



Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Teknologi Hasil Pertanian

POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI BIOCHAR UNTUK PENINGKATAN KUALITAS TANAH

THE POTENTIAL UTILIZATION OF EMPTY OIL PALM BUNCH WASTE AS BIOCHAR TO IMPROVE SOIL QUALITY

Minta Ito Simatupang, Satriana*, Cut Nilda

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh

*Email korespondensi: satriana@usk.ac.id

ABSTRACT

Keywords:

Limbah TKKS,
Pirolisis, Biochar

Empty oil palm bunches (EFB) are one of the by-products of the crude palm oil production process in palm oil mills (PKS) which amounts to 21-23% of the total weight of fresh fruit bunches (FFB). One alternative use of palm oil mill waste apart from some previous uses is to process it into biochar. EFB has the potential to become biochar by going through the pyrolysis process. Biochar is created by burning organic matter or biomass at a temperature of 250-700 °C without or with a tiny amount of oxygen (pyrolysis). The parameters that play an important role in pyrolysis are temperature and residence time (detention time). Biochar is obtained from incomplete combustion, leaving nutrients that can fertilize the soil. Biochar can improve soil pH, C-organic content, N-total, P-available, K exchange, blooming age, plant height, and N and P uptake.

1. PENDAHULUAN

Luas wilayah perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus bertambah tiap tahunnya. Hal ini didukung oleh informasi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pertanian (Kementan) yang menunjukkan bahwa luas perkebunan kelapa sawit dari tahun 2017-2021 terus meningkat dari 14.048.722 menjadi 15.081.021 hektar (Ditjenbun, 2021). Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah salah satu hasil samping dari proses produksi minyak sawit mentah di pabrik kelapa sawit (PKS), yang umumnya mencapai 21-23 % dari total berat tandan buah segar (TBS).

Beragam opsi pemanfaatan limbah TKKS telah diajukan, seperti digunakan sebagai penutup tanah, bahan baku untuk membuat kompos, dan juga bahan baku untuk pakan hewan ternak. Untuk menggunakan limbah ini sebagai penutup tanah, diperlukan penanganan khusus agar tidak menimbulkan masalah dengan hama dan penyakit yang bisa merugikan. Sebaliknya, proses pengomposan limbah TKKS membutuhkan lahan yang besar, peralatan yang berat (menghasilkan emisi karbon tinggi), dan memerlukan banyak tenaga kerja. Namun, kompos yang dihasilkan

dari proses ini memiliki kandungan unsur hara yang relatif rendah (Kresnawaty et al., 2017).

TKKS menunjukkan potensi sebagai sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan setelah menjalani proses awal, seperti pengepresan yang melalui tahapan awal seperti pengepresan yang mengubahnya menjadi serat agar lebih mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar boiler di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Erivianto, 2022). Selain penggunaan ini, alternatif lain untuk memanfaatkan limbah dari pabrik kelapa sawit adalah dengan mengolahnya menjadi biochar.

Proses pembentukan biochar melibatkan pirolisis, yakni pemanasan bahan organik atau biomassa tanpa atau dengan sedikit oksigen pada suhu antara 250-700 °C (Ridhuan et al., 2019). Pirolisis adalah proses penguraian bahan dengan panas tanpa kehadiran oksigen yang dimulai dengan pembakaran dan gasifikasi, kemudian diikuti oleh oksidasi parsial atau total dari produk utamanya (Nurkholifah et al., 2020). Biochar dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna, sehingga meninggalkan unsur hara yang dapat meningkatkan kesuburan lahan.

Penggunaan biochar sebagai upaya memulihkan kualitas tanah telah menjadi solusi umum dalam penanganan masalah pada tanah. Penerapan biochar dapat mengatasi masalah tanah asam dengan meningkatkan nilai pH, memperbesar kapasitas tukar kation (KTK) tanah, serta menyediakan nutrisi seperti N, P, dan K. Selain itu, biochar juga berperan dalam menjaga kelembaban tanah, meningkatkan daya tahan terhadap kekeringan, dan meremediasi tanah yang terkontaminasi logam berat seperti Pb, Cu, Cd, dan Ni (Putri et al., 2017). Penggunaan biochar dalam media pertumbuhan tanaman juga telah terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan peningkatan diameter batang dan tinggi tanaman (Tarigan, 2020).

