

Potensi Daun Serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai Sumber Karbon untuk Material Maju

Syilla Nurvidayah¹, Umar Kalmar Nizar*²

^{1,2}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia, 25131

*umar_kn@fmipa.unp.ac.id

Abstract— The purpose of this study was to determine the optimal carbonization temperature of lemongrass leaves to obtain an environmentally-friendly, economical and quality product that could potentially be a carbon source for advanced materials. Lemongrass leaf carbon is synthesized by the carbonization process. The method in the formation of lemongrass leaf carbon is calcination using a furnace at a temperature variation of 250°C, 300°C and 350°C for 1 hour. Carbon will be tested for ash content, vapour content, and bound carbon content. The obtained carbon quality was compared to SNI 06-3730-1995. In conclusion, the optimal carbonization temperature is 250°C with an ash content of 18.99%, a vapour content of 2.91% and a bound carbon content of 78.10%.

Keywords —advanced material, carbonization, lemongrass, SNI 06-3730-1995

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industry berbasis energi ditambah dengan pemanfaatan dan penyimpanan karbon telah diakui efektif untuk mengurangi ketergantungan berlebihan pada energi fosil dan memungkinkan menuju sirkular dan ekonomi rendah karbon dengan menggunakan bahan baku dan limbah terbarukan diproduksi energi dan material. Pergeseran dari energy fosil ke energy terbarukan dan sumber energy lainnya dapat secara signifikan mengurangi emisi karbon, bahan bakar fosil diperkirakan masih akan tetap dominan selama beberapa dekade mendatang [1]

Material maju didefinisikan sebagai material (baik yang baru maupun yang berasal dari modifikasi material yang sudah ada) yang secara khusus dirancang untuk memiliki sifat teknis baru atau lebih baik (structural atau fungsional) atau fitur lingkungan dibandingkan dengan material secara tradisional digunakan untuk melakukan fungsi yang sama. Material maju sebenarnya merupakan teknologi pendukung utama untuk sejumlah teknologi lain dan memiliki peran kunci dalam mengatasi tantangan besar masyarakat sosioekonomi dalam meningkatkan sumber daya. Salah satu material maju yaitu karbon yang berasal dari limbah organik [2].

Karbon aktif telah terbukti menjadi adsorben yang efektif untuk menghilangkan berbagai macam polutan organik dan anorganik, polar dan senyawa non-polar dalam fase air atau dari lingkungan gas [3] karbon aktif memiliki luas permukaan berpori yang besar, struktur dan permukaan pori dapat disesuaikan kimia, termotabilitas yang baik pada suhu tinggi di atmosfer inert atau reduksi, reaktivitas asam-basa rendah dan menerima banyak perhatian karena kemampuannya yang unggul dan efisien dalam pengendalian polusi udara, pemulihan pelarut, pemrosesan makanan, pengolahan air

limbah (misalnya logam berat, deterjen, pewarna, herbisida, peptisida dan hidrokarbon poliaromatik), pemulihan logam, katalisis, bahan elektroda untuk superkapator, matriks berpori untuk menjadi pusat zat aktif untuk katoda, serta meningkatkan bau dan rasa[4].

Karbon aktif merupakan bahan berpori dengan kandungan 85-95% karbon. Karbon dihasilkan dari bahan pada pemanasan suhu tinggi. Karbon aktif dapat dihasilkan dari limbah pertanian, biomassa kayu, batu bara, gambut, sekam padi, serbuk kayu, kulit kacang pistachio, tempurung kelapa, sorgum biji-bijian, lignit, daun serai dan tulang binatang [5]. Karbon aktif pada penelitian ini berasal dari daun serai.

Daun serai tergolong limbah organik yang tidak dimanfaatkan. Daun serai mengandung hemiselulosa, lignoselulosa, selulosa, flavonoid, terpenoid, dan minyak atsiri yang dapat digunakan sebagai sumber karbon [6].

