



Karbonisasi Limbah Biomassa Ampas Sagu Sebagai Bahan Baku Bioenergi

(Carbonization of Sagu Waste Biomass Bio Energy Raw Material)

Rina Novia Yanti^{1*}, Yelmiza², Renny Purnawati³

¹Fakultas Pascasarjana Universitas Lancang Kuning

²Fakultas Kehutanan dan Sains Universitas Lancang Kuning

³Fakultas Kehutanan Universitas Papua

Jl. Yo Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru Riau

³Jalan Gunung Salju, Kelurahan Amban, Distrik Manokwari Barat, Manokwari, Papua Barat.

Email : rinafahatan@unilak.ac.id

Diterima: 07 Agustus 2025, Direvisi: 10 September 2025, Disetujui: 19 Desember 2025

DOI:

Abstract

One source of biomass raw material is the sago plant (*Metroroxylon* sp). Sago (*Metroroxylon* sp) is vegetation that can produce starch to be used as a food source. Until now, sago tree processing waste, especially sago dregs, has not been utilized optimally and only a small portion is used as feed, especially for ruminants. Apart from that, sago dregs are dumped in shelters or along river flows at sago processing locations which results in environmental pollution. Because sago bark waste is biomass waste, it can potentially be used as raw material for bioenergy such as biopellets, briquettes, charcoal. The aim of the research is to look at the physical and chemical characteristics of raw materials. The method used refers to the Indonesian National Standard 01-6235 of 2000. The results obtained from this research are the physical properties, namely water content 11.3%, ash content 4.3%, volatile matter content 2.4% and calorific value 6,430 cal. /gram. Meanwhile, the chemical properties analyzed by GCMS contained 18.93% hydrocarbon compounds. Phenol compounds 57.4 %, Benzene compounds 11.41 %

Key Words: Bio Energy, Hydrocarbon. Sagu Waste

Abstrak

Salah satu sumber bahan baku biomassa adalah tanaman sagu (*Metroroxylon* sp). Sagu (*Metroroxylon* sp) merupakan vegetasi yang dapat menghasilkan pati untuk dapat dijadikan sebagai sumber bahan pangan. Limbah dari pemrosesan pohon sagu, khususnya ampas sagu, belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya sebagian kecil digunakan sebagai pakan ruminansia. Selain itu, ampas sagu dibuang di tempat penampungan atau di sepanjang aliran sungai di lokasi pengolahan sagu, yang mencemari lingkungan. Limbah kulit batang sagu merupakan limbah biomassa maka dapat berpotensi sebagai bahan baku untuk bioenergi seperti biopellet, bio briket, arang. Tujuan penelitian adalah untuk melihat karakteristik sifat fisik dan kimia bahan baku. Metode yang digunakan mengacu pada Standar Nasional Indonesia 01-6235 tahun 2000. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sifat fisik yaitu kadar air 11,3 %, Kadar abu 4,3 %, kadar zat terbang 2,4 % dan nilai kalor 6.430 kal/gram. Sedangkan sifat kimia yang dianalisa dengan GCMS terdapat senyawa hidrokarbon sebesar 18,93 %. Senyawa phenol 57,4 %, senyawa Benzen 11,41 %

Kata kunci : Bioenergi, hidrokarbon, limbah sagu



I. PENDAHULUAN

Indonesia terus berupaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil melalui pengembangan bahan bakar nabati yang lebih ramah lingkungan. Langkah ini sejalan dengan Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi, yang menetapkan bahwa untuk menjamin ketahanan energi nasional, kontribusi energi baru dan terbarukan harus mencapai setidaknya 23% dari bauran energi nasional pada tahun 2025.

Pengembangan energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil saat ini banyak diarahkan pada pemanfaatan limbah biomassa. Biomassa tersebut memiliki variasi yang cukup luas, meliputi limbah kehutanan, pertanian, hingga perkebunan. Salah satu sumber biomassa yang potensial adalah tanaman sagu (*Metroroxylon sp*), yang dikenal sebagai penghasil pati yang dapat digunakan sebagai bahan pangan. Di Provinsi Riau, luas areal tanaman sagu tercatat mencapai 72.438 ha (BPS, 2022), dengan Kabupaten Kepulauan Meranti sebagai salah satu sentra produksinya.

