

PEMANFAATAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI PUPUK ORGANIK DENGAN VARIASI DIAMETER LUBANG UDARA ALAT PEMBAKAR

Dick Ceney¹, Aan Sefentry², Agus Wahyudi³, Husnah^{4*}

^{1,2,3,4}*Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Informatika
Universitas PGRI Palembang*

*e-mail: husnahpgri@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm plantations generate large amounts of solid waste, particularly Empty Fruit Bunches (EFB). One alternative for managing this waste is to convert it into organic fertilizer through a combustion process. This study aims to utilize EFB as organic fertilizer by varying the combustion air hole diameters of 2.5 mm and 5 mm. The ash produced from combustion was analyzed for its nutrient content and tested for its effectiveness on chili plants. The results show that an air hole diameter of 2.5 mm produced a more stable combustion temperature, with an average of 392.3°C, compared to the 5 mm diameter, which reached only 351.7°C. The resulting ash contained nutrients of N (0.14%), P (0.59%), and K (0.043%). Application of the ash fertilizer increased chili plant height, with an average growth of 3.2 cm, higher than untreated plants, which showed an average growth of only 2.3 cm.

Keywords: Empty Fruit Bunches (EFB), Organic Fertilizer, Diameter

ABSTRAK

Perkebunan kelapa sawit menghasilkan banyak limbah padat, terutama Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Alternatif pengelolaannya dengan mengubah menjadi pupuk organik melalui proses pembakaran. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan TKKS menjadi pupuk organik dengan memvariasikan diameter lubang udara pembakaran 2,5 mm dan 5 mm. Abu hasil pembakaran dianalisis kandungannya, dan diuji efektivitasnya pada tanaman cabai. Hasil penelitian menunjukkan diameter lubang udara 2,5 mm menghasilkan suhu lebih stabil dengan rata-rata 392,3°C dibandingkan diameter 5 mm yang hanya mencapai rata-rata 351,7°C Abu yang dihasilkan mengandung unsur hara N (0,14%), P (0,59%), dan K (0,043%). Aplikasi pupuk mampu meningkatkan tinggi tanaman cabai dengan pertumbuhan rata-rata 3,2 cm, lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa perlakuan yang hanya mengalami pertumbuhan 2,3 cm.

Kata kunci: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Pupuk Organik, Diameter

PENDAHULUAN

Menurut Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019–2021 oleh Direktorat Jenderal Perkebunan, total luas lahan perkebunan kelapa sawit Indonesia mencapai 15,08 juta ha pada tahun 2021. Lahan produktif atau tanaman menghasilkan (TM) mencapai 12,59 juta ha atau 83% dari total luas lahan. Rinciannya adalah: perkebunan besar swasta 7,25 juta ha, perkebunan rakyat 4,83 juta ha, dan perkebunan besar negara 506,7 ribu ha. Produksi minyak sawit Indonesia diperkirakan mencapai 49,71 juta ton pada tahun 2021 (Kusnandar, 2022).

Peningkatan produksi tersebut diikuti dengan meningkatnya limbah padat, terutama Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), sekitar 23% dari setiap ton Tandan Buah Segar (Kamal, 2018). Umumnya TKKS dibiarkan begitu saja, digunakan sebagai mulsa, atau dibakar, sedangkan limbah tempurung dan serat digunakan sebagai bahan bakar boiler (Sri Wahyono, 2008).



Gambar 1. Perkebunan Sawit

Limbah TKKS yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran dan penurunan estetika kawasan industri (Susanto et al., 2017). Padahal, beberapa penelitian menunjukkan bahwa TKKS memiliki kandungan lignoselulosa, kalium, fosfor, dan magnesium yang tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan pupuk organik (Hatta et al., 2014; Warsito et al., 2016). Namun proses pengomposan TKKS membutuhkan waktu lama karena kandungan lignin yang tinggi.



Gambar 2. Timbunan Limbah TKKS

Pembakaran terkontrol dapat menjadi alternatif pengolahan TKKS, menghasilkan abu yang kaya nutrisi Kalium yang tinggi sehingga dapat diaplikasikan untuk membanyak unsur hara di pupuk organik (Titin N, 2017). Untuk memaksimalkan proses pembakaran, desain burner dan variasi diameter lubang udara memengaruhi distribusi udara, kestabilan nyala, dan efisiensi pembakaran.



