

UJI KUALITAS SINTESIS KARBON AKTIF DARI PELEPAH AREN TERAKTIVASI ASAM FOSFAT

Neneng Purnamawati^{1*}, Novrianti¹, Ayyi Husbani¹, Richa Melysa¹, Nur Mashitta¹

¹Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

*Corresponding author.

*Email: nenengpurnamawati@eng.uir.ac.id

Abstrak

Pelepah aren yang banyak mengandung selulosa merupakan suatu potensi untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Terdapat tiga tahapan dalam pembuatan karbon aktif pelepah aren, yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi, dan proses aktivasi dengan menggunakan aktivator asam fosfat (H_3PO_4) dengan konsentrasi 1M dengan suhu 450°C dan 600°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas karbon aktif pelepah aren terhadap suhu karbonisasi. Pengujian yang dilakukan meliputi uji rendemen, uji kadar air, uji kadar abu dan uji daya serap iodin. Hasil dari pengujian kualitas karbon aktif tersebut didapatkan kondisi optimal pada suhu 450°C dengan hasil rendeman yaitu 22,189%, kadar air yaitu 2,562%, kadar abu total 5,86% dan daya serap iodin 81,423 mg/g.

Kata kunci : karbon aktif, pelepah aren, asam fosfat

Abstract

Palm fronds which contain a lot of cellulose have the potential to be used as active carbon. There are three stages in making activated carbon from sugar palm fronds, namely the dehydration process, carbonization process, and activation process using phosphoric acid activator (H_3PO_4) with a concentration of 1M at temperatures of 450°C and 600°C. The aim of this research is to determine the effect of carbonization temperature on the quality of activated carbon from sugar palm fronds. The activated carbon quality tests carried out include yield tests, water content tests, ash content tests and iodine absorption tests. The results of testing the quality of activated carbon showed that optimal conditions were at a temperature of 450°C with a yield of 22.189%, a water content of 2.562%, a total ash content of 5.86% and an iodine absorption capacity of 81.423 mg/g.

Keywords : Active Carbon, Palm Frond, phospat acid

Pendahuluan

Tanaman aren atau dikenal juga sebagai *Arenga Pinnata* merupakan salah satu jenis tanaman palma dari suku *Arecaceae*. Salah bagian dari tanaman aren yang jarang dimanfaatkan adalah pelepah aren. Dari hasil pengujian (Putri, 2020) didapatkan pelepah aren mengandung senyawa kimia diantaranya Lignin (18,9%), Selulosa (66,5%) dan Hemiselulosa (81,2%) menyebabkan pelepah aren dapat dijadikan karbon aktif. Kandungan lignin bisa dijadikan komponen utama dalam pembentukan karbon karena

lignin yang direaksikan dengan asam asetat dapat dijadikan serat arang dan serat arang aktif dan kandungan karbon di dalam lignin dapat mencapai 60-65% (Pari et al., 2006). Selulosa dapat dijadikan sebagai adsorben, semakin tinggi kemurnian selulosa, maka akan semakin baik proses adsorpsinya. Karena adsorpsi berperan sebagai gugus -OH yang terdapat pada struktur selulosa akan terikat dan berinteraksi dengan adsorbat (Aini, 2021). Peristiwa adsorpsi merupakan proses penyerapan atau pemisahan dari larutan terjadi karena adanya perbedaan antar molekul yang membuat molekul saling terikat lebih kuat pada permukaan molekul lainnya.

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung karbon melalui beberapa tahapan proses sehingga memiliki sifat khusus dan permukaan yang aktif pada penggunaannya. Rata-rata luas permukaan karbon aktif adalah 300-2000 m²/gr. Dimana luas permukaan ini karbon aktif memiliki struktur pori-pori yang menyebabkan karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap. Proses penyerapan tersebut dapat terjadi karena adanya gaya tarik menarik antar ion atau molekul antara dua fasa, dan dengan melewati proses oksidasi bisa menghilangkan bahan yang telah terlarut dengan mengubah sifat permukaan partikel. (Yulianti, 2016).

Tahapan pembuatan karbon aktif meliputi proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi. Proses dehidrasi merupakan proses penjemuran maupun pengovenan yang bertujuan untuk menghilangkan air yang terkandung pada karbon. Proses karbonisasi merupakan pembakaran dengan jumlah oksigen yang terbatas dan berlangsung pada suhu 300°C sampai 900°C. Pada proses karbonisasi terjadi penguraian bahan organik menjadi hidrokarbon, *metanol*, *tar* serta uap asam asetat. Sedangkan proses aktivasi yang terdiri atas dua jenis aktivasi yaitu aktivasi fisika dan kimia. Proses aktivasi bertujuan untuk pembukaan pori-pori baru dan pengembangan pori-pori yang sudah ada sehingga terjadi peningkatan luas permukaan pori-pori pada karbon aktif. (Dwityaningsih et.al, 2023).

