

Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Kopi Robusta dan Tempurung Kelapa dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida

Saputri Anggraeni Pusphaningrum*, Ayu Pramita*, Dodi Satriawan*

* Politeknik Negeri Cilacap
Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan
Jl Dr. Soetomo, Cilacap Selatan, Cilacap 53212, Indonesia
E-mail: ayu164606@gmail.com

Abstrak

Kopi adalah minuman yang terkenal dan populer di Indonesia, karena banyak orang tua ataupun muda menyukai kopi bahkan menjadikannya sebagai hobi. Sehingga kedai kopi di Indonesia semakin bertambah dalam beberapa tahun terakhir. Kedai kopi tersebut tentunya menghasilkan limbah yang cukup banyak berupa ampas kopi. Ampas kopi yang ditumpuk dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan karena ampas kopi mengandung bahan kimia berbahaya seperti *polifenol*, *tannin* dan *alkaloid*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah ampas kopi robusta dan tempurung kelapa sebagai adsorben dalam bentuk karbon aktif yang teraktivasi kalium hidroksida (KOH) dengan variasi konsentrasi 5 dan 10%. Hasil terbaik pada penelitian ini yaitu karbon aktif ampas kopi robusta yang teraktivasi KOH 10% dengan kadar air 0,485%, kadar abu 2,945%, kadar zat mudah menguap 97,52%, dan daya serap terhadap iodin 1.256,31 mg/g. dan karbon aktif tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 10% dengan kadar air 0,725%, kadar abu 0,51%, kadar zat mudah menguap 96,86%, dan daya serap terhadap iodin 1.237,275 mg/g.

Kata kunci: *adsorpsi, ampas kopi robusta, karbon aktif, tempurung kelapa*

Abstract

Coffee is a well-known and popular drink in Indonesia, because many young and old people like coffee and even make it a hobby. So that coffee shops in Indonesia have increased in recent years. The coffee shop certainly produces quite a lot of waste in the form of coffee grounds. Stacked coffee grounds can have a negative impact on health and the environment because coffee grounds contain harmful chemicals such as polyphenols, tannins and alkaloids. This study aims to utilize robusta coffee grounds and coconut shell waste as adsorbents in the form of activated carbon activated with potassium hydroxide (KOH) with varying concentrations of 5 and 10%. The best results in this study were robusta coffee grounds activated carbon activated with 10% KOH with a moisture content of 0.485%, ash content of 2.945%, volatile matter content of 97.52%, and absorption capacity of iodine 1,256.31 mg/g. and coconut shell activated carbon activated with 10% KOH with a moisture content of 0.725%, ash content of 0.51%, volatile matter content of 96.86%, and absorption of iodine 1,237.275 mg/g.

Keywords: *activated carbon, adsorption, coconut shell, robusta coffee grounds*

1. Pendahuluan

Menurut data *International Coffee Organization* (ICO), Indonesia merupakan konsumen kopi terbesar ke-5 di dunia pada tahun 2020/2021 yaitu tidak kurang dari 5 juta kantong berukuran 60 kg. Konsumsi kopi di Indonesia yang tinggi diimbangi dengan peningkatan jumlah produksi kopi setiap tahunnya. Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah produksi kopi di Indonesia meningkat 1,1% *year on year*, yaitu sebesar 786.191 ton, dan akan mencapai 794.800 ton pada tahun 2022. Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan dengan harga yang terjangkau diantara tanaman perkebunan lainnya, memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta peranan penting sebagai sumber devisa dan pendapatan bagi petani kopi di Indonesia [1]. Kopi merupakan minuman yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Kopi digunakan sebagai bahan baku di sektor perkebunan Indonesia. Jenis kopi terbagi menjadi dua jenis yaitu *coffea arabica* atau kopi arabika dan *coffea canephora* atau kopi Robusta [2]. Manfaat kopi robusta antara lain tahan terhadap penyakit, serta memiliki aroma dan rasa paling kuat di antara jenis kopi lainnya [1].

Kopi adalah minuman yang terkenal dan populer di Indonesia. Minum kopi seolah menjadi warisan budaya di Indonesia, karena banyak orang tua ataupun muda menyukai kopi bahkan menjadikannya sebagai hobi [3]. Investor memanfaatkan ini untuk membuka bisnis atau kafe di Indonesia. Sehingga kedai kopi di Indonesia semakin bertambah dalam beberapa tahun terakhir. Kedai kopi tersebut tentunya menghasilkan limbah yang cukup banyak berupa ampas kopi. Ampas kopi langsung ditumpuk dan dibuang. Biji kopi yang ditumpuk dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan karena biji kopi mengandung bahan kimia berbahaya seperti *polifenol*, *tannin* dan *alkaloid*. Selain itu, ampas

kopi juga menimbulkan bau tak sedap yang dapat mencemari lingkungan.

