaatan limbah komoditi tanaman pertanian mendukung proses pengolahan pakan ternak untuk tujuan penyediaan pakan dimasa mendatang. Sektor peternakan tentunya memandang peluang fabrikasi pakan dengan konsep yang terintegrasi dengan pertanaman salak tersebut. Seiring dengan pergeseran fungsi lahan ke arah sektor pertanaman pangan yang menyebabkan penyediaan pakan sumber serat semakin sulit oleh peternak khususnya peternak plasma. Oleh karena itu, salah satu alternatif penyediaan serat yang baik untuk mikroba dalam tubuh ternak yakni serat limbah agroindustri berbasis teknologi [3].

Salah satu teknologi tepat guna dalam meningkatkan nilai serat suatu pakan limbah yakni pengolahan secara biologis (fermentasi dengan mikroba selulolitik dan lignoselulolitik). Proses fermentasi bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi dengan jalur simbiosis mutualisme oleh mikroba dengan substrat yang tersedia. Produk akhir fermentasi dapat berupa enzim hasil sekresi dan *single cell protein* (SCP) yang merupakan sumber protein murni bagi ternak [4]. Telah dilakukan investigasi awal terhadap nilai nutrisi pelepah tanaman salak dengan proporsi serat kasar yang cukup tinggi yakni 36.6% dan protein kasar 7.23% [5]. Disamping kedua aspek nutrisi yang diketahui, proporsi lignin dari limbah pelepah salak juga sangat tinggi. Oleh karena itu, pemanfaatan mikroba yang bertindak sebagai *biodelignificator* sangatlah tepat dalam menurunkan sifat negatif dari serat limbah tersebut. Mikroba yang dianggap potensial dalam proses penguraian serat tersebut yakni jamur pelapuk putih (*Phanerochaete chrysosporium*). Degradasi komponen lignoselulosa oleh jamur pelapuk putih akan melibatkan aktivitas sejumlah enzim lignolitik.

Teknik fermentasi dengan memanfaatkan kapang telah banyak dilakukan serta diimplementasikan dalam sektor peternakan. Telah diakui bahwa produk hasil fermentasi selain mengalami peningkatan nilai zat makanan juga menghasilkan aroma yang khas sehingga palatabilitas ternak juga dapat meningkat. Produk yang dihasilkan sangat aman untuk dikonsumsi oleh ternak dikarenakan reaksi enzimatik yang terdapat didalamnya berlangsung secara biologis. Pada umumnya bahan pakan yang difermentasi adalah yang tergolong mengandung serat kasar yang tinggi.

Meskipun ternak ruminansia tidak terlalu sensitif dengan serat kasar namun kadar yang melebihi batas normal juga menimbulkan efek negatif terhadap ternak. Sepertihalnya limbah tanaman salak Sidempuan diketahui memiliki potensi untuk dijadikan sebagai pakan ternak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [5], limbah pelepah tanaman salak menunjukkan potensi sebagai sumber serat yang dapat dimanfaatkan untuk ternak ruminansia. Profil nutrisi ini tentunya dapat lebih baik jika dilakukan pengolahan seperti fermentasi dengan memanfaatkan inokulum yang tepat. Bertolak dari ketersediaan rumput lapang yang terus menurun sementara potensi limbah lokal yang melimpah dan prospek pengembangan peternakan yang cukup menjanjikan maka upaya investigasi peningkatan nilai nutrisi produk limbah pelepah tanaman salak melalui tahap biodelignifikasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dipandang penting untuk diteliti dan diduga akan memiliki kontribusi yang besar untuk pengolahan pakan ternak ruminansia berbasis teknologi.

