

Karakteristik Kimia Biochar Limbah Sagu dan Potensinya sebagai Amelioran Tanah Ultisol

¹Masluki

²Mutmainnah

³Erni Firdamayanti

¹²³Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

¹masluki@uncp.ac.id

²mutmainnah_agro@uncp.ac.id

³firdamayantierni@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis potensi biochar limbah sagu sebagai bahan amelioran yang dapat meningkatkan kesuburan dan struktur tanah Ultisol secara berkelanjutan. Sampel kulit batang sagu di peroleh dari kebun sagu Desa Salujambu Kecamatan Lamasi Kabupaten Luwu. Pengujian bahan biochar kulit batang sagu menggunakan metode spektrum intensitas sinar XRF (*Fluoresensi Sinar-X*) yang dilaksanakan pada laborarorium Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang. Data hasil pengukuran berupa spektrum intensitas sinar XRF Metode Fundamental Parameters (FP) : Program FP digunakan untuk menghitung intensitas garis sinar-X yang dipilih setelah pemrosesan data, yang kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur kimia dalam biochar. Biochar kulit batang sagu lebih potensial untuk ameliorasi tanah asam, sedangkan biochar ampas sagu lebih cocok untuk mendukung perbaikan struktur tanah dan ketersediaan kalium bagi tanaman.

Kata kunci: *Karakteristik Kimia, Biochar, Limbah Sagu, Amelioran, Tanah Ultisol*

Wanatani

Vol. 5, No. 2, 2025

ISSN 2808-7704 (Online)

Corresponding Email

masluki@uncp.ac.id

Copyright © 2025

The Author(s)

This article is licensed under
CC BY-NC-SA 4.0 License



Pendahuluan

Permintaan produk pertanian yang terus meningkat dan berkurangnya lahan pertanian subur mengharuskan pemanfaatan lahan marginal seperti tanah Ultisol. Ultisol merupakan jenis tanah yang memiliki kendala utama berupa pH rendah (masam), kandungan bahan organik dan ketersediaan hara yang rendah, khususnya fosfor yang sangat terbatas untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Latuponu *et al.* 2012a). Oleh karena itu, perlunya perbaikan sifat fisik dan kimia tanah Ultisol menjadi sangat penting agar lahan ini dapat dimanfaatkan secara optimal (Pulunggono *et al.*, 2022).

Biochar yang dihasilkan dari pirolisis limbah biomassa pertanian, seperti limbah kulit batang sagu, mendapat perhatian sebagai bahan amelioran tanah karena memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat memperbaiki kesuburan tanah (Kwoczynski & Čmelík, 2021). Biochar limbah sagu diketahui mengandung karbon organik tinggi, porositas yang baik, serta kestabilan kimia yang mampu meningkatkan pH tanah, kapasitas tukar kation, dan menahan kehilangan hara melalui pelindian (leaching) sehingga meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Selain itu, biochar juga memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan agregat tanah dan kapasitas menahan air, yang sangat bermanfaat pada tanah Ultisol yang memiliki kecenderungan struktur tanah lemah dan miskin bahan organik (Joseph *et al.*, 2020).

Pemanfaatan biochar dari limbah kulit batang sagu sebagai amelioran pada tanah Ultisol berpotensi meningkatkan produktivitas lahan kering sekaligus mengatasi masalah limbah biomassa sagu yang selama ini kurang dimanfaatkan (Rosalina & Febriadi, 2023). Penelitian terkait karakteristik biochar dari limbah kulit batang sagu perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pirolisis, sifat kimia dan fisik biochar, serta dampaknya terhadap sifat tanah Ultisol sebagai landasan pengembangan teknologi pembenahan tanah berkelanjutan.

