

Pemanfaatan Jenis Inokulan dengan Lama Inokulasi pada Fermentasi Limbah *Sludge* Kelapa Sawit untuk Pakan Ternak

Utilization of Inoculant Types with Long Inoculation in Fermentation of Palm Oil Sludge Waste for Animal Feed

Fadillah Permana, John Bimasri* , Ety Safriyani

¹ Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Musi Rawas,
Jl.Pembangunan No.02, Kelurahan Air Kuti Kota Lubuklinggau Sumatera Selatan, Indonesia

* Email. jbimasri1966@gmail.com

ABSTRACK

Sludge is solid waste resulting from palm oil processing that has not been widely utilized and causes environmental pollution. The research was carried out for 2 months from March to April 2024, in Inderalaya, Ogan Ilir Regency, South Sumatra Province. The research uses experimental methods with a Completely Randomized Design (CRD). Treatment in the form of inoculam type (J), consisting of *Aspergillus oryzae* (J1), *Rhizopus orizae* (J2), and *Neurospora shitophilla* (J3), and fermentation time (I), consisting of 3 days (I1), 6 days (I2), and 9 days (I3). The parameters observed were dry matter, crude protein, crude fat, and crude fiber, before fermentation and after fermentation. Data were analyzed using analysis of variansces (ANOVA). Accuracy is tested with the Diversity Coefficient, and treatments that have a real to very real effect is tested using the Honestly Significant Difference Test (HST). The resulting conclusion is that sludge can be used as additional feed for ruminants, by first fermenting it using an inoculant. Sludge fermentation using the inoculant *Neurospora shitophilla* produces the best quality sludge for use as animal feed, because it contains high protein and crude fat and low dry matter and fiber. The best fermentation time is 9 days, because it can reduce dry matter and crude fiber, and increase protein and crude fat.

Keywords: Fermentation, Inoculant, Feed, Livestock, Sludge

PENDAHULUAN

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia berdasarkan data dari Direktorat Jendral Perkebunan (2022), mencapai 15.380.981 ha dengan jumlah produksi sebanyak 48.235.405 ton minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil (CPO)*. Dijelaskan oleh Eriyanto (2018), bahwa jenis produk yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit pada pabrik pengolahan kelapa sawit, yaitu CPO 22%, Kernel 5%, TKKS 22%, serat 13%, cangkang 6%, *Palm oil mill effluent (POME)* 28% dan *Sludge* atau lumpur sebanyak 4% dari setiap ton Tandan Buah Segar (TBS) yang diolah. *Sludge* merupakan limbah lumpur padat hasil dari pengolahan kelapa sawit. *Sludge* sampai saat ini masih belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini seringkali dibuang begitu saja sehingga menimbulkan dampak terhadap lingkungan. *Sludge* yang tidak dikelola menyebabkan bau busuk, tempat bersarangnya serangga lalat dan potensial menghasilkan air lindi (*leachate*). *Sludge* merupakan limbah padat yang berasal dari pengolahan limbah cair, berupa lumpur aktif yang terbawa saat pengolahan air limbah (Novita, *et al.*, 2021).

Kandungan nutrisi yang terkandung pada *Sludge* sebesar 1.550 kkal/kg, yang terdiri dari protein, serat kasar, dan energi metabolisme (Nuraini, et.al., 2016),. *Sludge* memiliki faktor pembatas berupa kandungan serat kasar yang tinggi dan nilai ketersediaan asam amino yang rendah, sehingga sulit dicerna oleh ternak. Agar pemanfaatan *sludge* lebih optimal diperlukan pengolahan. Pengolahan *sludge* dapat dilakukan secara fisik, kimia, maupun biologi atau fermentasi. Fermentasi merupakan suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi pangan berupa bakteri, khamir, maupun kapang. Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan aktivitas mikrobia tertentu sehingga terjadi perubahan sifat bahan dan menghasilkan produk fermentasi yang bermanfaat.