Ampas kopi adalah salah satu limbah organik yang dihasilkan dari olahan minuman kopi lainnya, dikonsumsi setiap hari dan tidak digunakan kembali [4]. Ampas kopi mengandung 47,8-58,9% karbon, 1,9-2,3% nitrogen, 6,7-13,6g/100g protein, 0,43-1,6% abu, 8,6% selulosa [5]. Limbah tempurung kelapa merupakan biomassa yang berperan sebagai bahan baku karbon aktif [6]. Tempurung kelapa atau batok kelapa adalah bagian keras dari kelapa yang berfungsi untuk melindungi daging kelapa. Tempurung kelapa memiliki tebal 3 – 5 mm dan berat 19 – 20% dari massa kelapa [7]. Tempurung kelapa mengandung 34% selulosa, 21% hemiselulosa, 27% lignin, dan 18% abu [8]. Tempurung kelapa memiliki sifat mikropori dan mengandung unsur karbon sehingga sesuai untuk membuat karbon aktif.

Arang aktif merupakan arang yang dipadatkan melalui proses aktivasi dan memiliki daya serap yang lebih baik. Proses produksi karbon aktif melalui proses karbonisasi dengan alat pirolisis dan proses aktivasi yang dapat memperluas pori-pori karbon aktif untuk meningkatkan penyerapan [8]. Karbon aktif adalah senyawa yang kapasitas adsorpsinya ditingkatkan melalui proses aktivasi. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan terkait dengan struktur pori internal menghasilkan karbon aktif dengan sifat adsorpsi [9]. Padatan berpori yang mengandung karbon 85-95%, terbuat dari bahan yang memiliki kandungan karbon dengan memanaskannya pada suhu tinggi dan menggunakan gas, uap, dan bahan kimia untuk membuka pori-pori disebut karbon aktif [10]. Arang aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang relatif tinggi karbon seperti ampas kopi Robusta dan tempurung kelapa. Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah ampas kopi robusta dan tempurung kelapa sebagai adsorben

berupa karbon aktif yang diaktivasi kalium hidroksida (KOH) dengan variasi konsentrasi 5 dan 10%.

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: pirolisis, oven, ayakan 100 mesh, grinder, desikator, labu ukur, *magnetic stirrer*, spatula, gelas beaker, cawan krus, cawan porselen, buret, klem, statif, erlenmeyer. Kemudian bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas kopi robusta, tempurung kelapa, aquades, kalium hidroksida (KOH), larutan iodin 0,1 N, natrium thiosulfate 0,1N, larutan indikator amilum 1%.

2.2 Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2.1. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Baryatik dkk[5], Hanavia dkk[6], Ramadhani dkk[8], Wardani dkk[9], Monarita dkk[10], Verayana dkk[11], Dewi dkk[12], Faisal dkk [13], Taer dkk[15] dan Perdani dkk[16]. Tahapan awal dalam pembuatan karbon aktif pada penelitian ini adalah tahap *pretreatment*. Bahan baku yang akan digunakan yaitu ampas kopi robusta yang diambil yaitu di Jalan Rinjani, Sidanegara,

Kecamatan Cilacap Tengah dan tempurung kelapa diambil di Jalan Lingkar Selatan, Tegalkamulyan, Kecamatan Cilacap Selatan. Pada proses *pretreatment* ampas kopi dan tempurung kelapa dibersihkan dari pengotor berupa serabut dan jamur. Kemudian dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari selama ± 3 hari [11]. Gambar hasil pengeringan bahan baku karbon aktif seperti pada gambar 2.



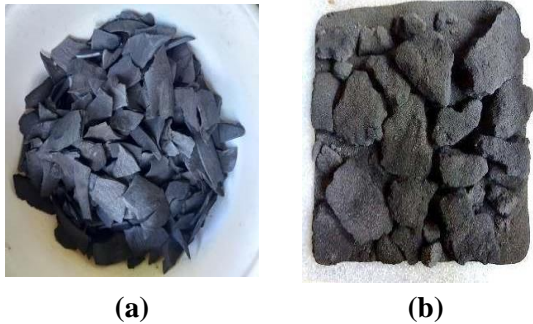
(a)



(b)

Gambar 2. Hasil Penjemuran Bahan Baku Karbon Aktif (a) Tempurung kelapa (b) Ampas Kopi Robusta

Setelah kering, tempurung kelapa diubah menjadi ukuran yang lebih kecil agar mempermudah proses karbonisasi. Ampas kopi robusta dan tempurung kelapa yang sudah kering selanjutnya dilakukan proses karbonisasi. Proses karbonisasi dilakukan menggunakan alat pirolisis. Proses karbonisasi ampas kopi robusta dilakukan dengan menggunakan alat pirolisis dengan suhu 200°C selama 45 menit dan tempurung kelapa dengan suhu 300 °C selama 3,5 jam. Hasil dari proses karbonisasi ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Hasil Karbonisasi (a) Tempurung Kelapa (b) Ampas Kopi
Robusta

Hasil dari proses karbonisasi kemudian dikecilkan ukurannya dengan menggunakan *grinder* dan selanjutnya diayak dengan menggunakan ayakan 100 *mesh*. Proses yang selanjutnya adalah proses aktivasi. Proses aktivasi dilakukan dengan menimbang karbon aktif sebanyak 100gram lalu direndam dengan menggunakan aktivator berupa kalium hidroksida (KOH) dengan konsentrasi 5 dan 10% selama 1 hari. Kemudian dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan antara karbon dengan larutan. Selanjutnya dilakukan proses pencucian atau penetralan dengan menggunakan aquades sampai pH menjadi netral (6,5-7,5). Jika karbon aktif sudah netral kemudian lakukan pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 115°C [12]. Setelah karbon aktif kering, kemudian dilakukan pengujian karakteristik kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan daya serap terhadap iodin.