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan daun serai. Daun serai dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menghilangkan pewarna dari air limbah[7] biosorben berbasis selulosa dari daun serai dikombinasikan dengan selulosa asetat untuk adsorpsi kristal violet[8] dan adsorben untuk pewarna sintesis [9]. Namun, belum ditemukan informasi proksimat karbon daun serai. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilaporkan potensi daun serai sebagai sumber karbon yang dapat digunakan sebagai material maju.

Persyaratan mutu karbon menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

TABEL 1.
PERSYARATAN MUTU KARBON AKTIF BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI 06-3730-1995)

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar abu	Max.25%
Kadar uap	Max.10%
Karbon terikat	Max.65%

Pada penelitian ini daun serai dikarbonisasi pada variasi suhu 250°C, 300°C dan 350°C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan suhu karbonisasi yang optimal, untuk mendapatkan yang lebih ekonomis, ramah lingkungan dan berkualitas.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah furnace, cawan penguap, desikator, kurs porselen mortal dan alu serta aluminium foil. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun serai yang diperoleh dari kelurahan bungo pasang, kota padang.

B. Preparasi karbonisasi daun serai

Preparasi karbon daun serai pada prosedur karbonisasi. Daun serai yang diperoleh dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam sampel. Sampel yang sudah kering kemudian dioven pada suhu 110°C sampai berat konstan. Sampel kemudian dikalsinasi pada variasi suhu 250 °C, 300 °C dan 350 °C. karbon yang di hasilkan dari tahap karbonisasi dihaluskan dengan mortal dan alu. Kemudian dilakukan uji karakterisasi yaitu uji kadar abu, kadar uap dan kandungan karbon terikat.

TABEL 2.
PREPARASI KARBONISASI DAUN SERAI

No.	Sampel	Kode Sampel
1.	Daun Serai	Ds
2.	KarbonDaun Serai 250°C	KDS 250
3.	KarbonDaun serai 300°C	KDS 300
4.	KarbonDaun Serai 350°C	KDS 350
5.	Karbon Daun Serai 400°C	KDS 400
6.	Karbon Daun Serai 450°C	KDS 450

C. Karakterisasi sampel

karbon yang diperoleh diuji dengan parameter sebagai berikut:

1. Analisis kadar abu

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan menimbang kurs porselen kosong dan catat hasilnya. Selanjutnya memasukkan 2-3 gram sampel kedalam kurs porselen kosong lalu ditimbang. Kemudian sampel dipanaskan dalam furnace (800-900 °C) selama 2 jam. Sampel didinginkan dalam desikator kemudian timbang dan catat hasilnya.

$$\text{Kadar Abu, \%} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

Dimana:

W_1 = sisa pijar

W_2 = bobot contoh

2. Analisis kadar uap

Pengukuran kadar uap dilakukan dengan menimbang kurs porselen kosong dan catat hasilnya, selanjutnya memasukkan 1-2 gram sampel kedalam kurs porselen kosong lalu ditimbang. Kemudian sampel dipanaskan sampai suhu 950°C, didinginkan dalam desikator kemudian timbang dan catat hasilnya.

$$\text{Kadar Uap, \%} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Dimana:

W_1 = berat awal

W_2 = berat setelah furnace

3. Analisis Karbon Terikat

Kandungan karbon terikat karbon aktif diperoleh dari hasil reduksi bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (kadar uap) dan kadar abu

$$\text{Karbon Terikat} = 100\% - (A+B)$$

Dimana:

A = Kadar abu (%)

B = Kadar uap (%)

III. HASIL PENELITIAN

A. Karbon daun serai

Daun serai disintesis menjadi karbon melalui proses karbonisasi. Daun serai dikeringkan dibawah sinar matahari, kemudian dioven untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat dalam sampel. Sampel tersebut kemudian di furnace pada suhu 250°C, 300°C, 350°C, 400°C dan 450°C hingga terbentuk karbon daun serai.



