

**PEMANFAATAN LIMBAH KELAPA SAWIT (TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT)
SEBAGAI PUPUK ORGANIK YANG RAMAH LINGKUNGAN DI KABUPATEN
LABUHAN BATU UTARA**

Abdurrozzaq Hasibuan*

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan,
Indonesia

rozzaq@uisu.ac.id qorifauziah05@gmail.com

Qori Fauziah Nur Nasution

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas
Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Annisa Mutiara Putri Lubis

Fakultas Agroteknologi, Program Studi Agribisnis, Universitas Prima Indonesia, Medan,
Indonesia

Annisah Ariani Harahap

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas
Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Suhela Putri Nasution

Fakultas Agroteknologi, Program Studi Agribisnis, Universitas Prima Indonesia, Medan,
Indonesia

Abstract

Palm oil waste is a waste or by-product produced during the palm oil processing process. During the palm oil extraction process, some parts of the oil palm fruit are not used and are considered waste. The use of empty coconut bunches as agricultural organic fertilizer is an interesting topic in the field of sustainable agriculture. Empty coconut bunches are waste generated from the palm oil industry, and can be converted into organic fertilizer which is beneficial for increasing soil fertility and crop productivity. The use of empty coconut bunches as organic fertilizer also has environmental benefits. By processing this waste into fertilizer, empty coconut bunch waste can be reduced, thereby reducing its negative impact on the environment in North Labuhan Batu Regency. In addition, the use of organic fertilizers reduces dependence on chemical fertilizers that can pollute soil and water. This research uses literature studies, the object in this study is information systems and previous research related to the phenomena discussed, this aims to develop solutions and related problems. The results showed that organic fertilizer from empty coconut bunches has reduced environmental pollution of greenhouse gases. This organic fertilizer helps reduce fertilization costs from farmers' dependence on chemicals. In addition, EFB also contains a number of important nutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg) which can delight the soil. Organic fertilizers derived from EFB have an additional advantage, namely releasing nutrients slowly into the soil

thereby reducing the risk of environmental pollution and increasing the efficiency of nutrient use.

Keywords : *Palm Oil Empty Bunches, organic fertilizer*

Abstrak

Limbah kelapa sawit adalah sisa atau produk samping yang dihasilkan selama proses pengolahan kelapa sawit. Selama proses ekstraksi minyak kelapa sawit, beberapa bagian dari buah kelapa sawit tidak digunakan dan dianggap limbah. Pemanfaatan tandan kelapa kosong sebagai pupuk organik pertanian merupakan topik yang menarik dalam bidang pertanian berkelanjutan. Tandan kelapa kosong adalah limbah yang dihasilkan dari industri kelapa sawit, dan dapat diubah menjadi pupuk organik yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Pemanfaatan tandan kelapa kosong sebagai pupuk organik juga memiliki manfaat lingkungan. Dengan mengolah limbah ini menjadi pupuk, limbah tandan kelapa kosong dapat dikurangi, sehingga mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan di Kabupaten Labuhan Batu Utara. Selain itu, penggunaan pupuk organik mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang dapat mencemari tanah dan air. Penelitian ini menggunakan studi literatur, objek dalam penelitian ini adalah sistem informasi dan penelitian terdahulu terkait dengan fenomena yang dibahas, ini bertujuan untuk mengembangkan solusi dan permasalahan terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik dari tandan kelapa kosong memiliki mengurangi cemaran lingkungan Gas rumah Kaca. Pupuk organik ini membantu mengurangi biaya pemupukan dari ketergantungan petani pada kimia. Selain itu, TKKS juga mengandung sejumlah nutrisi penting unsur hara seperti nitrogen(N), fosfor(P), kalium (K) dan magnesium (Mg) yang dapat mengembirakan tanah. Pupuk organik yang berasal dari TKKS memiliki keuntungan tambahan, yaitu melepaskan nutrisi secara perlahan ke tanah sehingga mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi.

Kata Kunci : Tandan Kosong Kelapa sawit , pupuk organik

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai salah satu negara penghasil kelapa sawit terkemuka di global, menghasilkan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai salah satu bentuk sisa produksi dari industri kelapa sawit. Limbah TKKS umumnya tidak dimanfaatkan secara efektif, yang dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan jika dibiarkan terdegradasi. Oleh karena itu, penting untuk menjelajahi potensi pemanfaatan limbah TKKS sebagai sumber energi dan pupuk organik dalam pertanian.