2.2.2. Proses Pengujian Karakteristik Karbon Aktif

a. Penentuan Kadar Air

Pengujian kadar air pada karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995. Kadar air diukur dengan menimbang karbon aktif sebanyak 1 gram kemudian memanaskan karbon aktif menggunakan oven pada suhu 110°C selama 3 jam. Kemudian karbon aktif didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan melakukan penimbangan hingga tercapai berat konstan.

Kemudian menghitung kadar air yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} : \frac{W_1}{W_2} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W_1 = Kehilangan berat sampel, gram

W_2 = Berat sampel, gram.

b. Penentuan Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995. Penentuan kadar abu dilakukan dengan menimbang karbon aktif sebanyak 2-3gram dan menempatkannya pada cawan krus yang beratnya diketahui. Abukan pelan-pelan lalu besarkan api atau masukkan ke dalam *furnace* (800-900°C) selama 2 jam. Ketika semua sampel telah mengabu, dinginkan cawan dalam desikator selama 15 menit dan menimbang berat karbon aktif jika beratnya belum konstan maka perlu diabukan kembali. Kemudian menghitung kadar abu yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} : \frac{W_1}{W_2} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

W_1 = Sisa pijar, gram

W_2 = Bobot sampel, gram

c. Penentuan Kadar Zat Mudah Menguap (*volatile*)

Pengujian kadar *volatile* pada karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995. Penentuan kadar *volatile* dilakukan dengan menimbang 1-2 gram dan menempatkannya pada cawan krus yang beratnya diketahui, kemudian letakkan cawan yang sudah diketahui bobotnya diatas

cawan yang berisi sampel sehingga sampel berada diantara kedua cawan. Lalu memanaskan cawan dan contoh sampai suhu 950°C menggunakan *furnace*. Setelah suhu tercapai, kemudian mengeluarkan dan mendinginkan cawan dan sampel didalam desikator lalu menimbangnyanya. Selanjutnya menghitung kadar zat mudah menguap yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar zat menguap (\%)}: \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

W1 = Bobot sampel semula, gram.

W2 = Bobot sampel setelah pemanasan, gram.

d. Penentuan Daya Serap Terhadap Iodin

Pengujian daya serap terhadap iodin pada karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995. Penentuan daya serap terhadap iodin dilakukan dengan cara karbon aktif dipanaskan dengan suhu 115±5°C selama 1 jam, kemudian mendinginkan dengan menggunakan desikator selama 15 menit. Selanjutnya melakukan penimbangan karbon aktif sebanyak 0,5 gram dan memindahkan ke dalam tempat tertutup dan berwarna gelap. Menambahkan 50ml larutan iod 0,1 N. Menghomogenkan larutan dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Setelah itu memindahkan larutan ke dalam tabung sentrifugal sampai karbon aktif mengendap. Mengambil 10 ml larutan tersebut dan melakukan titrasi dengan larutan natrium thiosulfat 0,1N hingga larutan berubah warna menjadi kuning. Kemudian menambahkan larutan amilum 1% sebagai indikator. melakukan titrasi kembali dari warna biru tua hingga menjadi warna bening. Setelah itu menghitung daya serap terhadap iodin yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Iodin yang diadsorpsi } \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right): \frac{\left(10 - \frac{V \times N}{0,1}\right)}{w} \times 12,69 \times 5 \quad (4)$$

Keterangan =

V = Larutan natrium tiosulfat yang diperlukan (ml).

N = Normalitas larutan natrium tiosulfat.

12,69 =Jumlah iodin sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1N

W = Sampel (gram)

3. Hasil dan Pembahasan

Salah satu upaya untuk menurunkan jumlah limbah ampas kopi robusta dan tempurung kelapa yaitu memanfaatkannya sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif. Pembuatan karbon aktif terdiri dari beberapa tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa yang sudah jadi kemudian dilakukan pengujian karakteristik karbon aktif. Pengujian karakteristik bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat karbon aktif dari ampas kopi robusta dan tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan KOH. Pengujian karakteristik karbon aktif dilakukan sesuai dengan SNI 06-3730-1995 tentang syarat dan mutu arang aktif teknis. Pengujian karakteristik yang dilakukan yaitu berupa uji kadar air, uji kadar abu, uji kadar zat menguap, dan uji daya serap terhadap iodin. Pengujian karakteristik karbon aktif dilakukan sebanyak 2 kali (*duplo*). Hasil pengujian karakteristik karbon aktif dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi Robusta dan Tempurung Kelapa