Gambar 1 Daun Serai

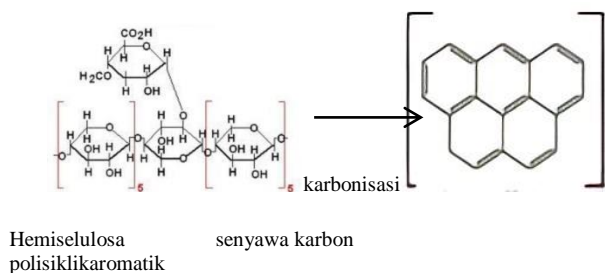
Daun serai mengandung hemiselulosa tinggi 58% dari komposisi asli sehingga berpotensi sebagai sumber karbon. Gambar dibawah menunjukkan bentuk daun serai

setelah dikarbonisasi pada suhu 250°C, 300°C, 350°C, 400°C dan 450°C. Proses karbonisasi bertujuan untuk menguraikan senyawa-senyawa hidrokarbon seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin menjadi karbon murni dan menghasilkan butiran yang memiliki daya serap tinggi [10]



Gambar 2 karbon daun serai

Gambar 2 menunjukkan hasil karbonisasi daun serai. Berdasarkan gambar diatas hasil kerbonisasi pada suhu 250°C, 300°C dan 350°C menghasilkan karbon yang tidak terbakar sempurna. Sedangkan pada suhu karbonisasi 400°C dan 450°C terbentuk karbon yang terbakar sempurna sehingga tidak dapat dijadikan sebagai karbon untuk material maju. Karbon daun serai yang dihasilkan dari tahap karbonisasi membentuk senyawa karbon polisiklik aromatic seperti gambar dibawah ini.



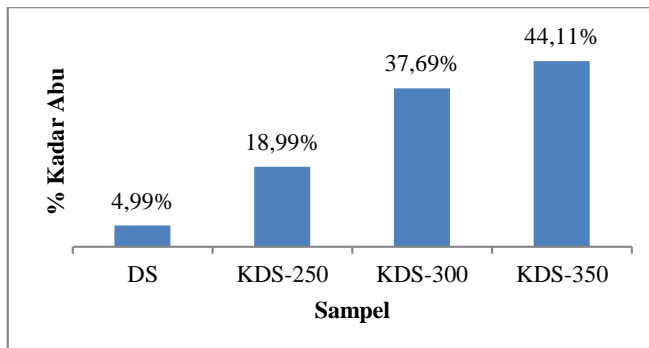
Gambar 3 Mekanisme Karbonisasi Daun Serai

B. Variasi Suhu Karbonisasi

Tahap karbonisasi merupakan proses mengubah daun serai menjadi karbon daun serai. Sampel daun serai dikalsinasi dengan furnace pada variasi suhu 250°C, 300°C, dan 350°C selama 1 jam, kemudian dilakukan pengujian: kadar abu, kadar uap dan kandungan karbon terikat.

1. Analisis Kadar abu

Analisis kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam yang masih ada dalam karbon setelah proses karbonisasi.



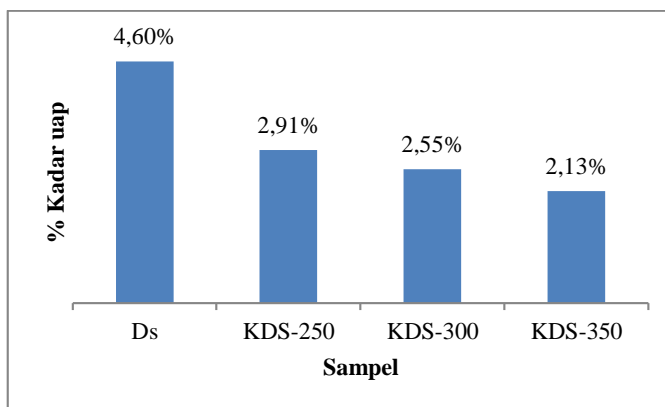
Gambar 4 Analisis Kadar Abu Daun Serai dan Karbon Daun Serai

Gambar 4 menunjukkan bahwa daun serai memiliki kadar abu terendah sebesar 4,99%, kemudian pada suhu karbonisasi 250°C, 300°C dan 350°C kadar abu meningkat. Kadar abu tertinggi pada suhu karbonisasi 350°C sebesar 44,11%. Pada gambar menunjukkan semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar abu semakin tinggi.

