



Pembuatan karbon serat sabut kelapa dan pengujian konduktivitas listriknya

MARZUKI NAIBAHO¹, NANANG FAUZI¹, ENDAH PUSPITA¹, AKHMAD AMINUDDIN BAMA^{1*}, RAMLAN¹, DAN NANIK INDAYANINGSIH²

¹ Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan 30862, Indonesia

² Pusat Penelitian Fisika (P2F) LIPI, Kawasan Puspittek, Tangerang Selatan, Banten

Kata kunci: karbon, karbonisasi, pirolisis, konduktivitas	ABSTRAK: Telah dibuat karbon serat serabut kelapa yang di karbonisasi dengan suhu 500°C selama 1 jam dengan suasana inert gas N ₂ dengan KOH sebagai aktivator dan dengan suhu pirolisis menggunakan 900°C and 1300°C menghasilkan karbon aktif dan konduktivitas listrik. Nilai rata-rata konduktivitas listrik karbon aktif dari serat sabut kelapadengan variasi suhu 900°C dan 1300°C adalah 15,31 S/cm untuk pembebanan 10 kgf.cm dan 51,50 S/m untuk pembebanan 20 kgf.cm.
Keywords: carbon, carbonisation, pyrolysis, conductivity	ABSTRACT: Coconut fiber carbon has been carbonized at a temperature of 500°C for 1 hour with an inert gas N ₂ with KOH as an activator and with a pyrolysis temperature using 900°C and 1300°C to produce activated carbon and electrical conductivity. The average value of the electrical conductivity of activated carbon from coconut coir fiber with temperature variations of 900°C and 1300°C is 15.31 S/cm for loading 10 kgf.cm and 51.50 S/m for loading 20 kgf.cm

1 PENDAHULUAN

Ketersediaan serat alam di Indonesia sangat melimpah salah satunya yakni serat sabut kelapa. Di Indonesia diperkirakan areal tanaman kelapa mencapai 3,2 juta ha pada tahun 2007 dan buah kelapa yang dihasilkan sebesar 5,6 juta ton. Potensi sabut kelapa Indonesia sebesar 1,7 juta ton per tahun [1]. Selain itu berdasarkan data Asia Pasifik Coconut Community (APCC) menunjukkan luas kebun kelapa di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 3.859.000 ha adalah yang terluas di dunia dengan produksi 252,2 miliar butir [2]. Dengan mengasumsikan berat serat sabut kelapa sekitar 35% dari berat buah kelapa, dengan ini ketersediaan serat sabut kelapa sangat memadai dan melimpah untuk berbagai macam keperluan, termasuk dalam penggunaannya sebagai bahan dasar pembuatan karbon dari serat alam [2].

Karbon merupakan unsur yang jumlahnya berlimpah di alam. Untuk menghasilkan karbon dari bahan organik dilakukan melalui proses penguraian senyawa organik. Penguraian senyawaini disebut dengan proses karbonisasi. Karena beberapa karakter yang dimiliki oleh material karbon, maka material ini banyak diaplikasikan di berbagai bidang con-

tohnya sebagai bahan penyerap dan penjernih, baterai, *hydrogen storage*, superkapasitor, dan elektroda *fuel cell* [3]. Karbon aktif dihasilkan apabila telah melewati proses pirolisis, sebagai penghasil listrik dapat dibuat dengan berbagai bahan organik lainnya seperti sekam padi [4], tempurung kelapa sawit [5] dan masih banyak yang lainnya. Pada seratsabutkelapa mengandung beberapa senyawa diantaranya *selulosa*, *hemiselulosa* dan *lignin* [6] yang ketika terurai dan melepaskan energi akan menghasilkan material residu dengan kandungan unsur karbon yang tinggi dan berporous [3]. Sehingga dalam penelitian ini akan membuat karbon dengan cara yang sederhana dan menggunakan bahan yang mudah didapat seperti serat sabut kelapa.

Pada penelitian ini proses pembuatan karbon dilakukan dengan metode karbonisasi pirolisis. Karbonisasi berupa suatu proses dimana unsur-unsur oksigen dan hidrogen akan dihilangkan dari karbon dan menghasilkan rangka karbon yang memiliki struktur tertentu. Penelitian ini difokuskan menggunakan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai *activator* dalam proses aktivasi untuk meningkatkan bahan karbon menjadi karbon aktif dan selanjutnya sesudah pirolisis tahap kedua dilakukan pencucian menggunakan HCL 2M dan terakhir menggunakan

* Corresponding Author: email: akhmadaminuddin@mipa.unsri.ac.id

aquades. Penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan dasar untuk menghasilkan material karbon konduktif diharapkan mampu memberikan salah satu solusi pengurangan jumlah limbah sabut kelapa yang ada dilingkungan masyarakat.

2 DASAR TEORI

Serat Sabut Kelapa

Sabut kelapa merupakan selimut dari buah kelapa. Sabut kelapa jika diurai akan menghasilkan serat sabut (*cocofibre*) dan serbuk sabut (*cococoir*). Tetapi produk inti dari sabut adalah serat sabut. Sabut kelapa merupakan bagian terluar dari buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri dari lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil dan papan *hardboard*. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tannin, dan potassium [7].

Pada penelitian yang dilakukan [6] tanaman kelapa memiliki komposisi antara lain 35% sabut, 12% Tempurung, 28% Endosperm atau daging buah, dan 25% air.