Karakteristik Tandan Kosong Kelapa Sawit terlihat pada Tabel 1 ÷

Tabel 1. Karakteristik Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Parameter	Tandan Kosong Kelapa Sawit	
Analisis Elemen (% berat)	C	41,81
	H	5,73
	O	37,36
	N	0,84
	S (< 0,6)	ND
Analisis Proksimat (% berat)	Moisture (<25)	9,63
	Volatile	64,95
	Fixed Carbon	19,48
	Ash (<15)	5,94
Komposisi Kimia (% berat)	Lignin	26,74
	Cellulose	31,75
	Hemi-cellulose	20,83
High Heating Value [kcal/kg]	4036	

(Yoo *et al.*, 2019)

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menjadi pupuk organik dengan memvariasikan diameter lubang udara alat pembakaran 2,5 mm dan 5 mm serta mengevaluasi kualitas abu sebagai pupuk organik. Pupuk dari abu TKKS kemudian diuji pada tanaman cabai untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan selama empat bulan (September–Desember 2024) di Laboratorium Teknik Kimia dan Bengkel Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) kering yang diambil dari limbah salah satu perusahaan pengolah Kelapa Sawit di Kabupaten Banyuasin digunakan sebagai bahan utama, sedangkan alat yang digunakan meliputi blower, pipa besi, tungku pembakaran, dan termometer.

Prosedur penelitian ini meliputi mempersiapkan burner (alat pembakaran) dengan dua variasi diameter lubang udara

(2,5 mm dan 5 mm), dilanjutkan proses pembakaran TKKS dan pengukuran suhu pada interval 5, 10, dan 15 menit. Lalu abu hasil pembakaran TKKS dikumpulkan untuk dianalisis kandungan Nitrogen (N) melalui Metode Kjeldahl, Fosfor (P) melalui metode Spectro Direct, dan Kalium (K) menggunakan Flame Photometer di laboratorium. Abu hasil pembakaran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) diaplikasikan sebagai pupuk organik pada tanaman cabai. Tanaman cabai yang diamati dengan dua perlakuan: tanpa pupuk (S0) dan menggunakan pupuk abu TKKS (S1). Pengamatan pertumbuhan tanaman cabai ini dilakukan selama tiga minggu.



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pembakaran TKKS dengan 2 Variasi Diameter Lubang Udara

Burner (Alat Pembakaran) yang digunakan untuk media tempat berlangsungnya proses Pembakaran TKKS dirancang dengan sistem pembakaran langsung menggunakan suplai udara dari blower. Perbedaan diameter lubang udara pada tungku pembakaran berpengaruh pada pola aliran udara dan kestabilan nyala api. Variasi diameter lubang udara pada tungku pembakaran yaitu 2,5 mm dan 5 mm menghasilkan penyebaran panas dan suhu pembakaran yang berbeda. Diameter lubang udara 2,5 mm menghasilkan aliran yang lebih turbulen sehingga mempercepat pencampuran udara dan meningkatkan suhu pembakaran.



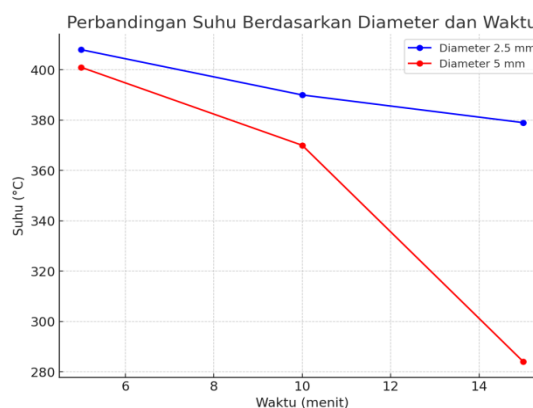
Gambar 3. Alat Pembakaran TKKS

2. Perbandingan Suhu Pembakaran

Hasil pengukuran suhu pembakaran antara kedua variasi diameter lubang udara terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 4 dibawah ini :