Kabupaten Labura memiliki 8 kecamatan, 8 kelurahan, dan 82 desa, dengan populasi sekitar 388.576 jiwa. Wilayahnya mencakup total luas 354.580 km², dengan kepadatan penduduk sebesar 89 jiwa/km² pada tahun 2017, seperti yang dilaporkan oleh labura.go.id. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik provinsi Sumatera Utara, luas tanaman kelapa sawit produksi perkebunan rakyat di Kabupaten/Kota mencapai 72.184,00 hektar, dengan produksi kelapa sawit sebanyak 1.163.022,73 ton pada tahun 2021.

Kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki posisi yang sangat penting dalam sektor pertanian dan perkebunan. Di Indonesia, kelapa sawit menjadi komoditas yang menjadi andalan dalam menciptakan penghasilan yang berkembang pesat dan mendorong pertumbuhan ekonomi negara. Selain itu, tanaman kelapa sawit juga memberikan pendapatan yang tinggi kepada petani jika dibandingkan dengan tanaman perkebunan lainnya, sehingga banyak petani yang beralih untuk menanam kelapa sawit di kebun mereka. Untuk mencapai pertumbuhan optimal, lahan yang digunakan untuk kelapa sawit harus mempertimbangkan tiga faktor penting, yaitu lingkungan, sifat fisik lahan, dan sifat kimia tanah atau kesuburan tanah. Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik dalam suhu rata-rata 24-28°C di perkebunan komersial. Dalam budidaya kelapa sawit, penting untuk memperhatikan sifat fisik dan kimia tanah seperti struktur tanah yang baik dan drainase tanah yang optimal (Pahan, 2006).

Seiring dengan peningkatan produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, akan terjadi peningkatan volume limbah yang dihasilkan. Umumnya, limbah padat dari industri kelapa sawit memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, yang berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika penanganan limbah dilakukan secara tidak tepat, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Upaya telah dilakukan untuk mengolah limbah padat kelapa sawit dan meningkatkan nilai ekonominya. Limbah kelapa sawit merujuk pada sisa-sisa hasil produksi kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil sampingan dari proses tersebut (Andi Haryanti dkk, 2014).

Proses pengolahan kelapa sawit tidak hanya menghasilkan Crude Palm Oil (CPO), tetapi juga menghasilkan limbah dalam jumlah yang signifikan. Dalam setiap ton kelapa sawit yang diproses, terdapat limbah yang dihasilkan, seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 23% atau sekitar 230 kg, cangkang kelapa sawit (Shell) sebesar 6,5% atau sekitar 65 kg, lumpur sawit (wet decanter solid) sebesar 4% atau sekitar 40 kg, serabut (Fiber) sebesar 13% atau sekitar 130 kg, dan limbah cair sebesar 50% (Mandirim, 2012). Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki potensi besar sebagai sumber biomassa selulosa yang melimpah dan dapat diperbarui. TKKS merupakan hasil samping dari proses pengolahan minyak kelapa sawit yang saat ini masih terbatas pemanfaatannya sebagai pupuk dan media pertumbuhan untuk jamur dan tanaman. Limbah kelapa sawit memiliki jumlah yang sangat melimpah, dimana setiap pengolahan 1 ton Tandan Buah Segar (TBS) akan menghasilkan sekitar 22-23% TKKS, yang berarti sekitar 220-230 kg TKKS (Fuadi & Pranoto, 2016). Cangkang merupakan limbah yang dihasilkan dari pemrosesan inti kernel kelapa sawit dan memiliki bentuk mirip tempurung kelapa. Cangkang memiliki nilai kalor antara 3500 kkal/kg hingga 4100 kkal/kg. Serat merupakan sisa limbah dari proses ekstraksi buah kelapa sawit dan berbentuk serabut seperti benang. Serat ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar sekitar 36% (lignin 26%), dengan nilai kalor berkisar antara 2637 kkal/kg hingga 3998 kkal/kg (Kamal, 2012).

Pemanfaatan pupuk organik tandan kosong kelapa sawit memiliki manfaat yang sangat signifikan dalam pertanian berkelanjutan, menjaga kesuburan tanah, dan

meningkatkan hasil panen. Masyarakat juga dapat memanfaatkan TKKS ini sebagai pupuk organik yang ramah lingkungan sehingga membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang dapat memiliki dampak negative pada kesehatan manusia dan lingkungan. Dengan mendaur ulang limbah tersebut menjadi pupuk organik kita dapat mengubahnya menjadi sumber daya yang bermanfaat dari pada membuangnya menjadi limbah yang tidak terpakai.

