

## KARAKTERISTIK KUALITAS BIOCHAR DARI LIMBAH BATANG UBI KAYU DENGAN PROSES PIROLISIS

Sri Redjeki\*, Achyar Abdullah, Santa Kristi Dwitama

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Jalan Raya rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya Jawa Timur 60294, Telp. (031) 87062179

\*Penulis korespondensi: sri4tk@yahoo.com

### 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 penelitian ini yaitu untuk membuat biochar dari limbah batang ubi kayu sesuai dengan SNI dan juga sesuai sebagai syarat pembenah tanah. Kualitas biochar ini dapat diketahui berdasarkan karakteristiknya, yakni kadar air, abu, zat mudah menguap, dan karbon. Pada penelitian ini digunakan proses pirolisis dengan hasil yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari variasi kondisi operasi terhadap karakteristik kualitas biochar. Variabel yang digunakan 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 yaitu: kadar karbon sebesar 72,43%; kadar abu 8,85%; kadar air 1,64%; dan kadar volatile matter 17,07%.*

**Kata kunci:** batang ubi kayu; biochar; pirolisis

## QUALITY CHARACTERISTICS OF BIOCHAR FROM CASSAVA STEM WASTE 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 the SNI which is also suitable as a soil amendment requirement. The quality of this biochar can be determined based on its characteristics, namely water content, ash, volatile matter, and carbon. In this study, the pyrolysis process was used with the results indicating a significant effect of variations in operating conditions on the quality characteristics of biochar. In this study the variables used were pyrolysis time of 30;45;60;75;90 minutes and temperature 250;300;400;450 °C and relatively good conditions were obtained at 400 °C for 75 minutes with a carbon content value of 72.43%; ash contraction of 8.85%; water content of 1.64%; and volatile matter content of 17.07%.*

**Keywords:** cassava stem; biochar; pyrolysis

### PENDAHULUAN

*Biochar* merupakan bahan padat yang dapat diperoleh melalui proses pirolisis biomassa. *Biochar* merupakan substansi arang yang berpori, sering juga disebut *charcoal* yang berasal dari makhluk hidup khususnya tumbuhan (Kurniawan, 2016). Potensi *biochar* di Indonesia tergolong tinggi sebab *biochar* dapat diolah dari limbah hasil pertanian. Dalam

pertanian, penambahan *biochar* dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memperbaiki kualitas tanah yang telah terdegradasi (Nurida, 2014). Tanah yang diberi *biochar* menyediakan lingkungan yang baik bagi mikroba tanah (Kurniawan, 2016). *Biochar* dapat juga berfungsi untuk mempertahankan tanaman pada kondisi kekeringan maupun menurunkan bulk density pada tanah (Abdillah, 2021). *Biochar* di dalam tanah dapat bertahan cukup lama dan memiliki

efek relatif lama serta resistan terhadap pengaruh mikroorganisme di dalam tanah, sehingga proses dekomposisi menjadi berjalan lambat (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 dapat dimanfaatkan sebanyak 10% dari tinggi batang untuk ditanam kembali. Batang ubi kayu dapat dimanfaatkan sebagai *biochar*. Batang ubi kayu memiliki kandungan lignoselulosa yang terdiri dari: selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan lignoselulosa batang ubi kayu yaitu 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*.

Penelitian tentang *biochar* saat ini telah banyak dilakukan. Penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti antara lain menunjukkan bahwa, perbedaan bahan dengan perlakuan variasi suhu dan waktu proses akan menghasilkan karakteristik dan kualitas *biochar* yang berbeda-beda. Berdasarkan peneliti terdahulu, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk dapat memperoleh *biochar*. Salah satu metode yang digunakan adalah pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya 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 dengan menggunakan proses pirolisis daripada menggunakan metode lain (Pratiwi, 2021).

Dari uraian diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *biochar* dari batang ubi kayu dengan kadar C-organik cukup tinggi menggunakan proses pirolisis.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

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

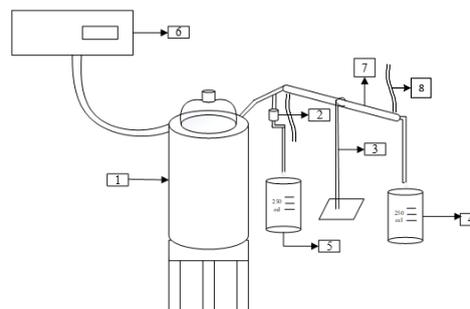
### Alat

Pada penelitian ini digunakan rangkaian alat seperti pada Gambar 1, yang digunakan sebagai pirolisator.

