

Inovasi Pupuk Organik Berbasis Kelapa Sawit di Maluku Utara

Innovation of Palm Oil Based Organic Fertilizer in North Maluku

**Tuti Handayani Arifin¹, Mila Fatmawati², Hamidin Rasulu^{3,*},
Gunawan⁴, Yusri Sapsuha⁵, Ismi Musdalifa Darsan⁶**

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

² Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

³ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

^{4,5} Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁶ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

*Corresponding author Email: hamidin@unkhair.ac.id ; tuti.handayani@unkhair.ac.id

Received: 1 Januari 2025

Accepted: 25 Februari 2025

Available online: 11 Maret 2025

ABSTRACT

This study aims to examine the potential, production process, agronomic benefits, and challenges in the implementation of palm oil-based organic fertilizers in North Maluku through a literature review. By gathering and analyzing the latest literature, this study presents findings on key solutions to address land degradation and dependence on chemical fertilizers that negatively impact the environment. The literature review results highlight the positive potential of palm oil waste, its agronomic benefits, contributions to climate change mitigation, reduction of environmental pollution, and the challenges and opportunities in North Maluku. The study concludes that with the right policy support and the adoption of technology by farmers, palm oil-based organic fertilizers can be a strategic solution to achieve more sustainable and productive agriculture.

Keywords: North Maluku, Organic Fertilizer, Palm Oil, Sustainable Agriculture

I. PENDAHULUAN

Pertanian berkelanjutan menekankan keseimbangan antara produksi pangan dan kelestarian lingkungan. Salah satu pendekatan utama untuk mencapainya adalah dengan menggunakan pupuk organik, yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah tanpa menimbulkan dampak negatif seperti pupuk kimia (Risdianto, 2015) dan (Zebua Tiesland et al., 2025). Di Indonesia, khususnya di Maluku Utara, industri kelapa sawit berkembang pesat dan menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai bahan baku pupuk organik adalah solusi kreatif untuk mengatasi masalah limbah dan mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Limbah kelapa sawit mencakup tandan kosong, pelepah, cangkang, serta limbah cair seperti Palm Oil Mill Effluent (POME). Pengolahan limbah ini menjadi pupuk organik tidak hanya mengurangi potensi pencemaran lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah bagi industri dan petani setempat. Menurut penelitian, kompos dari tandan kelapa sawit yang tidak digunakan dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan

ketersediaan unsur hara, dan POME dapat diubah menjadi pupuk cair yang kaya akan nutrisi untuk tanaman (Munandar et al., 2023). Selain memiliki manfaat agronomis, penggunaan limbah ini juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, yang membantu mengurangi dampak perubahan iklim (Alfaridho et al., 2023) dan (Harimurti et al., 2021).

Meskipun memiliki banyak manfaat, pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai pupuk organik masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu kendala utama adalah biaya pengolahan serta teknologi yang diperlukan. Limbah cair, Untuk menurunkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) sesuai dengan persyaratan lingkungan, misalnya, diperlukan prosedur khusus. Selain itu, pasar dan distribusi pupuk organik berbasis limbah kelapa sawit di Maluku Utara masih terbatas, sementara harga pupuk organik umumnya kurang kompetitif dibandingkan pupuk kimia. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut guna mengembangkan metode pengolahan yang lebih efisien dan ekonomis. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa Pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit sebagai bahan

bakar boiler dapat mengurangi biaya operasional serta meningkatkan nilai tambah industri (Fitriani et al., 2021).

Di Maluku Utara, PT Gelora Mandiri Membangun (GMM) telah menginisiasi program pengolahan limbah kelapa sawit menjadi pupuk organik dengan memanfaatkan limbah cair dan padat dari proses pengolahan kelapa sawit. Melalui peningkatan kualitas tanah, program ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas perkebunan dan mengurangi dampak limbah yang merugikan lingkungan. Agar lebih optimal, pengelolaan limbah perlu dilakukan dengan pendekatan yang tepat, seperti pemanfaatan mikroorganisme guna mempercepat proses dekomposisi bahan organik serta penambahan abu tandan kosong untuk meningkatkan kandungan hara dalam pupuk organik cair. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan guna menyempurnakan proses ini dan memastikan bahwa pupuk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan oleh tanaman.