Kriteria yang menandakan kualitas baik dari media pertumbuhan tanaman meliputi beberapa hal, diantaranya: (1) Kandungan nutrisi yang tinggi, berpengaruh pada perkembangan mikroorganisme dalam tanah; (2) Keseimbangan pH yang netral, berkisar antara 6,5 - 7,5; (3) Tekstur lempung yang mampu menahan mineral; (4) Mendukung lingkungan tumbuh bagi mikroorganisme tanah serta memperbaiki struktur tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal; (5) Kehadiran beragam mineral yang diperlukan oleh tanaman; dan (6) Kemampuan mendukung berbagai jenis tanaman, karena kualitas media yang unggul akan memfasilitasi penanaman berbagai jenis tanaman dengan lebih efisien (Lukas et al., 2018).

2. LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu hasil samping dari proses industri kelapa sawit yang berbentuk padatan. Selain TKKS, limbah lain yang dihasilkan termasuk limbah padat (seperti serat dan cangkang) dan limbah cair berupa minyak. Namun, pemanfaatan limbah TKKS masih belum optimal di sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) dan masyarakat di Indonesia. Hal ini menyebabkan TKKS menjadi limbah terbesar dari industri perkebunan kelapa sawit yang memiliki potensi menimbulkan berbagai masalah (Salmina, 2017).

Produksi 1 (satu) ton kelapa sawit menghasilkan limbah berupa TKKS sebanyak 23%, limbah cangkang (*shell*) 6,5%, lumpur sawit (*wet decanter solid*) 4%, serabut (*fiber*) 13%, serta limbah cair sebanyak 50% (Mandiri, 2012). Susanto et al. (2017) menyatakan bahwa, berdasarkan data tersebut, dapat diperkirakan setiap PKS yang berkapasitas 50 ton per jam, mampu menghasilkan limbah padat sebesar 23.250 ton/hari. Menurut Ditjenbun (2021), Indonesia tercatat pada tahun 2021 memiliki luas area tanaman menghasilkan kelapa sawit sebesar 12.593.035 ha dan hasil produksi kelapa sawit sebesar 49.710.345 ton/tahun. Provinsi

Aceh memiliki area tanaman menghasilkan kelapa sawit seluas 366.696 ha dan mampu memproduksi 1.167.337 ton/tahun kelapa sawit.

Tandan kosong kelapa sawit terdiri dari berbagai macam serat yang diantaranya, selulosa sekitar 45.95%, hemiselulosa 16.49% dan lignin sebanyak 22.84% (Wardani, 2014). TKKS berpotensi cukup besar untuk dapat dimanfaatkan.

Penggunaan tandan kosong kelapa sawit bisa dijadikan sebagai sumber pupuk organik karena mengandung nutrisi yang esensial bagi tanah dan tanaman. Besarnya volume limbah dari produksi kelapa sawit dapat menjadi pilihan yang menguntungkan secara ekonomi sebagai alternatif pupuk organik. Dengan memanfaatkan limbah tersebut, kebun kelapa sawit dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga separuhnya. Meski demikian, pemanfaatan limbah yang dihasilkan oleh kebun kelapa sawit masih belum optimal (Pratama, 2022). Ilustrasi TKKS tersedia dalam Gambar 1



Gambar 1. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS)
Sumber : (Dokumentasi pribadi)

Limbah organik TKKS memiliki komposisi kandungan nutrisi seperti N= 1,5%, P= 0,5%, K=7,3%, dan Mg= 0,9%, yang membuatnya memiliki potensi yang signifikan untuk digunakan sebagai pengganti pupuk dengan cara menerapkannya di sekitar batang tanaman kelapa sawit (Haryanti et al., 2014).

3. BIOCHAR DAN MANFAATNYA

Biochar adalah material padat berpori yang mengandung banyak karbon dan dihasilkan melalui proses pembakaran tidak sempurna dari limbah organik atau biomassa. Tingkat abu di dalam biochar relatif rendah, sementara kandungan karbonnya tinggi. Biochar memiliki sifat yang stabil terhadap dekomposisi, bersifat alkali, memiliki tekstur berpori, halus, mampu menyerap substansi, serta mengandung unsur hara penting, terutama Fosfor (P) dan Kalium (K). Dalam jangka panjang, penggunaan biochar memiliki dampak yang efektif

dalam meningkatkan kualitas tanah (Widowati et al., 2020).

