

Research Article

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

Comparison of Nipah Shell Activated Carbon and Kepok Banana Peel Activated Carbon by Potassium Hydroxide

Ilma Fadlilah^{1*}, Nurlinda Ayu Triwuri¹, Ayu Pramita¹

¹Politeknik Negeri Cilacap, Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Indonesia

*correspondence email: ilma.fadlilah@pnc.ac.id

Received: 17 November 2021;

Revised: 23 February 2022;

Accepted: 25 February 2022;

doi: [10.25273/cheesa.v5i1.10922.20-27](https://doi.org/10.25273/cheesa.v5i1.10922.20-27)

Abstrak

Penggunaan karbon aktif (*activated carbon/AC*) semakin luas seperti untuk reaksi kimia, adsorpsi limbah cair dan gas, serta sebagai katalis dalam proses katalitik. AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok telah disintesis dengan aktivator kalium hidroksida (KOH) 0,5 M. Karbonisasi dilakukan dengan *furnace* pada suhu 300 °C selama 2 jam. Karakterisasi AC dilakukan dengan analisis kadar air, analisis kadar abu, analisis daya serap I₂, dan analisis gugus fungsi sebelum proses aktivasi dan setelah proses aktivasi menggunakan FTIR. Nilai kadar air, kadar abu, daya serap terhadap I₂ berturut-turut adalah 1% ; 9,9%; 1307 mg/g (AC-tempurung nipah) dan 3% ; 7,4% ; 1777 mg/g (AC-kulit pisang kepok), memenuhi kriteria karbon aktif yang telah ditetapkan SNI. Hasil spektra FTIR AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang serapan gugus –OH setelah aktivasi. Serapan gugus C=C aromatik mengindikasikan telah terbentuknya grafit.

Kata kunci: karakterisasi; karbon aktif; KOH; kulit pisang kepok; tempurung nipah

Abstract

The use of activated carbon (AC) is increasingly widespread, not only for chemical reactions, liquid and gaseous wastes adsorption, but also used as a catalyst in catalytic processes. AC-Nipah shell and AC-Kepok banana peel have been synthesized with 0.5 M potassium hydroxide (KOH) activator. Carbonization was conducted using a furnace at a temperature of 300°C for 2 hours. AC characterization was carried out by water content analysis, ash content analysis, absorption analysis of I₂, and functional group analysis of both pre and post-activation process with KOH by using FTIR. The values of water content, ash content and the adsorption capacity of I₂ were 1% ; 9.9% ; 1307 mg/g respectively (AC-Nipah shell) and 3%; 7.4%; 1777 mg/g (AC-Kepok banana peel) which meet the criteria for activated carbon determined by Indonesia National Standard (SNI). The results of the FTIR spectra of the AC-Nipah shell and the AC-Kepok banana peel showed a shift in the absorption wave number of the –OH group after the activation process. The absorption of the aromatic C=C group indicates the formation of graphite.

Keywords: *activated carbon; characterization; kepok banana peel; KOH; nipah shell*

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

1. Pendahuluan

Karbon aktif atau *activated carbon* (AC) merupakan karbon yang telah melalui proses aktivasi untuk membuat pori yang semakin besar sehingga memiliki luas permukaan yang besar. Penggunaan karbon aktif sangat luas seperti untuk reaksi kimia, adsorpsi limbah cair dan gas, serta digunakan sebagai katalis dalam proses katalitik [1]. Karbon aktif dapat dibuat dari material-material dengan kandungan karbon tinggi dan kandungan abu yang rendah [2]. Produksi karbon aktif dari limbah hasil pertanian memiliki dampak ekonomi dan lingkungan yang baik, karena mengubah limbah pertanian yang bernilai rendah menjadi produk bernilai tinggi. Penelitian sebelumnya telah memproduksi karbon aktif dari beberapa limbah pertanian seperti sekam padi [2], tempurung kelapa [3], kulit durian [4].