Selain tantangan teknis, faktor geografis dan logistik juga menjadi kendala dalam pemanfaatan limbah kelapa sawit di Maluku Utara. Sebagai wilayah kepulauan dengan akses transportasi yang terbatas, pengangkutan limbah ke fasilitas pengolahan sering kali mengalami hambatan, sementara tingginya biaya logistik mengurangi efisiensi distribusi. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah membangun fasilitas pengolahan limbah di lokasi strategis yang berdekatan dengan perkebunan kelapa sawit serta meningkatkan infrastruktur transportasi dan akses jalan menuju sentra produksi.

Sebagai ilustrasi, penelitian yang dilakukan oleh (Sitorus et al., 2023) Manajemen logistik di perkebunan kelapa sawit PT Surya Agrolika Reksa di Provinsi Riau menunjukkan betapa pentingnya sistem logistik untuk perencanaan, pengadaan, pengelolaan, penyimpanan, pengendalian kualitas, dan pemantauan. Temuan ini menunjukkan bahwa strategi pengelolaan logistik yang efektif memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi operasional di sektor perkebunan.

Selain itu, penerapan teknologi pengolahan skala kecil yang dapat digunakan langsung oleh petani atau kelompok tani setempat menjadi alternatif yang menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan pada transportasi jarak jauh. Dengan demikian, optimalisasi pengolahan limbah di tingkat lokal tidak hanya membantu mengatasi tantangan logistik, tetapi juga mendukung keberlanjutan serta efisiensi dalam pemanfaatan limbah kelapa sawit.

Selain aspek teknis dan logistik, faktor ekonomi juga menjadi perhatian dalam pengembangan program ini. Pembuatan pupuk organik dari limbah kelapa sawit tidak hanya berdampak pada peningkatan produktivitas pertanian, tetapi juga membuka peluang usaha baru bagi masyarakat sekitar. Dengan adanya fasilitas pengolahan limbah, petani dapat memperoleh akses terhadap pupuk organik dengan harga yang lebih terjangkau dibandingkan pupuk kimia yang cenderung berfluktuasi. Selain itu, pengelolaan limbah yang efektif juga dapat memberikan

keuntungan bagi perusahaan kelapa sawit dengan mengurangi biaya pembuangan limbah serta potensi sanksi lingkungan akibat pencemaran.

Dukungan dari pemerintah dan sektor swasta sangat diperlukan untuk mendorong keberlanjutan program ini. Insentif bagi perusahaan yang menerapkan teknologi ramah lingkungan serta program pelatihan bagi petani mengenai teknik pemanfaatan limbah sebagai pupuk dapat meningkatkan efektivitas serta penerimaan teknologi ini di tingkat lokal. Selain itu, kolaborasi dengan lembaga penelitian dan akademisi juga dapat membantu dalam mengembangkan metode pengolahan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Dengan pendekatan yang komprehensif, pemanfaatan limbah kelapa sawit di Maluku Utara dapat menjadi solusi yang tidak hanya berdampak positif bagi lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi petani serta industri perkebunan. Keberlanjutan program ini akan sangat bergantung pada sinergi antara berbagai pihak, mulai dari perusahaan, pemerintah, akademisi, hingga komunitas petani lokal.

