Jejakdigital
JURNAL ILMIAH MULTIDISIPLIN
Available online at https://indojurnal.com/index.php/jejakdigital

eISSN 3089-7734; pISSN 3089-7742
Vol. 2, No.6, Tahun 2026
doi.org/10.63822/4hasbj46
Hal. 11743-11750

Valorisasi Limbah Kelapa Sawit sebagai Bahan Pakan Ternak Potensial

Hilya Saputri [1], Rachmadhatul Ulvia[2], Firdus Firdus[3], Allaily Allaily[4]
Program Studi Magister, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Negara Indonesia[1,2,3,4]

*Email Korespodensi: firdus.usk@gmail.com

Sejarah Artikel:

Diterima 15-11-2026
Disetujui 20-11-2026
Diterbitkan 22-11-2026

ABSTRACT

The potential for valorizing solid oil palm waste as livestock feed includes palm oil sludge (solid), palm kernel meal (PKM), empty fruit bunches (EFB), as well as trunks, fronds, and leaves. Literature reviews indicate that each type of waste possesses distinct nutritional characteristics and limitations. PKM has the potential to serve as a source of protein and energy, whereas fronds, leaves, trunks, and EFB require further processing, as their structural fiber and lignocellulose content can limit digestibility. Techniques such as drying, chopping, fermentation, and various physical or biological treatments can enhance the utilization of these materials; however, their success depends on the specific type of material, the microorganisms employed, process conditions, and the proportion included in the ration. Consequently, oil palm waste is best categorized as an alternative feed ingredient or a substitute component, which should be formulated based on nutritional analysis, safety, palatability, and the specific requirements of the livestock.

***Keywords**: Waste valorization, oil palm, animal feed, fermentation, circular economy*

ABSTRAK

Potensi valorisasi limbah padat kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak, meliputi lumpur sawit/solid, bungkil inti sawit (BIS), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), batang, serta pelepah dan daun. Kajian pustaka menunjukkan bahwa setiap jenis limbah memiliki karakteristik nutrisi dan keterbatasan yang berbeda. BIS berpotensi menjadi sumber protein dan energi, sedangkan pelepah, daun, batang, dan TKKS memerlukan pengolahan lebih lanjut karena kandungan serat struktural dan lignoselulosa dapat membatasi kecernaan. Pengeringan, pencacahan, fermentasi, dan perlakuan fisik atau biologis dapat membantu meningkatkan pemanfaatan bahan, tetapi keberhasilannya bergantung pada jenis bahan, mikroorganisme, kondisi proses, serta proporsi dalam ransum. Karena itu, limbah sawit lebih tepat diposisikan sebagai bahan pakan alternatif atau bahan substitusi yang diformulasikan berdasarkan analisis nutrisi, keamanan, palatabilitas, dan kebutuhan ternak.

Katakunci: Valorisasi limbah, kelapa sawit, pakan ternak, fermentasi, ekonomi sirkular

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Saputri, H., Ulvia, R. ., Firdus, F., & Allaily , A. . (2026). Valorisasi Limbah Kelapa Sawit sebagai Bahan Pakan Ternak Potensial. Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(6), 11743-11750. https://doi.org/10.63822/4hasbj46

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian Indonesia. Bahkan menjadi produsen dan eksportir minyak kelapa sawit terbesar di dunia, dengan produksi mencapai lebih dari 40 juta ton per tahun. Pertumbuhan industri ini membawa konsekuensi terhadap peningkatan jumlah limbah (Oge *et al*., 2025). Limbah perkebunan sawit dikategorikan menjadi limbah padat dan limbah cair. Limbah padat merupakan yang paling banyak yakni sekitar 35-40% dari total TBS yaitu pelepah sawit, daun, tandan buah kosong, serat, cangkang buah, dan abu bakar (Dirgantoro & Robiatul, 2018).

Biomassa dari limbah perkebunan kelapa sawit memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber pakan alternatif bagi ternak ruminansia. Sektor perkebunan kelapa sawit dapat menghasilkan berbagai jenis limbah utama seperti pelepah sawit, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan bungkil inti sawit (BIS). Masing-masing limbah ini memiliki nilai nutrisi yang bervariasi misalnya, pelepah sawit dan TKKS mengandung bahan kering dan energi yang cukup tinggi, sementara bungkil inti sawit memiliki kandungan protein kasar serta energi (TDN) yang jauh lebih tinggi (Nurjannah & Fanani, 2026).