2. Materi dan Metode

Penelitian dilakukan dengan dua tahap utama yakni proses penyiapan inokulan serta perbanyakan media tumbuh organik dan proses fermentasi. Kedua proses dilakukan di laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan, sedangkan biomassa hasil fermentasi dianalisa di laboratorium Nutrisi Makanan Ternak, Universitas Jambi. Penelitian dilaksanakan dari Juni – November 2020. Alat yang digunakan dalam penelitian yakni mesin *Chopper* tipe AMPC1200, terpal hitam ukuran 2 x 2 meter, oven, plastik sampel, alu dan lumpang, timbangan analitik, nampan biakan, unit proksimat, termometer, dan lemari inkubator. Bahan dalam penelitian meliputi konsentrat limbah pelepah salak, inokulan *Phanerochaete chrysosporium* (diperoleh dari IPB Culture Centre [IPBCC]), substrat tambahan (dedak, kapur, molases dan air). Kemudian, tahapan dalam penelitian ini meliputi:

2.1. Proses Pembuatan Konsentrat Limbah Tanaman Salak (KLTS) [modifikasi 5]

Limbah tanaman salak dicincang halus dengan menggunakan mesin *chopper*, konsentrat segar disortir (pemisahan lidi) kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-4 jam, produk digiling kembali sampai diperoleh KLTS halus.

2.2. Persiapan Inokulan *Phanerochaete chrysosporium* dan Media Tumbuh Organik

Starter *P. Chrysosporium* ditumbuhkan pada media *Potato Dextro Agar* (PDA), dimurnikan dengan mengambil isolat dari *petridish* yang berisi koloni tunggal jamur yang telah tumbuh, proses tersebut diulang terus menerus sampai ditemukan *spawn* murni. Kemudian, pembuatan media tumbuh jamur

dengan substrat serat pelepah salak sebanyak 92%, dengan mengambil isolat dari *petridish* yang berisi koloni tunggal jamur yang telah tumbuh, proses tersebut diulang terus menerus sampai ditemukan *spawn* murni. Kemudian, pembuatan media tumbuh jamur dengan substrat serat pelepah salak sebanyak 92%, dedak 6%, dan kapur 2% lalu ditambahkan air sampai kadar 70% dan dihomogenkan. Campuran dimasukkan dalam botol sebanyak 50 gram per masing-masing pengamatan. Selanjutnya, proses sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dan didiamkan selama 12 jam dan disebut T_0 . Proses inokulasi pada media organik (perlakuan) lainnya dilakukan dengan cara yang sama namun hanya berbeda pada sumber inokulan saja (menggunakan T_0).

2.3. Proses Fermentasi dan Analisis Proksimat [6]

Media inokulasi setiap perlakuan difermentasi selama 14 hari dan mengacu pada alur penelitian (Gambar 1). Setelah proses fermentasi, sebanyak 10 gram sampel disiapkan dalam bentuk tepung untuk kebutuhan analisa proksimat. Sampel yang diperoleh berasal dari hasil komposit dari semua ulangan pada setiap perlakuan. Analisa dilakukan dilaboratorium Nutrisi Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi.

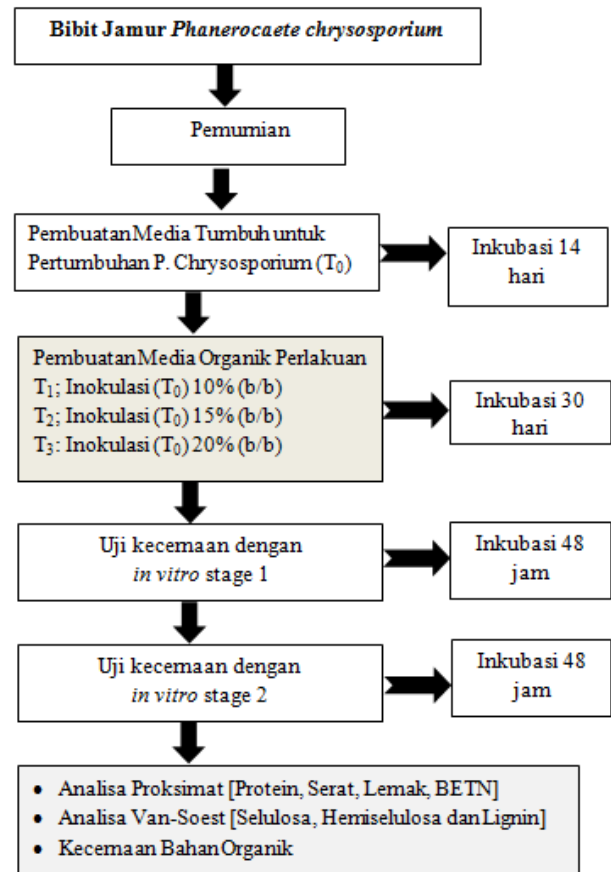
2.4. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yakni level inokulan *Phanerochaete chrysosporium* [0%, 10%, 15%, dan 20%] dengan 4 perlakuan dan 10 ulangan (biomassa hasil fermentasi dikompositkan untuk duplo pengujian proksimat). Perlakuan terdiri dari:

- To: Kontrol (tanpa inokulan)
- T1: Fermentasi KLTS + 10% inokulan *P. Chrysosporium* dari total media
- T2: Fermentasi KLTS + 15% inokulan *P. Chrysosporium* dari total media
- T3: Fermentasi KLTS + 20% inokulan *P. Chrysosporium* dari total media

Parameter diamati meliputi kandungan nutrisi pelepah terfermentasi (kadar air, bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar). Data

pengamatan dianalisis dengan menggunakan *one way anova test* dengan menggunakan bantuan program SPSS. Sedangkan perbedaan antar perlakuan dianalisa lanjut dengan DMRT dengan bantuan program SAS [6].



Gambar 1. Alur Penelitian Keseluruhan (Tahap I: Analisa Proksimat)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Air dan Bahan Kering

Pengaruh fermentasi dengan menggunakan inokulan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap kadar air dan bahan kering ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air dan bahan kering limbah pelepah salak terfermentasi dengan menggunakan inokulan kapang pelapuk putih

Perlakuan	Kadar Air (%)	Bahan Kering (%)
To	14.78± 0.19 ^a	85.22± 0.19 ^a
T1	26.94± 0.32 ^b	73.06± 0.31 ^b
T2	20.19± 0.30 ^b	79.81± 0.30 ^b
T3	11.05± 0.03 ^a	88.95± 0.02 ^a
Signifikansi	0.001**	0.007**

Keterangan: ^aAnalisa dilakukan di Laboratorium Nutrisi Makanan Ternak, Universitas Jambi, To= KLTS tanpa inokulan, T1= Fermentasi KLTS+10% inokulan, T2= Fermentasi KLTS+15% inokulan, T3= Fermentasi KLTS+20% inokulan, **= Sangat Berbeda Nyata (P<0.01).

Berdasarkan Tabel 1, penggunaan inokulan *P. chrysosporium* pada proses fermentasi menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kadar air dan bahan kering limbah pelepah salak. Inkubasi selama 14 hari dengan 20% inokulan menghasilkan penurunan kadar air sampai 20.42% dan lebih rendah dibandingkan hasil penelitian [7]. Perlakuan T1 dan T2 menunjukkan nilai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol dan T3. Fluktuasi nilai kadar air yang bervariasi diduga diakibatkan oleh tahap inisiasi kapang yang lebih lama pada tahap adaptasi (*fase stasioner*). Kadar air merupakan indikator yang dijadikan untuk menentukan ketahanan pakan selama proses penyimpanan. Kadar air yang tinggi dapat dipengaruhi oleh kualitas air bahan baku pakan dan *water activity* oleh mikroba [8]. Nilai kadar air KLTS terfermentasi dengan inokulan pelapuk putih yakni 11.05%. Nilai tersebut masih aman untuk tahap penyimpanan dan dibandingkan dengan standar kadar air untuk pakan limbah agroindustri yakni maksimal 14% [9].

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengaruh dosis inokulan dan lama fermentasi selama 14 hari menurunkan kadar bahan kering kecuali dengan T3. Nilai bahan kering KLTS terfermentasi dengan *P. Chrysosporium* berkisar 73.06- 88.95%. Pertumbuhan jamur pelapuk putih dapat tergantung pada kadar bahan kering dalam substrat yang ditumpangnya. Lama fermentasi yang sama dengan perlakuan lainnya, tidak menyebabkan penurunan yang drastis terhadap degradasi bahan kering pada T0. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya produktifitas *P. Chrysosporium* yang tinggi karena jumlahnya yang lebih banyak dalam mendegradasi substrat serta memproduksi enzim yang dapat menguraikan sumber glukosa dari kelompok serat. Situasi ini tentunya akan menyebabkan peningkatan pada nutrisi bahan kering substrat [10].