Menggunakan limbah kelapa sawit sebagai pupuk organik adalah langkah strategis untuk mendukung pertanian berkelanjutan. (Zikria & Nasrullah, 2024) menyatakan bahwa mengubah limbah pertanian menjadi pupuk organik tidak hanya mendukung keberlanjutan sektor pertanian, tetapi juga membantu mengatasi permasalahan lingkungan. Dengan pengolahan yang ramah lingkungan, limbah pertanian dapat diubah menjadi sumber nutrisi yang bermanfaat bagi tanah. Selain itu, pemanfaatan limbah ini sebagai produk bernilai guna memberikan keuntungan ekonomi bagi sektor pertanian, sekaligus menjaga lingkungan dari pencemaran. Oleh karena itu, penelitian dan inovasi terus diperlukan untuk memastikan bahwa penggunaan limbah kelapa sawit sebagai pupuk organik memberikan hasil yang optimal dalam jangka panjang.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, artikel-artikel yang relevan dengan bidang penelitian dipilih dan dievaluasi melalui metode tinjauan literatur. Sebanyak 10 artikel dikumpulkan dari database Google Scholar menggunakan kata kunci pupuk organik kelapa sawit. Artikel yang dianalisis berasal dari periode 2015 hingga 2024 (10 tahun terakhir) dan membahas topik terkait, mulai dari potensi limbah kelapa sawit hingga pemanfaatannya sebagai pupuk organik. Sumber artikel mencakup jurnal terakreditasi SINTA serta prosiding seminar ilmiah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian literatur, Menggunakan limbah kelapa sawit sebagai pupuk organik telah membuka banyak pintu untuk pertanian berkelanjutan di Indonesia,

termasuk di Maluku Utara, selain menawarkan solusi untuk masalah limbah.

Dari aspek pertumbuhan tanaman, penelitian yang dilakukan oleh (Warsito et al., 2017) dan (Moruk et al., 2023) menunjukkan bahwa pupuk organik yang terbuat dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti jagung dan kelapa sawit. Kompos TKKS mengandung unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang bertanggung jawab atas proses perkembangan tanaman. Selain itu, telah ditunjukkan bahwa aplikasi kompos TKKS memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation, yang pada gilirannya meningkatkan kesuburan tanah. Studi literatur lainnya mengungkapkan bahwa pemanfaatan tandan kosong dan limbah cair kelapa sawit dapat meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit (Prayitno et al., 2008). Penelitian oleh (Raja et al., 2021) juga menunjukkan bahwa Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) memiliki kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang tinggi. Melalui proses fermentasi dengan penambahan mikroorganisme efektif (EM4) dan bentonit, kandungan hara dalam LCPKS dapat meningkat secara signifikan, dengan kadar nitrogen mencapai 9.167 ppm, fosfor 20,1 ppm, dan kalium 742 ppm, sehingga berpotensi menjadi pupuk cair bernilai tinggi bagi sektor pertanian.

Proses pembuatan pupuk organik dari TKKS berdasarkan penelitian Warsito et al., (2017), Emilia et al., (2024), dan Aulia et al., (2024) diawali dengan mencacah TKKS hingga berukuran kecil untuk mempercepat proses dekomposisi. Selanjutnya, larutan Effective Microorganisms 4 (EM4) yang telah dicampur dengan gula merah dan air diaduk, kemudian didiamkan selama beberapa menit sebelum dicampurkan ke dalam TKKS yang telah dicacah. Campuran ini kemudian ditutup rapat menggunakan terpal dan dibiarkan mengalami proses pengomposan hingga mencapai kematangan, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kehitaman, tidak berbau, serta suhu yang stabil (tidak melebihi 50°C). Analisis terhadap pupuk organik yang dihasilkan menunjukkan kadar nitrogen sebesar 2,033% dan fosfor sebesar 0,107%, sesuai dengan standar mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004.

Selain manfaat agronomis, aspek ekonomi dalam pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai pupuk organik juga perlu diperhitungkan. Studi yang dilakukan oleh (Marini et al., 2022) mengungkapkan bahwa limbah pabrik kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler untuk menekan biaya operasional sekaligus memberikan nilai tambah bagi industri. Hal serupa ditemukan dalam penelitian (Munandar et al., 2023), yang mengungkapkan bahwa pengolahan limbah kelapa sawit menjadi produk bernilai tambah, seperti pupuk organik, tidak hanya meningkatkan pendapatan perusahaan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar. Selain itu, pemanfaatan limbah ini berkontribusi dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan

serta menciptakan peluang ekonomi baru. Oleh karena itu, pengolahan limbah kelapa sawit menjadi pupuk organik berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem sekaligus memiliki potensi ekonomi yang besar. Penerapan teknologi yang tepat dalam proses pengolahan dapat semakin memperluas manfaat ekonomi, termasuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia yang harganya cenderung fluktuatif.

