



D-012

KARAKTERISTIK KUALITAS BIOCHAR DARI LIMBAH BATANG UBI KAYU DENGAN PROSES PIROLISIS

Sri Redjeki, Achyar Abdullah, Santa Kristi Dwitama*

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, email: sri4tk@yahoo.com,
20031010178@student.upnjatim.ac.id, 20031010190@student.upnjatim.ac.id
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya Jawa Timur 60294, Telp. (031) 87062179
* Penulis Korespondensi: E-mail: 20031010190@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Ubi kayu biasanya diolah menjadi tepung atau bahan pangan setelah dipanen, namun bagian batang dari ubi kayu ini hanya dimanfaatkan sebanyak 10% dari tinggi total batang yang dapat ditanam kembali, sisanya menjadi limbah. Limbah batang ubi kayu berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai biochar karena memiliki kadar C yang tinggi sehingga dapat menyediakan lingkungan yang baik bagi mikroba tanah dan banyak manfaat lainnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat biochar dari bahan limbah batang ubi kayu dan dibandingkan dengan SNI biochar yang juga sesuai sebagai syarat pembenah tanah. Kualitas biochar ini dapat diketahui berdasarkan karakteristiknya, yakni kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon. Pada penelitian ini digunakan proses pirolisis dengan hasil yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari variasi kondisi operasi terhadap karakteristik kualitas biochar. Variabel peubah yang dijalankan dalam penelitian ini adalah waktu dan suhu pirolisis sebesar 30;45;60;75;90 menit serta 250;300;400;450°C dan diperoleh kondisi yang relatif baik pada suhu 400°C selama 75 menit dengan nilai kadar karbon sejumlah 72,4300%; kadar abu 8,8559%; kadar air 1,6459%; dan kadar volatile matter 17,0682%.

Kata kunci: batang ubi kayu; biochar; pirolisis

QUALITY CHARACTERISTICS OF BIOCHAR FROM CASSAVA STEM WASTE WITH PYROLYSIS PROCESS

Abstract

Cassava is usually processed into flour or food ingredients after it is harvested, but only 10% of the total stem height is utilized, which can be replanted, the rest becomes waste. Cassava stem waste has the potential to be used as biochar because it has a high C content so it can provide a good environment for soil microbes and many other benefits. The purpose of this research is to make biochar from cassava stem waste and compare it with SNI biochar which is also suitable as a soil amendment requirement. The quality of this biochar can be determined based on its characteristics, namely moisture content, ash content, volatile matter content, and carbon content. In this study, the pyrolysis process was used with results indicating a significant effect of variations in operating conditions on the quality characteristics of biochar. The variables used in this study were pyrolysis time and temperature of 30;45;60;75;90 minutes and 250;300;400;450°C and relatively good conditions were obtained at 400°C for 75 minutes with a grade carbon amounting to 72.4300%; ash content 8.8559%; water content 1.6459%; and volatile matter content of 17.0682%.

Keywords: cassava stem; biochar; pyrolysis

PENDAHULUAN

Biochar merupakan padatan berupa arang yang berpori dan didapat melalui proses pirolisis suatu biomassa. Biochar juga disebut *charcoal* berasal dari makhluk hidup khususnya tumbuhan (Kurniawan, 2016). Potensi biochar di Indonesia tergolong tinggi sebab biochar dapat diolah dari limbah hasil pertanian. Penambahan biochar pada tanah dapat memperbaiki sifat biologi, kimia, dan fisika sehingga meningkatkan kualitas tanah dan kesuburan tanah (Nurida, 2014). Secara biologi tanah yang diberi biochar dapat menyediakan lingkungan yang baik bagi mikroba yang hidup di tanah (Kurniawan, 2016). Secara fisika penambahan biochar memperbaiki kelembapan tanah dan dapat mengemburkan tanah. Biochar dapat mencegah kekeringan dan menurunkan *bulk density* pada tanah (Abdillah, 2021). Selain itu biochar dapat bertahan lama dalam tanah. Biochar tidak mudah terdegradasi sebab biochar resistan terhadap pengaruh mikroorganisme di dalam tanah sehingga tidak mudah terdekomposisi (Tang et al., 2013). Salah satu bagian tanaman penghasil biochar adalah batang ubi kayu.

