

SINTESIS DAN KARAKTERISASI MIKRO PARTIKEL KARBON AKTIF TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Mamay Maslahat^{1*}, Elli Kamalia¹, Dian Arrisujaya¹

¹Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Nusa Bangsa, Jl. KH. Sholeh Iskandar KM.4, Tanah Sareal, Bogor 16166

Correspondence Author: maymaslahat.sasmita@gmail.com

Diterima
09.09.2022

Direvisi
30.10.2022

Dipublikasikan
31.10.2022

© Penulis 2022

PISSN 2540-8224
EISSN 2540-8267



Penerbit:
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

ABSTRAK

Karbon aktif memiliki banyak kegunaan dalam berbagai bidang di antaranya lingkungan, kesehatan dan farmasi, serta kecantikan. Fungsi dan kegunaan karbon aktif terkait erat dengan ukuran partikel karbon aktif itu sendiri. Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi karbon aktif tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam ukuran mikropartikel. Sintesis mikropartikel karbon aktif dilakukan secara *top down* dengan menggunakan *planetary ball milling*. Karakterisasi terhadap mikropartikel karbon TKKS meliputi uji mutu berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis yaitu parameter kadar air, kadar abu, uji spektrum *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Mikropartikel karbon aktif TKKS telah berhasil disintesis selama 10 jam mencapai ukuran partikel 1,60 μm , dan telah memenuhi standar kualitas SNI No. 06-3730-1995 pada parameter kadar air, daya serap terhadap iodin dan daya serap terhadap biru metilen.

Kata kunci: FTIR, karbon aktif, mikropartikel, SEM, TKKS.

ABSTRACT

Activated carbon has many uses in various fields, including environmental, health, pharmaceutical, and beauty. The function and use of activated carbon are closely related to the particle size of the activated carbon itself. Synthesis and characterization of activated carbon of oil palm empty fruit bunches (TKKS) have been carried out in microparticle size. Synthesis of activated carbon microparticles was carried out in a top-down manner using planetary ball milling. Characterization of TKKS carbon microparticles includes quality tests based on SNI No. 06-3730-1995 regarding technical activated carbon parameters of water content, ash content, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectrum test, and scanning electron microscopy (SEM) test. Microparticle TKKS activated carbon has been successfully synthesized for 10 hours, reaching a particle size of 1.60 μm , and has met the quality standard of SNI No. 06-3730-1995 on water content parameters absorption of iodine and absorption of methylene blue.

Keywords: FTIR, activated carbon, microparticle, SEM, TKKS.

PENDAHULUAN

Limbah lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) berpotensi sebagai biosorben yang mampu menyerap limbah baik logam berat ataupun senyawa organik toksik seperti fenol dengan menghasilkan nilai kapasitas adsorpsi yang cukup tinggi, serta dapat dibuat juga menjadi arang hayati dan asap cair yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman karena mengandung senyawa organik yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut. Penelitian Maslahat *et al.*, (2019) menyatakan bahwa limbah TKKS dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif dengan suhu aktivasi optimum pada 800°C dan telah memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-3730-1995 tentang arang aktif, begitu juga dengan penelitian Mumpuni *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa karbon TKKS yang diaktivasi secara kimia menggunakan Larutan HCl 0,5 M memiliki karakteristik yang sesuai dengan SNI 06 – 3730 – 1995 pada parameter kadar air dan abu serta daya jerap terhadap iod. Karbon aktif TKKS berhasil digunakan untuk mengadsorpsi limbah tekstil batik Bogor, logam berat, limbah detergen, limbah pabrik tahu. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nor *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa mengonversi biomassa lignoselulosa menjadi karbon aktif dapat memecahkan masalah lingkungan seperti pertanian, pengendalian pencemaran udara dan limbah.