Dalam dunia pertanian, banyak dihasilkan limbah sayur dan buah yang dibuang begitu saja tanpa dikelola dengan baik. Salah satunya adalah limbah kulit pisang. Arunakumara *dkk.* [5] memaparkan bahwa produksi tahunan pisang dunia melebihi 100 juta ton, sekitar 40 juta ton kulit pisang (40% dari total berat buah segar) menjadi limbah. Di samping itu, dalam dunia perdagangan banyak penjual gorengan yang menggunakan pisang kepok (*Musa acuminata x Musa balbisiana*) sebagai salah satu bahan utama menyebabkan limbah kulit pisang yang dihasilkan semakin banyak. Kulit pisang mengandung 10-21% pektin, 6-12% lignin, 7,6-9,6% selulosa dan 6,4-9,4% hemiselulosa [5], sehingga memungkinkan untuk dijadikan sumber karbon (C).

Kabupaten Cilacap memiliki kawasan hutan mangrove dan hutan payau, sehingga banyak ditemukan tumbuhan nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.). Jenis

tumbuhan nipah ini masuk dalam kelompok tumbuhan hutan mangrove yang tumbuh secara rapat dan berkelompok di daerah sungai dengan air payau [6]. Buah nipah banyak dimanfaatkan sebagai sumber penghasil nira untuk produksi gula dan sebagai sumber pangan untuk dijadikan tepung [7]. Namun, tempurung buah nipah belum banyak dimanfaatkan, terlebih untuk aplikasi reaksi kimia. Tempurung buah nipah mengandung 45,6% selulosa, 23,5% hemiselulosa, dan 17,3% lignin [8]. Melihat persentase komposisi dari tempurung buah nipah tersebut maka memungkinkan untuk dijadikan sebagai sumber karbon (C) untuk pembuatan karbon aktif.

Sumber material karbon dapat diaktivasi secara fisik maupun secara kimia. Aktivasi secara fisik dapat melalui proses karbonisasi pada rentang suhu 300-900 °C serta oksidasi oleh gas O₂, dan CO₂. Sedangkan aktivasi kimia dilakukan dengan mereaksikan karbon dengan *chemical reagent* seperti asam fosfat (H₃PO₄), kalium hidroksida (KOH) dan seng (II) klorida (ZnCl₂) [9]. Aktivasi kimia memiliki kelebihan diantaranya dihasilkan pori AC yang lebih besar sehingga meningkatkan luas permukaannya. Pada penelitian ini digunakan KOH sebagai zat aktivator dikarenakan lebih stabil secara termal, hasil aktivasi dengan KOH dapat mengembangkan ukuran pori dari mikropori ke mesopori [10]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik karbon aktif tempurung nipah (AC-tempurung nipah) dan karbon aktif kulit pisang kepok (AC-kulit pisang kepok) yang diaktivasi dengan kalium hidroksida 0,5 M.

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Penggunaan bahan dalam penelitian ini meliputi limbah tempurung nipah, limbah kulit pisang kepok, kalium hidroksida (*Merck*) sebagai aktivator karbon, akuades dan kertas saring. Sedangkan alat yang digunakan meliputi neraca analitik, *furnace*, *oven*, pH meter, desikator, *Fourier Transform Infrared Spectrometer* (FTIR) Shimadzu Prestige 21.

2.2 Proses Karbonisasi

Limbah tempurung nipah dan limbah kulit pisang kepok dibersihkan dan dijemur selama 1 minggu di bawah sinar matahari. Setelah kering, kulit pisang kepok dan tempurung nipah ditimbang sebelum proses karbonisasi. Selanjutnya proses karbonisasi dilakukan dengan *furnace* pada suhu 300 °C selama 2 jam yang mengacu pada penelitian Jublilate *dkk.* [11]. Karbon yang telah terbentuk didinginkan di dalam desikator selama 1 jam dan dilanjutkan dengan proses penggerusan dan pengayakan dengan ukuran 60 mesh. Karbon yang telah diayak, ditimbang dan dihitung rendemennya (Y) dengan persamaan (1).

$$Y, \% = \frac{m \text{ karbon}}{m \text{ bahan kering}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

2.3 Aktivasi Kimia

Hasil karbonisasi sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia dan dilakukan pemanasan pada suhu 85 °C menggunakan aktivator KOH 0,5 M sebanyak 500 mL selama 1 jam dan didiamkan selama 24 jam [10]. Selanjutnya AC didekantasi dan dinetralkan pHnya sampai dengan pH netral menggunakan akuades. AC yang telah netral dikeringkan

menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 12 jam.