Rupa et al. (2017) menyajikan contoh penerapan biochar dalam pertanian, khususnya pada tanaman cabai rawit. Penerapan biochar telah terbukti meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen pada tanaman cabai rawit. Keuntungan lainnya adalah kemampuannya bertahan lama di dalam tanah karena sifatnya yang stabil dan tidak mudah terurai. Selain itu, biochar dapat mengurangi emisi gas karena proses penguraiannya berlangsung secara lambat. Biochar juga mendukung pertukaran kation dalam tanah serta membantu dalam menjaga ketersediaan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Biochar dan sisa TKKS yang dihasilkan dari proses pirolisis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pirolisis berupa biochar dan sisa TKKS
Sumber : (Dokumentasi pribadi)

Perluasan penggunaan biochar menjadi fokus pengembangan yang penting guna meningkatkan kesuburan tanah dengan peningkatan kapasitas pertukaran kation (KTK) dan retensi nutrisi, yang pada akhirnya akan menghasilkan peningkatan produktivitas lahan. Penerapan biochar dalam tanah memiliki potensi untuk meningkatkan penyerapan karbon serta meningkatkan kualitas keseluruhan tanah (Herlambang, 2020).

Biochar dapat meningkatkan kemampuan menjaga retensi tanah karna umumnya memiliki nilai pH cenderung lebih tinggi oleh karna itu, biochar mampu membantu mengembalikan kemampuan retensi tanah agar tanah tetap subur. Kesesuaian nilai pH tanah memengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme di dalamnya; semakin rendah (asam) nilai pH-nya, semakin berisiko bagi kelangsungan hidup mikroorganisme tersebut. Peranan mikroorganisme sangat penting sebagai penyempurna kandungan unsur hara seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) dalam tanah. Kondisi tanah dengan nilai pH yang lebih tinggi akan lebih mendukung bagi aktivitas mikroorganisme dalam menyempurnakan kandungan unsur hara, sehingga menjaga keseimbangan dan kelangsungan unsur hara di dalam tanah (Agviolita, 2021).

Peran biochar dalam meningkatkan kualitas tanah adalah melalui penciptaan kumpulan karbon

tanah yang sangat sensitif terhadap kekeringan dan memiliki sifat karbon negatif. Fungsi utamanya adalah sebagai penyimpan bersih karbon dioksida atmosfer yang tersimpan dalam cadangan karbon serta memiliki tingkat kandungan air yang cukup tinggi. Kemampuan biochar dalam menahan nutrisi tanah tidak hanya mengurangi kebutuhan total akan pupuk, tetapi juga berdampak pada iklim dan lingkungan di area pertanian. Struktur pori dan luas permukaan biochar diyakini memiliki potensi untuk memperbaiki kesehatan tanah dan menyediakan nutrisi bagi tanaman (Chan dan Xu 2009).

Putri (2017) melaporkan pemberian biochar memiliki hasil yang mencakup peningkatan pH tanah, kadar C-organik, N-total, ketersediaan P, periode berbunga, tinggi tanaman, berat kering bagian atas tanaman, serta penyerapan N dan P. Sementara menurut Triandika (2022), biochar juga mengandung unsur logam seperti Cu, Mg, K, dan Ca yang memberikan manfaat sebagai peningkat kualitas tanah. Penggunaan biochar pada tanaman bibit kelapa sawit dan tanaman dewasa bisa dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Aplikasi biochar pada bibit tanaman sawit
Sumber : (Dokumentasi pribadi)



Gambar 4. Aplikasi biochar pada tanaman sawit sudah menghasilkan
Sumber : (Dokumentasi pribadi)

Raffly (2022) mengemukakan bahwa pengaplikasian biochar pada batang senggol mempengaruhi pertumbuhan diameter batang

sengon dan pH tanah. Dampak pengaplikasian biochar dimulai pada bulan ke-2 pengamatan. Pertumbuhan sengon dengan waktu yang lebih lama dapat berubah lagi karena sifat fisik yang dimiliki biochar di dalam tanah terus berubah seiring dengan bertambahnya waktu.