Peningkatan jumlah oksida logam menyebabkan kadar abu pada karbon aktif meningkat, terutama dengan kenaikan suhu. Peningkatan kadar abu juga dapat disebabkan oleh pembentukan garam mineral selama proses karbonisasi [11]. Kelebihan kadar abu dapat menyebabkan tersumbatnya pori-pori pada karbon sehingga luas permukaan berkurang. Tingginya kadar abu disebabkan hilangnya bahan organik dari sampel akibat proses mineralisasi [12].

2. Analisis Kadar Uap

Analisis kadar uap bertujuan untuk zat atau senyawa yang belum menguap setelah karbonisasi.

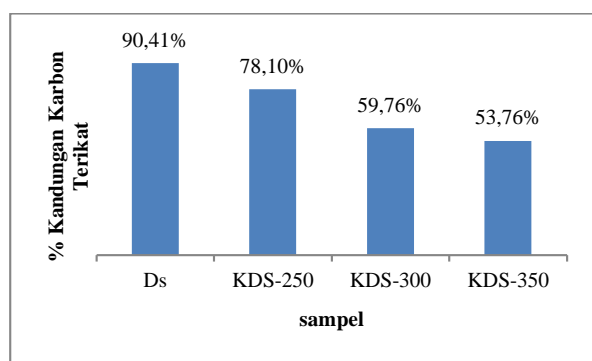


Gambar 5 Analisis kadar uap daun serai dan karbon daun serai

Gambar 5 menunjukkan daun serai memiliki kadar uap tertinggi sebesar 4,60%, kemudian pada suhu karbonisasi 250°C, 300°C dan 350°C kadar uap menurun. Kadar uap suhu karbonisasi 250°C sebesar 2,91%, kemudian menurun seiring kenaikan suhu karbonisasi. Kadar uap pada suhu karbonisasi 300°C dan 350°C sebesar 2,55% dan 2,13%. Pada gambar menunjukkan kadar uap berbanding terbalik dengan kadar abu. Semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar uap sampel menurun.

3. Analisis kandungan karbon terikat

Penentuan kandungan karbon terikat bertujuan untuk mengetahui jumlah atau nilai karbon murni yang terkandung dalam karbon aktif[13].



Gambar 6 Analisis kandungan karbon terikat daun serai dan karbon daun serai

Gambar 6 menunjukkan daun serai memiliki kandungan karbon terikat tertinggi sebesar 90,41%, kemudian seiring kenaikan suhu kandungan karbon terikat sampel menurun. Kandungan karbon terikat pada suhu karbonisasi 250°C, 300°C dan 350°C sebesar 78,10%, 59,76% dan 53,76%. Semakin tinggi suhu karbonisasi. Semakin rendah kandungan karbon terikat yang dihasilkan. Kandungan karbon terikat dipengaruhi oleh kandungan selulosadan lignin yang dapat diubah menjadi atom karbon. Penurunan kandungan karbon terikat disebabkan oleh rusaknya struktur karbon aktif dengan suhu tinggi atau pembakaran karbon [10]

Berdasarkan uji kadar abu, kadar uap dan kandungan karbon terikat sebelum dan sesudah karbonisasi pada suhu 250°C, 300°C dan 350°C, dapat disimpulkan bahwa suhu karbonisasi yang optimal adalah 250°C dengan kadar abu 18,99%, kadar uap 2,91% dan kandungan karbon terikat 78,10%.