Namun, dalam perspektif modern, limbah tidak hanya dipandang sebagai sisa buangan, melainkan sumber daya sekunder yang masih memiliki potensi nilai tambah tinggi. Banyak limbah organik yang mengandung senyawa bioaktif, serat pangan, protein, atau polifenol yang dapat dikembangkan menjadi pangan fungsional, pakan ternak, biogas, atau bioplastik ramah lingkungan. Pendekatan ini dikenal sebagai valorisasi limbah pangan (food waste valorization) yang menjadi inti dari konsep ekonomi sirkular (circular economy) dalam sistem pangan berkelanjutan. Fermentasi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai probiotik ternak (Nandi *et al*., 2026), memanfaatkan limbah pelepah dan daun kelapa sawit untuk pakan ternak dengan menggunakan mesin pencacah serta fermentasi (Siswati *et al*., 2021). Inovasi tersebut menunjukkan bahwa pendekatan pengelolaan limbah dapat menghasilkan nilai tambah ekonomi sekaligus menurunkan dampak kesehatan lingkungan. Kajian sistematis ini disusun dengan tujuan untuk mengidentifikasi berbagai pendekatan inovatif dalam pengelolaan limbah padat perkebunan sawit di Indonesia dan menilai implikasi inovasi tersebut terhadap pengelolaan limbah sebagai pakan yang potensial serta berkelanjutan (Bachmida & Afni, 2025).

Dalam konteks pakan, valorisasi berarti mengubah hasil samping perkebunan dan pengolahan sawit menjadi bahan yang memiliki fungsi nutrisi dan nilai ekonomi. Pendekatan ini dapat membantu diversifikasi sumber pakan lokal dan mengurangi ketergantungan pada bahan konvensional, tetapi kelayakannya tidak hanya ditentukan oleh jumlah limbah yang tersedia. Komposisi bahan kering (BK), protein kasar (PK), energi, serat, mineral, serta variasi antar-pabrik dan metode pengolahan perlu diperiksa sebelum bahan dimasukkan ke dalam ransum. Azizi *et al*. (2021) menjelaskan bahwa bungkil inti sawit berpotensi digunakan dalam pakan unggas, namun kandungan seratnya yang relatif tinggi dapat membatasi pemanfaatan dan kecernaannya.

Dengan demikian, fokus valorisasi dalam artikel ini bukan sekadar mengalihkan limbah dari tempat pembuangan, melainkan memastikan bahwa proses pengolahan menghasilkan bahan pakan yang aman, stabil, mudah disimpan, dan sesuai dengan fisiologi ternak sasaran. Pada ruminansia, bahan berserat dapat dimanfaatkan melalui fermentasi rumen, tetapi tingkat pemanfaatannya tetap dipengaruhi lignifikasi dan kecernaan. Saminathan *et al*. (2022) menunjukkan bahwa perlakuan fisik, kimia, dan biologis pada pelepah sawit dapat digunakan untuk memperbaiki kualitasnya; perlakuan biologis dinilai menjanjikan dari aspek keamanan dan dampak lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif berbasis data sekunder yang diperoleh dari hasil publikas oleh instansi atau lembaga terkait dan pustaka ilmiah yang mendukung (Rahmawati & Faizin, 2023). Untuk memperjelas ruang lingkup kajian, literatur dibahas secara tematik berdasarkan jenis limbah, karakteristik nutrisi, kendala pemanfaatan, dan teknologi pengolahan. Informasi yang dibandingkan mencakup kandungan BK, PK, serat kasar atau lignoselulosa, potensi penggunaannya pada kelompok ternak, serta hasil yang dilaporkan setelah pengolahan. Karena artikel ini menggunakan data sekunder, angka komposisi dan respons ternak yang dikutip mengikuti laporan masing-masing sumber dan tidak dianggap sebagai hasil pengukuran langsung dalam penelitian ini. Perbedaan jenis bahan, asal limbah, metode analisis, dan formulasi ransum perlu diperhatikan saat membandingkan hasil antarpenelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan beberapa literatur menunjukkan bahwa limbah sawit yang dapat dimanfatkan berupa tandan kosong, lumpur sawit, dan bungkil kelapa sawit. Limbah limbah ini mengandung BK, PK, dan serat kasar yang cukup baik sebagai sumber zat gizi ternak diantaranya unggas dan ruminansia. Permasalahan dari limbah sawit tersebut adalah kadar air pada bahan yang tinggi sehingga akan mudah terjadi pembusukan. Hal tersebut akan meningkatkan pencemaran lingkungan di sekitar area pengolahan. Salah satu cara untuk mengolah limbah sawit menjadi pakan ternak adalah melalui fermentasi. Penggunaan metode fermentasi dipilih karena memiliki keuntungan yaitu meningkatkan aroma, meningkatkan masa simpan bahan, menurunkan senyawa toksik sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis dasri suatu bahan (Fidriyanto *et al*., 2018).