Fermentasi *sludge* dapat dilakukan menggunakan mikroorganisme, seperti kapang *Aspergillus oryzae*. Kapang *Aspergillus oryzae* dikenal sebagai kapang yang paling banyak menghasilkan enzim yaitu α -amilase, α -galaktosidase, amiloglukosidase, glutaminase, proteinase dan α -glukosidase. *Aspergillus oryzae* dapat menghasilkan enzim selulase sebanyak 1,97 U/ml (Kasmiran dan Tarmizi, 2012), sehingga dapat meningkatkan kandungan zat gizi serta dapat menurunkan kandungan serat kasar *sludge*. Jamur *Rhizopus oryzae* tergolong dalam *Zygomycota* yang umum digunakan dalam pembuatan tempe. *Rhizopus oryzae* dalam aktifitasnya akan menghasilkan enzim yang disebut dengan enzim fitase yang mampu memecah senyawa fitat menjadi lebih halus. Jamur ini juga dapat digunakan dalam proses pengolahan limbah, karena dia juga menghasilkan enzim protease. Berdasarkan hasil penelitian Mirnawati (2015), diketahui bahwa pengolahan *sludge* dengan fermentasi menggunakan *Neurospora crassa*, *Neurospora sitophila* dan *Neurospora sp* dapat menurunkan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein pada *sludge*. Fermentasi *sludge* dipengaruhi oleh bakteri, khamir, dan kapang. Selain itu juga dipengaruhi oleh jenis substrat (medium), pH, suhu, oksigen, aktivitas air, dan waktu. Waktu fermentasi merupakan variabel yang berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung sehingga akan berpengaruh terhadap hasil fermentasi (Afrianti, 2013). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ojaba et al., (2021), bahwa limbah lumpur kelapa sawit (*sludge*) dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia karena mengandung bahan kering dan bahan organik. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan jenis mikrobia dan waktu yang terbaik dalam proses fermentasi *sludge* yang akan dimanfaatkan sebagai pakan ternak tambahan untuk ternak kambing.

METODE PENELITIAN

Waktu, lokasi dan materi penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan dari bulan Maret sampai April 2024, di Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir Propinsi Sumatera Selatan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa *sludge*, *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oryzae*, dan *Neurospora shizophilla*, air, dan bahan kimia untuk analisa. Sedangkan alat-alat yang digunakan berupa pengukus, lemari inkubasi, timbangan, dan alat-alat analisa di laboratorium.

Metode, rancangan percobaan, dan variabel yang diamati

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimental dengan rancangan perlakuan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan. Tiap-tiap perlakuan terdiri dari 3 taraf, sehingga didapatkan 9 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan dibuat 3 ulangan, sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Perlakuan pertama yang dicobakan yaitu Jenis Inokulan (J), yang terdiri dari *Aspergillus oryzae* (J1), *Rhizopus oryzae* (J2), dan *Neurospora shizophilla* (J3). Perlakuan ke dua yaitu lama fermentasi (I), yaitu selama 3 hari (I₁), selama 6 hari (I₂), dan selama 9 hari (I₃). Parameter

yang diamati meliputi kandungan Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), dan Ph pada *sludge*, kandungan nutrient pada *sludge* yang terdiri dari bahan kering, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar,

Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis keragaman (ANOVA) Rancangan Acak Lengkap Faktorial, Pengujian tingkat ketelitian hasil penelitian yang diperoleh dilakukan uji Koefisiensi Keragaman (KK). Pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati diketahui dengan membandingkan antara nilai F hitung dengan nilai F Tabel. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Limbah hasil dari proses pengolahan kelapa sawit berupa *Sludge* yang berasal dari pengendapan limbah cair dapat digunakan sebagai campuran bahan pakan pada ternak. Hasil analisis kandungan nutrisi dari *sludge* kelapa sawit disajikan pada Tabel 1. Sementara hasil analisis keragaman pengaruh jenis inokulan dan waktu fermentasi terhadap kandungan nutrisi limbah *sludge* disajikan pada Tabel 2. Jenis inokulan pada fermentasi *sludge* kelapa sawit (J) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nutrisi dari *sludge* kelapa sawit. Lama fermentasi (I) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar lemak kasar dan jumlah serat kasar, sedangkan interaksi antara jenis inokulan dengan lama waktu fermentasi (JI) berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan nutrisi *sludge*.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jenis inokulan (J) berpengaruh sangat nyata terhadap bahan kering limbah *sludge* sawit. Sedangkan lama waktu fermentasi (I) dan interaksi antara jenis inokulan dan lama fermentasi (JI) berpengaruh tidak nyata ($p>0,01$) terhadap bahan kering limbah *sludge* kelapa sawit. Variabel berikutnya berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis inokulan (J) berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap protein kasar limbah *sludge* sawit. Sedangkan lama waktu fermentasi (I) dan interaksi antara jenis inokulan dan lama fermentasi (JI) berpengaruh tidak nyata ($p>0,01$) terhadap protein kasar limbah *sludge* kelapa sawit.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis inokulan (J) dan lama waktu fermentasi (I) berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap lemak kasar limbah *sludge* sawit. Sedangkan interaksi antara jenis inokulan dan lama fermentasi (JI) berpengaruh tidak nyata ($p>0,01$) terhadap lemak kasar limbah *sludge* kelapa sawit. Selanjutnya diketahui bahwa perlakuan jenis inokulan (J) dan lama waktu fermentasi (I) berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap serat kasar limbah *sludge* sawit. Sedangkan interaksi antara jenis inokulan dan lama fermentasi (JI) berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap serat kasar limbah *sludge* kelapa sawit.

Pembahasan hasil penelitian

Pengolahan kepala sawit menjadi CPO menghasilkan berbagai jenis limbah sesuai dengan tahapan dari proses pengolahan. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan dalam pengolahan kepala sawit menjadi CPO adalah *Sludge*. Jumlah limbah berupa *sludge* yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit sekitar 4% dari total kelapa sawit yang diolah (Imran, et al., 2020). *Sludge* merupakan limbah yang merupakan hasil dari pengendapan limbah cair pada pengolahan kepala sawit yang menggunakan metode sistem kolam dengan *elektrokoagulasi*, khususnya dihasilkan pada kolam anaerob II dalam Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL). *Sludge* merupakan endapan suspensi

limbah cair dan mikroorganismenya yang ada didalamnya yang berasal dari pengolahan limbah di instalasi pengolahan air limbah. Hanim, *et al.*,(2020), menjelaskan bahwa untuk menghasilkan setiap 1 ton minyak sawit menghasilkan 2.5 m³ air limbah.

Limbah cair yang dihasilkan pada proses pengolahan kelapa sawit belum diolah dan dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dibiarkan menumpuk disekitar pabrik maupun kebun. Limbah *sludge* akan menghasilkan beberapa jenis gas seperti gas karbondioksida (CO₂), dinitrogen oksida (N₂O), serta metana (CH₄). Gas-gas ini merupakan beberapa jenis gas yang menyebabkan polusi udara, serta menyebabkan efek rumah kaca (Suryani, *et al.*, 2018). Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan kelapa sawit mengandung zat pencemar dengan konsentrasi yang tinggi sehingga dapat mencemari lingkungan. Disamping itu limbah cair dari hasil pengolahan kelapa sawit ini apabila masuk ke badan air akan menyebabkan pencemaran air seperti di sungai yang merupakan habitat kehidupan *aquatic* karena penipisan kadar oksigen terlarut. Limbah yang tidak diolah dan yang langsung dibuang ke badan air, menyebabkan polusi di perairan karena terjadi peningkatan Biological Oxygen Demand di dalam air. Selain itu juga akan menyebabkan meningkatnya potensi penyakit yang dapat ditularkan melalui air seperti kolera, disentri, dan penyakit kuning.