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

Metode penelitian yang dilakukan adalah melalui tiga tahap. Tahap pertama adalah, persiapan bahan baku dengan pencucian, pengecilan ukuran, dan pengeringan. Batang ubi kayu sesudah dibuang kulitnya, di lakukan pencucian. Batang ubi kayu yang telah bersih di potong-potong sampai mempunyai ukuran  $\pm 1$  cm. Pengecilan ukuran partikel dilakukan agar luas permukaan bahan lebih besar, kemudian dilakukan pengeringan limbah batang ubi kayu selama kurang lebih 3 hari di bawah sinar matahari, untuk meminimalisir kandungan air yang terdapat pada limbah batang ubi kayu. Tahap kedua, adalah tahap proses pirolisis batang ubi kayu. Limbah batang ubi kayu yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 300 gram. 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 menggunakan rangkaian alat pirolisis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema peralatan penelitian 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 uji kadar karbon, abu, air, dan volatile matter *biochar* dari limbah batang ubi kayu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Hasil analisa kadar karbon, air, abu, dan volatile matter disajikan pada Tabel 1.

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

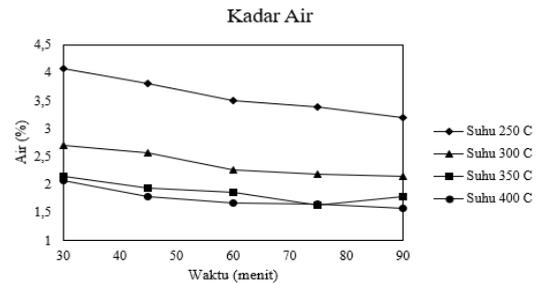
No	Kode	Karbon (%)	Abu (%)	Air (%)	Volatile Matter (%)
1	250°C 30 Menit	57,4454	6,1751	4,0650	32,3145
2	250°C 45 Menit	59,4491	6,5582	3,8129	30,1798
3	250°C 60 Menit	61,2755	7,1750	3,5094	28,0402
4	250°C 75 Menit	61,7585	7,2346	3,3823	27,6248
5	250°C 90 Menit	62,7623	7,3288	3,2013	26,7077
6	300°C 30 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

Dapat dilihat pada Tabel 1, menunjukkan bahwa waktu dan suhu pirolisis berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik kualitas biochar yang dihasilkan. 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 lama pirolisis maka kadar abu pada biochar semakin meningkat sebab 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 matternya semakin rendah sebab zat mudah menguap ikut terbuang (Siswati, 2022). Untuk hasil yang diperoleh dari hasil penelitian ini, kandungan kadar; air, abu, volatile matter, dan karbon berdasarkan data dari SNI, telah memenuhi kandungan dari biochar secara umum berdasarkan SNI 06-3730-1995, bahwa untuk komposisi biochar kadar: air maksimal sebesar 15%, volatile matter maksimal 25%, abu maksimal 10%, dan kadar karbon minimal 65%.

### Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar air *biochar*

Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa nilai kadar air cenderung menurun seiring dengan kenaikan temperatur pirolisis. Semakin lama proses pirolisis yang dilakukan, maka kadar air yang dihasilkan mengalami penurunan sebab terjadinya penguapan air. Suhu pirolisis tersebut mempengaruhi besarnya zat-zat volatile yang berpindah saat terjadi dekompo-

sisi thermal. Kadar air yang tinggi dapat menurunkan mutu karbon aktif karena dapat mengurangi daya serap terhadap gas atau cairan. Hal tersebut telah sesuai dengan (Yanti, 2022) yang menyatakan bahwa kadar air dipengaruhi oleh suhu yang digunakan serta lama waktu proses pirolisis, serta jumlah udara yang terperangkap di dalam reaktor. Semakin tinggi suhu dan semakin sedikit udara yang terperangkap akan menyebabkan semakin kecilnya kadar air yang dihasilkan dari proses pirolisis.

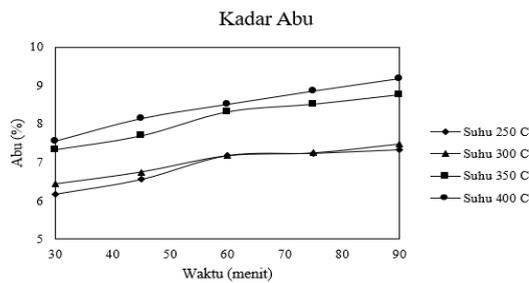


**Gambar 2.** Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar air biochar

Dapat dilihat dari Gambar 2, bahwa nilai kadar air cenderung menurun seiring dengan kenaikan temperatur pirolisis. Semakin lama proses pirolisis yang dilakukan, maka kadar air yang dihasilkan mengalami penurunan sebab terjadinya penguapan air. Suhu pirolisis tersebut mempengaruhi besarnya zat-zat volatile yang berpindah saat terjadi dekomposisi thermal. Kadar air yang tinggi dapat menurunkan mutu karbon aktif karena dapat mengurangi daya serap terhadap gas atau cairan. Hal tersebut telah sesuai dengan (Yanti, 2022) yang menyatakan bahwa kadar air dipengaruhi oleh suhu yang digunakan serta lama waktu proses pirolisis, serta jumlah udara yang terperangkap di dalam reaktor. Semakin tinggi suhu dan semakin sedikit udara yang terperangkap akan menyebabkan semakin kecilnya kadar air yang dihasilkan dari proses pirolisis.