Karbon aktif ukuran mikropartikel banyak digunakan untuk keperluan kesehatan, farmasi dan kecantikan. Mikropartikel merupakan partikel dengan dimensi karakteristik rata-rata 1-1000 μm . Mikropartikel memiliki nilai lebih karena memiliki luas permukaan yang besar dan sifat fisik yang menguntungkan, termasuk sifat magnetik, sifat optik, sifat termal dan reaktivitas (Ayoup, 2009). Selain itu, adsorben dengan ukuran partikel yang lebih kecil memiliki dampak langsung pada peningkatan kapasitas adsorpsi karena luas permukaan yang besar, adsorben berukuran kecil (ukuran < 500 μm) (Nandiyanto, 2020). Pada penelitian ini sintesis mikropartikel karbon aktif dilakukan secara *top down* dengan menggunakan *planetary ball milling*. Metode *top down* merupakan penggerusan atau menumbuk material yang besar hingga menjadi partikel yang sangat kecil. Metode *top down* menggunakan berbagai teknik penggilingan dan homogenisasi. *Planetary ball milling* merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk

mendapatkan material dalam skala submikro sampai dengan nanometer, dan pada penelitian ini karbon aktif TKKS disintesis hingga berukuran mikropartikel.

METODE

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon tandan kosong kelapa sawit, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, larutan Iodin 0,1 N, KIO_3 , kertas saring, KI 10%, HCl 2 N, biru metilen, akuades, dan larutan amilum 1%. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggiling, tanur Thermofisher, oven, saringan 100 mesh, timbangan analitik, cawan porselen, spatula, wadah plastik, magnetic stirer, labu ukur, statif, desikator, buret, corong, botol timbang, alat gelas, PBM 4a, Spektrofotometri FTIR, dan SEM FEI Quanta 650, Beckman Coulter PSA.

Metode

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental deskriptif yang terdiri dari beberapa metode yang telah terstandar oleh SNI. Masing-masing parameter ini dilakukan sebanyak 2 kali ulangan. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

Karbonisasi dan Aktivasi Karbon

Karbon TKKS dihasilkan dari proses karbonisasi yang dilakukan di Laboratorium Residu Bahan Argo Kimia Bogor dengan menggunakan alat pirolisis pada suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$ selama 3 jam. Persen rendemen karbon TKKS adalah 24,29% (Mumpuni *et al.*, 2021). Aktivasi terhadap karbon TKKS yang dihasilkan dilakukan secara fisika, yaitu menggunakan pemanasan pada suhu $800\text{ }^\circ\text{C}$ selama 3 jam dalam tanur, mengacu pada penelitian Maslahat *et al.*, (2019).

Sintesis Mikropartikel

Penggilingan merupakan sintesis mikropartikel menggunakan Planetary Ball Milling dengan rasio 1: 4 selama 10 jam dengan kecepatan 500 rpm.

Uji Karakteristik Mikropartikel Karbon Aktif TKKS

Analisis Kadar Air (SNI No. 06-3730-1995)

Sebanyak 1 gram sampel ditimbang kemudian dimasukkan kedalam botol timbang yang telah diketahui bobotnya, lalu dipanaskan dalam oven pada suhu $100 \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ selama 3 jam, sampel yang telah dipanaskan lalu didinginkan dalam

desikator dan ditimbang hingga diperoleh massa konstan. Kadar air sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

keterangan :

a = masa karbon aktif mula-mula (gram)

b = masa karbon aktif akhir (gram)

Analisis Kadar Abu (SNI No. 06-3730-1995)

Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang telah diketahui massanya, kemudian sampel dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C selama 4 jam. Lalu, didinginkan dan ditimbang hingga diperoleh massa yang konstan. Kadar abu sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

keterangan :

a = masa karbon aktif mula-mula (gram)

b = masa abu (gram)

Daya Serap Terhadap Iodin (SNI No. 06-3730-1995)

Sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dikeringkan pada suhu 110 °C selama 3 jam, sampel yang telah dipanaskan lalu didinginkan dalam desikator. Sampel dimasukkan kedalam Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 25 ml larutan iodin 0,1 N dan dikocok selama 15 menit pada suhu kamar, kemudian disaring. Selanjutnya, 10 mL larutan tersebut dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N sampai berwarna kuning muda lalu ditambahkan kanji 1% sebagai indikator, kemudian dititrasi kembali sampai berwarna biru tepat hilang. Daya serap terhadap iodin dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya Serap Iodium (mg/g)} = \frac{A - B \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 12,693 \times Fp}{N \text{ Iod}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

A = volume filtrat (mL)

B = volume Na₂S₂O₃ yang terpakai (mL)

Fp = faktor pengenceran

126,93 = jumlah iod sesuai dengan 1 mL larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N.