4. PIROLISIS

Pirolisis adalah metode termal untuk memecah bahan organik tanpa atau dengan sedikit oksigen. Berbagai faktor memengaruhi hasil dari proses pirolisis, terutama suhu pirolisis yang berdampak langsung pada komposisi dan jumlah produk yang dihasilkan. Suhu yang rendah cenderung menghasilkan jumlah arang yang lebih besar, sementara suhu yang tinggi cenderung menghasilkan jumlah arang yang lebih sedikit (Herlambang, 2020).

Proses pirolisis menghasilkan beberapa produk beragam, termasuk biochar sebagai padatan, bio-oil sebagai cairan, dan biogas sebagai gas. Secara prinsip, biochar merupakan hasil yang mengandung kandungan karbon tinggi yang diperoleh dari pemanasan bahan biomassa seperti kayu, bahan kandang, atau dedaunan dalam lingkungan tertutup dengan sedikit atau tanpa adanya udara yang tersedia (Geonadi, 2017).

Variabel-variabel yang memengaruhi hasil dari proses pirolisis adalah suhu pirolisis yang memiliki dampak terhadap komposisi dan jumlah produk yang dihasilkan. Pada suhu yang rendah, terbentuk lebih banyak arang, sementara pada suhu yang tinggi, arang yang dihasilkan menjadi lebih sedikit (Herlambang, 2020).

Suhu merupakan salah satu faktor kunci yang memiliki pengaruh besar terhadap hasil dari proses pirolisis. Semakin tinggi suhu pirolisis, semakin banyak gas yang dihasilkan, namun jumlah padatan dan minyak yang dihasilkan akan berkurang. Parameter utama lainnya adalah waktu tinggal (*detention time*). Waktu tinggal yang lebih lama menyebabkan peningkatan dalam proses pemecahan zat yang berujung pada peningkatan produksi gas. Tar merupakan hasil uap yang berubah menjadi cair dan memiliki warna cokelat kehitaman yang dihasilkan selama proses pirolisis berlangsung (Asmunandar, 2022).

Septiana (2017) menyatakan bahwa pirolisis pada temperatur 250 °C, rendemen biochar yang dihasilkan lebih tinggi daripada temperatur 350 °C. Biochar yang dihasilkan menunjukkan kandungan N-Total yang lebih tinggi, pH biochar yang lebih tinggi, serta peningkatan dalam luas permukaan, total volume pori, dan perubahan pada struktur morfologi biochar menjadi lebih luas, sementara rata-rata ukuran radius pori mengalami penyusutan. Hasil uji perkolasi menunjukkan bahwa penggunaan berbagai

jenis biochar memiliki kemampuan untuk mengurangi pencucian NH_4^+ dan NO_3^- jika dibandingkan dengan tanah dan pasir tanpa penambahan biochar.

5. KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah TKKS sebagai biochar merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi permasalahan limbah kelapa sawit khususnya limbah TKKS. Proses pirolisis pada suhu rendah mampu menghasilkan rendemen biochar yang tinggi. Biochar yang mengandung unsur hara tinggi mampu berfungsi untuk memperbaiki atau meningkatkan kualitas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agviolita, P., Yushardi, Y., dan Anggraeni, F. K. A., 2021. Pengaruh Perbedaan Biochar Terhadap Kemampuan Menjaga Retensi pada Tanah. *Jurnal Fisika Unand*, 10(2): 267-273.
- Asmunandar, A., Geombira, F., Raharjo, S. dan Yuliarningsih, R., 2022. Evaluasi Pengaruh Suhu dan Waktu Pirolisis Biochar Bambu Betung (*dendrocalamus asper*). *Jurnal Serambi Engineering*, 8(1): 4760-4771.
- Chan, K.Y. and Xu. Z., 2009. Biochar: Nutrient properties and their enhancement. *Biochar Environmental Management*, pp. 99-116.
- Dihni, V. A., 2022. Gapki: Produksi Minyak Sawit Naik jadi 4,15 Juta Ton pada Maret 2022. <https://gapki.id/news/20989/produksi-stok-meningkat>. 23 Mei 2022.
- Ditjenbun. 2021. Buku Statistik Perkebunan 2019-2021. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/?publikasi=buku-statistik-perkebunan-2019-2021>. 29 April 2021.
- Erivianto, D., Dani, A., dan Gunawan, H., 2022. Pengolahan Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(01): 162-171.
- Goenadi, D. dan Santi, L., 2017. Kontroversi Aplikasi dan Standar Mutu Biochar. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1): 23-32.
- Hartanto., Singgih dan Ratnawati., 2010. Pembuatan Karbon aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1): 12 -16.
- Haryanti, A., Norsamsi, Sholiha, P. S. F. dan Putri. N. P., 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Banjar Baru*, 3(2): 57-66.
- Herlambang, S., Santoso, A., Gomareuzzaman, M. dan Wibowo, A. W. A., 2020. Biochar Salah Satu Alternatif untuk Perbaikan Lahan dan Lingkungan. *Lembaga Penelitian dan*