Kontak uap air maupun gas CO₂ dengan karbon aktif merupakan proses aktivasi fisika. Sedangkan aktivasi kimia dilakukan dengan menambahkan larutan kimia sebagai aktivator. Jenis aktivator yang dapat digunakan bisa berupa asam maupun basa, seperti H₃PO₄, NaOH, KOH, H₂SO₄ (Novananda, 2020). Pemilihan aktivator dalam pembuatan karbon aktif perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan setiap pelarut kimia memiliki tingkat

penyerapan yang berbeda-beda. Menurut Ayu Febri (2021) aktivator H_3PO_4 mempunyai komposisi senyawa oksida lebih tinggi sehingga bisa memperluas permukaan penyerapan dibandingkan dari pada aktivator lain.

Pada penelitian dilakukan oleh (Esterlita, 2015) dengan membandingkan aktivator yang bersifat asam seperti $ZnCl_2$ dan H_3PO_4 lebih baik dibandingkan aktivator yang bersifat basa seperti KOH pada pelepah aren. Dari hasil pengujian didapatkan aktivator untuk pelepah aren yang cocok adalah H_3PO_4 . Hal ini dikarenakan lignoselulosa mengandung oksigen yang tinggi dan aktivator bersifat asam dapat bereaksi dengan oksigen, sedangkan aktivator KOH lebih dapat bereaksi dengan karbon.

Metode

Penelitian ini menggunakan alat-alat yaitu erlenmeyer, batang pengaduk, labu ukur, gelas beker, corong, *furnace type muffle furnace*, desikator, timbangan analitik, pengaduk magnetik, seperangkat alat titrasi, dan oven *Memmert UN 30*. Sementara bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Pelepah Aren, H_3PO_4 1 M, larutan amilum 1%, larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N, air suling, larutan iodium 0,1 N, dan HCl 0,5 N.

Proses Karbonisasi

Pelepah aren dicuci bersih, kemudian dipotong-potong menjadi ukuran kecil. Selanjutnya mengeringkan pelepah aren menggunakan pemanas (oven) pada suhu $105^\circ C$ selama 1 jam untuk mengurangi jumlah air yang terkandung dalam pelepah air sampai berat pelepah aren konstan. Setelah kering, pelepah aren di karbonisasi pada suhu $450^\circ C$ dan $600^\circ C$ selama 1 jam menggunakan *furnace*. Pemilihan suhu $450^\circ C$ dan $600^\circ C$ karena proses karbonisasi tanpa menggunakan uap panas atau gas karbondioksida terbaik adalah pada suhu $400^\circ C$ - $600^\circ C$. Selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ukuran 300 mesh agar mendapatkan karbon berbentuk serbuk. (Esterlita, 2015).

Proses Aktivasi

Karbon diaktivasi dengan cara merendam sampel menggunakan H_3PO_4 1 M lalu lakukan pengadukkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit. Setelah di aktivasi karbon

disaring, lalu dicuci dengan menggunakan aquadest sampai mencapai pH 7, lalu didiamkan selama 24 jam. Karbon aktif ini dikeringkan menggunakan oven bersuhu 105 °C selama 120 menit. (Esterlita, 2015).

Karakterisasi karbon aktif pelepah aren

Untuk mengetahui kualitas dari karbon aktif, maka dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai rendemen, kadar air, dan daya serap terhadap iodin sebagai berikut:

a. Rendemen (ASTM, 1971 dan SNI, 1995)

Pelepah aren yang sudah melewati proses dehidrasi untuk mengurangi air selanjutnya dimasukkan ke dalam krusibel tertutup dan ditimbang dan dilakukan proses karbonisasi menggunakan furnace selama 1 jam dan timbang kembali. Rendemen dilakukan untuk menghitung presentase jumlah pada karbon aktif dari bahan awal hingga melalui proses aktivasi dan karbonisasi.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat karbon aktif}}{\text{berat bahan}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

b. Kadar air (SNI No. 06-3730-1995)