Pemanfaatan limbah sawit perlu memperhatikan perbedaan antara nilai nutrisi bahan dan nilai nutrisinya setelah dicerna ternak. Kandungan protein atau energi yang terukur secara kimia belum tentu seluruhnya tersedia bagi ternak apabila bahan memiliki serat sukar dicerna, palatabilitas rendah, atau kandungan air tinggi. Oleh sebab itu, evaluasi sebaiknya dilakukan bertahap melalui analisis proksimat, pengujian kualitas fermentasi dan stabilitas penyimpanan, uji kecernaan in vitro bila tersedia, serta pengamatan konsumsi dan performa ternak. Prinsip ini penting agar pemanfaatan limbah benar-benar mendukung efisiensi pakan, bukan sekadar menambah jumlah bahan dalam ransum.

Limbah padat perkebunan sawit berpotensi sebagai pakan ternak.yaitu sebagai berikut:

Lumpur Sawit (LS)

Lumpur sawit adalah limbah yang dihasilkan dari proses pemerasan buah sawit untuk menghasilkan minyak sawit yang kasar (CPO). Kemudian lumpur sawit yang dihasilkan ditampung di kolam pembuangan (Saleh *et al*., 2021). Solid cukup potensial dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena murah dan tersedia dalam jumlah besar sepanjang tahun. Kandungan protein kasar solid kering 9,6%-14,52% yang setara dengan kandungan protein kasar dedak padi, yaitu 13,3%, dan kandungan lemak kasarnya juga relatif tinggi 10,4% dengan nilai sebesar 74%, lebih tinggi dibandingkan dedak padi yang hanya 70% (Efendi *et al*, 2020).

Lumpur sawit yang telah dikeringkan dan berbentuk padat, dapat diberikan langsung atau melalui proses fermentasi bersama bahan lain untuk ternak sapi. Solid diberikan 1,5% dari bobot badan sapi (rata-rata 250 kg/ekor). Pabrik kelapa sawit Kalimantan Tengah rata-rata mampu memproduksi 20 ton solid/hari, maka produksi solid dari satu pabrik dapat menyediakan pakan bagi 533 ekor sapi/hari. Solid dapat

mengganti seluruh dedak padi dalam pakan konsentrat dan memberi pengaruh positif terhadap konsumsi ransum, kadar lemak susu, dan efisiensi penggunaan energi dan protein. Penggemukan sapi potong pada PKS di Kalimantan Tengah dengan pakan tambahan solid sawit secara ad libitum menghasilkan pertambahan bobot badan harian (PBBH) 0,52 kg/ekor/hari untuk sapi lokal tipe kecil. Sapi PO yang diberi pakan tambahan solid sawit dan dipelihara secara intensif menghasilkan PBBH 0,77 kg/ekor/hari (Ojaba *et al*., 2021).

Walaupun berpotensi sebagai sumber energi dan bahan substitusi konsentrat, penggunaan solid perlu disesuaikan dengan kadar air, kadar lemak, kadar abu, dan mutu penyimpanannya. Bahan yang belum cukup kering atau disimpan dalam kondisi lembap berisiko mengalami kerusakan dan penurunan mutu. Angka pemberian yang dilaporkan pada penelitian terdahulu tidak dapat diterapkan otomatis pada semua peternakan karena bobot badan, jenis ternak, kualitas hijauan, dan komposisi ransum dasar berbeda. Solid sebaiknya diberikan sebagai bagian dari ransum seimbang, dengan pemantauan konsumsi dan respons produksi (Saleh *et al*., 2021).