Pesatnya perkembangan industri pengolahan pati sagu berdampak pada meningkatnya limbah sampingan yang dihasilkan. Ada tiga jenis limbah dihasilkan selama proses ekstraksi pati sagu: ampas, kulit batang sagu, dan limbah cair. Menurut Singhal et al. (2008), kulit batang dan ampas sagu masing-masing menyumbang 26% dan 14% dari bobot sagu keseluruhan.

Limbah hasil pengolahan pohon sagu, terutama ampasnya, sampai saat ini hanya sebagian kecil yang digunakan sebagai pakan ternak ruminansia dan belum digunakan sepenuhnya. Sebagian besar ampas tersebut dibuang ke tempat penampungan atau dialirkan ke sungai di sekitar lokasi pengolahan, yang pada akhirnya menimbulkan pencemaran, khususnya pada daerah aliran sungai. Sementara itu, limbah berupa kulit batang sagu memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi, seperti biopelet, biobriket, maupun arang. Sebelum

dimanfaatkan sebagai bahan baku bio energi yaitu dengan proses karbonisasi, penting untuk melakukan kajian mengenai sifat fisik dan kimia bahan baku. Menurut hasil penelitian Numberi *et al* (2023) ampas sagu mengandung sekitar 76,49% karbon dan nilai kalor LHV sebesar 15,166 MJ/Kg, sehingga berpotensi sebagai bahan baku bio briket.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah ampas sagu sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor pirolisis, timbangan analitik, cawan porselen, kawat, oven, tanur, alat pengujian nilai calor dan alat pengujian GCMS.

2.2 Metodologi Karbonisasi

Karbonisasi yang dilakukan dengan metode pirolisis. Metode pirolisis adalah pembakaran tanpa menggunakan oksigen dengan suhu pemanasan 250 °C – 500 °C selama 4-6 jam pembakaran. Karbonisasi ampas sagu menghasilkan bio char (arang) dan asap cair. Kondisi ampas tebu sebelum dilakukan pirolisis adalah kering udara dengan kadar air 12 %, untuk bahan baku dibutuhkan 2 kg untuk sekali running. Bio char yang diperoleh dilakukan analisis proksimik, meliputi :

1. Kadar Abu

Serbuk ditimbang gram, kadar karbon terikat, kadar zat terbang dan nilai kalor berdasarkan., kemudian dimasukan ke dalam cawan porselen yang telah ditetapkan bobotnya. Kemudian cawan dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 600 °C selama 6 jam. Setelah dingin cawan ditimbang sampei bobot tetap.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Bobot abu}}{\text{Bobot cawan kering oven}} \times 100\%$$



2. **Penetapan kadar air (*moisture content*)** di hihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Massa awal} - \text{massa setelah pemanasan}}{\text{Massa awal}} \times 100\%$$

3. **Penetapan kadar zat terbang (*volatile matter*)** dilakukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Massa awal} - \text{massa setelah pemanasan}}{\text{Massa awal}} \times 100\%$$

4. **Pengujian nilai kalor (*calorific value*).**

Pengukuran nilai kalor pada briket sebagai salah satu sumber bahan bakar dilakukan menggunakan *bomb calorimeter*. Nilai kalor dihitung berdasarkan proses yang ditetapkan oleh standar SNI 01-6235 (2000) dan dihitung dari jumlah kalor yang dihasilkan dari sampel yang dibakar dengan suplai oksigen di dalam alat tersebut.

5. Pengujian GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)

Pengujian senyawa kimia yang terdapat pada asap cair hasil pirosis menggunakan GC-MS merk Agilent sekaligus mengolah

luaran dari GS-MS yang dihubungnkan dengan computer dengan aplikasi Agilent. Jumlah sampel yang dibutuhkan untuk pengujian adalah 2 ml dalam kondisi sampel tertutup rapat bebas dari udara luar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Biochar Ampas Sagu

Setelah batang sagu diproses menjadi tepung sagu, limbahnya disebut ampas sagu. Limbah ampas sagu berupa ampas padat yang basah, sebelum dilakukan pirolisis, terlebih dahulu ampas sagu dikeringkan sampai kadar air 10 -12 %. Hasil pengujian kadar air yaitu 11,3 % lebih besar dari SNI. Penyebab tingginya kadar air disebabkan karena pada saat pirolisis dilakukan penyiraman dengan air agar ampas sagu setelah pirolisis tidak langsung semua menjadi abu. Sedangkan untuk nilai kadar abu, kadar zat terbang, nilai kalor memenuhi nilai SNI 1683-2021. Hasil penelitian Sari *et al.*, 2020 terhadap pengujian ampas tebu untuk bahan baku briket 7-8 %, kadar zat terbang 16% dan nialai kalor 6.200 kal/gr, menunjukkan bahan ampas sagu maupu ampas tebu sudah sesuai SNI untuk dijadikan bahan baku bio briket.