Hasil perkebunan berupa ubi kayu di Indonesia cukup besar menurut BPS pada tahun 2018, hasil produksi ubi kayu pada Provinsi Jawa Timur mencapai 2.908.417 ton. Umbi dari ubi kayu biasanya diolah menjadi tepung atau bahan pangan setelah dipanen dan daunnya dapat dibuat menjadi sayur, namun batang dari ubi kayu ini hanya dimanfaatkan sebanyak 10% dari tinggi batang untuk dapat ditanam kembali. Batang ubi kayu dapat dimanfaatkan sebagai biochar sebab batang ubi kayu memiliki kandungan lignoselulosa yakni selulosa sebesar 39,29%, hemiselulosa sebesar 24,34%, dan lignin sebesar 13,42% (Widodo, 2013). Kandungan dari batang ubi kayu ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam membuat biochar.

Beberapa topik mengenai biochar telah banyak dilakukan penelitian dan dapat disimpulkan bahwa perbedaan bahan dengan

perlakuan variasi suhu dan waktu proses akan menghasilkan karakteristik dan kualitas biochar yang berbeda-beda. Berdasarkan peneliti-peneliti terdahulu, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk dapat memperoleh biochar. Salah satu metode yang digunakan adalah pirolisis. Pirolisis merupakan proses dekomposisi termokimia suatu bahan organik dengan suhu yang tinggi tanpa adanya kontak antara bahan dengan udara atau dengan udara terbatas (Ridhuan, 2016). Metode pirolisis dinilai lebih efektif karena pada mekanisme pirolisis proses yang terjadi adalah pemanasan/oksidasi pada ruang tertutup maka dari itu hasil biochar akan lebih baik daripada menggunakan metode lain (Pratiwi, 2021).

Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pembuatan biochar dari batang ubi kayu dengan proses pirolisis dengan kondisi proses yang bervariasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat biochar dengan kadar C-organik tertinggi dari bahan batang ubi kayu menggunakan proses pirolisis pada temperatur dan waktu pirolisis yang relatif baik.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah batang dari tanaman ubi kayu. Limbah batang ubi kayu ini diperoleh dari Kecamatan Ploso Kabupaten Jombang Jawa Timur.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat reaktor pirolisis yang berfungsi sebagai pirolisator.

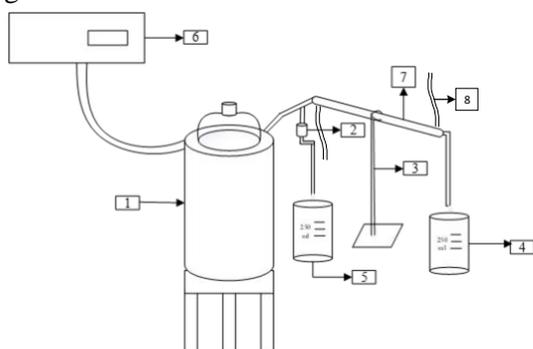
Pirolisis biochar dari limbah batang ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*)

Metode utama dalam menghasilkan biochar pada penelitian ini adalah dengan proses pirolisis, terdapat tiga tahap pada penelitian ini. Tahap pertama pertama berupa

persiapan bahan, yakni pencucian, pengecilan ukuran, dan pengeringan bahan. Pengecilan ukuran dilakukan hingga tinggi bahan berukuran ± 1 cm. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan kotoran berupa tanah dan lainnya kemudian dilanjutkan pengecilan ukuran. Hal ini dilakukan untuk memperluas permukaan bahan, kemudian dilakukan pengeringan bahan selama kurang lebih 3 hari di bawah sinar matahari secara langsung. Tujuan pengeringan adalah untuk menurunkan kadar air pada bahan sebelum diproses.