2.4 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan dengan menimbang 1 gram AC pada cawan porselin yang sudah diketahui massanya. Masing-masing AC dikeringkan dengan oven pada suhu ± 105 °C hingga massanya konstan. Sampel ditimbang setelah didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kadar air (KA) sampel dapat ditentukan menggunakan persamaan (2).

$$KA, \% = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

keterangan:

m₀ = massa awal AC sebelum pemanasan (gram)

m₁ = massa akhir AC setelah pemanasan (gram)

2.5 Analisis Kadar Abu

AC sebanyak 1 gram dimasukkan dalam cawan porselin yang sudah diketahui massanya, selanjutnya dipanaskan dalam *furnace* selama 3 jam pada suhu 600-800 °C. Setelah AC menjadi abu didinginkan di desikator dan ditimbang hingga massanya konstan. Kadar abu (KU) dihitung menggunakan persamaan (3).

$$KU, \% = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

keterangan:

m₀ = massa awal AC sebelum pemanasan (gram)

m₁ = massa akhir AC setelah pemanasan (gram)

2.6 Analisis Daya Serap Terhadap I₂

AC sebanyak 0,5 gram ditimbang kemudian dipindahkan ke dalam gelas kimia dan ditutup dengan alumunium foil (jangan sampai terkena sinar matahari). Larutan iodium 0,1 N sebanyak 50 mL dimasukkan ke gelas kimia dan diaduk dengan *shaker* selama 15 menit dengan kecepatan 150 rpm kemudian disaring.

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

Filtrat sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N. Ketika warna kuning pada larutan sudah hampir hilang (samar), ditambahkan indikator kanji 1%. Titrasi sampai warna biru larutan hilang dan menjadi bening. Volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan untuk titrasi dicatat dan diulangi sebanyak 3 kali (triplo). Bilangan iodin (BI) dapat dihitung dengan persamaan (4).

$$BI = \frac{10 - \left(\frac{\bar{V} \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1} \right) I \times 5}{m} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

\bar{V} = Volume rata-rata titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)

N = Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (N)

10 = Volume filtrat iod yang dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)

5 = Jumlah iodin yang dipakai (50 mL) dibagi jumlah filtrat untuk titrasi (10 mL)

m = Jumlah sampel AC (gram)

I = Jumlah iodin per 1 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

2.7 Analisis Gugus Fungsi

Analisis gugus fungsi dari karbon aktif tempurung nipah dan kulit pisang kepok sebelum dan sesudah proses aktivasi dapat diamati dengan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR) pada rentang bilangan gelombang 400 cm^{-1} – 4000 cm^{-1} .

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses pengurangan tempurung nipah dan kulit pisang kepok untuk memperoleh karbon dari reaksi pembakaran tidak sempurna. Pada proses ini, zat-zat organik seperti selulosa, hemiselulosa, dan zat-zat organik lainnya dalam tempurung nipah dan kulit pisang kepok akan terdegradasi menjadi karbon [11]. Sedangkan unsur-unsur

karbon yang terbentuk akan kembali menjadi struktur kristal yang tersusun secara acak [12]. Sampel karbonisasi dilakukan dalam wadah cawan porselin yang tertutup untuk mencegah O_2 masuk ke dalam cawan. Suhu karbonisasi yang digunakan adalah $300 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Mongkito *dkk.* [12] menjelaskan bahwa proses karbonisasi melalui beberapa tahapan yaitu, pada rentang suhu $100 \text{ }^\circ\text{C}$ – $150 \text{ }^\circ\text{C}$ terjadi penguapan air, kemudian penguraian selulosa dan hemiselulosa terjadi pada rentang suhu $200 \text{ }^\circ\text{C}$ - $240 \text{ }^\circ\text{C}$, dilanjutkan pada rentang suhu $240 \text{ }^\circ\text{C}$ - $400 \text{ }^\circ\text{C}$ terjadi proses depolimerisasi ikatan tunggal C-O dan ikatan C-C. Karbon yang terbentuk dihaluskan hingga didapatkan karbon yang lolos ayakan 60 mesh. Melalui persamaan 1, rendemen karbon tempurung nipah dan karbon kulit pisang kepok didapatkan berturut-turut adalah 46,63% dan 46,47%.