IV. KESIMPULAN

Karbon dapat disintesis dari limbah biomassa daun serai melalui variasi suhu karbonisasi 250°C, 300°C dan 350°C selama 1 jam. Suhu karbonisasi berpengaruh terhadap analisis kadar abu, kadar uap dan kandungan karbon terikat. Semakin

tinggi suhu maka kadar abu semakin meningkat sedang kadar uap dan kandungan karbon terikat menurun.

Karbon daun serai memenuhi syarat mutu karbon berdasarkan SNI 06-3730-1995. Suhu karbonisasi yang optimal adalah 250°C dengan kadar abu 18,99%, kadar uap 2,91% dan kandungan karbon terikat 78,10%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Umar Kalmar Nizar sebagai dosen pembimbing didalam pembuatan riset ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih untuk Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas sarana dan dukungannya.

REFERENSI

- [1] M. Li, X. Liu, C. Sun, L. Stevens, and H. Liu, "Synthesis and characterization of advanced bio-carbon materials from Kraft lignin with enhanced CO₂ capture properties," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 10, no. 3, p. 107471, 2022, doi: 10.1016/j.jece.2022.107471.
- [2] M. Casini, "Sustainability of Advanced Materials in Construction," *Encycl. Renew. Sustain. Mater.*, pp. 221–231, 2020, doi: 10.1016/b978-0-12-803581-8.10724-6.
- [3] J. Kařomierczak, P. Nowicki, and R. Pietrzak, "Sorption properties of activated carbons obtained from corn cobs by chemical and physical activation," *Adsorption*, vol. 19, no. 2–4, pp. 273–281, 2013, doi: 10.1007/s10450-012-9450-y.
- [4] W. Ao *et al.*, "Microwave assisted preparation of activated carbon from biomass: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 92, no. July 2017, pp. 958–979, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.04.051.
- [5] T. Tay, S. Ucar, and S. Karagöz, "Preparation and characterization of activated carbon from waste biomass," *J. Hazard. Mater.*, vol. 165, no. 1–3, pp. 481–485, 2009, doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.10.011.
- [6] R. Cantoia Júnior *et al.*, "Lemongrass essential oil in sugarcane silage: Fermentative profile, losses, chemical composition, and aerobic stability," *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 260, no. December, 2020, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114371.
- [7] M. A. Ahmad, N. B. Ahmed, K. A. Adegoke, and O. S. Bello, "Sorption studies of methyl red dye removal using lemon grass (*Cymbopogon citratus*)," *Chem. Data Collect.*, vol. 22, p. 100249, 2019, doi: 10.1016/j.cdc.2019.100249.
- [8] K. N. A. Putri, A. Keereerak, and W. Chinpa, "Novel cellulose-based biosorbent from lemongrass leaf combined with cellulose acetate for adsorption of crystal violet," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 156, pp. 762–772, 2020, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.04.100.
- [9] M. A. Ahmad, N. Adilah Ahmed, K. Adesina Adegoke, and O. S. Bello, "Trapping synthetic dye molecules using modified lemon grass adsorbent," *J. Dispers. Sci. Technol.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1080/01932691.2020.1844016.
- [10] S. Maulina and M. Iriansyah, "Characteristics of activated carbon resulted from pyrolysis of the oil palm fronds powder," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 309, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/309/1/012072.
- [11] S. Mopoung, P. Moonsri, W. Palas, and S. Khumpai, "Characterization and Properties of Activated Carbon Prepared from Tamarind Seeds by KOH Activation for Fe(III) Adsorption from Aqueous Solution," *Sci. World J.*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/415961.
- [12] S. Nurzakiah, F. Agus, and H. Syahbuddin, "Ameliorant Application on Variation of Carbon Stock and Ash Content on Peatland South Kalimantan," *J. Trop. Soils*, vol. 18, no. 1, p. 11, 2013, doi: 10.5400/jts.2013.v18i1.11-16.
- [13] K. Wu *et al.*, "Large and porous carbon sheets derived from water hyacinth for high-performance supercapacitors," *RSC Adv.*, vol. 6, no. 36, pp. 29996–30003, 2016, doi: 10.1039/c5ra25098f.