Melakukan penimbangan krusibel untuk mengetahui berat kosong krus. Menambahkan sebanyak 1 gram sampel ke dalam krus kosong. Krus yang berisi sampel dipanaskan selama 3 jam pada suhu 115°C, setelah itu krus dimasukkan dalam desikator. Melakukan penimbangan krus setelah krus mempunyai suhu kamar. Ulangi kembali proses pemanasan dengan suhu dan waktu yang sama sehingga didapatkan berat yang konstan.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Penyusutan Bahan}}{\text{massa sampel}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

c. Kadar Abu Total (SNI No. 06-3730-1995)

Menimbang krus kosong untuk mengetahui berat krus awal. Menambahkan 2 gram karbon teraktivasi ke dalam krus kosong. Memanaskan krus yang berisi sampel karbon

teraktivasi menggunakan *furnace* dengan temperatur 800°C dalam waktu 2 jam sehingga sampel membentuk abu. Kemudian dinginkan sampel selama 15 menit dalam desikator, kemudian ditimbang. Melakukan pengulangan pemanasan hingga beratnya tetap.

$$Kadar\ Abu\ Total\ (\%) = \frac{Penyusutan\ Bahan}{massa\ sampel} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

d. Daya serap iodium (SNI No. 06-3730-1995)

1. Pembakuan Na₂S₂O₃

Larutan KIO₃ sebanyak 1,5 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu tambahkan 2,5 ml larutan KI 10% dan 2 tetes H₂SO₄ 10%. Selanjutnya titrasi Iodium dengan Na₂S₂O₃ lalu tambahkan H₂SO₄ hingga warna kuning dari larutan mulai hilang. Setelah tambahkan larutan amilum 1% sebanyak 1 ml. melakukan titrasi kembali sampai warna biru hilang.

2. Pembakuan larutan iodium

Larutan iodium sebanyak 5 ml dimasukkan kedalam Erlenmeyer dan di titrasi dengan Na₂S₂O₃. Jika warna kuning dilarutan mulai menjadi bening tambahkan amilum 1% sebanyak 1 ml. lakukan titrasi hingga warna biru hilang.

3. Adsorpsi pelepah aren terhadap iodium

Menyiapkan karbon aktif yang sudah diaktivasi sebanyak 0,5 gram lalu tambahkan 50 ml larutan iodin. Aduk campuran tersebut selama 30 menit dan didiamkan selama 30 menit. Masukkan sampel ke dalam mikrotube untuk di *sentrifuge* selama 30 menit dengan kecepatan 200 rpm. Ambil larutan sebanyak 5 ml kemudian titrasi menggunakan Na₂S₂O₃. Jika warna kuning dilarutan mulai bening tambahkan amilum 1% sebanyak 1 ml lalu titrasi dilanjutkan hingga warna biru hilang.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian kualitas pembuatan karbon aktif pelepah aren menggunakan aktivator H₃PO₄ 1M dengan dua variasi suhu pemasakan meliputi uji nilai rendemen, kadar air, kadar abu total dan kemampuan absorpsi iodin.

Pengujian rendemen dilakukan untuk mendapatkan tingkat keberhasilan karbon aktif yang terbentuk, sehingga semakin tinggi nilai rendemen tersebut maka karbon aktif yang terbentuk semakin banyak. Dengan kata lain hanya sedikit dari sampel yang teroksidasi pada proses karbonisasi. Hasil pengujian rendemen pada dua variasi suhu karbonisasi terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Rendemen

No	Suhu Karbonisasi	Rendemen
1	450°C	22,189%
2	600°C	16,574%

Berdasar Tabel 1, terlihat bahwa pada suhu 450°C memiliki nilai rendemen paling tinggi dibandingkan dengan suhu 600°C. Kondisi ini sesuai dengan konsep kinetika reaksi kimia tentang suhu reaksi. Reaksi kimia yang terjadi pada suhu yang tinggi menyebabkan bertambah cepatnya laju reaksi. Akibatnya pada suhu karbonisasi yang tinggi, menyebabkan turunnya tingkat keberhasilan pembuatan karbon aktif atau nilai rendemen menjadi kecil. Hal ini dikarenakan pada suhu tinggi, laju reaksi antara karbon dan uap air semakin cepat, sehingga pembentukkan H₂O dan CO₂ semakin cepat dan banyak sementara jumlah karbon yang tersisa menjadi sedikit. (Sudradjat, 2005).

Menurut SNI No. 06-3730-1995 karbon aktif yang berkualitas memiliki kadar air yang rendah yaitu maksimal 15% untuk karbon aktif berbentuk bubuk. Pengujian dilakukan berkaitan dengan sifat higroskopis karbon aktif yaitu kemampuan karbon aktif menyerap uap air dari udara. (Batu, et.al, 2022).