Tahap kedua berupa tahap pirolisis batang ubi kayu. Banyak bahan yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 300 gram batang ubi kayu. Pirolisis dilakukan dengan menggunakan rangkaian alat pirolisis dengan waktu pirolisis 30, 45, 60, 75, 90 menit dan temperatur pirolisis 250, 300, 350, 400°C.

Skema peralatan penelitian dengan metode pirolisis menggunakan rangkaian alat pirolisis seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian perlatan pirolisis

Keterangan :

1. Tangki Pirolisis
2. Selang Hasil Tar
3. Statif
4. Beaker Glass Penampung Asap Cair
5. Beaker Glass penampung Tar
6. Termokopel
7. Kondensor
8. Selang Kondensor

Tahap ketiga dari penelitian ini adalah pengambilan produk (biochar) dan pengujian

karakteristik dengan analisa kadar air, abu, *volatile matter*, dan karbon biochar dari limbah batang ubi kayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kualitas pada biochar dipengaruhi oleh beberapa parameter penting. Parameter tersebut antara lain, yaitu kadar air, abu, *volatile matter*, dan karbon. kadar air, abu, dan *volatile matter* akan berpengaruh terhadap hasil kadar karbon yang diperoleh. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap pengaplikasiannya sebagai pembenah tanah. Hasil analisa kadar kadar air, abu, *volatile matter*, dan karbon ditunjukkan pada Tabel 1.

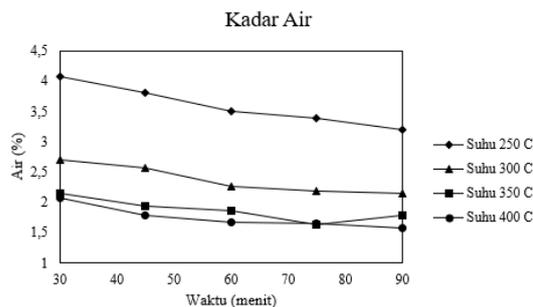
Tabel 1. Hasil Analisa kadar karbon, air, abu, dan *volatile matter*

No	Kode	Karbon (%)	Abu (%)	Air (%)	Volatile Matter (%)
1	250°C 30 Menit	57,4454	6,1751	4,0650	32,3145
2	250°C 45 Menit	59,4491	6,5582	3,8129	30,1798
3	250°C 60 Menit	61,2755	7,1750	3,5094	28,0402
4	250°C 75 Menit	61,7585	7,2346	3,3823	27,6248
5	250°C 90 Menit	62,7623	7,3288	3,2013	26,7077
6	300°C 30 Menit	60,4628	6,4285	2,6929	30,4159
7	300°C 45 Menit	62,4485	6,7432	2,5669	28,2415
8	300°C 60 Menit	64,0044	7,1725	2,2611	26,5621
9	300°C 75 Menit	65,8024	7,2470	2,1811	24,7696
10	300°C 90 Menit	67,8170	7,4813	2,1530	22,5488
11	350°C 30 Menit	60,6615	7,3296	2,1520	29,8568
12	350°C 45 Menit	62,7337	7,6919	1,9271	27,6473
13	350°C 60 Menit	65,2186	8,3180	1,8613	24,6021
14	350°C 75 Menit	66,0461	8,5185	1,6366	23,7988
15	350°C 90 Menit	66,9196	8,7659	1,7882	22,5263
16	400°C 30 Menit	66,1665	7,5521	2,0747	24,2068
17	400°C 45 Menit	69,1819	8,1406	1,7869	20,8907
18	400°C 60 Menit	70,1972	8,5091	1,6775	19,6163
19	400°C 75 Menit	72,4300	8,8559	1,6459	17,0682
20	400°C 90 Menit	71,5832	9,1791	1,5679	17,6699