Menginspirasi dari konteks tersebut, penulis tertarik untuk melakukan analisis terhadap potensi pemanfaatan limbah kelapa sawit, khususnya Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), sebagai pupuk organik untuk tanaman. Tujuan dari analisis ini adalah: 1) Mengidentifikasi potensi energy apa saja yang terkandung dalam limbah TKKS. 2) Mengevaluasi sejauh mana keefektifan penggunaan limbah TKKS sebagai pupuk organik untuk Tanaman. 3) Bagaimana metode pengolahan TKKS menjadi pupuk organik yang efektif dan ramah lingkungan untuk di gunakan di daerah kab. Labuhan batu utara. 4) Apa dampak penggunaan pupuk organik dari TKKS kab. Labuhan batu utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan studi literatur, objek dalam penelitian ini adalah system informasi dan penelitian terdahulu dengan fenomena yang di bahas, ini bertujuan untuk mengembangkan solusi dan fenomena permasalahan terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tandan kosong kelapa sawit memiliki komposisi kimia berupa selulosa 45,95 %, hemiselulosa 22,84 %, lignin 16,49 %, minyak 2,41 %, dan abu 1,23 %. Selama ini pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sangat terbatas yaitu sebagai sumber kalium setelah proses pembakaran. Proses pembakaran tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat menimbulkan polusi udara karena menghasilkan abu terbang (fly ash) (Adiguna & Aryantha, 2020). Pupuk organik yang digunakan pada lahan akan mengalami proses dekomposisi dan melepaskan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, termasuk unsur hara makro dan mikro. Pupuk kosong tandan kelapa sawit, sebagai jenis pupuk organik, terbuat dari bahan organik dan mengandung unsur hara utama seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan magnesium (Mg), serta mengandung unsur hara mikro. (Akbarsyach et al., n.d.)

Secara alami, limbah TKKS mengalami dekomposisi, tetapi pengolahan limbah tersebut menjadi pupuk organik membutuhkan waktu yang relatif lama karena adanya kandungan lignoselulosa dalam TKKS. Namun, proses dekomposisi alami membutuhkan waktu yang sangat lama. Untuk mempercepat proses tersebut, dapat digunakan mikroorganisme fungi yang membantu dalam menguraikan selulosa dan lignin yang terdapat dalam tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Oleh karena itu, pengelolaan tandan kosong sawit perlu dilakukan dengan memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan (Adiguna & Aryantha, 2020).

Untuk mengatasi masalah tersebut, penggunaan mikroorganisme EM4 diperlukan guna mempercepat proses pengomposan. Penggunaan EM4 dipilih karena dianggap efektif dalam mempercepat proses pengomposan. Dalam konteks ini, pengomposan juga memiliki manfaat dalam mengurangi limbah organik yang dibuang. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah memanfaatkan TKKS sebagai bahan dasar untuk pupuk kompos (Akbarsyach et al., n.d.)

Kompos Tankos memiliki beberapa keunggulan, di antaranya dapat meningkatkan struktur tanah menjadi lebih gembur, membantu dalam kelarutan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, memiliki sifat homogen, dan mengurangi risiko sebagai penyebar hama tanaman. Limbah Tankos juga memiliki potensi dalam pengembangan bioindustri karena kandungan lignoselulosa yang tingginya dapat menghasilkan enzim xilanase, bakteri, dan jamur (Hatta dkk, 2014). Dalam hasil uji pengaplikasian Tankos pada tanaman tomat, dengan memberikan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 0,7 kg per polybag, terlihat peningkatan pH tanah (Harahap et al., 2020) Dalam penelitian yang dilakukan oleh Widiastuti dan Panji, lignoselulosa digunakan sebagai media pertumbuhan jamur merang (*Volvariella volvacea*). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pemberian TKSJ (Tandan Kosong Sawit sebagai Media Jamur) pada tingkat 25% mampu meningkatkan tinggi bibit, bobot basah akar, batang, serta bobot kering batang kelapa sawit. TKKS yang merupakan sisa medium jamur merang dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk bibit kelapa sawit. Dari berbagai parameter pertumbuhan yang diamati, pemberian TKSJ sebesar 25% meningkatkan tinggi tanaman, bobot basah, serta serapan K (kalium) dan Mg (magnesium) pada bibit. Namun, pemberian TKSJ tidak berpengaruh terhadap bobot kering bibit dan serapan N (nitrogen) dan P (fosfor). Pemberian TKSJ dalam jumlah yang tinggi (75%) tidak menurunkan parameter pertumbuhan maupun serapan hara pada bibit, sementara pemupukan pada dosis yang tinggi (100%) cenderung menurunkan parameter pertumbuhan dan serapan hara pada bibit (Widiastuti & Tri-Panji, 2007).

Penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai pupuk organik telah terbukti efektif. Pemberian kompos tandan kosong sawit dengan dosis 150 kg per tanaman untuk kelapa sawit dan 6 ton per hektar untuk tanaman jagung dengan pola intercropping, menghasilkan peningkatan tinggi tanaman kelapa sawit sebesar 20 cm selama periode 10 bulan. Selain itu, pemberian tersebut juga menghasilkan produksi jagung sebanyak 6,8 ton per hektar, yang berpotensi memberikan keuntungan sebesar Rp14.278.000,- per hektar per musim (Hatta et al., 2014).

Potensi penggunaan limbah TKKS sebagai substitusi pupuk sangat besar karena kandungan unsur-unsur yang terdapat dalam limbah tersebut. Limbah TKKS, yang bersifat organik, mengandung 1.5% N (nitrogen), 0.5% P (fosfor), 7.3% K (kalium), dan 0.9% Mg (magnesium). Oleh karena itu, limbah ini dapat dimanfaatkan dengan cara mengaplikasikannya di sekitar gawangan tanaman kelapa sawit (Haryanti et al., 2014). Dengan demikian, penggunaan TKKS dinilai efisien dan efektif dalam mengurangi biaya

pembelian pupuk organik, serta dapat mengatasi permasalahan lingkungan yang timbul dari pengolahan kelapa sawit. Selain itu, penggunaan TKKS ini juga memberikan keuntungan dari segi biaya.

Penggunaan pupuk organik yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat membantu mengatasi masalah akumulasi TKKS yang berlebihan. Pupuk organik TKKS mengandung berbagai zat yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Dengan menggunakan pupuk organik, penggunaan pupuk kimia dapat dikurangi secara signifikan. Selain itu, pemanfaatan TKKS sebagai pupuk memiliki manfaat lingkungan yang besar karena dapat mengurangi tingkat pencemaran yang disebabkan oleh limbah pabrik, baik itu pencemaran tanah, air, maupun udara. Dalam aspek ekonomi, perusahaan dapat mengurangi pengeluaran untuk pembelian pupuk setiap bulannya, bahkan dalam beberapa kasus dapat menghasilkan keuntungan jika pupuk organik TKKS dijual secara komersial. Selain itu, ini juga dapat menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar dan meningkatkan hubungan yang lebih baik antara perusahaan dengan masyarakat sekitar (Hidayat et al., 2022).

Dari hasil analisis, emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada perkebunan kelapa sawit dapat berasal dari berbagai kegiatan seperti pemupukan, perawatan, pengangkutan buah, pengolahan kelapa sawit, dan pemanenan. Berdasarkan inventarisasi, PT Xyz menggunakan jenis pupuk seperti kieserite powder, Ground rock phosphate (GRP), Moriate of potash (MOP), Diammonium Phosphate (DAP), Borate, Triple superphosphate (GRP), Urea, ZnSO₄, CuSO₄, Kapta, dan Super dolomite sebagai input untuk pemupukan. Dalam kegiatan perawatan, digunakan pestisida, fungisida, herbisida, dan bakterisida. Sedangkan dalam pemanenan dan pengangkutan buah ke pabrik pengolahan, digunakan bahan bakar fosil (solar) (Harimurti et al., 2021).

Salah satu solusi untuk mengurangi emisi GRK dalam kegiatan perkebunan kelapa sawit adalah dengan mengoptimalkan penggunaan pupuk organik yang berasal dari limbah produksi Crude Palm Oil (CPO), seperti limbah janjang kosong. Penggunaan kombinasi tandan kosong sebagai pupuk organik memiliki potensi besar untuk mengurangi emisi GRK karena janjang kosong memiliki kandungan hara yang tinggi.

KESIMPULAN

1. Dari penelitian tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa limbah kelapa sawit, yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS), memiliki potensi untuk digunakan sebagai pupuk organik setelah mengalami proses dekomposisi. Selama proses dekomposisi, TKKS akan melepaskan unsur-unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman, seperti nitrogen (N), magnesium (Mg), kalium (K), dan fosfor (P). Dengan demikian, TKKS dapat berperan sebagai sumber pupuk organik yang menyediakan unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tanaman.
2. Penggunaan pupuk organik dari Tandan kosong terhadap pengaplikasian beberapa sifat kimia tanah pada tanaman Tomat sebanyak 0.7kg/polybag dapat meningkatkan pH tanah,

pada pengaplikasian lignoselusa menunjukkan bahwa pemberian Tandan kosong dapat tinggi bibit, bobot basah akar, batang, dan bibit serta bobot kering batang kelapa sawit. Pada tanaman sawit dan jagung pemberian Tandan kosong kelapa sawit dengan dosis yang ditentukan dapat meningkatkan tinggi tanaman.