Daya Serap terhadap Biru Metilen (SNI No. 06-3730-1995)

Sampel dipanaskan dahulu dalam oven dengan suhu (105 ± 5 °C) selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator. sampel yang sudah dingin, ditimbang sebanyak 0,5 gram kedalam Erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL larutan biru metilen 75 mg/L. Campuran dihomogenkan selama 30 menit, kemudian disaring untuk memisahkan biru metilen dengan sampel. Filtrat diambil dan diukur abosrbansinya dengan spektrofometri UV-Vis dengan mnggunakan panjang gelombang maksimum 665 nm. Kurva standar larutan biru metilen dibuat dengan konsentrasi antara 1 mg/L sampai 6 mg/L. Selanjutnya dihitung kapasitas adsorpsi (Q) dan efisiensi adsorpsinya (EA).

$$\text{Efisiensi adsorpsi (EA) (\%)} = \frac{(Ca-Cb)}{Ca} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Kapasitas adsorpsi (Q) } \left(\frac{mg}{g}\right) = \frac{V \times (Ca-Cb) \times Fp}{w} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- V = volume biru metilen (mL)
- Ca = konsentrasi awal biru metilen (mg/g)
- Cb = konsentrasi akhir biru metilen (mg/g)
- Fp = faktor pengenceran
- W = bobot karbon aktif (gram)

Identifikasi Gugus Fungsi Mikropartikel Karbon Aktif TKKS dengan FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk mendeteksi gugus-gugus fungsi senyawa organik pada karbon aktif TKKS. Sampel yang akan dianalisis dibuat menjadi campuran sampel padat dengan serbuk KBr, campuran yang sudah homogen kemudian dibuat pellet KBr dengan alat mini hand press. Setelah terbentuk pellet KBr, siap untuk dianalisis. Pengujian dilakukan pada bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} .

Uji Mikropartikel Karbon Aktif TKKS dengan Scanning Electron Microscopy (SEM).

Uji SEM dilakukan untuk mengetahui struktur permukaan dan ukuran partikel karbon aktif, alat SEM yang digunakan adalah SEM FEI Quanta 650. Sampel serbuk karbon yang telah dicoating direkatkan ke dalam SEM specimen holder khusus, kemudian dilakukan pengamatan dan pengukuran secara kualitatif terhadap sampel yang dianalisis. Karakterisasi dengan menggunakan SEM menampilkan

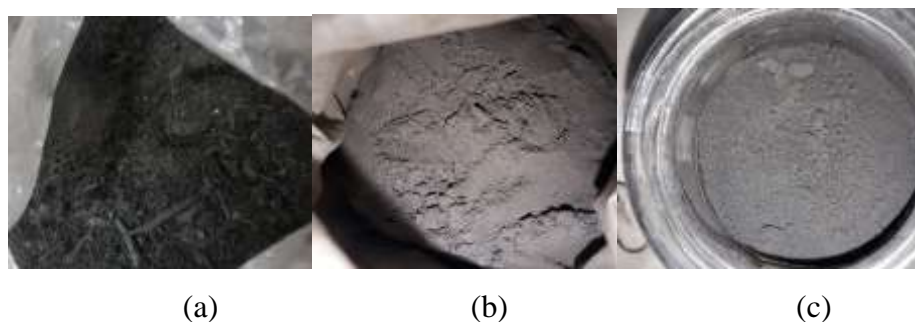
morfologi permukaan dari sampel yang dapat dilihat dengan berbagai ukuran perbesaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikropartikel Karbon Aktif TKKS

Karbon mengalami proses pengayakan terlebih dahulu sebelum dilakukan sintesis dalam ukuran mikropartikel dengan tujuan untuk mempermudah saat *milling*, dan mendapatkan ukuran sampel yang homogen. Ukuran awal partikel karbon TKKS sebelum dilakukan *milling* adalah 100 mesh. Proses *milling* berlangsung selama 10 jam, hal tersebut bertujuan untuk mengefektifkan tumbukan partikel yang terjadi, karena semakin lama waktu *milling* akan meningkatkan ukuran partikel yang dihasilkan (Widjanarko & Suwasito, 2014).

Mikropartikel karbon aktif TKKS hasil *milling* memiliki persen rendemen sebesar 22,22 %. Gambar 1 menunjukan bentuk dan ukuran dari karbon aktif, karbon yang belum diayak dan diaktivasi memiliki bentuk yang kasar, dan terdapat banyak serabut. Setelah di ayak 100 mesh ukuran menjadi lebih halus, tidak ada serabut dan terlihat lebih padat. Sedangkan hasil *milling* ukurannya menjadi lebih halus dibandingkan dengan 100 mesh, dan terlihat padat.