Tabel 1. Karaktarestik Sifat Fisik Carbon Ampas Sagu

No	Karakteristik	Nilai	SNI 1683-2021
1	Kadar Air (%)	11,3	$\geq 8 \leq 10$
2	Kadar Abu (%)	4,63	≥ 4
3	Kadar Zat Terbang (%)	2,4	10 - 17
4	Nilai Kalor (kal/gr	6430	6.000 - 6.500

3.2 Analisis GC-MS Asap Cair Ampas Sagu

Dari hasil GC-MS pada tabel 2 dapat dilihat pada asap cair ampas sagu baik proses pirolisis maupun destilasi terdapat senyawa fenol, turunan fenol, hidrokarbon, alkohol dan senyawa-senyawa lainnya. Manu *et al.*, (2009) menyatakan asap cair memiliki komponen kimia seperti alkohol,

asam karboksilat, fenol, turunan fenol, hidrokarbon, dan senyawa hidrogen.

**Tabel 2. Senyawa Hidrokarbon Pada Asap Cair Hasil Deteksi GC-MS**

No	Kandungan Senyawa	Pirolisis	Destilasi
1	3,5-Dimethoxy-4-hydroxytoluene	9,13	10,09
2	2-Propanone, 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-	3,83	0,30
3	1-methyl-3-phenyl-2,3-dihydro-1H-indene	1,53	4,96
4	Syringylacetone	4,44	-
Jumlah Senyawa Hidrokarbon		18,93	15,35

Tabel 2 dapat dilihat senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam asap cair ampas sagu memiliki 4 jenis senyawa, Sedangkan Pada perlakuan proses pirolisis dengan jumlah persentase senyawa 18,93 %, dan proses destilasi berjumlah 15,35 %.

Pada tabel 2 hasil deteksi GC-MS di atas senyawa phenol dan turunannya merupakan komponen senyawa yang mendominasi. Phenol merupakan senyawa paling kompleks dalam asap cair komersial, sedangkan furfural merupakan senyawa paling kompleks dalam asap cair pirolisis. Senyawa Phenol merupakan senyawa pembentuk aroma spesifik produk asap seperti bau terbakar, jenis phenol guaiacol, eugenol dan siringol (Wibowo, 2012).

Setelah dilakukan proses destilasi senyawa yang terdapat pada ampas sagu mengalami penurunan jumlah komposisinya dan bahkan ada beberapa senyawa yang sebelumnya ada pada proses pirolisis dan setelah dilakukan proses destilasi senyawa tersebut menghilang, seperti senyawa Benzaldehyde, 4-hydroxy-3,5-dimethoxy, Ethanone, 1-(4-hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl)-, dan Syringylacetone.

Proses destilasi menyebabkan jumlah senyawa yang terkandung dalam asap cair berkurang, hal tersebut sesuai dengan penelitian Reta dan Anggraini (2016) senyawa kimia yang berada pada kandungan

kimia yang berasal dari bahan baku yang digunakan serta suhu yang dihasilkan selama proses pirolisis memengaruhi asap cair. Hal tersebut menunjukkan proses destilasi berhasil menyaring beberapa senyawa yang terkandung dalam asap cair.

Dalam penelitian ini, komponen utama yang paling dominan pada asap cair, baik melalui proses pirolisis maupun destilasi adalah senyawa fenol beserta turunannya. Senyawa fenol dalam asap cair berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, fenol juga bekerja secara sinergis dengan senyawa asam dan karbonil sebagai antimikroba, sehingga mampu memperlambat proses pembusukan dan menjaga ketahanan produk yang diawetkan dengan pengasapan (Rinaldi *et al.*, 2015).