Biochar limbah kulit batang sagu merupakan produk hasil pirolisis biomassa limbah sagu yang memiliki kandungan kimia khas yang sesuai digunakan sebagai amelioran tanah (Yeong *et al.*, 2025). Data analisis kimia biochar limbah sagu menunjukkan bahwa biochar ini memiliki pH yang netral hingga alkalis, berkisar antara 8,3 hingga 9,0, yang dapat membantu menaikkan pH tanah asam seperti Ultisol. Kandungan karbon organik pada biochar limbah sagu tergolong tinggi, sekitar 36,6% hingga 46,3%, menandakan biochar ini mempunyai potensi besar sebagai penyedia karbon stabil di dalam tanah (Tando *et al.*, 2017).

Kandungan unsur hara makro dalam biochar limbah sagu meliputi nitrogen total (N-total) yang berada pada kisaran 0,39% hingga 0,53% tergolong sedang hingga tinggi, fosfor (P-total) pada rentang rendah sekitar 1,4 hingga 1,8 ppm, serta kalium (K-total) yang relatif tinggi dengan nilai antara 0,2% hingga 1,3%. Selain itu, biochar ini juga mengandung kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) masing-masing pada level sedang, sekitar 1,0-1,3% dan 0,2-0,23%. Rasio C/N biochar limbah sagu tercatat sangat tinggi, yaitu sekitar 129, yang menandakan laju perombakan yang lambat dan stabilitas karbon dalam tanah (Latuponu *et al.* 2012b).

Sifat fisik biochar limbah sagu juga menunjukkan karakteristik penting seperti porositas tinggi sehingga mampu memperbaiki struktur tanah dan kapasitas menahan air. Komposisi bahan organik (% BO) mencapai sangat tinggi yaitu sekitar 93,63%, dengan kandungan lignin dan selulosa masing-masing sekitar 19,35% dan 54,28%, yang berkontribusi pada kestabilan biochar sebagai sumber karbon jangka panjang (Sismiyanthi *et al.*, 2018). Keseluruhan karakteristik tersebut mendukung biochar limbah sagu sebagai bahan amelioran yang dapat meningkatkan kesuburan dan struktur tanah Ultisol secara berkelanjutan.

Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Sampel kulit batang sagu di peroleh dari kebun sagu Desa Salujambu Kecamatan Lamasi Kabupaten Luwu pada bulan Juli 2025. Pengujian bahan biochar kulit batang sagu menggunakan metode spektrum intensitas sinar XRF (*Fluoresensi Sinar-X*) yang dilaksanakan pada laborarorium Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang pada bulan Agustus 2025.

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengkaji karakteristik kimia biochar yang dihasilkan dari limbah kulit batang sagu serta potensinya sebagai amelioran dalam perbaikan sifat tanah Ultisol.

Prosedur Kerja

Prosedur Kerja Analisis XRF pada Biochar (de Faria et al.,2021)Limbah Kulit Batang Sagu :

1. Persiapan Sampel
 - a) Sampel biochar limbah kulit batang sagu yang sudah dikeringkan dan dibersihkan dari kotoran.
 - b) Sampel biochar digrinder hingga menjadi bubuk halus dengan ukuran partikel seragam, umumnya menggunakan ayakan dengan ukuran $\leq 36 \mu\text{m}$ agar homogen.
 - c) Bubuk biochar dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga berat konstan untuk menghilangkan kelembaban.
2. Pengisian Sampel dalam Kapsul atau Cakram
 - a) Timbang sejumlah bubuk biochar sekitar 3-5 gram.
 - b) Jika menggunakan metode pellet press, bubuk dimasukkan ke dalam cetakan pellet dan ditekan menggunakan alat press untuk membentuk cakram padat yang dapat dianalisis oleh alat XRF.
 - c) Alternatif, bubuk sampel dimasukkan dalam wadah khusus pada alat XRF untuk analisis langsung (yang sesuai dengan spesifikasi alat).
3. Kalibrasi Alat XRF
 - a) Nyalakan alat XRF dan lakukan kalibrasi menggunakan standar referensi bahan baku homogen untuk memastikan akurasi dan presisi pengukuran.
 - b) Pilih mode pengukuran dan parameter analisis sesuai dengan jenis sampel biochar, misalnya pengukuran unsur utama seperti Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, P, dan unsur logam lainnya.
4. Proses Analisis
 - a) Masukkan sampel ke ruang analisis XRF.
 - b) Jalankan program pengukuran XRF selama waktu yang sudah ditentukan (biasanya beberapa menit) untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi unsur-unsur dalam biochar.
 - c) Sistem XRF akan memancarkan sinar-X yang menimbulkan fluoresensi karakteristik dari unsur-unsur dalam sampel, kemudian detektor mengukur intensitas sinar fluoresensi tersebut.

Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran berupa spektrum intensitas sinar XRF Metode Fundamental Parameters (FP) : Program FP digunakan untuk menghitung intensitas garis sinar-X yang dipilih setelah pemrosesan data, yang kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur kimia dalam biochar. Komposisi unsur dinyatakan dalam persentase berat (%) oksida.

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan biochar ampas sagu mengandung lebih banyak SiO₂ (24%) dan K₂O (25,6%) dibanding biochar kulit batang sagu. Biochar kulit batang sagu lebih tinggi kandungan CaO (33,3%) dan MnO (5,93%) yang berperan penting dalam memperbaiki pH tanah dan sebagai unsur mikro penting. Kandungan Fe₂O₃ juga lebih tinggi pada biochar ampas sagu (12,2%). Unsur-unsur logam seperti Eu₂O₃, Re₂O₇, NiO, BaO, dan Yb₂O₃ hanya terdapat pada beberapa jenis biochar dengan jumlah yang sangat kecil. Perbedaan utama ini menunjukkan bahwa biochar dari kulit batang sagu lebih potensial untuk ameliorasi tanah asam (Ultisol) karena kandungan kalsium dan mangan yang lebih tinggi, sedangkan biochar ampas sagu lebih kaya kalium dan silikon yang membantu penyerapan hara dan perbaikan struktur tanah (Paramisparam *et al.*,2023).

14-aug-2025 13:25:02

Sample results

Sample ident
XRF 599

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	14-aug-2025 11:24:28
Position	1

Compound	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	NiO	CuO	ZnO	BaO	Yb2O3
Conc	24	3,2	25,6	27,1	1,2	4,64	12,2	0,1	0,48	0,40	0,2	0,4
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Compound	Re2O7
Conc	0,8
Unit	%