No	Karakteristik karbon aktif	Sampel 100 mesh						Standar SNI
		AK awal	AK ₁	AK ₂	TK awal	TK ₁	TK ₂	
1.	Kadar Air (%)	2,735	1,78	0,485	2,99	0,405	0,725	Maks. 15
2.	Kadar Abu (%)	10,3	3,467	2,945	6,165	0,371	0,922	Maks. 10
3.	Kadar zat menguap (volatile) (%)	97,06	97,98	93,04	99,93	93,51	61,83	Maks. 25
4.	Daya Serap Iodin (mg/g)	1.243,	1.249	1.256,	1.218,	1.218,	1.237,	Min. 750

Keterangan =

TK = Tempurung Kelapa Awal

AK = Ampas Kopi Awal

AK₁ = Ampas kopi yang teraktivasi KOH 5%

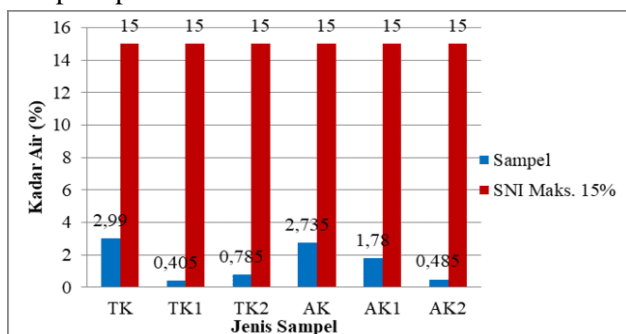
AK₂ = Ampas kopi yang teraktivasi KOH 10%

TK₁ = Tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 5%

TK₂ = Tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 10%

3.1. Kadar Air

Dari tabel 1 maka dapat diperoleh grafik hasil pengujian karakteristik berupa kadar air pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa seperti di bawah ini :



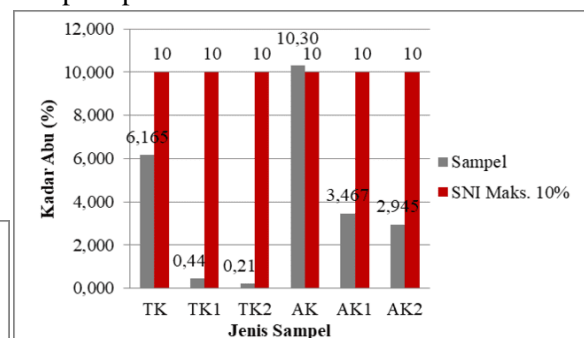
Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kadar Air antara Sampel Karbon Aktif dengan SNI 06-3730-1995

Pada grafik diatas menunjukkan nilai kadar air pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa sebelum dan sesudah aktivasi sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Berdasarkan data pada tabel 2 nilai kadar air pada karbon aktif ampas kopi robusta cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jumlah aktivator KOH yang digunakan pada saat aktivasi. KOH merupakan basa kuat yang sangat higroskopis sehingga mudah mengikat air dalam bahan pada proses aktivasi sehingga menyebabkan kadar air

pada karbon aktif menurun dan daya adsorpsi karbon aktif semakin baik [13]. Sedangkan nilai kadar air pada karbon aktif tempurung kelapa mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi KOH yang ditambahkan. Hasil pengujian kadar air yang terbaik pada penelitian ini adalah karbon aktif ampas kopi robusta yang teraktivasi KOH dengan konsentrasi 10% sebesar 0,485% dan tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 5% sebesar 0,405%.

3.2. Kadar Abu

Dari tabel 1 maka dapat diperoleh grafik hasil pengujian karakteristik berupa kadar abu pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa seperti di bawah ini :



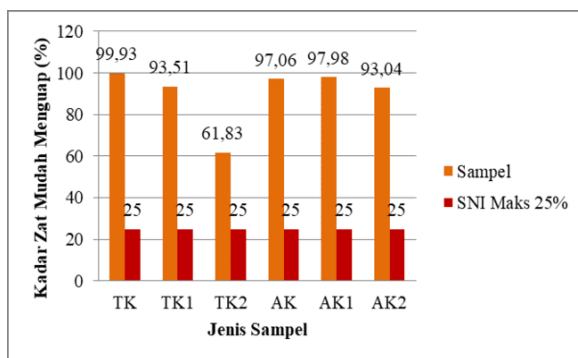
Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kadar Abu antara Sampel Karbon Aktif dengan SNI 06-3730-1995

Pada grafik diatas menunjukkan nilai kadar abu pada karbon aktif tempurung kelapa dan ampas kopi robusta sesuai dengan baku mutu SNI 06-3730-1995. Nilai kadar abu pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa menurun seimbang dengan bertambahnya konsentrasi KOH. Penurunan nilai kadar abu disebabkan karena selama proses aktivasi terjadi pengikisan permukaan karbon aktif yang mengandung pengotor seperti mineral anorganik dan oksida logam yang menutupi pori-pori karbon aktif. Kenaikan nilai kadar abu dikarenakan proses penetralan atau pencucian yang belum maksimal sehingga sisa mineral belum hilang seluruhnya. Hasil pengujian kadar abu yang terbaik pada penelitian ini adalah

karbon aktif ampas kopi robusta yang teraktivasi KOH dengan konsentrasi 10% sebesar 2,945% dan tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 5% sebesar 0,21%.