Senyawa hidrokarbon pada asap cair merupakan senyawa pembentuk bahan bakar pengganti bahan bakar minyak bumi. Menurut Zhang *et al.*, (2018) dan Bridgwater (2012), produk pirolisis cair terdiri dari dua fase: fase organik dan fase air. Fase organik dapat digunakan sebagai bahan bakar atau bahan kimia, tetapi karena fase air mengandung senyawa seperti asam asetat, hidroksiaseton, dan fenol, itu tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar. Sementara itu, menurut Basu (2013), pirolisis biomassa menghasilkan tiga jenis produk: padatan yang terbuat dari arang; cairan yang terbuat dari senyawa hidrokarbon dan air; dan gas yang terdiri dari CO₂, H₂, CO, C₂H₂, C₆H₆, dan senyawa lainnya. Senyawa hidrokarbon dari produk



pirolisis asap cair ampas sagu akan memungkinkan menjadi bahan bakar apabila dilakukan pemutusan rantai karbon dengan

bantuan katalis, katalis yang menggunakan arang aktif untuk mengisi logam Nikel (Yanti, *et al.*, 2019).

Tabel 3. Senyawa Phenol dan Turunannya Pada Asap Cair Hasil Deteksi GC-MS

No	Kandungan Senyawa	Pirolisis	Destilasi
1	Phenol, 2-methoxy-	22,11	14,64
2	Phenol, 2,6-dimethoxy-	19,84	17,04
3	Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propeny 1)-	0,82	0,88
4	2,6-dimethoxy-4-propyl-phenol	-	1,19
5	Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-	-	0,56
6	Creosol	14,78	20,43
Jumlah Senyawa Phenol		57,55	54,74

Pada tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa senyawa fenol dan turunannya yang terdapat pada asap cair ampas sagu berjumlah 6 senyawa. Pada proses pirolisis ampas sagu senyawa phenol dan turunan

yang terkandung berjumlah 57,55 % dan setelah dilakukan destilasi berjumlah 54,74 %.

Tabel 4. Senyawa Benzen Pada Asap Cair Hasil Deteksi GC-MS

No	Kandungan Senyawa	Pirolisis	Destilasi
1	1,2-Benzenediol, 3-methoxy-	-	-
2	Benzeneethanol, 2-methoxy-	8,59	6,08
3	Benzene, 2-fluoro-1,3,5-trimethyl-	-	-
4	Benzene, 1,2,5-trimethoxy-3-methyl	-	-
5	Benzenepropanol, 4-hydroxy-3-methoxy-	1,43	-
6	Benzaldehyde, 4-hydroxy-3,5-dimethoxy	1,39	-
7	Benzene, 1,2,3-trimethoxy-5-methyl	-	0,37
8	4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde	-	-
Jumlah Senyawa Benzena		11,41	6,45

Pada hasil tabel 4 dapat dilihat bahwa senyawa benzena yang terkandung dalam asap cair ampas sagu memiliki 8 jenis senyawa benzena. Masing-masing perlakuan memiliki jumlah persentase area yang berbeda, pada proses pirolisis jumlah persentase area yang didapat yaitu 11,41 %, pada proses destilasi berjumlah 6,45 %.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sifat fisik yang terdiri dari kadar air 11,3 %, Kadar abu 4,3 %, kadar zat terbang 2,4 % dan nilai kalor 6.430 kal/gram, semua . Sedangkan sifat kimia yang dianalisa dengan GCMS terdapat senyawa hidrokarbon sebesar 18,93 %. Senyawa phenol 57,4 %, senyawa Benzen 11,41 % . Hasil pirolisis ampas tebu berpotensi