3.2 Aktivasi Kimia dan Karakterisasi

Proses aktivasi kimia dilakukan untuk membuka pori-pori karbon yang tertutupi oleh zat sisa pembakaran pada saat proses karbonisasi berlangsung [13]. Karbon tempurung nipah dan karbon kulit pisang kepok diaktivasi menggunakan larutan kalium hidroksida (KOH) 0,5 M. Kualitas AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok dapat dilihat dari nilai kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap I_2 yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 1.

Analisis kadar air dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif menyerap dan melepaskan air. Kadar air karbon aktif yang diperbolehkan menurut Standar Nasional Indonesia 06-3730-95 adalah maksimal 15%. Nilai kadar air AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok berturut-turut adalah 1% dan

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

3%, yang keduanya telah memenuhi kriteria karbon aktif yang telah ditetapkan SNI. Kadar air karbon aktif yang cukup rendah ini mengindikasikan bahwa selama proses karbonisasi, kandungan air dalam bahan telah menguap [1].

Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam AC-tempurung nipah maupun AC-kulit pisang kepok. Kadar abu direpresentasikan sebagai residu (mineral) yang tersisa pada saat karbonisasi. Sebagian kandungan mineral dalam karbon hilang pada saat proses karbonisasi, sedangkan mineral lainnya masih tertinggal dalam karbon sebagai residu. Hasil pengujian kadar abu AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok berturut-turut adalah 9,9% dan 7,4%, sehingga keduanya masih memenuhi standar baku mutu karbon aktif yang telah ditetapkan. Alzaydien [1] menyebutkan bahwa kadar abu yang tinggi mengindikasikan pengotor yang tinggi pula, sehingga hal tersebut dapat menyebabkan penyumbatan pada pori-pori dan dapat mengurangi luas permukaan AC.

Tabel 1. Hasil karakterisasi AC-Tempurung Nipah dan AC-Kulit Pisang Kepok

Parameter	AC-tempurung nipah	AC-kulit pisang kepok	SNI
Kadar Air (%)	1	3	Maks.15
Kadar Abu (%)	9,9	7,4	Maks. 10
Daya serap terhadap I ₂ (mg/g)	1307	1777	Min.750

Analisis daya serap terhadap iodin dilakukan untuk mengetahui daya serap AC terhadap larutan berwarna (larutan iodin) dengan ukuran molekul 10 Å. Hasil analisis daya serap terhadap iodin dalam

penelitian ini untuk AC-tempurung nipah adalah 1307 mg/g dan AC-kulit pisang kepok adalah 1777 mg/g (Tabel 1). Keduanya masih memenuhi SNI yaitu minimal 750 mg/g. Daya serap iodin yang tinggi mengindikasikan volume daya tampung AC yang besar. Hasil penelitian ini yang menggunakan aktivator basa (KOH) menghasilkan kadar air yang lebih rendah, kadar abu yang lebih tinggi dan daya serap iodin yang lebih tinggi pula dibandingkan Jubilate *dkk.* [11] yang menggunakan aktivator asam H₃PO₄. Jika dibandingkan dengan penelitian Syahrir *dkk.* [14] yang menggunakan aktivator basa NaOH pada arang limbah batang pisang diperoleh hasil yang berbeda yaitu kadar air yang lebih tinggi, kadar abu dan daya serap terhadap Iodinya lebih rendah dari penelitian yang dilakukan. Hal ini dimungkinkan karena sumber karbon yang digunakan berbeda.

Karbon tempurung nipah yang diaktivasi dengan zat asam HCl pada penelitian Safariyanti *dkk.* [15] menghasilkan kadar air yang tidak berbeda signifikan, kadar abu dan daya serap terhadap iodin yang lebih rendah dibandingkan dengan penelitian ini yang menggunakan aktivator basa. Selain itu, penelitian ini menghasilkan kadar air yang lebih rendah dengan kadar abu dan daya serap terhadap iodinnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan Adowei *dkk.* [16]. Meskipun sama-sama menggunakan aktivator basa KOH, tetapi diperoleh hasil yang berbeda dikarenakan sumber karbon yang berbeda.