3. Salah satu metode yang digunakan untuk mengolah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menjadi pupuk organik yang ramah lingkungan adalah dengan menggunakan mikroorganisme. Dengan menggunakan mikroorganisme, proses dekomposisi (pembusukan) TKKS dapat dipercepat, sehingga menghasilkan pupuk organik lebih cepat. Meskipun sebenarnya TKKS juga mengalami dekomposisi secara alami, namun membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai tahap yang sama. Penggunaan Kompos Tankos memiliki beberapa keunggulan yang signifikan. Pertama, kompos Tankos dapat memperbaiki struktur tanah, membuatnya lebih gembur dan baik untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, kompos Tankos juga membantu meningkatkan kelarutan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Keunggulan lainnya adalah kompos Tankos memiliki sifat yang homogen, sehingga mudah diaplikasikan pada tanah. Selain itu, penggunaan kompos Tankos juga mengurangi risiko sebagai pembawa hama tanaman, yang dapat meningkatkan kualitas pertanian secara keseluruhan.
4. Penggunaan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) di kabupaten Labuhanbatu Utara memiliki dampak positif dalam mengurangi akumulasi limbah TKKS yang berlebihan. Penggunaan TKKS sebagai pupuk organik memiliki manfaat yang signifikan dari segi lingkungan, karena dapat mengurangi tingkat pencemaran limbah pabrik. Hal ini berlaku baik untuk pencemaran tanah, air, maupun udara. Dengan memanfaatkan TKKS sebagai pupuk, dampak negatif terhadap lingkungan dapat diperkecil, sehingga memberikan kontribusi positif dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan di kabupaten Labuhanbatu Utara. Penggunaan pupuk TKKS sebagai pilihan pengurangan pupuk kimia merupakan Cara yang dapat menjadi solusi untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca. Secara ekonomi masyarakat maupun perusahaan, dapat mengurangi pembelian pupuk setiap bulannya, bahkan bisa mendapatkan kelebihan jika menjualnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna, G. S., & Aryantha, I. N. P. (2020). Aplikasi Fungi Rizosfer Sebagai Pupuk Hayati Pada Bibit Kelapa Sawit Dengan Memanfaatkan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Pertumbuhan. *Manfish Journal*, 1(1), 32–42. <http://ejurnal.polnep.ac.id/index.php/manfish>
- Akbarsyach, M. H. A., Christian, M., & Andari, N. A. P. (n.d.). *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik*.
- Fuadi, A. M., & Pranoto, H. (2016). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Glukosa. *Chemica*, 3(1), 1–5.

- Harahap, F. S., Walida, H., Rahmaniah, R., Rauf, A., Hasibuan, R., & Nasution, A. P. (2020). Pengaruh Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Arang Sekam Padi terhadap beberapa Sifat Kimia Tanah pada Tomat. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.41121>
- Harimurti, D., Hariyadi, H., & Noor, E. (2021). Pengurangan emisi gas rumah kaca pada perkebunan kelapa sawit dengan pendekatan life cycle assessment. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.29244/jpsl.11.1.1-9>
- Haryanti, A., Sholiha, S. F. P., & Putri, P. N. (2014). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*, 3(2), 20–22.
- Hatta, M., Jafri, & Permana, D. (2014). Pemanfaatan Tandan Kosong Sawit Untuk Pupuk Organik Pada Intercropping Kelapa Sawit Dan Jagung. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 17(1), 27–35.
- Hidayat, M. S., Hasibuan, A., Harahap, B., & Nasution, S. P. (2022). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pupuk di PT Karya Hevea Indonesia. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 1(2), 52–58. <https://doi.org/10.56211/factory.v1i2.172>
- Kamal, N. (2012). *Karakterisasi Dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit*.
- Mandiri, Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan, jakarta 2012.
- Pahan I., panduan lengkap kelapa sawit Managemen Agribisnis Dari Hulu hingga Hilir Bogor 2006
- Widiastuti, H., & Tri-Panji. (2007). Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sisa jamur merang (*Volvariella volvacea*)(TKSJ) sebagai pupuk organik pada pembibitan kelapa sawit. *Menara Perkebunan*, 75(2), 70–79.