3.2. Kadar Bahan Organik dan Protein Kasar

Pengaruh fermentasi dengan menggunakan inokulan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap bahan organik dan protein kasar ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Kadar bahan organik dan protein kasar limbah pelepah salak terfermentasi dengan menggunakan inokulan kapang pelapuk putih

Perlakuan	Bahan Organik (%)	Protein Kasar (%)
To	81.55± 0.54 ^a	7.03± 0.00 ^a
T1	80.39± 0.27 ^a	5.27± 1.24 ^b
T2	82.27± 0.88 ^a	7.47± 0.62 ^a
T3	82.21± 0.01 ^a	6.59± 0.62 ^a
Signifikansi	0.597 ^{tn}	0.001 ^{**}

Keterangan: ^aAnalisa dilakukan di Laboratorium Nutrisi Makanan Ternak, Universitas Jambi, T0= KLTS tanpa inokulan, T1= Fermentasi KLTS+10% inokulan, T2= Fermentasi KLTS+15% inokulan, T3= Fermentasi KLTS+20% inokulan, ^{tn}Tidak Berbeda Nyata ($P > 0.05$), ^{**}Sangat Berbeda Nyata ($P < 0.01$).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengaruh dosis inokulan selama proses fermentasi menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kandungan protein kasar. Sementara, perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) terhadap kandungan bahan organik. Peningkatan dosis inokulan pelapuk putih dapat meningkatkan nutrisi bahan organik KLTS. Hal ini disebabkan oleh jumlah inokulan selama proses fermentasi dapat mempertahankan ketersediaan komponen organik melalui aktifitas sekresi enzim. Enzim tersebut dapat merombak fraksi serat limbah salak sehingga menyebabkan ketersediaan bahan organik yang terus meningkat [11].

Berdasarkan Tabel 2, penggunaan dosis inokulan sampai 15% menghasilkan protein kasar KLTS yang setara dengan kontrol. Kemudian, penurunan protein kasar KLTS setelah fermentasi terjadi pada perlakuan dengan penambahan inokulan terendah dan tertinggi. Penurunan nilai protein kasar substrat dapat diakibatkan oleh produksi enzim yang melambat sehingga degradasi bagian tersulit dari

serat dalam limbah juga semakin lama. Hal ini akan menyebabkan proporsi nitrogen tubuh dari miselium kapang yang terdapat pada substrat [12]. Protein kasar dalam pakan merupakan cerminan kualitas nutrisi bahan baku pakan khususnya sebagai prekursor bagi mikroba rumen untuk mendegradasi fraksi nutrisi lainnya. Selama proses metabolisme, enzim yang dihasilkan oleh kapang *P. Chrysosporium* baik LiP maupun MnP dapat merangsang gugus nitroaromatik (fraksi kompleks serat yang banyak mengikat nitrogen) dalam pakan [13].

Pada umumnya, pakan asal limbah pertanian (yang mengandung serat tinggi) memiliki kualitas protein yang rendah [14]. Oleh karena itu, interaksi nutrisi lainnya sangat diperlukan selama proses metabolisme di dalam rumen. Mikroba rumen akan mendegradasi sebagian protein pakan dan menyumbangkan protein dari proses perombakan nutrisi lainnya. Asumsinya, limbah pelepah salak dengan kandungan protein yang rendah masih memiliki nilai positif akibat kandungan serat kasar yang cukup baik sebagai prekursor pertumbuhan

mikroba didalam rumen. Salah satu pemicu tingginya kandungan serat limbah salak yakni fraksi lignin. Aplikasi *P. Chrysosporium* dalam pakan limbah dapat memutus ikatan kompleks serat melalui enzim yang dihasilkan. Dampaknya, peningkatan nitrogen dari pemecahan biomolekul akan semakin meningkat [15].