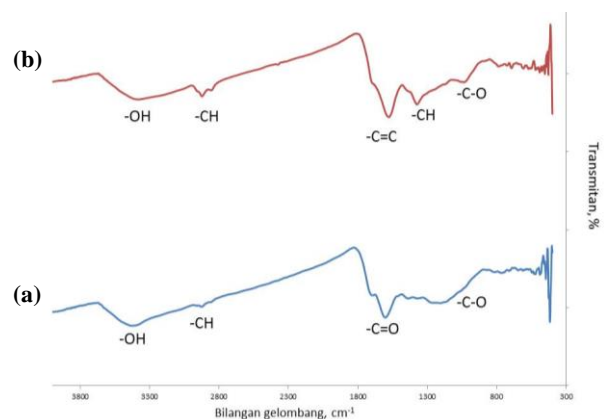
3.3 Identifikasi Gugus Fungsi dengan FTIR

Pengujian dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dimaksudkan untuk mengidentifikasi

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

gugus fungsi dari masing-masing sampel karbon sebelum dan sesudah diaktivasi. Gambar 1 menunjukkan spektra IR dari karbon kulit pisang kepok (C-kulit pisang kepok) (a) dan AC-kulit pisang kepok (b). Sedangkan serapan gugus fungsi secara spesifik tertera pada Tabel 2. Pada AC-kulit pisang kepok ditemukan serapan pada bilangan gelombang $3355,32\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya ikatan bebas dan ikatan antarmolekul dari gugus -OH (hidroksi). Ikatan C-H alifatik diidentifikasi pada bilangan gelombang $2922,28\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan ikatan karbon rangkap dua C=C teridentifikasi pada $1601,95\text{ cm}^{-1}$. Vibrasi regangan asimetris dan simetris C-O ditemukan pada $1034,85\text{ cm}^{-1}$ [10]. Serapan gugus -OH pada C-kulit pisang kepok dan AC-kulit pisang kepok memperlihatkan adanya pergeseran bilangan gelombang yaitu pada $3405,47\text{ cm}^{-1}$ menjadi $3355,32\text{ cm}^{-1}$. Adanya pergeseran bilangan gelombang ke nilai yang lebih kecil mengindikasikan berkurangnya kekuatan ikatan antar dua atom dalam satu molekul yang sedang

bervibrasi, yang dalam hal ini adalah ikatan hidrogen yang dari gugus hidroksil. Serapan gugus C-H *bending* baru terlihat pada AC-kulit pisang kepok (b) pada bilangan gelombang $1374,34\text{ cm}^{-1}$. Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan gugus C-H setelah proses aktivasi, semakin berkurangnya kandungan H₂O dalam sampel, maka intensitas gugus fungsi C-H akan semakin meningkat [9].



Gambar 1. Spektra FTIR C-Kulit Pisang Kepok (a) dan AC-Kulit Pisang Kepok (b)

Tabel 2. Serapan gugus fungsi C-Kulit Pisang Kepok & AC-Kulit Pisang Kepok hasil analisis dengan FTIR

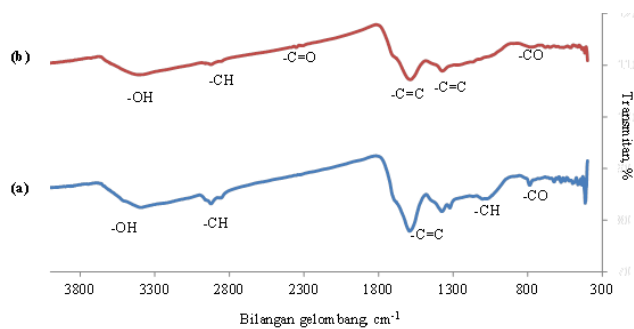
No	ν C-kulit pisang kepok (cm^{-1})	ν AC-kulit pisang kepok (cm^{-1})	Gugus Fungsi
1	3405,47	3355,32	Hidroksi O-H
2	2924,21	2922,28	C-H Alifatik (<i>stretching</i>)
3	1695,5	tidak terdeteksi	C=O Karbonil
4	tidak terdeteksi	1601,95	C=C alkena (<i>stretching</i>)
5	tidak terdeteksi	1439,92	C=C aromatik
6	tidak terdeteksi	1374,34	C-H (<i>bending</i>)
7	1175,66	1034,85	C-O