Bungkil Inti Kelapa Sawit (BIS)

Bungkil inti sawit atau Palm Kernel Meal (PKM) adalah ampas dari proses pembuatan minyak sawit mentah (Dirgantoro & Robiatul, 2018). BIS dapat menjadi sumber protein, lemak, mineral, dan energi, tetapi komposisi nutrisinya bervariasi menurut asal bahan dan metode ekstraksi minyak. Azizi *et al*. (2021) melaporkan bahwa BIS umumnya mengandung protein kasar sekitar 14–18% dan serat kasar sekitar 12–20%; serat yang tinggi menjadi kendala terutama pada unggas karena kemampuan mencerna polisakarida nonpati terbatas. Karena itu, BIS lebih sesuai digunakan dengan tingkat inklusi yang diperhitungkan dalam formulasi, dan dapat dikombinasikan dengan enzim pemecah serat atau perlakuan fermentasi untuk memperbaiki pemanfaatan nutrisinya.

Pada ruminansia, BIS dapat dimanfaatkan dalam proporsi yang berbeda dari unggas karena mikroorganisme rumen membantu memfermentasi sebagian komponen serat. Namun, penambahan BIS tetap harus mempertimbangkan keseimbangan energi-protein, mineral, dan kualitas bahan lainnya. Kajian meta-analitik tentang BIS pada ruminansia juga menunjukkan bahwa respons konsumsi, kecernaan, dan performa dapat berbeda menurut spesies dan tingkat inklusi; karena itu tidak ada satu tingkat penggunaan yang otomatis cocok untuk semua ternak (Fhonna *et al*., 2025).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah bahan organik hasil samping agroindustri Crude Palm Oil (CPO). Limbah TTKS mempunyai kandungan komponen terbesar yaitu lignoselulosa, di mana persentase selulosa mencapai 33,25%-45,95%, sehingga sangat sulit terdegradasi disebabkan karena terbentuknya kristal dan tidak larut dalam air. Penyebab dari kandungan selulosa dan hemiselulosa ini cukup tinggi di TTKS, maka TTKS berpotensi sebagai sumber gula/karbohidrat yang dapat dikonversikan menjadi asam laktat. Selulosa adalah polimer glukosa memiliki ikatan β-1,4 glukosida dalam rantai lurus, apabila selulosa terjadi hidrolisis maka ikatan β-1,4 akan lepas yang akan menghasilkan glukosa. Perubahan glukosa menjadi asam piruvat dikenal sebagai glikolisis. Satu molekul glukosa terpecah menjadi dua molekul asam piruvat, menghasilkan dua molekul ATP secara glikolisis. Selanjutnya, glukosa dioksidasi menjadi dua asam piruvat, yang kemudian diubah menjadi dua molekul asam laktat. Asam laktat dapat dihasilkan melalui proses fermentasi atau secara kimiawi. Salah satu bakteri yang dapat memfermentasi glukosa yaitu Bakteri Asam Laktat (BAL) (Nandi *et al*., 2026).

Limbah-limbah tersebut sangat mudah membusuk dan ditumbuhi mikroba berbahaya karena memiliki kandungan air yang tinggi. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat melalui proses fermentasi dengan bantuan campuran bakteri asam laktat Lactobacillus plantarum. Bakteri ini bertugas untuk melawan kuman penyakit sekaligus menjaga kualitas pakan agar tidak cepat basi. Hasilnya menunjukkan bahwa campuran formula yang terdiri dari kombinasi tiga strain Lactobacillus plantarum menjadi racikan yang paling ampuh menekan pertumbuhan bakteri jahat dan jamur pengganggu seperti E. coli, S. aureus, dan C. albicans (Fidriyanto *et al*., 2018).