3.3. Kadar Serat Kasar

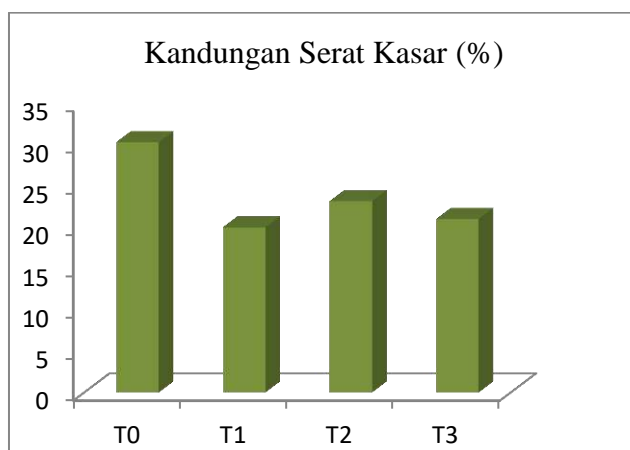
Pengaruh fermentasi dengan menggunakan inokulan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap kandungan serat kasar ditunjukkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Kadar serat kasar limbah pelepah salak terfermentasi dengan menggunakan inokulan kapang pelapuk putih

Perlakuan	Serat Kasar (%)
To	30.28± 0.21 ^a
T1	19.99± 0.11 ^b
T2	23.14± 0.23 ^b
T3	20.99± 0.49 ^b
Signifikansi	0.048 ^{tn}

Keterangan: ¹Analisa dilakukan di Laboratorium Nutrisi Makanan Ternak, Universitas Jambi, To= KLTS tanpa inokulan, T1= Fermentasi KLTS+10% inokulan, T2= Fermentasi KLTS+15% inokulan, T3= Fermentasi KLTS+20% inokulan**Berbeda Nyata (P<0.05)

Penggunaan inokulan *P. Chrysosporium* dengan lama fermentasi 14 hari dapat menurunkan serat kasar KLTS (P<0.05) dari 39.35-43.58% (Gambar 2). Nilai penurunan serat kasar pada penelitian lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian [10] yakni 40.86%. Jamur *P. Chrysosporium* akan memanfaatkan nutrisi yang terdapat dalam substrat KLTS dan mengkatabolismenya kedalam bentuk yang lebih sederhana. Untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya, kapang akan menunjukkan proses reput hayati (kondisi dimana hifa jamur bersentuhan dengan permukaan substrat KLTS dan membentuk koloni tangguh). Pada titik tersebut, jamur akan dengan mudah mendegradasi komponen serat.



Gambar 2. Trend penurunan kadar serat kasar klts pada penelitian

Kapang *P. Chrysosporium* terkenal sebagai biodelignifikator melalui komponen enzimnya yakni LiP. Selain itu, keberadaan kapang selulolitik lainnya diduga dapat meningkatkan kualitas nutrisi pakan limbah [16]. Selama proses fermentasi, ikatan kompleks dari serat KLTS akan dirusak oleh enzim lignoselulolitik [17] dan terjadi perubahan pada NDF yang mengandung lemak, gula, asam organik, NPN, pektin, dan protein larut dalam air [18]. Hal ini akan meningkatkan utilisasi serat sebagai sumber bahan organik untuk produktifitas ternak.

4. Kesimpulan

Penggunaan inokulan sampai 20% menghasilkan KLTS dengan kadar air yang rendah, bahan kering dan bahan organik yang lebih tinggi, kadar protein kasar yang relatif stabil, serta penurunan serat kasar.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kemenristek-BRIN yang telah memberikan pendanaan penuh untuk pelaksanaan penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula Pendanaan Tahun 2020.