Tabel 2. Suhu Hasil Pembakaran dengan variasi diameter alat pembakaran

Waktu	Diameter Lubang Udara	
	2,5 mm	5 mm
5 menit	408°C	401°C
10 menit	390°C	370°C
15 menit	379°C	284°C
Rata-rata	392,3°C	351,7°C



Gambar 4. Grafik perbandingan Suhu berdasarkan Diameter Lubang Udara dan Waktu

Tabel 2 dan Gambar 4 terlihat suhu rata-rata pembakaran pada diameter lubang udara 2,5 mm menghasilkan suhu yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan diameter lubang udara 5 mm. Hal ini menunjukkan bahwa karena lubang diameter yang kecil diantara variasi lainnya sehingga dapat mengurangi *heat loss* (E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yulianti, and I. N. G. Wardana 2022), lubang udara yang lebih kecil mampu mempertahankan panas pembakaran dengan lebih baik. kemungkinan karena laju aliran udara yang lebih terkendali sehingga proses pembakaran berlangsung lebih stabil.

Selain itu pada menit ke -15, terjadi penurunan suhu baik pada diameter 2,5 mm maupun 5 mm, Hal tersebut dikarenakan jumlah udara yang terlalu



banyak akan menyebabkan proses pendinginan konveksi sehingga temperatur pembakaran akan menurun yang mengakibatkan penurunan jumlah massa CO₂ yang terbentuk serta penurunan nilai laju pembakaran (Sidiqi, Harwin, 2018).

3. Kandungan Nutrisi Abu Pembakaran

Abu TKKS mengandung nutrisi terlihat pada Tabel 3 :

Tabel 3 Kandungan Nutrisi Abu TKKS

Nutrisi	Kadar (%)
Nitrogen (N)	0,14
Fosfor (P)	0,59
Kalium (K)	0,043

Kandungan nutrisi ini sesuai dengan karakteristik pupuk organik berbasis biomassa seperti TKKS (Yoo et al., 2019). Tingginya kandungan fosfor menunjukkan bahwa material ini berpotensi mendukung perkembangan akar, pembentukan bunga, dan peningkatan metabolisme energi tanaman. Kandungan nitrogen yang relatif rendah mengindikasikan kontribusi terbatas terhadap pertumbuhan vegetatif, seperti pembentukan daun dan batang, sehingga penggunaannya perlu dikombinasikan dengan sumber nitrogen lain apabila diaplikasikan sebagai pupuk.

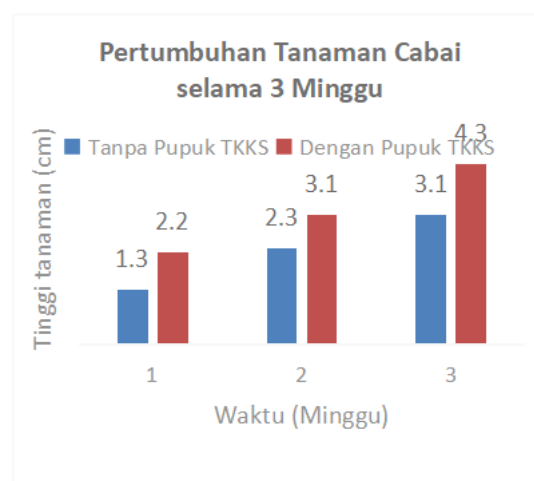
Sementara itu, rendahnya kadar kalium menunjukkan bahwa peran unsur ini dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres serta pengaturan keseimbangan air masih terbatas. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas nutrisi secara keseluruhan, diperlukan penambahan atau pengayaan unsur kalium agar komposisi hara menjadi lebih seimbang.

4. Pertumbuhan Tanaman Cabai

Pengamatan pertumbuhan selama tiga minggu menunjukkan peningkatan pertumbuhan pada perlakuan S1.