3.3. Kadar Zat Mudah Menguap (*volatile*)

Dari tabel 1 maka dapat diperoleh grafik hasil pengujian karakteristik berupa kadar zat mudah menguap pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa seperti di bawah ini:



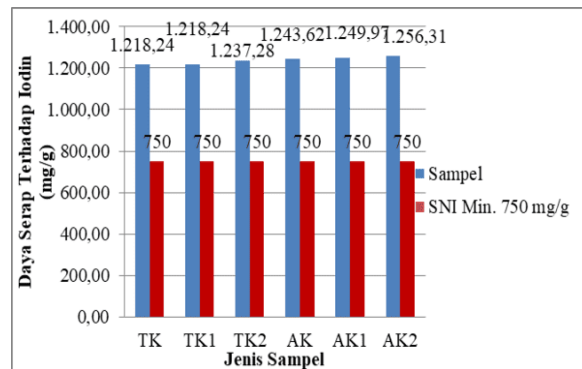
Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Kadar Zat Mudah Menguap antara Sampel Karbon Aktif dengan SNI 06-3730-1995

Pada grafik diatas menunjukkan nilai kadar zat menguap pada karbon aktif tempurung kelapa dan ampas kopi robusta melebihi dari baku mutu SNI 06-3730-1995. Nilai persentase zat *volatile* yang tinggi menandakan adanya gugus OH⁻ dan H⁺ yang terikat pada permukaan karbon aktif selama proses aktivasi. Besarnya nilai kadar zat menguap menunjukkan kemampuan adsorpsi karbon aktif. Nilai kadar *volatile* yang tinggi dapat mengurangi kemampuan adsorpsi karbon aktif [13]. Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai kadar zat mudah menguap seiring dengan peningkatan konsentrasi aktivator yang digunakan. Penurunan kandungan *volatile* menunjukkan reaksi antara atom karbon dan uap air menghasilkan senyawa non-karbon yang menguap selama aktivasi, seperti B, CO, CO₂, CH₄, dan H₂. Hasil pengujian kadar *volatile* yang terbaik pada penelitian ini adalah karbon aktif tempurung kelapa yang teraktivasi KOH

10 % sebesar 61,83% dan ampas kopi robusta yang teraktivasi KOH 10% sebesar 93,04%.

3.4. Daya Serap Terhadap Iodin

Dari tabel 1 maka dapat diperoleh grafik hasil pengujian karakteristik berupa daya serap terhadap iodin pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa seperti di bawah ini:

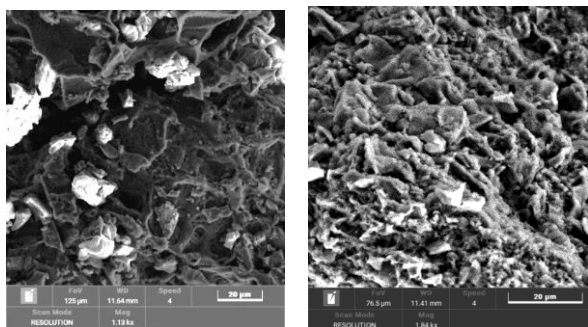


Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Terhadap Iodin antara Sampel Karbon Aktif dengan SNI 06-3730-1995

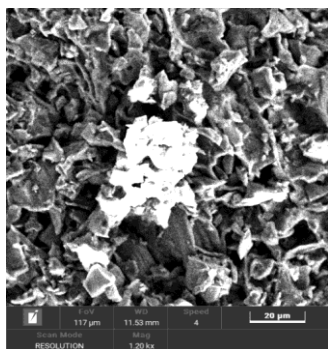
Pada grafik diatas menunjukkan nilai daya serap terhadap iodin pada karbon aktif tempurung kelapa dan ampas kopi robusta sesuai dengan baku mutu SNI 06-3730-1995. Hasil pengujian daya serap iodin yang terbaik pada penelitian ini adalah karbon aktif ampas kopi robusta yang teraktivasi KOH dengan konsentrasi 10% sebesar 1.256,31 mg/g dan tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 10%. Semakin tinggi konsentrasi KOH, semakin banyak pori yang terbentuk. Namun jika konsentrasinya terlalu tinggi pori-pori karbon aktif yang terbentuk menjadi rusak [14].

3.5. Morfologi Permukaan

Analisa morfologi permukaan dari karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa dilihat dengan menggunakan *Scening Elektron Microso* (SEM) pada masing-masing bahan baku dan variasi konsentrasi aktivator.