Tabel 1. Kandungan nutrisi *sludge* kelapa sawit.

No	Jenis Nutrisi	Satuan	Kandungan
1	Bahan Kering	%	89,79
2	Protein kasar	%	12,87
3	Lemak kasar	%	11,63
4	Serat kasar	%	23,91

Limbah dari proses pengolahan kelapa sawit berupa *sludge* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif sebagai pakan ternak khususnya ternak ruminansia yang menghadapi banyak hambatan karena kurangnya ketersediaan pakan yang berkualitas. *Sludge* dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak alternatif yang diberikan sebanyak 5% dari jumlah pakan yang diberikan kepada hewan ternak ruminansia. *Sludge* kelapa sawit mengandung beberapa jenis komponen kimia yang bermanfaat sebagai nutrisi bagi hewan ternak. Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa *sludge* segar hasil dari proses pengolahan kelapa sawit mengandung 89,79% bahan kering, 12,87% protein kasar, 11,63% lemak kasar, dan 23,91% serat kasar (Tabel 1).

Pemanfaatan *sludge* sebagai pakan ternak harus difermentasi terlebih dahulu agar kualitasnya sebagai bahan pakan meningkat. Hasil analisis keragaman terhadap inokulasi *sludge* dengan menggunakan jenis inokulan menunjukkan bahwa jenis inokulan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nutrisi *sludge* (Tabel 2). Lama fermentasi berpengaruh nyata pada lemak kasar dan serat kasar, tetapi berbeda tidak nyata terhadap bahan kering dan protein kasar. Interaksi antara jenis inokulan dan waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata pada semua peubah yang diamati. Hasil ini menunjukkan bahwa inokulasi dengan menggunakan berbagai jenis inokulan mempengaruhi kualitas *sludge* untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak. Masing-masing jenis inokulan menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap kemampuannya dalam melarutkan beberapa komponen nutrisi yang terkandung di dalam *sludge*.

Fermentasi *sludge* dengan *Aspergillus oryzae* (J1), *Rhizopus oryzae* (J2), dan *Neurospora sitophilla* (J3) menurunkan persentase bahan kering dan serat kasar, serta meningkatkan persentase protein kasar dan lemak kasar. Berdasarkan hasil dari

fermentasi tersebut diketahui bahwa aktifitas beberapa inokulan yang digunakan mampu meningkatkan kualitas *sludge* sebagai bahan pakan ternak, khususnya peningkatan protein dan lemak kasar. Kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi pada bahan pakan, merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan berat badan ternak. Rendahnya kandungan bahan kering dan serat kasar pada pakan ternak, menyebabkan pakan tersebut akan lebih cepat dan mudah dicerna oleh ternak.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap nutrisi *sludge* kelapa sawit

No	Parameter	F Hitung			F Tabel		KK (%)
		J	I	JI	5%	1%	
1	Bahan Kering	164,91 ^{**}	2,32 ^{tn}	0,94 ^{tn}	3,63	6,22	10,14
2	Protein Kasar	41,34 ^{**}	2,75 ^{tn}	0,78 ^{tn}	3,63	6,22	11,89
3	Lemak Kasar	281,41 ^{**}	25,06 ^{**}	2,20 ^{tn}	3,63	6,22	10,26
4	Serat kasar	69,90 ^{**}	29,27 ^{**}	0,74 ^{tn}	3,63	6,22	14,05

Keterangan : ** = Berpengaruh sangat nyata; J = Jenis inokulan; tn = Tidak nyata; I = Waktu fermentasi
kk = Koefisien Keragaman; JI = Interaksi perlakuan