Tabel 1 menunjukkan perbedaan kondisi proses berupa waktu dan suhu memengaruhi karakteristik kualitas biochar yang dihasilkan secara signifikan. Pada waktu 75 menit dan suhu pirolisis 450°C kadar karbon yang diperoleh sebesar 72,4300% dengan kadar air, abu, dan *volatile matter* sebesar 1,6459%; 8,8559%; dan 17,0682%. Semakin tinggi suhu dan lama pembakaran akan meningkatkan kadar karbon sebab kandungan berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin telah terkonversi

menjadi karbon terikat. Pada kadar abu, semakin tinggi temperatur dan waktu pada proses pirolisis memnuat nilai kadar abu pada biochar semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyak residu sisa pembakaran yang dihasilkan (Puspita, 2021). Semakin tinggi suhu dan lama pembakaran, air yang terkandung akan menguap sehingga kadar air semakin kecil (Iskandar, 2017). Semakin besar suhu maka kadar *volatile matter*nya semakin rendah sebab zat mudah menguap ikut terbang (Siswati, 2022). Kadar air, abu, *volatile matter*, dan karbon sudah memenuhi mutu dari Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai biochar. Berdasarkan SNI 06-3730-1995, nilai kadar air maksimal 15%, kadar abu maksimal 10%, kadar zat *volatile matter* maksimal 25%, , dan kadar karbon minimal 65%.

Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar air biochar



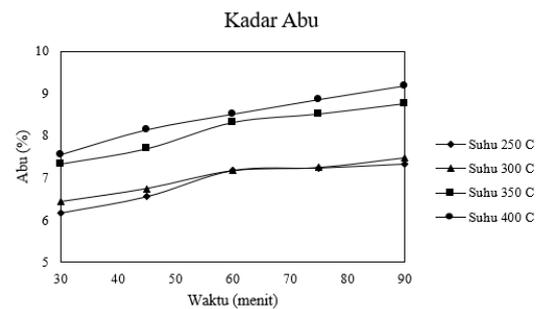
Gambar 2. Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar air biochar

Pada gambar 2 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air cenderung menurun dengan semakin tingginya suhu saat proses pirolisis. Nilai kadar air juga menurun semakin lamanya waktu proses. Hal ini disebabkan terjadinya penguapan. Suhu pirolisis tersebut. Kadar air yang tinggi menurunkan mutu dari karbon aktif sebab kadar air mengurangi daya serap dari biochar terhadap gas atau cairan. Hal tersebut telah sesuai dengan (Yanti, 2022) yang menyatakan bahwa kadar air dipengaruhi oleh tingginya suhu serta lama proses pirolisis yang digunakan, serta jumlah udara

yang terperangkap pada reaktor. Semakin tinggi suhu dan semakin sedikit udara yang terperangkap pada proses pirolisis akan menyebabkan kadar air yang semakin sedikit.

Nilai kadar air tertinggi terletak pada suhu 250°C dengan waktu 30 menit yakni 4.0650% dan terendah pada suhu 400°C dengan lamanya waktu 90 menit, yakni 1.5679%. Namun, pada gambar IV.1 di suhu 350°C terjadi kenaikan kadar air, hal ini dapat terjadi akibat pori-pori arang yang terbuka dan berkontak dengan udara saat pengambilan arang dari reaktor pirolisis dan saat dipindahkan ke alat penimbangan sehingga dengan sifat higrokopisnya biochar dapat mengikat air yang ada pada udara dan lamanya proses pendinginan yang dilakukan.

Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar abu biochar

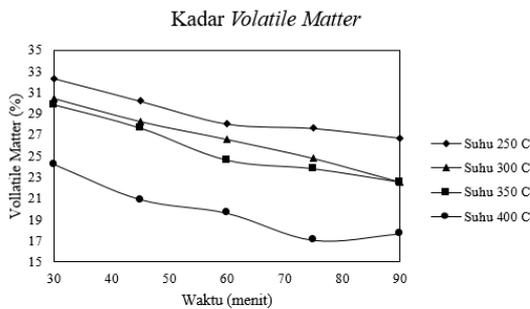


Gambar 3. Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar abu biochar

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa suhu 250; 300; 350; dan 400 °C kadar abu terus meningkat seiring lamanya proses pirolisis. Kadar abu adalah campuran komponen anorganik atau mineral pada bahan dan residu dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik (Kristiandi, 2021). Nilai kadar abu hasil penelitian berkisar 6%-9 % dengan nilai terendah 6,1751 % pada suhu 250 dengan variasi waktu 30 menit dan tertinggi sebesar 9,1791% pada suhu 400 °C dengan waktu 90 menit. Proses pirolisis lebih lama dan temperatur yang lebih tinggi akan meningkatkan kadar abu sebab sisa dari

pembakaran akan lebih banyak dan memengaruhi fungsi biochar sebagai pembenah tanah.

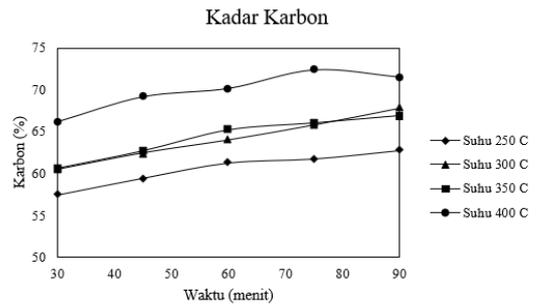
Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar *volatile matter* biochar



Gambar 4. Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar *volatile matter* biochar

Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi zat volatil menurun dengan meningkatnya suhu dan waktu pirolisis. Nilai volatile matter tertinggi pada suhu 250 °C selama 30 menit sebesar 32,3145%, nilai terendah pada suhu 400 °C selama 60 menit sebesar 17,0682%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Warman (2005) bahwa kadar zat terbang adalah zat yang dapat menguap sebagai hasil pemecahan beberapa senyawa dalam biochar selain air, abu, dan karbon terikat. Besar kecilnya zat volatil sangat dipengaruhi oleh komponen kimia batubara, misalnya zat ekstraktif dari bahan baku (Lestari, 2017). Kandungan zat volatil menentukan kualitas biochar, semakin rendah semakin baik kualitas biochar.

Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar karbon biochar



Gambar 5. Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar karbon biochar

Gambar 5 menunjukkan bahwa kandungan karbon cenderung meningkat dengan meningkatnya suhu pirolisis. Semakin lama proses pirolisis berlangsung maka kandungan karbon yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut telah sesuai dengan (Asmunandar, 2023) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu pirolisis, semakin banyak karbon yang terikat. Pada grafik di atas kadar tertinggi karbon terdapat pada suhu 400°C dengan waktu 75 menit, yakni 72.4300% dan terendah pada suhu 250°C dengan waktu 30 menit, yakni 57.4454%. Semakin tinggi waktu tinggal dan temperatur pirolisis maka semakin cepat proses pembentukan biochar, karena proses dekomposisi yang membentuk biochar pada komponen bahan baku semakin cepat. Kandungan karbon biochar yang tinggi dapat memaksimalkan jumlah karbon yang tersimpan dan dapat digunakan sebagai sumber energi atau untuk adsorpsi polutan tanah (Lehmann et al., 2006).