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air

No	Suhu Karbonisasi	Kadar Air	Kadar Air Maks SNI 06-3730-1995
1	450°C	2,562%	15%

2	600°C	0,736%	15%
---	-------	--------	-----

Nilai kadar air pengujian sudah memenuhi standar SNI untuk kedua suhu karbonisasi. Berdasarkan Tabel 2 suhu 600°C memiliki kadar air yang terkandung dalam karbon aktif lebih rendah dibandingkan suhu 400°C. Suhu yang tinggi menyebabkan molekul air sangat mudah menguap sehingga jumlah air dalam karbon semakin sedikit. Kemampuan menyerap karbon aktif terhadap gas atau cairan menurun dengan naiknya kadar air karbon aktif. (Lazulva, 2013).

Untuk mengetahui kandungan oksida logam yang terdapat dalam karbon aktif maka dilakukan pengujian kadar abu. Jika karbon aktif mengandung oksida logam dalam pori-porinya akan menyebabkan penurunan kemampuan absorpsinya. (Batu, et.al, 2022). Persyaratan nilai kadar abu karbon aktif serbuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah bernilai tidak lebih dari 10%.

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Abu Total

No	Suhu Karbonisasi	Kadar Abu Total	Kadar Abu Maks SNI 06-3730-1995
1	450°C	5,86%	10%
2	600°C	9,23%	10%

Besaran energi yang dibutuhkan oleh makro molekul untuk memutuskan ikatan hidrokarbon dipengaruhi oleh suhu karbonisasi. Pemutusan ikatan hidrokarbon diharapkan akan menghasilkan jumlah karbon yang besar dan jumlah abu semakin sedikit. Kadar abu yang tinggi menggambarkan banyaknya jumlah bahan pengotor anorganik. Karena mineral tersebut dapat mengisi pori-pori karbon aktif. Pori-pori yang terisi zat pengotor dapat menurunkan kemampuan mengabsorpsi karbon aktif. (Lazulva, 2013).

Tujuan pengujian daya serap iodin adalah untuk mengetahui jumlah iodin (milligram) yang terserap oleh 1 g karbon menggunakan kondisi tes, (Du, et.al, 2021). Uji iodin mewakili molekul-molekul kecil dan zat-zat dalam fase cair yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif

Tabel 4. Hasil Uji Daya Serap Iod

No	Suhu Karbonisasi	Daya Serap Iodin mg/g	Daya Serap Iodin SNI 06-3730-1995 mg/g
1	450°C	81,423	Min 750
2	600°C	67,592	Min 750

Daya serap karbon aktif pada suhu 450°C terhadap iodin adalah 81,423 mg/g dan daya serap karbon aktif suhu 600°C terhadap iodin adalah 67,592 mg/g. Nilai ini masih jauh dibawah SNI yaitu minimal 750 mg/g. Tingginya nilai daya serap iodin menunjukkan semakin besar luas permukaan pori-pori. Rendahnya nilai daya serap iodin yang rendah diakibatkan terjadinya kerusakan atau runtuh dinding pori-pori karbon. Karena semakin luas permukaan pori, semakin besar kemampuan pori untuk menyerap gas atau cairan. Hal ini sesuai dengan teori kinetika reaksi yang menyatakan semakin luas permukaan pori, maka semakin cepat reaksi atau semakin banyak gas atau cairan yang terserap.

Dari hasil uji kualitas karbon aktif yang dikarbonisasi pada suhu 450°C memiliki nilai rendemen lebih baik yaitu 22,189%, kadar abu 5,86% dengan kadar air 2,562%. Hasil ini sudah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 tentang kualitas karbon aktif. Hanya saja nilai daya serap iodin jauh di bawah standar SNI 750 mg/g yaitu sebesar 81,423 mg/g. Hal ini disebabkan nilai rendemen yang di bawah 50%. Nilai rendemen menggambarkan tingkat keberhasilan pembuatan karbon aktif. Nilai rendemen yang rendah menunjukkan jumlah karbon aktif yang terbentuk sedikit, sehingga semakin sedikit jumlah bahan absorben. Jumlah bahan yang sedikit, menyebabkan kemampuan menyerap gas atau cairan juga rendah.