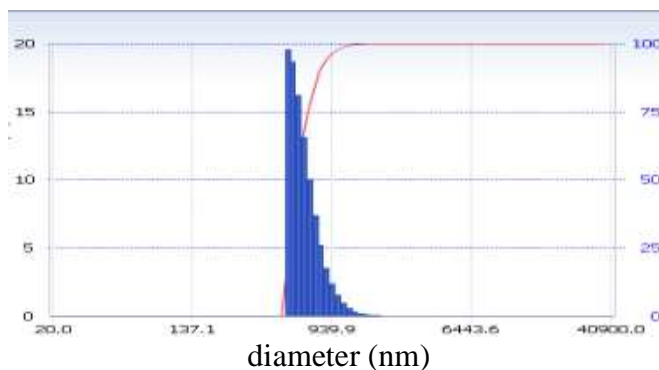


Gambar 1. (a) Karbon TKKS (b) Karbon Aktif TKKS 100 Mesh (c) Karbon Aktif Mikropartikel

Karakteristik Karbon Aktif TKKS Berdasarkan *Particle Size Analyzer* (PSA)

Pengujian PSA terhadap partikel sampel karbon aktif TKKS dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel. Alat yang digunakan yaitu PSA *Beckman Coulter PSA Analyzer*. Gambar 2 menunjukkan sebaran dan persentase hasil pembacaan alat PSA terhadap partikel sampel uji. Nilai sebaran ukuran partikel sampel yang diperoleh

terkecil adalah 507,7 nm dan terbesar adalah 1740,3 nm. Persentase nilai sebaran 507,7 nm yaitu 19,6%. Akan tetapi hasil rata-rata pembacaan sampel 16,4 nm atau setara dengan 1,60 μm . Hasil tersebut masuk ke dalam rentang mikropartikel, yaitu antara 1-1000 μm (Kumar *et al.* 2011).



Gambar 2. Grafik Pengukuran PSA dengan Metode Laser Diffraction

Karakteristik Karbon TKKS berdasarkan SNI No. 06-3730-1995

Sampel mikropartikel karbon aktif yang diperoleh diuji karakteristiknya berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu, daya serap terhadap iod, dan daya serap terhadap biru metilen. Hasil uji karakteristik mikropartikel karbon aktif TKKS terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Karbon Aktif TKKS

No	Parameter	Hasil	standar SNI
1	Kadar Air	3,03 %	maks. 15 %
2	Kadar Abu	23,81 %	maks. 10 %
3	Daya Serap terhadap iodin	1547,58 mg/g	min. 750 mg/g
4	daya serap terhadap biru metilen	148,21 mg/g	min. 120 mg/g

Salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas karbon aktif yaitu kadar air yang bertujuan agar dehidrasi pada karbon terjadi secara maksimal, melalui uji kadar air dapat diketahui banyaknya air yang dapat diuapkan untuk mengurangi penutupan pori-pori pada sampel. Hilangnya molekul air pada sampel menghasilkan pori-pori yang lebih besar. Bertambahnya luas permukaan karbon aktif tersebut akan meningkatkan sifat higroskopisnya, sehingga penyerapan air dari udara oleh karbon aktif itu sendiri menjadi semakin meningkat, akibatnya kadar air pada karbon aktif akan meningkat. Kadar air yang diperoleh yaitu 3,03 %. Hasil tersebut memenuhi standar kualitas karbon aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-

1995 yaitu kadar air maksimal sebesar 15% untuk karbon aktif bebentuk serbuk. Kadar air yang rendah pada karbon TKKS akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon TKKS tersebut. Meningkatnya kemampuan adsorpsi menunjukkan baiknya kualitas dari karbon TKKS tersebut untuk menyerap gas kendaraan bermotor. jika kadar airnya tinggi dapat menurunkan mutu karbon TKKS karena dapat mengurangi kemampuan daya serapnya terhadap gas atau cairan.

Parameter lain yang menentukan kualitas suatu karbon yaitu kadar abu. Tujuan penentuan kadar abu adalah untuk menentukan kadar oksida logam yang masih terdapat dalam karbon TKKS. Kadar abu diasumsikan sebagai sisa mineral yang tertinggal pada saat dibakar, karena bahan alam sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, sebagian dari mineral hilang saat proses karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi diperkirakan masih tertinggal dalam karbon aktif.

Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan karbon TKKS pada suhu 600°C selama 4 jam menggunakan tanur. Hasil pengujian yang didapat yaitu 23,81%. Nilai tersebut belum memenuhi standar kualitas yang disyaratkan yaitu maksimal 10%. Besarnya kadar abu dipengaruhi oleh karbon yang terdiri dari lapisan-lapisan bertumpuk satu sama lain yang membentuk pori. Pada pori-pori karbon biasanya terdapat pengotor berupa mineral anorganik dan oksida logam yang menutupi porinya, hal ini yang menyebabkan kadar abu menjadi tinggi. Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Tingginya kadar abu kemungkinan terjadi karena beberapa faktor diantaranya pada proses pemanasan dalam tanur, suhu dalam tanur yang tidak sesuai, dan terdapatnya oksigen dalam proses pengabuan. Kadar abu sangat berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Kadar abu yang berlebih dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif, sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang.

Daya serap terhadap iodin ditentukan dengan tujuan mengetahui kemampuan adsorpsi dari adsorben yang dihasilkan terhadap larutan berbau. Daya serap karbon akan semakin kuat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi dari aktivator yang ditambahkan penambahan aktivator memberikan pengaruh yang kuat untuk meningkatkan senyawa-senyawa tar keluar melewati mikro pori-pori dari karbon

aktif sehingga permukaan dari karbon aktif semakin luas. Permukaan karbon aktif akan semakin luas mengakibatkan semakin besar daya serap karbon aktif tersebut. Semakin besar angka iod yang dihasilkan maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi zat terlarut. Analisis daya serap karbon dan karbon aktif secara iodometri ini didasarkan atas reaksi oksidasi reduksi dimana suatu oksidator direaksikan dengan ion iodida yang kemudian melepaskan iodium. Iodium yang dilepaskan dititrasi dengan larutan standar natrium thiosulfat.

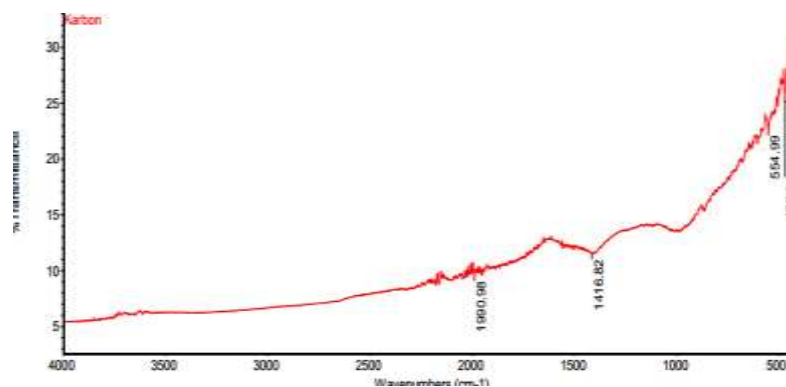
Mikropartikel karbon aktif menghasilkan daya serap iodin sebesar 1547,48 mg/g . hal tersebut memenuhi standar kualitas karbon aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/g. Besarnya daya serap mikropartikel karbon aktif tkks terhadap iodin menggambarkan banyaknya pori atau luas permukaan karbon aktif. selain itu, ikatan antara C dan H terlepas dengan sempurna , sehingga terjadi pergeseran pelat karbon kristalit membentuk pori yang baru dan mengembang pori yang sudah terbentuk.

Adsorpsi biru metien dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif TKKS. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap larutan berwarna dan menentukan luas permukaan pori karbon aktif. Kemampuan mengadsorpsi biru metilen menjadi salah satu parameter berkualitas dari karbon TKKS yang dihasilkan, SNI mensyaratkan kemampuan minimal menyerap 120 mg/g untuk serbuk karbon aktif . Penentuan daya jerap karbon terhadap biru metilen menghasilkan larutan berwarna biru yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Penentuan daya jerap karbon terhadap biru metilen dilakukan secara spektrometri dengan panjang gelombang 665 nm. Hasil pengujian daya serap terhadap biru metilen menghasilkan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 148,21 mg/g dan efisiensi adsorpsi sebesar 99,75%. Hasil kapasitas adsorpsi memenuhi standar kualitas karbon aktif SNI No. 06-3730-1995 yaitu minimal 120 mg/g. Kapisatas penyerapan biru metilen merupakan salah satu karakteristik yang harus dimiliki oleh suatu produk karbon aktif.