Referensi

- [1] Supriyadi, Suhardi, M. Suzuki, K. Yoshida, T. Muto, A. Fujita, N. Watanabe. 2002. Changes in the volatile compounds and in the chemical and physical properties of snake fruit (*Salacca edulis* Reinw) Cv. Pondoh during maturation. *Journal Agriculture and Food Chemistry* 50: 7627-7633.
- [2] Badan Pusat Statistik Tapanuli Selatan [BPS]. 2016. Statistik Produksi Tanaman Salak di Kabupaten Tapanuli Bagian Selatan. *www.statistik komoditi salak di tapanuli selatan.com*. diakses tanggal 10 Oktober 2019.
- [3] Biyatmoko, D. Dan U. Lendanie. 2007. Peningkatan Inklusi Pakan Berserat Melalui Rekayasa Organ Fermentatif Sekum Menggunakan Inokulasi Transfer Mikrobial Berbagai Sumber terhadap Profil Pencernaan Itik Alabio. 2007. *Penelitian Hibah Bersaing XIV*, Program DP2M Dikti Jakarta.
- [4] Kurniawan, B., Faridha, Fathul, dan Y. Widodo. 2012. Delignifikasi Pelepah daun sawit Akibat Penambahan Urea terhadap Kadar Abu, kadar Protein, Kadar lemak dan bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN). *Skripsi*. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.

- [5] Rikardo S, Simamora T, Amnah R. 2018. Pemanfaatan Limbah Tanaman Salak Sebagai *Feed Alternative* di Kabupaten Tapanuli Bagian Selatan Provinsi Sumatera Utara. *Program Hibah Pengabdian Masyarakat Skim Kemitraan Masyarakat Tahun 2018*. Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat- Kemenristek Dikti. Indonesia.
- [6] AOAC., 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International. 18th Edn., Association of Official Analytical Chemists, Gathersburg, MD., USA.
- [7] SAS., 2008. JMP 8 for Windows. SAS Institute Inc., North Carolina, USA.
- [8] Noferdiman and A. Yani, 2013. Nutrition content of fermented palm oil sludge with *Phanerochaete chrysosporium*. *Agripet*, 13: 47-52.
- [9] Wiryawan, G.K. dan Tim Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan. 2012. Pengetahuan Bahan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- [10] Silvia Wulandari, F. Fathul, Liman. 2015. Pengaruh berbagai komposisi limbah pertanian terhadap kadar air, abu, dan serat kasar pada wafer. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. Vol 3(3): 104-109.
- [11] Iyayi, E.A., 2004. Changes in the cellulose, sugar and crude protein contents of agro-industrial by-products fermented with *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium* sp. *Afr. J. Biotechnol.*, 3: 186-188.
- [12] Musnandar, E. 2004. Pertumbuhan jamur *Marasmius* sp. pada substrat kelapa sawit untuk bahan pakan ternak. *Majalah Ilmiah Angsana* Vol. 08. No.3, Desember ; 25 - 30.
- [13] Valli, K., B.J. Brock, D.K. Joshi and M.H. Gold, 1992. Degradation of 2, 4-dinitrotoluene by the lignin-degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied Environ. Microbiol.*, 58: 221-228.
- [14] Aregheore, E. M. 2002. Chemical evaluation and digestibility of cocoa (*Theobroma cocoa*) by product fed to goats. *Trop. Anim. Health Prod.* 34:339-348
- [15] Rizal, Y., Nuraini, Mirnawati and M.E. Mahata, 2013. Comparisons of nutrient contents and nutritional values of palm kernel cake fermented by using different fungi. *Pak. J. Nutr.*, 12: 943-948.
- [16] Engkus Ainul Yakin, Zaenal Bachruddin, Ristianto Utomo and Ria Millati, 2020. Effects of Cocoa Pod Fermented by *Phanerochaete chrysosporium* with the Addition of Mn^{2+} on the Performance of the Javanese Thin-Tailed Sheep. *Pakistan Journal of Nutrition*, 19: 231-238.
- [17] Suparjo, K.G. Wiryawan, E.B. Laconi and D. Mangunwidjaja, 2009. Chemical composition response of cocoa pod incubated with *Phanerochaete chrysosporium* on manganese and calcium supplementation. *Media Peternakan*, 32: 204-211.
- [18] Zacchi, L., I. Morris, & P. J. Harvey. 2000. Disorder ultrastructure in lignin-peroxidase secreting hyphae of the white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Mycology* 146:759-765.