Tabel 4. Pertumbuhan Tanaman Cabai

Minggu	Tanpa Pupuk	Dengan Pupuk
1	1,3 cm	2,2 cm
2	2,3 cm	3,1 cm
3	3,1 cm	4,3 cm
Rata-rata	2,3 cm	3,2 cm



Gambar 5. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Cabai dengan pupuk TKKS dan Tanpa pupuk TKKS

Tabel 5 dan gambar 5 terlihat bahwa nilai rata-rata tinggi tanaman menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan, yaitu 2,3 cm pada tanaman tanpa pupuk abu TKKS dan 3,2 cm pada tanaman dengan pupuk abu TKKS. Hal ini menegaskan bahwa pemberian pupuk abu TKKS mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, karena unsur hara kandungan mineral esensial yang mudah diserap tanaman seperti nitrogen, fosfor, dan kalium berperan dalam pembentukan jaringan tanaman, pertumbuhan akar, serta aktivitas metabolisme.



KESIMPULAN

Dari Penelitian ini, TKKS dimanfaatkan sebagai pupuk organik melalui pembakaran. Diameter lubang udara Burner 2,5 mm menghasilkan suhu pembakaran yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan diameter 5 mm. Abu hasil pembakaran TKKS dari hasil uji laboratorium mengandung N (0,14%), P (0,59%), dan K (0,043%) yang berpotensi sebagai pupuk organik. Pengaplikasian pupuk abu TKKS terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dengan rata-rata 3,2 cm, lebih tinggi dari tanaman tanpa pupuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Hatta, M., Dan, J., Permana, D., Pengkajian, B., Pertanian, T., Barat, K., & Budi, J.(2014). Pemanfaatan Tandan Kosong Sawit Untuk Pupuk Organik Pada Intercropping Kelapa Sawit Dan Jagung. In *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* (Vol. 17, Issue 1).
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. 'Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022. Ditjenbun pertanian'. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. Tersedia pada <https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2022/08/STATISTIK-UNGGULAN-2020-2022.pdf>.
- Kim, M.-S., Kim, Y.-H., Kang, S.-S., Yun, H.-B., & Hyun, B.-K. (2012). Long-term application effects of fertilizers and amendments on changes of soil organic carbon in paddy soil. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 45(6), 1108–1113.
- Kusnandar, V. B. (2022, April 20). Ditopang Kenaikan Harga, Nilai Ekspor Minyak Kelapa Sawit Melonjak 54% pada 2021. Databoks.
- E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yuliati, and I. N. G. Wardana, "The role of 1,8-cineole addition on the change in triglyceride geometry and combustion characteristics of vegetable oils droplets," *Fuel*, vol. 314, no. April, p. 122721, 2022, doi: 10.1016/j.fuel.2021.122721
- Rahman, M.N. et al. (2023) 'Oil Palm Wastes Co-firing in an Opposed Firing 500 MW Utility Boiler: A Numerical Analysis,' *CFD Letters*, 15(3), hal. 139–152. Tersedia pada: <https://doi.org/10.37934/CFDL.15.3.139152>.
- Sidiqi S, Harwin S, (2018) Studi Pembakaran Tempurung Kelapa dengan Variasi Laju Aliran Udara pada Fixed Grate Furnace menggunakan Sistem Multiple Batch Loading. Skripsi Teknik Mesin Universitas Gajah Mada
- Sikarwar, V. S., Zhao, M., Clough, P., Yao, J., Zhong, X., Memon, M. Z., Shah, N., Anthony, E. J., & Fennell, P. S. (2016). 'An overview of advances in biomass gasification'. In *Energy and Environmental Science* (Vol. 9, Issue 10, pp. 2939–2977). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c6ee00935b>
- Supadma, A. A. N., & Arthagama, D. M. (2008). Uji formulasi kualitas pupuk kompos yang bersumber dari sampah organik dengan penambahan limbah ternak ayam, sapi, babi dan tanaman pahitan. *Jurnal Bumi Lestari*, 8(2), 113–121.
- Susanto, J.P., Santoso AD., & Suwedi, N. (2017). Perhitungan potensi limbah padat kelapa sawit untuk sumber energy terbarukan dengan metode LCA. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18(2): hal 165 - 172



Pardamean, M. (2024). *Best Management Practice Kelapa Sawit*. Andi Offset.
<https://books.google.co.id/books?id=rDT2EAAAQBAJ>

Warsito, J., Sabang, S. M., & Mustapa, K. (2016). Pembuatan pupuk organik dari limbah tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(1), 8–15.

Kamal, N. (2018). Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit. *Itenas Library*, 61–68.