Inokulasi *sludge* dengan menggunakan inokulan *Neurospora shitophilla* mampu menurunkan persentase bahan kering yang terbesar dibandingkan dengan inokulan lainnya. Kandungan bahan kering pada *sludge* yang difermentasi dengan inokulan *Neurospora shitophilla* menurun sebesar 9,46%. *Sludge* yang diinokulasi dengan inokulan *Neurospora shitophilla* kadar protein kasar dan lemak kasarnya meningkat lebih besar dibandingkan dengan *sludge* yang difermentasi dengan inokulan lainnya. Peningkatan protein kasar sebesar 4,58%, sedangkan lemak kasar meningkat sebesar 5,33%, peningkatan protein dan lemak kasar pada *sludge* yang telah difermentasi meningkatkan kualitas dari *sludge* sebagai bahan pakan ternak. Pakan ternak yang mengandung persentase protein dan lemak yang tinggi akan mampu meningkatkan bobot ternak menjadi lebih besar. Penurunan serat kasar yang terbesar terjadi pada *sludge* yang difermentasi dengan *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus oryzae*, dengan besar penurunan sebesar 14,64%. Jumlah penurunan ini lebih besar dibandingkan dengan penurunan serat kasar yang terjadi pada *sludge* yang difermentasi dengan *Neurospora shitophilla*, yang hanya sebesar 9,95%. Jumlah serat kasar yang terdapat pada pakan ternak menyebabkan pakan lebih lambat dicerna.

Lamanya waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan lemak kasar dan penurunan serat kasar, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap penurunan bahan kering dan protein kasar. Lamanya waktu fermentasi menyebabkan penurunan persentase bahan kering dan serat kasar, tetapi meningkatkan protein dan lemak kasar. Penurunan persentase bahan kering dan serat kasar serta peningkatan protein kasar dan lemak kasar yang terbesar terjadi pada *sludge* yang diinkubasi selama 9 hari. Berdasarkan hasil analisis laboratorium (Tabel 3) menunjukkan bahwa semakin lama *sludge* difermentasi jumlah penurunan bahan kering dan serat kasar, serta peningkatan protein dan lemak kasar akan semakin besar. Penurunan bahan kering pada *sludge* yang difermentasi selama 9 hari sebesar 9,80%, dan penurunan serat kasar sebesar 13,63%. Sedangkan peningkatan persentase protein kasar dan lemak kasar masing-masing sebesar 8,55% dan 4,82%. Peningkatan persentase protein dan lemak kasar pada *sludge* yang digunakan sebagai tambahan bahan pakan ternak, mampu meningkatkan kualitas bahan pakan ternak tersebut, karena mengandung protein dan lemak yang lebih tinggi.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap kadar bahan kering, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar (%).

Variabel	Jenis Inokulan (J)	Lama Fermentasi (I)			Rerata J
		I1	I2	I3	
Bahan Kering	J1	81,35	81,31	81,28	81,31 B
	J2	81,31	81,29	81,29	81,30 B
	J3	80,63	80,44	80,39	80,49 A
	Rerata I	81,10	81,01	80,99	
	BNJ J 1%	0,18			
Protein Kasar	J1	13,36	13,46	13,55	13,46 A
	J2	13,55	13,58	13,68	13,60 A
	J3	24,16	14,64	14,67	14,49 B
	Rerata I	13,69	13,89	13,97	
	BNJ J 1%	0,42			
Lemak Kasar	J1	11,88	11,99	12,03	11,97 A
	J2	12,18	12,21	12,27	12,22 B
	J3	12,21	12,26	12,28	12,25 B
	Rerata I	12,06 A	12,15 AB	12,19 B	
	BNJ J 1% = 0,05		BNJ I 1% = 0,11		
Serat Kasar	J1	21,88	21,61	21,10	21,53 B
	J2	21,70	21,61	20,91	21,41 B
	J3	20,56	20,71	19,95	20,41 A
	Rerata I	21,38 B	21,31 B	20,65 A	
	BNJ J 1% = 0,80		BNJ I 1% = 0,35		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($p < 0,01$).