Beberapa penelitian juga meneliti pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif. Misalnya, studi yang dilakukan oleh Siswanto (2020) menganalisis komposisi pembakaran serabut dan cangkang kelapa sawit untuk menentukan nilai kalor tertinggi dalam boiler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembakaran 100% serabut menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 15.463,083 kJ/kg. Selain itu, penelitian oleh (Samsurizal et al., 2023) menemukan bahwa limbah padat kelapa sawit, seperti serabut dan cangkang, dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa. Selama periode Januari hingga Oktober 2022, limbah serabut dan cangkang masing-masing mampu menghasilkan total energi sebesar 407.000 GJ dan 201.000 GJ.

Menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik yang terbuat dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti jagung dan kelapa sawit. Kompos TKKS mengandung unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berkontribusi pada perkembangan tanaman. Aplikasi kompos TKKS juga terbukti memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation, sehingga meningkatkan kesuburan tanah. Selanjutnya, limbah ini dikeringkan dan diproses menjadi biomassa padat seperti pelet atau briket, atau difermentasi untuk menghasilkan biogas melalui proses anaerobik dengan bantuan mikroorganisme. Dalam metode pirolisis, limbah dipanaskan tanpa oksigen untuk menghasilkan biochar, bio-oil, dan syngas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Teknologi gasifikasi juga memungkinkan konversi limbah menjadi gas sintesis yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. Metode ini memungkinkan limbah kelapa sawit dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber energi terbarukan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. (Alkuma et al., 2016), (Marini et al., 2022), dan (Samsurizal et al., 2023).

Pengolahan limbah kelapa sawit menjadi biochar atau kompos juga meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan karbon, yang berarti bahwa emisi CO₂ ke atmosfer dapat dikurangi. Biochar dari TKKS memiliki struktur berpori yang mampu menyerap serta menyimpan karbon dalam jangka panjang, sekaligus memperbaiki kesuburan tanah. Penelitian (Annisa, 2022) menunjukkan bahwa penerapan biochar dari limbah kelapa sawit pada lahan rawa dapat meningkatkan pH tanah, mengurangi emisi metana (CH₄), serta meningkatkan produksi gabah hingga 20%.

Meskipun memiliki banyak potensi, tantangan utama yang masih dihadapi adalah bagaimana

mengoptimalkan teknologi pengolahan agar lebih efisien dan ekonomis. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut serta kebijakan yang dapat memberikan insentif bagi industri untuk mengadopsi pendekatan ini secara lebih luas.

Selain TKKS dan limbah cair, bungkil inti sawit juga memiliki potensi besar dalam pemanfaatannya sebagai pupuk organik. Salah satu metode pemanfaatannya adalah melalui proses fermentasi menjadi Bokashi, yang terbukti memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian (Situmorang et al., 2019) menunjukkan bahwa aplikasi Bokashi berbahan dasar bungkil inti sawit mampu meningkatkan jumlah daun, bobot tanaman, tinggi tanaman, serta diameter batang bibit kelapa sawit. Hal ini semakin menguatkan bukti bahwa limbah industri kelapa sawit dapat diolah menjadi pupuk organik yang berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas pertanian.

Bungkil inti sawit (BIS) fermentasi memiliki potensi besar sebagai sumber pakan ternak dan pupuk organik karena gizinya yang tinggi. Proses fermentasi meningkatkan ketersediaan nutrisi, mengurangi zat antinutrisi, serta meningkatkan pencernaan pakan bagi ternak. Studi (Kusuma et al., 2020) bahwa fermentasi BIS dengan mikroorganisme tertentu dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan menurunkan kadar serat kasar, membuat pakan ternak lebih mudah dicerna. Selain itu, menggunakan fermentasi BIS sebagai pakan alternatif dapat mengurangi ketergantungan ternak terhadap pakan impor seperti kedelai dan jagung.