Page 14-aug-2025 13:29:19

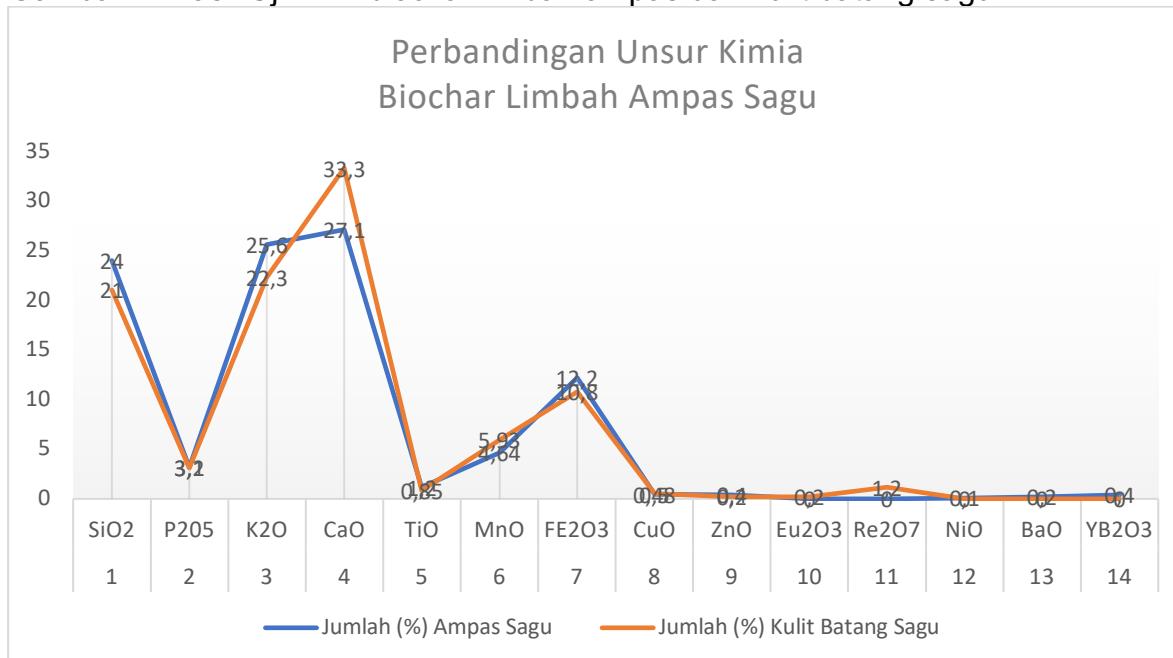
Sample results

Sample ident
XRF 610

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	14-aug-2025 11:52:38
Position	12

Compound	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	CuO	ZnO	Eu2O3	Re2O7
Conc	21	3,1	22,3	33,3	0,85	5,93	10,8	0,50	0,2	0,2	1,2
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Gambar 1. Hasil Uji XRF biochar limbah ampas dan kulit batang sagu



Gambar 2. Grafik Perbandingan Unsur Kimia Biochar Limbah ampas dan kulit sagu

Biochar dari limbah ampas sagu dan kulit batang sagu memiliki kandungan oksida utama seperti SiO₂, P₂O₅, K₂O, dan CaO dengan proporsi cukup tinggi. Kandungan K₂O (kalium oksida) dan CaO (kalsium oksida) terbesar pada kedua jenis biochar menandakan potensi biochar ini sebagai sumber hara makro penting bagi tanaman serta dapat memperbaiki pH dan kesuburan tanah Ultisol. Kandungan Fe₂O₃ (besi oksida) juga cukup signifikan yang dapat berperan dalam reaksi kimia

tanah. Beberapa unsur logam jejak seperti CuO, ZnO, NiO juga terdeteksi dalam jumlah kecil (Fathi *et al.*, 2021).

Kulit batang sagu menunjukkan kandungan CaO yang lebih tinggi (33,3%) dibanding ampas sagu (27,1%), sementara MnO pada kulit batang sagu juga sedikit lebih tinggi (Susanto *et al.*, 2024). Faktor ini mengindikasikan bahwa biochar kulit batang sagu memiliki potensi yang baik sebagai amelioran untuk meningkatkan sifat kimia tanah. Kandungan unsur langka seperti Eu_2O_3 dan Re_2O_7 hanya ada pada biochar kulit batang sagu dengan jumlah sangat kecil.

Kandungan kandungan oksida ini sejalan dengan karakteristik biochar sebagai amelioran untuk memperbaiki sifat kimia dan kesuburan tanah Ultisol. Kandungan kalsium dan kalium yang tinggi membantu menaikkan pH tanah dan menyediakan hara penting (Hartemink & Barrow, 2023), sedangkan kandungan silika membantu memperbaiki struktur tanah (Schaller *et al.*, 2021).

Simpulan

Berdasarkan temuan penelitian potensi biochar limbah sagu sebagai amelioran tanah ultisol dapat diringkas dibawah ini:

1. Biochar dari ampas sagu dan kulit batang sagu memiliki kandungan oksida utama seperti SiO_2 , K_2O , CaO, dan Fe_2O_3 yang bermanfaat untuk memperbaiki sifat kimia dan kesuburan tanah Ultisol. Biochar ampas sagu lebih kaya SiO_2 (24%) dan K_2O (25,6%) yang berperan dalam penyerapan hara dan perbaikan struktur tanah, sementara biochar kulit batang sagu memiliki kandungan CaO (33,3%) dan MnO (5,93%) lebih tinggi yang efektif sebagai amelioran untuk memperbaiki pH tanah dan menyediakan unsur mikro penting.
2. Biochar kulit batang sagu lebih potensial untuk ameliorasi tanah asam, sedangkan biochar ampas sagu lebih cocok untuk mendukung perbaikan struktur tanah dan ketersediaan kalium bagi tanaman. Unsur logam jejak hanya ditemukan dalam jumlah sangat kecil dan hanya pada beberapa jenis biochar.