Kandungan lignoselulosa yang tinggi pada TKKS membuat bahan ini tidak ideal diberikan langsung dalam jumlah besar tanpa pengolahan dan evaluasi kecernaan. Pencacahan dapat memperkecil ukuran partikel, sedangkan perlakuan biologis atau fisik tertentu berpotensi membuka struktur serat agar lebih mudah dimanfaatkan mikroorganisme. Namun, fermentasi tidak serta-merta menjamin bahan menjadi aman atau bernilai nutrisi tinggi; keberhasilan perlu dinilai dari perubahan komposisi, pH, aroma, kestabilan, dan tidak adanya kontaminasi yang merugikan. Nandi *et al.* (2026) mengkaji bakteri asam laktat asal fermentasi TKKS sebagai kandidat probiotik ternak, sehingga pengolahan TKKS juga dapat dieksplorasi untuk memperoleh mikroorganisme bermanfaat.

Batang Sawit

Batang kelapa sawit (ketinggian 0-1 meter dari bagian atas) terkandung 55,5% pati, 1,6% protein, 36% serat kasar, dan 0,6% lemak. Selama ini limbah batang kelapa sawit hasil peremajaan biasanya hanya dibakar karena tidak dimanfaatkan lagi oleh peternak. Padahal, kandungan pati di dalamnya sangat berharga sebagai sumber energi karena kaya akan karbohidrat. Melihat kandungan gizi tersebut, batang kelapa sawit sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan non-konvensional untuk membuat konsentrat tinggi energi bagi sapi perah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan sebesar 41,73% pada konsentrasi NH3, 24,96% pada konsentrasi total VFA, 10,47% pada IVDMD, dan 10,91% pada IVOMD, setelah memasukkan 25% limbah batang kelapa sawit ke dalam ransum. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa limbah batang kelapa sawit dapat dimanfaatkan hingga 25% dalam pakan sapi perah laktasi (Shilvia *et al*., 2023).

Data fermentasi in vitro yang dilaporkan Shilvia *et al*. (2023) mendukung kemungkinan memasukkan limbah batang sawit hingga 25% dalam ransum sapi perah laktasi pada kondisi penelitian mereka. Angka tersebut perlu dibaca sebagai hasil pada formulasi dan kondisi uji tertentu, bukan rekomendasi universal. Sebelum diaplikasikan, batang perlu diproses agar ukuran dan bentuknya sesuai, lalu diformulasikan bersama sumber protein, mineral, dan serat lainnya. Pengujian pada ternak hidup tetap diperlukan untuk memastikan konsumsi, kecernaan, kesehatan, dan produksi tidak menurun.

Pelepah dan Daun Kelapa Sawit

Pelepah sawit dapat diperoleh sepanjang tahun bersamaan panen tandan buah segar sekitar 1-2 pelepah/panen/pohon, dengan produksi mencapai 40-50 pelepah/ pohon/tahun dengan berat sebesar 4,5 kg/ pelepah. Setiap hektar kebun sawit dapat dihasilkan sebanyak 486 ton pelepah kering dan 17,1 ton daun sawit kering/tahun. Pemberian pelepah dan daun kelapa sawit sebagai bahan pakan dalam jangka panjang menghasilkan kualitas karkas yang baik. Daun kelapa sawit yang dihasilkan dari tunas panen yang dilakukan saat pemanenan tandan buah segar merupakan salah satu hijauan yang disukai oleh ternak sapi. Tingkat kecernaan bahan kering pelepah dan daun kelapa sawit pada sapi mencapai 45% (Aritonang *et al*., 2019).

Proses pemeliharaan kebun kelapa sawit tidak hanya melalui pemupukan untuk meningkatkan pertumbuhan batang dan produksi buah kelapa sawit, tetapi juga dengan pemotongan pelepah bawah kelapa sawit pada umur tertentu yang bertujuan untuk merangsang pertumbuhan batang kelapa sawit menjadi lebih besar. Pelepah sawit tergolong sebagai salah satu limbah yang dapat dimanfaarkan untuk pakan ternak khususnya sapi. Hanya saja pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan ternak memiliki hambatan berupa rendahnya protein kasar yang hanya berkisar 2,11% dan tingginya kandungan serat kasar yang mencapai 46,75%. Sehingga untuk mengatasi kekurangan pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan ternak, maka dilakukan inklusi secara maksimal berupa pengolahan melalui teknologi pakan salah satunya adalah fermentasi (Siswati *et al*., 2021).