ν = bilangan gelombang

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida**Tabel 3.** Serapan gugus fungsi C-Tempurung nipah & AC-Tempurung nipah hasil analisis dengan FTIR

No	ν C-tempurung nipah (cm^{-1})	ν AC-tempurung nipah (cm^{-1})	Gugus Fungsi
1	3390,04	3396,79	Hidroksi O-H
2	2923,25	2924,21	C-H Alifatik (<i>stretching</i>)
3	tidak terdeteksi	2309,86	C=O Karbonil
4	1591,34	1586,52	C=C alkena (<i>stretching</i>)
5	tidak terdeteksi	1322,26	C=C aromatik
6	1071,5	tidak terdeteksi	C-H (<i>bending</i>)
7	786,99	768,67	C-O

ν = bilangan gelombang

**Gambar 2.** Spektrogram FTIR C-Tempurung Nipah (a) dan AC-Tempurung Nipah (b)

Spektrogram IR dari C-tempurung nipah (a) dan AC-tempurung nipah (b) ditunjukkan pada Gambar 2. Serapan gugus fungsi secara spesifik dari C-tempurung nipah dan AC-tempurung nipah (b) tertera pada Tabel 3. Tidak jauh berbeda dengan spektrogram IR dari AC-kulit pisang kepok, serapan gugus hidroksi –OH pada C-tempurung nipah dan AC-tempurung nipah juga menunjukkan pergeseran bilangan gelombang dari 3400 cm^{-1} ke 3396 cm^{-1} yang berarti gugus hidroksinya semakin lemah ikatannya setelah proses aktivasi. Serapan gugus C=C aromatik terlihat pada spektrogram AC-

tempurung nipah pada bilangan gelombang 1322,26 cm^{-1} yang mengindikasikan telah terbentuknya grafit [17] [18].

4. Kesimpulan

Karakteristik AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok teraktivasi KOH 0,5 M dengan nilai kadar air, kadar abu, daya serap terhadap I_2 berturut-turut adalah 1%, 9,9%, 1307 mg/g (AC-tempurung nipah) dan 3%, 7,4%, 1777 mg/g (AC-kulit pisang kepok), keduanya memenuhi kriteria karbon aktif yang telah ditetapkan SNI. Hasil spektrogram FTIR AC-tempurung nipah dan AC-kulit pisang kepok menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang serapan gugus –OH setelah proses aktivasi.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dibiayai oleh Dana Internal Politeknik Negeri Cilacap (DIPA PNC) Tahun Anggaran 2021 dengan Nomor Surat Kontrak Perjanjian 013/PL.43/PT.01.03/2021.

Daftar Rujukan

- [1] Alzaydien, A. S. (2016). Physical, Chemical and Adsorptive Characteristics of Local Oak Sawdust Based Activated Carbons. *Asian Journal of Scientific Research*, 9(2), 45–56. doi: 10.3923/ajsr.2016.45.56
- [2] Zhang, Y., Zheng, R., Zhao, J., Ma, F., Zhang, Y., & Meng, Q. (2014). Characterization of H_3PO_4 -Treated Rice Husk Adsorbent and Adsorption of Copper (II) from Aqueous Solution. *BioMed Research International*, 2014(Ii). doi: 10.1155/2014/496878

Perbandingan Karbon Aktif-Tempurung Nipah dan Karbon Aktif-Kulit Pisang Kepok Teraktivasi Kalium Hidroksida