(a) (b)



(c)

Gambar 8. Hasil Pengujian Morfologi Permukaan menggunakan SEM (a)

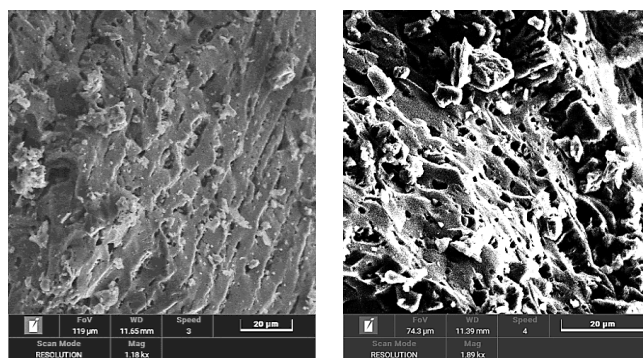
Karbon Ampas Kopi sebelum diaktivasi (b) Karbon Aktif Ampas Kopi yang

diaktivasi KOH 5% (c) Karbon Aktif Ampas Kopi yang diaktivasi KOH

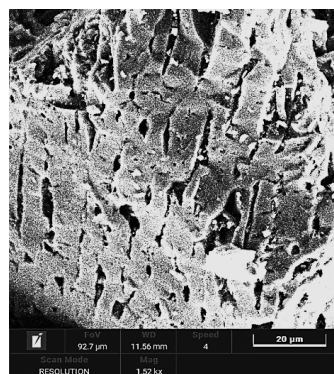
10%

Pada gambar 8 ditunjukkan morfologi permukaan karbon aktif dari ampas kopi robusta pada sebelum aktivasi dan setelah diaktivasi dengan KOH 5, 10%. Karbon aktif dari ampas kopi robusta memiliki permukaan pori-pori yang tidakberaturan dan kasar. Ukuran pori pada karbon aktif yang diaktivasi 5 dan 10% berbeda. Untuk karbon aktif yang diaktivasi KOH 5% memiliki ukuran pori sekitar 5,82-14,72 µm dengan perbesaran 1430 kali sedangkan karbon aktif yang diaktivasi KOH 10% memiliki ukuran pori 2,45-10,07 µm dengan perbesaran 1200 kali. Pada gambar 8 b terlihat adanya pori-pori karbon aktif ampas kopi robusta tetapi belum terbuka sempurna. Pada gambar 8 c terlihat adanya pori-pori karbon aktif ampas kopi robusta yang terbuka lebih banyak daripada gambar 8 b. hal ini disebabkan karena adanya pengaruh variasi konsentrasi KOH yang digunakan. KOH dapat membuat karbon

memiliki pori yang banyak karena KOH adalah basa kuat yang dapat menghilangkan zat pengotor pada karbon [15]. Karbon aktif ampas kopi robusta yang sebelum diaktivasi mengandung unsur 93,54% C, 5,61% O, 0,11% Mg, 0,09% P, 0,65% K. Setelah aktivasi dengan KOH 5% mengandung unsur 91,26% C, 7,94% O, dan 0,80% K. Setelah diaktivasi KOH 10% mengandung unsur 91,86% C, dan 8,14% O.



(a) (b)



(c)

Gambar 9. Hasil Pengujian Morfologi Permukaan menggunakan SEM (a)

Karbon Tempurung Kelapa sebelum diaktivasi (b) Karbon Aktif

Tempurung Kelapa yang diaktivasi KOH 5% (c) Karbon Aktif Tempurung

Kelapa yang diaktivasi KOH 10%.

Pada gambar 9 ditunjukkan morfologi permukaan karbon aktif dari tempurung kelapa pada sebelum aktivasi dan setelah diaktivasi dengan KOH 5, 10%. Karbon aktif dari tempurung kelapa memiliki permukaan pori-pori yang tidak beraturan dan kasar. Ukuran pori pada karbon aktif yang diaktivasi 5 dan 10% berbeda. Untuk karbon aktif yang diaktivasi KOH 5% memiliki ukuran pori sekitar 1,43-3,68

μm dengan perbesaran 2.880 kali sedangkan karbon aktif yang diaktivasi KOH 10% memiliki ukuran pori 2,32-7,54 μm dengan perbesaran 1520 kali. Pada gambar 9 b terlihat adanya pori-pori karbon aktif tempurung kelapa tetapi belum terbuka sempurna. Pada gambar 9 c terlihat adanya pori-pori karbon aktif ampas kopi robusta yang terbuka lebih banyak daripada gambar 9 b. hal ini disebabkan karena adanya pengaruh variasi konsentrasi KOH yang digunakan. KOH dapat membuat karbon memiliki pori yang banyak karena KOH adalah basa kuat yang dapat menghilangkan zat pengotor pada karbon [15]. Karbon aktif tempurung kelapa yang sebelum diaktivasi mengandung unsur 94,25% C, 5,54% O, 0,21% K. Setelah aktivasi dengan KOH 5% mengandung unsur 100% C. Setelah diaktivasi KOH 10% mengandung unsur 93,41% C, dan 6,59% O.