sebagai bahan buku bio pellet, briket dan bahan alternatif pengganti minyak bumi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lancang Kuning yang telah membantu pendanaan peneltian ini, sehingga dapat selesai dengan baik luaran penelitian artikel ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeni, D.S.A., Aziz, S.A., Bujang, K., Hassan, M.A. 2010. Bioconversion of Sago Residue into Value Added Product. *African journal of Biotechnology*. 9 (14). 2016-2021
- Awg-Adeni, D. S., Bujang, K. B., Hassan, M. A., & Abd-Aziz, S. (2013). Recovery of glucose from residual starch of sago hampas for bioethanol production. *BioMed Research International*, 2013, 935852.
- Bintoro, H. M. H., Purwanto, H. M. Y. J., & Amarillis, S. (2010). *Sagu di Lahan Gambut*. Bogor: IPB Press.
- Bintoro MH, Ahmad F, Nurulhaq MI, Fathnoer V, Alamoko RP, Mulyanto MR, Pratama AJ. 2016. Pengembangan sago di indonesia. Bogor (ID): IPB Press. 59 hlm.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Kabupaten Kepulauan Meranti Dalam Angka 2022. Selat Panjang (ID). Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Meranti.
- Carrier M, Loppinet-Serani A, Denux D, Lasnier JM, Ham-Pichavant F, Cansell F, Aymonier C. 2011. Thermogravimetric analysis as a new method to determine the lignocellulosic composition of biomass. *Biomass Bioener* 35 (1): 298-307. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.08.067.
- Chiaramonti, D., Matteo, P., Buffi., Rizzo, M., & Maria, A. (2017). Review and experimental study on pyrolysis and hydrothermal liquefaction of microalgae for Biofuel Production. *Applied Energy*. 185: 963-972. Doi 10.1016/j.apenergy.2015.12.001.
- Kiat LJ. 2006. Preparation and Characterization of Carboxymethyl Sago Waste and Hydrogel.[tesis]. Malaysia : Uni versiti Putra Malaysia
- Konuma, H. (2018). Status and Outlook of Global Food Security and the Role of Underutilized Food Resources: Sago Palm. In H. Ehara, Y. Toyoda, & D. V.Johnson (Eds), *Sago Palm: Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Livelihoods* (pp. 3–16). Singapore: Springer Singapore.
- Limbongan J, Hanafiah A, M Ngobe. 2005. *Pengembangan Sagu Papua*. Papua: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua.
- Nascimento MS, Santana ALBD, Maranhão CA, Oliveira LS, Bieber L. 2013. Phenolic Extractives and Natural Resistance of Wood. In: Chamy R, Rosenkranz F (eds.). *Biodegradation-Life of Science*. IntechOpen, London. DOI: 10.5772/56358.
- Pei-Lang, A. T., Mohamed, A. M. D., & Karim, A. A. (2006). Sago starch and composition of associated components in palms of different growth stages. *Carbohydrate Polymers*, 63, 283–286.
- Park SY, Kim JC, Kim JH, Yang SY, Kwon O, Yeo H, Cho KC, Choi IG. 2017. Possibility of wood classification in Korean softwood species using near-infrared spectroscopy based on their chemical compositions. *J Korean Wood Sci Technol*. 45 (2): 202-212. DOI: 10.5658/WOOD.2017.45.2.202
- Reta, K. B., & Anggraini, S. P. A. (2016). Making liquid smoke from coconut shell, corn cob, and bamboo using slow pyrolysis process. *Jurnal Reka Buana*, 1(1), 57– 64.
- Sari K, Anisyah, Lumban P, Poruan, Arif A. 2024. Variasi Tempurung Kelapa, Sekam Padi, dan Ampas Tebu Sebagai



- Bahan Pembuat Briket. Jurnal ILMU DASAR, Vol. 25(1): 1-6.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2021. SNI 1683-2021: Arang Aktif Teknis. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional
- Sharma RK, Wooten JB, Vicki L, Baliga VL, Lin X, Chan WG, Hajaligol MR. 2004. Characterization of chars from pyrolysis of lignin. Fuel 83: 1469-1482. DOI: 10.1016/j.fuel.2003.11.015.
- Shmulsky R, Jones PD, Lilley K. 2011. Forest Products and Wood Science An Introduction Sixth Edition A John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK.
- Singhal, R. S., Kennedy, J. F., Gopalakrishnan, S. M., Kaczmarek, A., Knill, C. J., & Akmar, P. F. (2008). Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products. *Carbohydrate Polymers*, 72, 1–20.
- Wibowo, S. (2012). Characteristic of smoke liquid from Nyamplung shell. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(3), 218–227.
- Yanti, RN, Hambali E, Pari G, Suryani A. 2019. Konversi Limbah Padat Kelapa Sawit Menjadi Bio Oil Menggunakan Proses Hidrotermal Pirolisis Dan *Catalytic Cracking Hydrodeoxygenation*. Disertasi. IPB University.