Karakteristik Karbon Aktif TKKS berdasarkan Spektrum FTIR

Karbon TKKS diuji dengan menggunakan FTIR untuk mengetahui keberadaan gugus fungsi yang terkandung dalam mikropartikel karbon aktif. Pola spektrum yang dihasilkan merupakan hasil serapan vibrasi dari seluruh konstituen yang ada

dalam sel karbon (Bledzki *et al.*, 2010). Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh ukuran pori-pori pada permukaan karbon aktif tersebut, tetapi dipengaruhi oleh komposisi kimia dari karbon aktif yang berupa gugus-gugus fungsi. Sehingga penentuan spektrum FTIR sering digunakan untuk karakterisasi karbon atau zat adsorben lainnya, seperti penelitian Nandiyanto, *et al* (2020); Latupeirissa *et al.*, (2022).



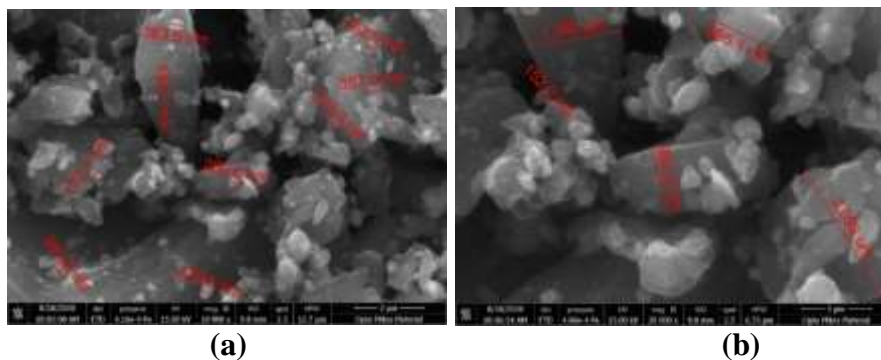
Gambar 3. Spektrum Gugus Fungsi FTIR Mikropartikel Karbon Aktif TKKS

Hasil uji FTIR memperlihatkan adanya vibrasi dari setiap gugus yang terbentuk. Berbagai jenis panjang gelombang yang dihasilkan pada setiap puncak serapan yang terjadi sehingga dapat diketahui struktur mikro yang ada dalam karbon aktif TKKS. Gugus fungsi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penciri dari karbon TKKS tersebut. pada mikropartikel karbon aktif tkks menghasilkan bilangan gelombang $1990,98 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C=O, Proses pirolisis juga telah membentuk ikatan C=C (aromatik) di $1416,2 \text{ cm}^{-1}$. Senyawa tersebut merupakan penyusun struktur heksagonal arang dan arang aktif (Wibowo *et al.*, 2011). Pirolisis dengan suhu yang semakin tinggi akan mengakibatkan perubahan gugus fungsi yaitu terjadinya pergeseran, hilangnya puncak serapan atau tingkat serapannya berkurang dan terbentuknya senyawa radikal tidak stabil yang selanjutnya bereaksi membentuk senyawa baru (Wibowo *et al.*, 2011).

Karakterisasi Mikropartikel Karbon Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit berdasarkan Scanning Electron Microscopy (SEM)

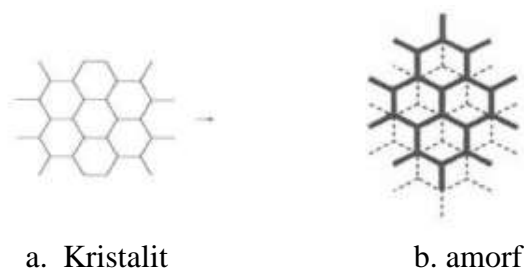
Sebagaimana spektrum FTIR, uji SEM sering digunakan untuk keperluan karakterisasi suatu material termasuk adsorben atau karbon aktif (Nurdin *et al.*, (2022); Broseghini *et al.*, (2015). Hasil SEM menunjukkan visualisasi dari permukaan karbon aktif dan ukuran partikel. SEM yang dilakukan pada pengujian

ini menggunakan 2 perbesaran yaitu 10.000x perbesaran, dan 20.000x perbesaran. Pada hasil pengujian SEM morfologi partikel karbon aktif rata-rata menunjukkan bentuk yang tidak teratur dan tidak seragam, sedangkan ukuran dari partikel karbon aktif mencapai ukuran pada skala 2,093 μm .