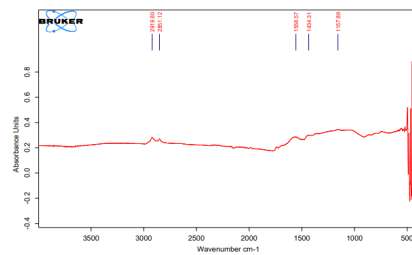
3.6. Gugus Fungsi Karbon Aktif

Karakteristik gugus fungsional karbon aktif karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa dilakukan dengan menggunakan alat *fourier transform infra red* (FTIR). Berikut merupakan gugus fungsi sesuai bilangan gelombang pada karbon aktif [16].

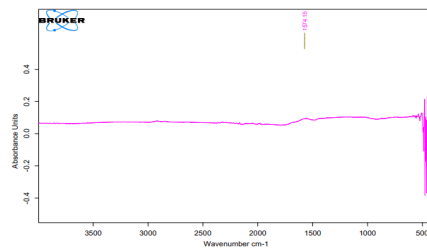
Tabel 2. Gugus Fungsi Karbon Aktif dari Ampas Kopi Robusta dan Tempurung Kelapa

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Karbon Aktif (cm^{-1})	
		Teoritis	Standard
1	O-H	3570 - 3450	3507,68
2	C-H	3000 - 2800	2931,41
3	C \equiv C	2400 - 2250	2365,95
4	C=C	1660 - 1580	1565,36
5	C-H	1475 - 1300	1388,56
6	C-O	1200 - 1050	1151,81

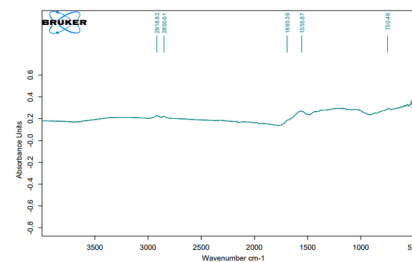
Di bawah ini merupakan hasil dari pengukuran panjang gelombang yang akan digunakan untuk menentukan gugus fungsi pada karbon aktif ampas kopi robusta dan tempurung kelapa.



(a)



(b)

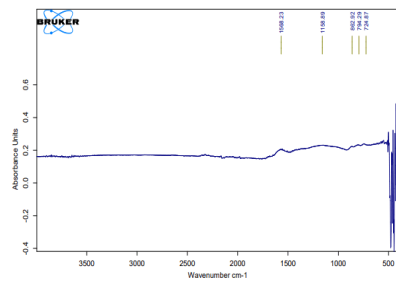


(c)

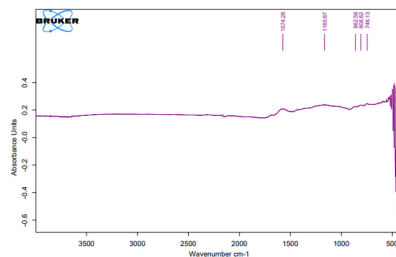
Gambar 10. Spektrum FTIR (a) Karbon Ampas Kopi Robusta sebelum diaktivasi (b) Karbon Aktif Ampas Kopi Robusta yang diaktivasi KOH 5% (c) Karbon Aktif Ampas Kopi Robusta yang diaktivasi KOH 10%.

Berdasarkan grafik diatas, bilangan gelombang pada karbon ampas kopi robusta sebelum diaktivasi yaitu bilangan gelombang 2919,80 cm^{-1} , 2851,12 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-H, bilangan gelombang 1556,57 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C=C, bilangan gelombang 1434,31 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-H, bilangan gelombang 1157,89 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-O. Bilangan gelombang pada karbon ampas kopi robusta setelah diaktivasi KOH 5% yaitu bilangan gelombang 1574,15 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C=C. Bilangan gelombang pada karbon ampas kopi robusta setelah diaktivasi KOH 10% yaitu bilangan gelombang 2918,83 cm^{-1} , 2850,61 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-H, bilangan gelombang

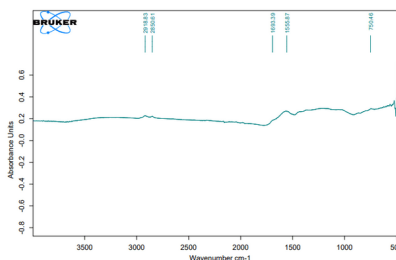
1693,39 cm^{-1} , 1555,87 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C=C.



(a)



(b)



(c)

Gambar 11. Spektrum FTIR (a) Karbon Tempurung Kelapa sebelum diaktivasi (b) Karbon Aktif Tempurung Kelapa yang diaktivasi KOH 5% (c) Karbon Aktif Tempurung Kelapa yang diaktivasi KOH 10%.