Daftar Pustaka

- de Faria, A. J. G., Rufini, M., do Amaral Leite, A., Ribeiro, B. T., Silva, S. H. G., Guilherme, L. R. G., & Melo, L. C. A. (2021). Elemental analysis of biochar-based fertilizers via portable X-ray fluorescence spectrometry. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101788.
- Fathi, N. K. M., Abdullah, S. M. A. A., Bukhori, M. F. M., Wahi, R., & Zailani, M. A. (2021). Physicochemical properties of sago bark biochar and its potential as plant growth media. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 25(4), 622-636.
- Hartemink, A. E., & Barrow, N. J. (2023). Soil pH-nutrient relationships: the diagram. *Plant and Soil*, 486(1), 209-215.
- Joseph, U. E., Toluwase, A. O., Kehinde, E. O., Omasan, E. E., Tolulope, A. Y., George, O. O.,... & Hongyan, W. (2020). Effect of biochar on soil structure and storage of soil organic carbon and nitrogen in the aggregate fractions of an Albic soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(1), 1-12.
- Kwoczynski, Z., & Čmelík, J. (2021). Characterization of biomass wastes and its possibility of agriculture utilization due to biochar production by torrefaction process. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124302.
- Latuponu, H., Shiddieq, D., Syukur, A., & Hanudin, E. (2012a). Kajian daya sangga biochar limbah sagu pada pelindian terhadap ketersediaan npk di tanah ultisol. *Buana Sains*, 12(2), 91-99.
- Latuponu, H., Shiddieq, D. J., Syukur, A., & Hanudin, E. (2012b). Pemanfaatan limbah sagu sebagai bahan aktif biochar untuk meningkatkan p tersedia dan

- pertumbuhan jagung di ultisol. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 12(2), 117568.
- Paramisparam, P., Ahmed, O. H., Omar, L., Johan, P. D., Hamidi, N. H., & Musah, A. A. (2023). Changes in Potassium Sorption and pH Buffering Capacity of Tropical Acid Soils Following Application of Charcoal and Sago Bark Ash. *Malaysian Journal of Soil Science*, 27.
- Pulunggono, H. B., Kartika, V. W., Nadalia, D., Nurazizah, L. L., & Zulfajrin, M. (2022). Evaluating the changes of Ultisol chemical properties and fertility characteristics due to animal manure amelioration. *Journal of Degraded & Mining Lands Management*, 9(3).
- Rosalina, F., & Febriadi, I. (2023). A Novel Ameliorant Biochar of Areca Nuts Skin and Sago Bark Waste for Increasing Soil Chemical Fertility. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 13(3).
- Tando, E., Nugroho, A., & Islami, T. (2017). Effect of sago waste, manure and straw biochar on peanut (*Arachis hypogaea* L.) growth and yield on an Ultisol of Southeast Sulawesi. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(2), 749.
- Sismiyanti, S., Hermansah, H., & Yulnafatmawita, Y. (2018). Klasifikasi beberapa sumber bahan organik dan optimalisasi pemanfaatannya sebagai biochar. *Jurnal Solum*, 15(1), 8-16.
- Schaller, J., Puppe, D., Kaczorek, D., Ellerbrock, R., & Sommer, M. (2021). Silicon cycling in soils revisited. *Plants*, 10(2), 295.
- Susanto, B., Tosuli, Y. T., Nami, H., Surjosatyo, A., Alandro, D., Nugroho, A. D., ... & Muflikhun, M. A. (2024). Characterization of sago tree parts from Sentani, Papua, Indonesia for biomass energy utilization. *Heliyon*, 10(1).
- Yeong, K. H., Liu, T., Tan, L. T., Chew, J. J., & Wang, Y. (2025). Study of the pyrolysis characteristics and soil amendment potential of palm mesocarp fiber, sago fiber coarse, and sago trunk bark in Malaysia. *Journal of Soils and Sediments*, 1-16.