Di sisi lain, teknik fermentasi yang sama dapat diterapkan dalam pengolahan BIS menjadi pupuk organik, sehingga meningkatkan kandungan hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium.

Adapun proses pembuatan pupuk organik dari bungkil inti sawit diawali dengan menyiapkan bahan seperti bungkil inti sawit, pupuk kandang, arang sekam, dan larutan mikroba dekomposer (EM4). Bahan-bahan tersebut dicampur dalam perbandingan tertentu, lalu disiram dengan larutan EM4 yang telah diencerkan. Setelah diaduk hingga merata, campuran difermentasi selama 14-21 hari dengan menjaga suhu dan kelembapan agar tetap optimal serta dilakukan pembalikan setiap 3-5 hari untuk memastikan dekomposisi berjalan sempurna. Setelah fermentasi selesai, pupuk diuji untuk kualitasnya dengan melihat kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan tingkat keasaman (pH). Pupukan dikeringkan, dikemas, dan siap digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman jika memenuhi standar (Warsito et al., 2017) dan (Putri et al., 2018). Dengan demikian, pemanfaatan BIS fermentasi tidak hanya mendukung sektor peternakan, tetapi juga meningkatkan kualitas pupuk organik untuk pertanian.

IV. PENUTUP

Berdasarkan kajian literatur, pupuk organik berbasis kelapa sawit memiliki potensi besar untuk mendukung pertanian berkelanjutan di Maluku Utara. Limbah kelapa sawit, seperti tandan kosong dan serat, dapat diolah menjadi pupuk yang meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan meminimalkan dampak lingkungannya. Dengan mengurangi emisi karbon dan meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan karbon, penggunaan pupuk ini juga membantu mengurangi perubahan iklim. Selain itu, pemanfaatan limbah kelapa sawit secara lebih efektif membantu mengurangi pencemaran dan meningkatkan keberlanjutan pertanian.

REFERENSI

- Alfaridho, M. I., Dwi, E. R., & Edhi, S. (2023). Analisis Life Cycle Assessment (LCA) Pada Pengolahan Air Limbah di Pahu Makmur Palm Oil Mill Life. *Teknologi Lingkungan*, 24(2), 116–126.
- Alkusma, Y. M., Hermawan, H., & Hadiyanto, H. (2016). Pengembangan Potensi Energi Alternatif Dengan Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Di Kabupaten Kotawaringin Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 96. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.96-102>
- Annisa, W. (2022). BIOCHAR-KOMPOS BERBASIS LIMBAH KELAPA SAWIT: Bahan Amandemen untuk Memperbaiki Kesuburan dan Produktivitas Tanah Di Lahan Rawa. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(2), 103. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v15n2.2021.103-116>
- Aulia, W. D., Ase, T. P., Firda, D., & Yora, F. (2024). DELIGNIFIKASI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DENGAN NaOH TERHADAP KUALITAS PUPUK ORGANIK CAIR. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 34, 47–54. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2024.34.1.47>
- Emilia, I., Liani Ardila, & Putri Anggraini. (2024). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Pupuk Kompos Di Desa Suka Damai Kecamatan Tunggal Jaya Musi Banyuasin. *Environmental Science Journal (Esjo) : Jurnal Ilmu Lingkungan*, 34–39. <https://doi.org/10.31851/esjo.v2i2.15870>
- Fitriani, Kurniawan, E., & Jalaluddin, dan. (2021). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Prosiding SNST Ke-11*, 39–44.
- Harimurti, D., Hariyadi, & Noor, E. (2021). Reducing greenhouse gas emissions in oil palm plantations using a life cycle assessment approach. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.29244/jpsl.11.1.1-9>