Berdasarkan analisis (Tabel 3) diketahui bahwa *sludge* yang difermentasi dengan inokulan *Neurospora sitophilla* selama 9 hari (J3I3) mampu menurunkan persentase bahan kering dan serat kasar, serta meningkatkan persentase protein dan lemak kasar yang terkandung di dalam *sludge*. Hasil ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Akhadiarto (2010), bahwa fermentasi mampu meningkatkan nilai nutrisi *sludge*, sebab mampu meningkatkan protein kasar serta menurunkan kadar serat kasar. Hasil ini menunjukkan bahwa inokulan *Neurospora sitophilla* yang digunakan sebagai inokulan yang di fermentasi selama 9 hari menghasilkan *sludge* dengan kualitas terbaik untuk diberikan sebagai bahan tambahan makanan ternak kambing.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa limbah *sludge* dapat dimanfaatkan sebagai tambahan pakan ternak kambing dengan terlebih dahulu difermentasi menggunakan inokulan *Neurospora sitophilla* selama 9 hari, karena mampu menurunkan bahan kering dan serat kasar, serta meningkatkan protein dan lemak kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L. H. (2013). *Teknologi Pengawetan Pangan*. Alfabeta. Bandung
 Akhadiarto, S. (2010). Peningkatan Nilai Nutrisi Limbah Lumpur Sawit sebagai Pakan Ternak. *JRL* 6(2):175-186.

- Eriyanto, D. (2018). *Kajian Ekonomis Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar PLTU Biomasa*. Seminar Nasional Royal (Senar). STMIK Royal-Amik Royal, hlm. 417-422.
- Hanim, W., Fadhlani, F. & Wibowo, S. (2020). Pengolahan Limbah Cair di PMKS PT Sisirau Desa Sidodadi Kecamatan Kejuruan Muda Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Envscience*,4(2),67-76.
<https://jurnalkesehatan.unisla.ac.id/index.php/jev/article/view/198>
- Imran dan Mustaka, Z. (2020). Identificatin of Mold And Bacterial Content In Solid Waste Decanter Palm oil Processing For Use as Organic Fertilizer. *E-Journal*. <https://ppnp.e-journal.id/agrokompleks/article/view/196/139>
- Kasmiran, A dan Tarmizi. (2012). Aktivitas Enzim Selulase dari Kapang Sellulolitik pada Substrat Ampas Kelapa. 12(1):10-13.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Luas dan jumlah Produksi Sawit. Direktur Jendral perkebunan*, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Mirawati, A. Djulardi & Ciptaan, G. (2015). *Peningkatan Kualitas Bungkil Inti Sawit dan Lumpur Sawit melalui Aplikasi Bioteknologi sebagai Bahan Pakan Unggas Rendah Kolesterol*. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. Kontrak No030/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/ii/2015 tanggal 5 february, Universitas Andalas, Padang.
- Novita, S. O, Marlyn, N., Lekitoo, Sientje D. & Rumetor. (2021). Analisis Potensi Limbah Kelapa Sawit untuk Pakan Ternak Ruminansia di PT Medco Papua, Kabupaten Manokwari. *Cassowary*, 4(2):149-158.
<https://journalpasca.unipa.ac.id/index.php/cs/article/view/84>
- Ojaba, N.S., Lekitoo, M.N., & Rumetor, S.D. (2021). Analisis Potensi Limbah Kelapa Sawit untuk Pakan Ternak Ruminansia di PT Medco Papua. *Cassowary*, 4(2): 149-158. DOI: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.84>
- Nuraini. A. Djulardi. A. & Trisna. (2016). *Peningkatan Kualitas Lumpur Sawit dan Bungkil Inti Sawit dengan Fungi Ligninolitik, Selulolitik dan Karatenogenik untuk Memproduksi Daging dan Telur Rendah Kolesterol*. Laporan Kluster Guru Besar. Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat. Universitas Andalas. Padang.
- Suryani, F. Homsah O., & Basuki. (2018). pH and Agitation Analysis of Biogas Production From Palm Oil Mill Effluent (POME). *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRST/article/view/1855/2031>