- Pengabdian Kepada Masyarakat UPN Veteran Yogyakarta, Yogyakarta.
- Jamilatun, S., Pitoyo, J., Puspitasari, A. dan Sarah, D., 2022. Pirolisis Tandan Kelapa Sawit untuk Menghasilkan Bahan Bakar Cair, Gas, *Water Fase* dan *Charcoal*. In: Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, 1(1).
- Kresnawaty, I., Putra, S. M., Budiani, A. dan Darmono, T. W., 2017. Konversi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menjadi Arang Hayati dan Asap Cair. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(3): 171-179.
- Lukas, A., Ngudiwaluyo, S., Mulyono, H., Rosyadi, I., Noor, I. M., dan La Teng, P. N., 2018. Aspek Teknis dan Finansial Insinerasi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Biokar Sebagai Pupuk Karbon. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 13(1): 37-42.
- Mandiri, 2012. *Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan*. Jakarta.
- Pratama, F. N., 2022. Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) di Lahan Pasir setelah Pengaplikasian Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Doctoral dissertation*, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Putri, V. I. dan Hidayat, B., 2017. Pemberian Beberapa Jenis Biochar untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 5(4): 824-828.
- Rafly, N. M., 2022. Pengaruh Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Sengon (*Falcataria Moluccana*). Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Raju., 2016. Analisis Energi Proses Pirolisis Limbah Kelapa Sawit. IPB, Bogor.
- Ridhuan, K. dan Dwi, I., 2019. Pengaruh Jenis Biomassa Terhadap Karakteristik Pembakaran dan Hasil Bioarang Asap Cair dari Proses Pirolisis. *Jurnal Mechanical*, 10(1).
- Rupa, M., Kantur, D. dan Moy, L. M., 2017. Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian sebagai Pembenah Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. *Agrotrop*, 7(2): 99-108.
- Salmina, S., 2017. Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit oleh Masyarakat di Jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang. *Jurnal Spasial: Penelitian, Terapan Ilmu Geografi, dan Pendidikan Geografi*, 6(2): 131642.
- Sohi, S., Lopez, C. E., Krull, E. and Bol, R., 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. *CSIRO Land and Water Science Report*, 5(09): 17-31.
- Septiana, L. M., 2017. Karakteristik dan Kualitas Biochar dari Berbagai Macam Limbah Biomassa Tanaman pada Pirolisis Suhu Rendah. *Doctoral Dissertation, Bogor Agricultural University*.
- Susanto, J. P., Santoso, A. D. dan Suwedi, N., 2017. Perhitungan Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Sumber Energi Terbarukan dengan Metode LCA. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2): 165-172.
- Triandika, A., 2022. Pembuatan dan Karakterisasi Bioarang Hasil Torefaksi Limbah Padat Kelapa Sawit. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wardani, A. P. K. dan Widiawati, D., 2014. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Material Tekstil dengan Pewarna Alam untuk Produk Kriya. *Doctoral dissertation, Bandung Institute of Technology*, 1-10.
- Widowati, W., Pudjiastuti, A. Q. dan Sa'diyah, A. A., 2020. Introduksi Teknologi Biochar untuk Memperbaiki Lahan Kritis Milik Petani Wilayah Magersari di Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 26(3): 124-130.