Kadar air tertinggi terletak pada suhu 250°C dengan waktu 30 menit yakni 4,0650% dan terendah pada suhu 400°C dengan waktu 90 menit, yakni 1,5679%. Namun, pada Gambar 2 dapat dilihat juga bahwa pada suhu 350°C terjadi kenaikan kadar air, hal ini dapat terjadi akibat pori-pori arang yang semakin terbuka saat pemindahan arang dari reaktor pirolisis ke alat penimbangan, lamanya proses pendinginan yang dilakukan, serta sifat higroskopisitas dari arang sehingga terjadi kontak langsung dengan udara yang menyebabkan banyak menyerap uap air.

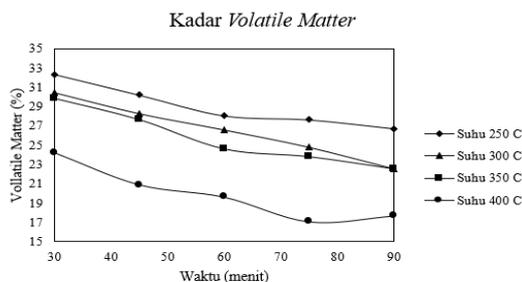
### Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar abu *biochar*



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

Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar abu biochar dapat dilihat pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa suhu 250; 300; 350; dan 400 °C kadar abu terus meningkat seiring lamanya proses pirolisis. Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan dan merupakan residu organik 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 waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar volatile matter biochar**

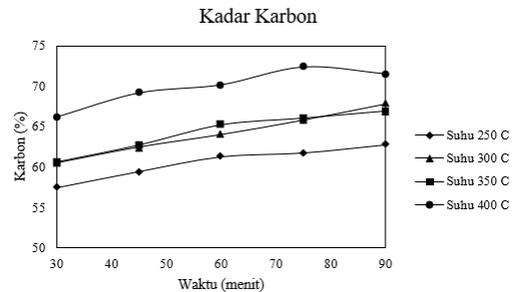


**Gambar 4.** Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar volatile matter biochar

Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar volatile matter semakin menurun seiring dengan bertambahnya suhu dan waktu pirolisis. Nilai volatile matter tertinggi dapat dilihat terdapat pada suhu 250°C dengan waktu 30 menit sebesar 32,3145% dan terendah pada suhu 400°C dengan waktu 60 menit sebesar 17,0682%. Hal ini sejalan Warman (2005) bahwa kadar zat mudah menguap adalah zat yang dapat menguap, hasil dari dekomposisi beberapa senyawa yang terdapat di dalam biochar selain air, abu, dan karbon terikat. Tinggi rendahnya volatile matter banyak dipengaruhi oleh komponen kimia dari arang seperti adanya zat ekstraktif dari bahan baku

(Lestari, 2017). Kadar volatile matter ini menentukan mutu dari biochar semakin rendah maka semakin baik mutu dari biochar.

**Pengaruh waktu dan suhu pirolisis terhadap kadar karbon biochar**



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

Nilai kadar karbon pada Gambar 5 cenderung meningkat seiring dengan kenaikan temperatur pirolisis. Semakin lama proses pirolisis yang dilakukan, maka kadar karbon yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut telah sesuai dengan (Asmunandar, 2023) yang menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur dan waktu pirolisis, semakin banyak karbon yang terikat. Pada grafik dari Gambar 5 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 akan menyebabkan proses pembentukan biochar menjadi lebih cepat, hal ini disebabkan karena proses penguraian yang terjadi pada komponen pada bahan baku menjadi biochar semakin cepat. Kandungan karbon yang tinggi dari biochar dapat memaksimalkan penyimpanan jumlah karbon 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 hasil penelitian yang baik adalah pada suhu 400°C dengan waktu 75 menit. Pada kondisi ini didapatkan 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%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdillah, M. H., & Budi, I. S. (2021). Pembuatan dan Aplikasi Bahan Pembenah 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 Pyrolisis', *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 Sirop Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). *Jurnal Keteknikan 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 JI Veteran, U., Timur, J., Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, B., & JI 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](http://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](http://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 contamin-ated 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.v19i17815>