Teknologi pengolahan pelepah dapat mencakup pencacahan, pengeringan, perlakuan alkali atau uap, dan fermentasi biologis. Pilihan teknologi perlu mempertimbangkan biaya, ketersediaan peralatan, keamanan pekerja, dan skala peternakan. Saminathan *et al*. (2022) menyimpulkan bahwa perlakuan biologis dapat memperbaiki nilai nutrisi pelepah dan cenderung lebih ramah lingkungan dibandingkan sebagian perlakuan fisik atau kimia. Meski demikian, hasil pengolahan perlu diuji karena perubahan serat dan kecernaan dipengaruhi kondisi proses serta kualitas bahan awal.

Prinsip Penerapan dan Kendala Valorisasinya

Secara praktis, pemanfaatan limbah sawit sebagai pakan sebaiknya mengikuti beberapa tahapan: (1) memilah bahan berdasarkan sumber dan kondisi fisiknya; (2) melakukan pencacahan atau pengeringan sesuai karakter bahan; (3) menerapkan fermentasi atau perlakuan lain dengan prosedur terkontrol; (4) mengevaluasi mutu nutrisi dan tanda kerusakan; serta (5) menyusun ransum berdasarkan kebutuhan spesies, umur, bobot, dan tujuan produksi. Bahan berjamur, berbau busuk tidak normal, tercemar bahan kimia, atau tidak diketahui asalnya tidak seharusnya diberikan kepada ternak. Pengolahan yang tepat juga perlu diimbangi dengan pengelolaan air limbah dan residu proses agar upaya valorisasi tidak memindahkan pencemaran.

Kendala utama penerapan mencakup variasi komposisi antar-batch, biaya pengangkutan bahan yang basah dan bulky, kebutuhan alat pengolahan, serta belum meratanya fasilitas pengujian mutu. Karena itu, kelayakan ekonomi harus menghitung biaya pengumpulan, pencacahan, pengeringan, fermentasi, penyimpanan, dan transportasi, bukan hanya membandingkan harga limbah dengan harga bahan pakan komersial. Model valorisasi berkelanjutan memerlukan kerja sama antara pabrik kelapa sawit, peternak, peneliti, dan penyuluh untuk memastikan pasokan, standar mutu, dan formulasi ransum yang aman.

KESIMPULAN

Limbah padat kelapa sawit memiliki potensi sebagai bahan pakan alternatif karena tersedia dalam jumlah besar dan mengandung komponen nutrisi yang dapat dimanfaatkan, terutama setelah pengolahan yang sesuai. Lumpur sawit berpotensi menjadi bahan substitusi konsentrat; bungkil inti sawit merupakan sumber protein dan energi tetapi penggunaannya perlu disesuaikan dengan kandungan serat serta jenis ternak; sedangkan TKKS, batang, pelepah, dan daun membutuhkan perhatian lebih pada pengolahan serat, kadar air, dan kecernaan. Fermentasi, pencacahan, pengeringan, dan perlakuan fisik atau biologis dapat menjadi strategi peningkatan nilai guna, tetapi efektivitasnya harus dibuktikan melalui evaluasi mutu bahan dan respons ternak. Dengan demikian, valorisasi limbah sawit perlu dilakukan berdasarkan analisis nutrisi, keamanan, keseimbangan ransum, dan kelayakan ekonomi. Penggunaan limbah sebagai pakan bukan

berarti seluruh limbah dapat diberikan secara langsung atau menggantikan pakan konvensional sepenuhnya; penerapan yang bertanggung jawab dapat mendukung efisiensi biaya dan ekonomi sirkular sekaligus mengurangi beban limbah agroindustri.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, M. A. D. & Adawiyah, R. (2018). Nilai Ekonomi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menuju Zero Waste Production. Jurnal Biowallacea, 5(2), 825–837.