Berdasarkan grafik diatas, bilangan gelombang pada karbon tempurung kelapa sebelum diaktivasi yaitu bilangan gelombang 1567,49 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-C. Bilangan gelombang pada karbon tempurung kelapa setelah diaktivasi KOH 5% yaitu bilangan gelombang 1574,28 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-C, bilangan gelombang 1165,67 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C-O. Bilangan gelombang pada karbon tempurung kelapa setelah diaktivasi KOH 10% yaitu bilangan gelombang 1574,27 cm^{-1} yaitu gugus fungsi C=C.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi aktivator KOH dapat memberikan pengaruh pada karakteristik karbon aktif berupa kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan daya serap iodin. Hasil terbaik pada penelitian ini yaitu karbon aktif ampas kopi robusta yang teraktivasi KOH 10% dengan kadar air 0,485%, kadar abu 2,945%, kadar zat mudah menguap 93,04%, dan daya serap terhadap iodin 1256,31 mg/g. dan karbon aktif tempurung kelapa yang teraktivasi KOH 10% dengan kadar air 0,725%, kadar abu 0,21%, kadar zat mudah menguap 61,83%, dan daya serap terhadap iodin 1237,275 mg/g.

Daftar Pustaka

- [1] N. Nurhayati, "Karakteristik Sensori Kopi Celup Dan Kopi Instan Varietas Robusta Dan Arabika Sensory," *J. Ilm. Inov.*, vol. 17, no. 2, pp. 80–85, 2017.
- [2] N. Farhaty and Muchtaridi, "Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi Review," *Farmaka*, vol. 14, no. 1, pp. 214–227, 2016.
- [3] M. G. M. Liunima, A. Sutriningsih, and S. M. A.F, "Hubungan Antara Konsumsi Kopi Dengan Tingkat Stres Pada Dewasa Muda Ikatan Keluarga Besar (IKB) Nekmese Di Kota Malang," *Nurs. News (Meriden)*, vol.

- 2, no. 3, p. 8, 2017.
- [4] W. Aceh, U. Zega, and A. S. Bago, "Pengaruh Pemberian Ampas Kopi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)," *TUNAS J. Pendidik. Biol.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [5] P. Baryatik, A. D. Moelyaningrum, U. Asihta, W. Nurcahyaningasih, A. Baroroh, and H. Riskianto, "Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Kadmium pada Air Sumur," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 02, no. 1, pp. 11–19, 2019.
- [6] M. S. Hanavia, C. I. A. Meliati, and L. Rubianto, "Pengaruh Suhu Pirolisis dan Konsentrasi Aktivator NaCl Terhadap Kualitas Adsorben Arang Aktif Berbahan Dasar Limbah Tempurung Kelapa," *J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 9, pp. 202–212, 2022.
- [7] F. Asip, T. Anggun, and N. Fitri, "Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Plastik LDPE, Tempurung Kelapa dan Cangkang Sawit," *J. Tek. Kim.*, vol. 20, no. 2, pp. 45–54, 2014.
- [8] L. F. Ramadhani, I. M. Nurjannah, R. Yulistiani, and E. A. Saputro, "Review : teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa," *J. Tek. Kim.*, vol. 26, no. 2, pp. 42–53, 2020.
- [9] S. Wardani, Elvitriana, and V. Viena, "Potensi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) Dalam Menyerap Gas CO Dan SO₂ Pada Emisi Kendaraan Bermotor," *J. Serambi Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 262–270, 2018, doi: 10.32672/jse.v3i1.355.
- [10] A. Monarita, N. Sylvia, I. Ibrahim, R. Dewi, and N. ZA, "Optimasi Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Singkong Menggunakan Aktivator ZnCl₂," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 1, no. Mei, pp. 66–75, 2022.
- [11] Verayana, M. Paputungan, and H. Iyabu, "Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb)," *J. Entropi*, vol. 13, no. 1, pp. 67–75, 2018.
- [12] R. Dewi, Azhari, and I. Nofriadi, "Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia KOH," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 9, no. 2, p. 12, 2020, doi: 10.29103/jtku.v9i2.3351.
- [13] Faisal and U. Pato, "Studi Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) Terhadap Kualitas Karbon Aktif Tempurung Kluwak," *JOM Pap.*, vol. 8, no. 2, pp. 1–13, 2021.
- [14] A. F. Santoso and K. Fibrianto, "Pengaruh Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap Kualitas Sosis Ayam : Tinjauan Pustaka," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 5, no. 4, pp. 92–96, 2017.
- [15] E. Taer, T. Oktaviani, R. Taslim, and R. Farma, "Karakterisasi Sifat Fisika Karbon Aktif Tempurung," *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. IV, pp. 97–100, 2015, [Online]. Available: <http://snf-unj.ac.id/kumpulan-prosiding/snf2015/>.
- [16] F. P. Perdani, C. A. Riyanto, and Y. Martono, "Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) Berdasarkan Variasi Konsentrasi H₃PO₄ dan Lama Waktu Aktivasi," *Indones. J. Chem. Anal.*, vol. 04, no. 02, pp. 72–81, 2021, doi: 10.20885/ijca.vol4.iss2.art4.