SIMPULAN

Pembuatan biochar dari batang ubi kayu dengan proses pirolisis dari hasil penelitian yang relatif baik adalah pada variasi suhu 400°C selama 75 menit. Pada kondisi ini diperoleh nilai kadar karbon terikat paling tinggi, yaitu sebesar 72,4300%, nilai kadar abu sebesar 8,8559%, kadar air sebesar 1,6459%, dan kadar *volatile matter* sebesar 17,0682%. Karakteristik yang memengaruhi kualitas biochar berdasarkan

variasi temperatur pirolisis dan waktu pirolisis antara lain yaitu kadar karbon, kadar abu, kadar air dan volatile matter. Parameter-parameter yang rendah tersebut akan menghasilkan kadar karbon tinggi yang sesuai dengan SNI yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H., & Budi, I. S. (2021). Pembuatan dan Aplikasi Bahan Pembenh Tanah Pada Pertanian di Lahan Basah Sub-Optimal. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(1), 23–28. <https://doi.org/10.20527/bpi.v4i1.94>
- Asmunandar, A., Goembira, F., Raharjo, S., Yuliarningsih, R., Magister, P. S., & Lingkungan, T. (2023). *Evaluasi Pengaruh Suhu dan Waktu Pirolisis Biochar Bambu Betung (Dendrocalamus asper)*. VIII(1).
- Badan Pusat Statistik, (2015), *Data Produksi Ubi Kayu Provinsi Jawa Timur*
- Iskandar, T dan Rofiatin, U. (2017), 'Karakteristik Biochar Berdasarkan Jenis Biomassa dan Parameter Proses Pyrolysis', *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.12, No.1, Hal.28-34
- Kristiandi, K., Maryam Program Studi Agroindustri Pangan, A., Agribisnis, J., & Negeri Sambas, P. (2017). Analisis Kadar Air, Abu, Serat dan Lemak Pada Minuman Sirup Jeruk Siam (Citrus nobilis var. microcarpa). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*,9(2)<https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.02.07>
- Kurniawan, A., Haryono, B., Baskara, M., Setyono Yudo Tyasmoro, dan, Budidaya Pertanian, J., Pertanian, F., Brawijaya Jl Veteran, U., Timur, J., Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, B., & Jl Raya Karangploso, M. K. (2016). *Pengaruh Penggunaan Biochar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (Saccharum Officinarum L.)* *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 4, No.2, Hal.153-160
- Lehmann, J., Pereira da Silva Jr, J., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. In *Plant and Soil* (Vol. 249).
- Lestari, L., Erzam, S., Hasan., dan Risna. (2007). Pengaruh Tekanan dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Cangkang Coklat. *Jurnal Aplikasi Fisika*, Vol. 13, No.2
- Nurida, L. Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah, N., & Tentara Pelajar No, J. (2014). Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*, Vol.1, No.1, Hal. 57-68
- Pratiwi, D. (2021). Karakteristik Biochar pada Beberapa Metode Pembuatan dan Bahan Baku (Biochar Characteristics Caused by Various Production Methods and Feedstock). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(3). www.jim.unsyiah.ac.id/JFP
- Puspita, V. (2021). Karakteristik Biochar Sekam Padi Pada Dua Temperatur Pirolisis (Rice Husk Biochar Characteristic at two pyrolysis temperature). *JFP Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4). www.jim.unsyiah.ac.id/JFP
- Siswati, D, N., Laily Agustina, N., & Mahdiyyah Santoso, D. (2022). Biochar Dari Cangkang Biomassa Dengan Proses Karbonisasi. In *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 16, Issue 2).
- Tang, J., Zhu, W., Kookana, R., & Katayama, A. (2013). Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil. In *Journal of*

Bioscience and Bioengineering (Vol. 116, Issue 6, pp. 653–659).
<https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2013.05.035>

Widodo, L.U., Sumada, K., Pujiastuti.C., Karaman., N. (2013). Pemisahan Alpha Selulosa dari Limbah Batang Ubi Kayu Menggunakan Larutan Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 7, No.2, Hal. 43-47

Yanti, R. N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhsani, H. (2022). Pembuatan bio-briket dari produk pirolisis biochar cangkang kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1).
[.https://doi.org/10.31849/jip.v19i178](https://doi.org/10.31849/jip.v19i178)
15