Aritonang, S. N., Roza, E., & Tama, S. H. (2019). Potensi Limbah Perkebunan Kelapa Sawit Sebagai Pakan Ternak Sapi di Peternakan Rakyat Kecamatan Teras Terunjam Kabupaten Muko-Muko. Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran, 18(2), 95–103. https://doi.org/10.24198/jit.v1 8i2.20757

Azizi, M. N., Loh, T. C., Foo, H. L., & Chung, E. L. T. (2021). Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry? Animals, 11(2), 338. https://doi.org/10.3390/ani11020338

Bachmida, E. A., & Afni, N. (2025). Inovasi Pengelolaan Limbah Pangan dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Pangan: Systematic Literatur Review. Jurnal Kolaboratif Sains, 8(11), 7079–7093. https://doi.org/10.56338/jks.v8i11.8963

Efendi, Z., Ramon, E., Wahyuni, A., Wulandari., Sastro, Y., & Nurhaita. (2020). Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (Solid) sebagai Substitusi Jagung dalam Ransum Ayam Merawang. Buletin Peternakan Tropis, 1(2), 48–53. https://doi.org/10.31186/bpt.1.2.48-53

Fhonna, F. A., Jayanegara, A., Wajizah, S., Samsudin, A. A., & Samadi. (2025). Palm kernel cake impact on ruminant physiology, feeding behavior, and muscle physicochemical traits: A meta-analysis. F1000Research, 14, 522. https://doi.org/10.12688/f1000research.163447.1

Fidriyanto, R., Ridwan, R., Rohmatussolihat, Astuti, W. D., Sari, N. F., & Widyastuti, Y. (2018). Formulasi Inokulum Bakteri untuk Pengolahan Limbah Sawit Sebagai Pakan Ternak. Proceeding of Biology Education, 2(1), 26-35.

Nandi, F. J., Helmi, H., & Lingga, R. (2026). Skrining Bakteri Asam Laktat Asal Fermentasi Asal Fermentasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Kandidat Probiotik Ternak. Jurnal Ilmu Ilmu Hayati, 25(1)(1), 243–259. https://doi.org/10.55981/berita

Nurjannah, I., & Fanani, A. F. (2026). Potensi Limbah Pertanian dan Perkebunan sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia Berdasarkan Daya Dukung Nutrisi (BK, PK, dan TDN) di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. Jurnal Peternakan Terapan (PETERPAN), 8(1), 9–17. https://doi.org/10.25181/peterpan.v8i1.4544

Oge, L., Panga, L., Wahyudin, C. i., Tao, H., Inal., Ilham., & Hajar. (2025). Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Padat dan Cair Hasil Produksi CPO di PT Merbau Jaya Indah Raya. Akar Ilmu: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1(1), 23–28. https://rumah-jurnal.unsultra.com/akarilmu/article/view/16

Ojaba, N. S., Lekitoo, M. N., & Rumetor, S. D. (2021). Analisis Potensi Limbah Kelapa Sawit Untuk Pakan Ternak Ruminansia di PT Medco Papua, Kabupaten Manokwari. Cassowary, 4(2), 149–158.

Rahmawati, U. & Faizin, R. (2023). Strategi Pengembangan Sistem Pertanian Terintegrasi (Studi Kasus: Kelompok Surya Tani di Desa Langkak, Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya). Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis. 9(2), 2924-2937.

Saleh., E. J., Syahruddin., & Djunu, S. (2021). Pakan Ternak Berbasis Lumpur Sawit Bagi Masyarakat Tani-Ternak di Desa Pangea Kecamatan Wonosari Kabupaten Boalemo. Jambura Journal of Husbandry and Agriculture Community Serve, 1(1), 17–21.

Saminathan, M., Wan Mohamed, W. N., Md Noh, A., Ibrahim, N. A., Fuat, M. A., Ramiah, S. K., Chung, E. L. T., & Mat Dian, N. L. H. (2022). Treated oil palm frond and its utilisation as an improved feedstuff for ruminants—An overview. Journal of Oil Palm Research, 34(4), 591–607. https://doi.org/10.21894/jopr.2021.0041

Shilvia, S. M., Permana, I. G., Evvyernie, D., & Rosmalia, A. (2023). Fermentation Characteristics (In Vitro) of Palm Oil Trunk Waste as Feed for Lactating Dairy Cow. Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, 21(3), 150–155. https://doi.org/10.29244/jintp.21.3.150-155

Siswati, L., Ariyanto, A., Setiawan, D., Wardi, J., & Yandra, A. (2021). Mesin Pencacah Daun dan Pelepah Kelapa Sawit Untuk Peternak Sapi di Desa Pancar Gading Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar-Riau. Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(5), 1286–1292. https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i5.7741