Kualitas karbon aktif dipengaruhi oleh jenis aktivator yang digunakan. Hasil penelitian (Aminah, 2020) menyebutkan bahwa suhu dan penambahan aktivator mempengaruhi sifat karbon aktif. Semakin tinggi proses suhu karbonisasi maka nilai rendemen yang dihasilkan semakin rendah. Suhu dan jenis aktivator sangat mempengaruhi kualitas kadar air dan daya serap iodin dari karbon aktif. Menurut penelitian Aminah, aktivator yang optimal digunakan untuk membuat karbon aktif dari pelepah aren adalah H₃PO₄ dengan konsentrasi 1 M dengan suhu karbonisasi 500°C

selama waktu 1 jam memberikan hasil daya serap iodine sebesar 767,745 mg iodine/gram dengan kadar airnya 6%.

Kesimpulan

Proses pembuatan karbon aktif pada suhu karbonisasi 450°C dan 600°C menggunakan H₃PO₄ 1 M sebagai aktivator menghasilkan hasil yang lebih baik adalah suhu karbonisasi 450°C. Hal ini terlihat dari hasil rendemen sebesar 22,189% dan kadar abu total yang lebih sedikit yaitu 5,86%. Walau kadar air pada suhu 450°C paling tinggi, namun nilai daya serap iodine karbon aktif pada suhu 450°C lebih baik dalam uji daya serap iodine yaitu sebesar 81,423 mg/g dibandingkan dengan daya serap iodine karbon aktif pada suhu 600°C yang memiliki nilai daya serap iodine sebesar 67,592 mg/g.

Daftar Referensi

- Aini, R., 2021, Ekstraksi Dan Karakteristik Selulosa Dari Kulit Buah Aren (*Arenga pinnata*) Untuk Penyerapan Logam Cr(VI).
- Aminah, D., & Ariyati, H., 2020, Sifat fisik dan kimia pelepah aren (*Arenga pinnata* Merr) untuk bahan baku alternatif pulp dan kertas physical and chemical properties of aren (*Arenga pinnata* Merr) pulp and paper and alternative raw materials. *Jurnal Sylva Scientiae* (Vol. 03, Issue 3).
- Ayu Febri, C., & Mirna, A., Ayu, N., 2021, Karakterisasi Karbon Aktif dari Ampas Tebu menggunakan Aktivator H₃PO₄. *Jurnal kimia*. ITS
- C. Du, B. Liu, J. Hu, and H. Li, 2021, "Determination of iodine number of activated carbon by the method of ultraviolet– visible spectroscopy," *Mater. Lett.*, vol. 285, p. 129137.
- Dwityaningsih, R., Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, Handayani M., Mohammad Nurhilal, 2023, Pengaruh Variasi Konsentrasi H₃PO₄ Sebagai Zat Aktivator Terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Sekam Padi, *Infotekmesin*, Vol.14, No.01, pp.98-104.
- Esterlita, M. O., & Herlina, N., 2015, Pengaruh penambahan aktivator ZnCl₂, KOH, DAN H₃PO₄ dalam pembuatan karbon aktif pelepah aren (*Arenga Pinnata*), *Jurnal Teknik kimia USU*, Vol, 4, No. 1. *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 4, Issue 1).

- Lazulva, & Sari, W. W., 2013, Uji Kualitas Karbon Aktif Dari Kulit Ubi Kayu (*Manihot Escuenta Crantz*), Jurnal sains dan kesehatan. Photon: *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(2), 33–37. <https://doi.org/10.37859/jp.v3i2.158>
- M. S. Batu, E. Naes, and M. Kolo, 2022, “Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Sabut Pinang Asal Pulau Timor Sebagai Biosorben Logam Ca Dan Mg Dalam Air Tanah,” *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 11, no. 1, pp. 21–25.
- Novananda, A., Ira, R. S., Dwi, H., 2020, Karbon Aktif dari Batubara Lignite dengan Proses Aktivasi menggunakan Hidrogen Flourida. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Pari, G., Sofyan, K., Syafii, W., & Yamamoto, H., 2006, Kajian Struktur Arang Dari Lignin (Study on Charcoal Structure of Lignin), *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol.24 No. 1. 9–20.
- Putri, H., & Farma, R., 2021, Pembuatan dan Karakterisasi Elektroda Karbon Aktif dari Biomassa Pelepah Aren dengan Persentase KOH. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 18, 15–17.
- Sudradjat R., Anggorowati & D. Setiawan., 2005, Pembuatan Arang Aktif dari Kayu Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Yulianti, I., 2016, Pengaruh suhu aktivasi terhadap daya serap karbon aktif kulit kemiri. V, 135–140.