Gambar 4. Mikrograf perbesaran (a) 10000x dan (b) 20000x

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Semakin besar luas permukaan arang aktif akan memperkecil lebar lapisan kristalit dan memperpanjang tinggi lapisan kristalit. Selain itu selama proses aktivasi terjadi pergeseran pelat heksagonal, yang semula tingkat keteraturannya tinggi (kristalin) menjadi tidak beraturan (amorf) (Gambar 5).



Gambar 5. Struktur Karbon Amorf

KESIMPULAN

Mikropartikel karbon aktif tandan kosong kelapa sawit telah berhasil disintesis secara *topdown* menggunakan *planetary ball milling* selama 10 jam mencapai ukuran partikel 1,60 μm , dan telah memenuhi standar kualitas SNI No. 06-3730-1995 pada parameter kadar air, daya serap terhadap iodin dan daya serap terhadap biru metilen. Berdasarkan spektrum *Fourier Transform InfaRed* (FTIR) diketahui

mikropartikel karbon aktif TKKS memiliki gugus fungsi C=O dan C=C, serta berdasarkan visualisasi *scanning electron microscopy* (SEM) diketahui mikropartikel berbentuk tidak teratur dan tidak beragam serta memiliki skala ukuran mikropartikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayoup, M., Ghrair, J.I., dan Thilo, S. (2009). Nanoparticulate Zeolitic Tuff For Immobilizing Heavy Metals In Soil : Preparation And Characterization. *Water Air Soil Pollut.* 203 :155.
- Bledzki, A.K., A. A. Mamun, dan J. Volk. (2010). Barly Husk and Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composites: The Effect of Fibre Physical, Chemical and Surface Properties. *Journal Composites Science and Technology* 70: 840-946.
- Broseghini, M. L., Gelisioa, M. D’Incaua, C.L. A., Ricardoa, N.M., Pugno, P., Scardi. (2015). Modeling of the planetary ball-milling process: The case study of ceramic powders. *Journal of the European Ceramic Society*.
- Kumar, B., Pavan., Chandiran,L., Sarath., Bhavya, L., dan Sindhuri, M. (2011). Microparticulate Drug Delivery System A Riview. *Departement of Pharmaceutical*.
- Latupeirissa, J.M.F.J.D.P., Tanasale E.G., Fransina A.N. (2022). Synthesis and Characterization of Chitosan-Citrate Microparticle Using Ionic Gelation Methods. *Indo. J. Chem. Res.*, 10(1), 1-7.
- Maslahat, M., Arrisujaya, D., Lismayani, S. (2019). Optimasi Suhu Aktivasi Pada Pembuatan Arang Aktif Berbahan Dasar Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Lignoselulosa* hal 46-51.
- Nandiyanto, A.B.D., Girsang, G.C.S., Maryanti, R., Ragadhita, R., Anggraeni, S., Fauzi, F.M., Sakinah, P., Asita, P.A., Usdiyana, D., Fiandini, M., Dewi, M.W., A Sh. M Al-Obaidi. (2020). Isotherm Adsorption Characteristics of Carbon Microparticles Prepared from Pineapple Peel Waste. *Communications in Science and Technology* 5(1), 31–39.
- Nandiyanto, A.B.D. (2020). Isotherm Adsorption of Carbon Microparticles Prepared from Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seeds Using Two-Parameter Monolayer Adsorption Models and Equations. *Moroccan Journal of Chemistry*, 745-761.
- Nor, N.M., Chung, L.L., Teong, L.K., Mohamed, A.R. (2013). Synthesis of Activated Carbon from Lignocellulosic Biomass and Its Applications in Air Pollution Control-A Review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 1, 658–666.
- Nuridin, A., Iriani, H.H., Fahmi, A. (2022). Production Process of Large Pore Size Activated Carbon from Palm Kernel Shell using Sodium Chloride as An Activator. *Indo. J. Chem. Res.*, 10(1), 8-13.
- Widjanarko, S.B., dan T.S. Suwasito. (2014). Pengaruh Lama Penggilingan dengan Metode Ball Mill Terhadap Rendemen dan Kemampuan Hidrasi Tepung Porong (*Amorphophallus muelleri blume*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1): 79-85.