- Marini, L. F., Sarungallo, P., Pramanagara, R. O., & Budi, H. A. S. (2022). Analisis Ekonomi Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) sebagai Bahan Bakar Boiler (Studi Kasus PT. Medco Papua Hijau Selaras). *Igya Ser Hanjop: Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 4(1), 53–65. <https://doi.org/10.47039/ish.4.2022.53-65>
- Moruk, A., Hermantoro, H., & Suparyanto, T. (2023). Monitoring Tingkat Ph dan Kandungan NPK pada Proses Composting Tandan Kosong Kelapa Sawit. *AGRICULTURAL ENGINEERING INNOVATION JOURNAL*, 1(2), 121–130. <https://doi.org/10.55180/aei.v1i2.722>
- Munandar, T. I., Aini, M., Rizki, E., Utami, N., Yusra, H., Alamsyah, R. T., Winra Sinaga, E., Ibadillah, S., & Korespodensi, P. (2023). Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menjadi Produk Yang Memiliki Nilai Ekonomis Sebagai Penunjang Ekonomi Masyarakat Di Kelurahan Rano Kecamatan Muara Sabak Barat. *BangDimas: Pengembangan Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 13–18.
- Prayitno, S., Bambang, D., & Sunarminto, H. (2008). Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Yang Dipupuk Dengan Tandan Kosong Dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Ilmu Pertanian*, 15(1), 37–48.
- Putri, B., Hudaiah, S., Widi, D., & Kesuma, I. (2018). PEMANFAATAN BUNGKIL INTI SAWIT SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN CACING SUTRA (*Tubifex* sp.). *Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Tanaman*, VI(2).
- Raja, P. M., Giyanto, & Siholanna, B. (2021). Karakteristik Kandungan Unsur N, P Dan K Limbah Cair Kelapa Sawit Kolam Anaerob Dengan Kontak Kuantitas Bentonit. *Agrium*, 18(2), 95–101. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/agrium>
- Risdianto, D. (2015). Tinjauan Pertanian Organik dan Pertanian Berkelanjutan dalam Upaya Mewujudkan Kembali Swasembada Pangan Nasional. *Jurnal Kajian Lemhannas RI*, 21, 31–41.
- Samsurizal, Andi, M., & Dony, M. (2023). Pemanfaatan Pengolahan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Alternatif Energi Biomassa di PT. XYZ Desa Semantun. In *TREnD-Technology of Renewable Energy and Development* (Vol. 1).
- Siswanto, J. E. (2020). Analisis Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Boiler dengan Menggunakan Variasi Campuran Antara Fiber dan Cangkang Buah Sawit. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 3(1), 22. <https://doi.org/10.33087/jepca.v3i1.35>
- Sitorus, R., Danang, M., & Arum, A. (2023). Manajemen Logistik di Perkebunan Kelapa Sawit PT Surya Agrolika Reksa di Desa. *Agroforetech*, 1(3), 1783–1796.
- Situmorang, H. M., Ratna, S., & Donny, D. (2019). Perbaikan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Dengan Pemberian Bokashi Bungkil Inti Sawit (BIS) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit. *AgroekoteknologiTropikaLembab*, 1, 119–128.
- Warsito, J., Sabang, S. M., & Mustapa, K. (2017). Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2016.v5.i1.7994>
- Kusuma, Y. A., Sjojfan, O., & Djunaidi, I. H. (2020). Pengaruh Fermentasi Campuran Bungkil Inti Sawit dan Onggok (FBISO) Sebagai Pengganti Jagung dalam Pakan Terhadap Karakteristik Vili Usus Ayam Pedaging. *Jurnal Ilmu Ternak*, 20(2), 126–137. <https://doi.org/10.24198/jit.v20i2.3089>
- Zebua Tiesland, Septin Melindra Gulo, & Selvian Suriani Gulo. (2025). Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Kualitas Tanah. *Flora : Jurnal Kajian Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, 2(1), 208–213. <https://doi.org/10.62951/flora.v2i1.268>
- Zikria, V., & Nasrullah. (2024). Transformasi Limbah Pertanian Menjadi Pupuk Organik: Peluang Ekonomi Berbasis Inovasi Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Aceh Besar. *Agrisepe*, 25(25), 45–51.