-
- [3] Chandana, L., Krushnamurthy, K., Suryakala, D., & Subrahmanyam, C. (2019). Low-cost adsorbent derived from the coconut shell for the removal of hexavalent chromium from aqueous medium *Materials Today : Proceedings* Low-cost adsorbent derived from the coconut shell for the removal of hexavalent chromium from aqueous medium. *Materials Today: Proceedings*, (August). doi: 10.1016/j.matpr.2019.04.205
- [4] Ridhayanti, S. A., & Rusmini. (2020). Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Durian sebagai Adsorben Limbah Industri Tahu di Daerah Sepanjang, Sidoarjo. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 4(1), 23–31.
- [5] Arunakumara, K., Walpola, B. C., & Yoon, M. (2013). Banana Peel : A Green Solution for Metal Removal from Contaminated Waters. *Korean J Environ Agric*, 32(2), 108–116. doi: 10.5338/KJEA.2013.32.2.108
- [6] Alwarisman, R. (2017). *Distribusi, Kerapatan dan Biomassa Nipah (Nypa Fruticans (Thumb.) Wurmb) Di Segara Anakan Cilacap*. UNSOED.
- [7] Subiandono, E., Heriyanto, N. M., & Karlina, E. (2011). sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove. *Buletin Plasma Nutfah*, 17(1), 54–60.
- [8] Tamunaidu, P., & Saka, S. (2011). Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Industrial Crops and Products*, 34(3), 1423–1428. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.04.020
- [9] Viena, V., Elvitriana, & Nizar, M. (2019). Characterization of Activated Carbon Prepared from Banana Peels: Effect of Chemical Activators on the Adsorption of Gas Emissions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1232(1). doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012005
- [10] Thuan, T. Van, Thi, B., Quynh, P., Duy, T., & Thanh, V. T. (2017). Response surface methodology approach for optimization of Cu^{2+} , Ni^{2+} and Pb^{2+} adsorption using KOH-activated carbon from banana peel. *Surfaces and Interfaces*, 6, 209–217. doi: 10.1016/j.surfin.2016.10.007
- [11] Jubilate, F., Zaharah, T. A., & Syahbanu, I. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang dari Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (II) pada Air Tanah. *JKK*, 5(4), 14–21.
- [12] Mongkito, V. H. R., Anas, M., & Bahar, W. P. (2019). Investigating The Effects of Activation Temperature on The Crystal Structure of Activated Charcoal From Palm Bunches (*Arengga Pinnata Merr .*). *Indonesian Review of Physics*, 2(1), 15–21. doi: 10.12928/irip.v2i1.818.
- [13] Muniandy, L., Adam, F., Mohamed, A. R., & Ng, E. P. (2014). The synthesis and characterization of high purity mixed microporous/mesoporous activated carbon from rice husk using chemical activation with NaOH and KOH. *Microporous and Mesoporous Materials*, 197, 316–323. doi: 10.1016/j.micromeso.2014.06.020
- [14] Syahrir, I., Samosir, D., Destarini, N. A., & Bariah. (2020). Pemanfaatan Limbah Batang Pisang (*Musa paradisiaca L*) sebagai Arang Aktif melalui Proses Aktivasi Menggunakan Aktivator NaOH. *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 54–59. Retrieved from <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/2459>
- [15] Safariyanti, S. J., Rahmalia, W., & Shofiyani, A. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Buah Nipah (*Nypa fruticans*) Menggunakan Aktivator Asam Klorida. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(2), 41–46. Retrieved from <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/25130>.
- [16] Adowei, P., Abia, A., & Spiff, A. (2015). Physicochemical Characteristics of Biocarbons obtained from Nipa Palm (*Nypa Fruticans Wurmb*) Leaves. *Research Journal of Chemical Sciences*, 5(1), 18–26.
- [17] Yuwita, P. E., Mas'udah, K. W., Sunaryono, & Taufiq, A. (2020). Investigation of carbon phase structure of corncob charcoal powder. *AIP Conference Proceedings*, 2231(April). doi: 10.1063/5.0002451
- [18] Wijaya, D. R. P., Martono, Y., & Riyanto, C. A. (2018). Synthesis and Characterization of Nano Activated Carbon Tea Waste (*Camellia sinensis L .*) Viewed from the Content and Ratio of Orthophosphoric Acid. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*, 3(2), 12–21. doi: 10.20885/ijcr.vol3.iss2.art2
-