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang telah mengalami aktivasi, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar karena jumlah porinya lebih banyak. Karbon aktif ini memiliki struktur berbentuk amorf dengan luas permukaan 300-2000 m²/gr [4]. Karbon aktif terdiri dari pelat-pelat datar, atom C yang terikat kovalen dalam kisi heksagonal. Pelat-pelat ini bertumpuk satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon yang tertinggal pada permukaan. Dengan menghilangkan hidrokarbon menyebabkan permukaan menjadi aktif. Selain serat sabut kelapa, bahan baku untuk membuat karbon aktif pada umumnya berasal dari senyawa-senyawa organik antara lain: tempurung kelapa, sekam padi, tongkol jagung, serbuk gergaji dan lain-lain. Ada beberapa yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon yang dapat dibuat menjadi arang aktif antara lain: tulang, kayu lunak, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, dan batubara [8]

Proses pembuatan karbon aktif merupakan proses gabungan antara kimia dan fisika melalui proses perendaman dengan aktivator dan pemanasan dalam kondisi inert gas (nitrogen) pada suhu tinggi yang bertujuan memperbanyak pori dan membuat porositas baru sehingga karbon aktif mempunyai daya serap tinggi. Industri pembuatan karbon aktif di Indonesia sudah mengalami kemajuan yang relatif pesat. Hal ini ditimbulkan dengan semakin meningkatnya permintaan pasar, baik didalam negeri maupun buat diekspor ke luar negeri. Peningkatan kebutuhan akan karbon aktif ini diakibatkan karena semakin banyaknya aplikasi karbon aktif untuk industri dan berbagai peralatan bantu untuk manusia. Karbon aktif bisa digunakan untuk berbagai industri diantaranya yaitu industri obat-obatan, kuliner, minuman, pengolahan air (penjernihan air) dan lain-lain. Hampir 70% produk karbon aktif digunakan untuk pemurnian di sektor minyak kelapa, farmasi dan kimia [9].

Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik merupakan kemampuan suatu bahan atau material untuk menghantarkan arus listrik. Nilai konduktivitas suatu material bergantung pada sifat dari material tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan destyorini [10] besarnya konduktivitas suatu bahan karbon dapat dihasilkan dengan nilai yang berbeda bergantung dari variasi suhu yang diberikan. Nilai konduktivitas bahan karbon mendekati nilai konduktivitas material semikonduktor. Semakin besar suhu yang diberikan, maka semakin besar konduktivitas bahan karbon.

Dalam bahan ohmik, obstruksi tidak bergantung pada arus dan hubunganyang tepat ini disebut hukum Ohm yang dikomunikasikan oleh persamaan:

$$V = I \times R \quad (1)$$

dengan R konstan. Untuk bahan non-ohmik, arus tidak sesuai dengan tegangan. Resistansinya bergantung pada arus, yang dicirikan oleh situasi:

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Kurva hubungan arus-tegangan pada bahan Ohmik adalah linier sedangkan bahan non-ohmik memiliki hubungan yang tidak lurus. Resistansi kawat depan relatif terhadap panjang kawat dan sebaliknya sesuai dengan luas penampang sebagai persamaan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3)$$

dengan ρ adalah resistivitas material penghantar.

Kebalikan dari resistivitas ini adalah konduktivitas:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (4)$$

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Penelitian Fisika (P2F) LIPI, Kawasan Puspitek, Tangerang Selatan, Banten dari 6 Juli 2020 hingga 15 Januari 2021.

Preparasi bahan karbon dengan menyiapkan sabut kelapa, pisahkan sampai menjadi serat sabut kelapa, gunting kurang lebih sepanjang 1 cm. Karbonisasi serat sabut kelapa yang sudah dibersihkan dari jaringan gabus dan dikeringkan di dalam tungku (*crusible*) dengan kondisi inert gas (gas N₂) pada suhu 500°C pada waktu 1 jam. Menghomogenisasi larutan KOH 25% 125 gram dalam 375 ml aquades. Perendaman sampel 15 gram karbon serat sabut kelapa dalam larutan KOH selama 24 jam pada suhu ruang menggunakan *magnetic stirrer* yang ditutup dengan alumunium *foil* dan parafilm. Sampel karbon tersebut dipisahkan dari larutannya, ditiriskan dan dilakukan pengeringan dalam oven dengan suhu 60°C dalam keadaan ditutup alumunium *foil* yang diberi lubang. Hasil dari proses impregnasi ditimbang untuk mencatat perubahan massa sampel. Dilanjutkan proses pirolisis dengan suhu 1300°C selama 2 jam dengan inert gas 5°C/menit. Perendaman karbon serat sabut kelapa dalam larutan HCl 2 M selama 24 jam. Pemisahan karbon dari larutan, pencucian dilakukan dengan aquades dengan pengaduk dalam aquades dan dipisahkan karbonnya dengan cara memasukkan sampel dan aquades ke dalam tabung reaksi, kemudian diputar menggunakan sentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Pencucian dilakukan sampai pH netral dengan cara berulang-ulang. Sampel ditiriskan dan dikeringkan pada suhu 60°C menggunakan oven dengan media tempat yang lebar sampai benar-benar kering.

Setelah itu, dilakukan pengujian konduktivitas listrik menggunakan Alat Keithley untuk mendapatkan hasil resistivitas material (ρ). Untuk mendapatkan konduktivitas (σ) karbon serat sabut kelapa selanjutnya akan diselesaikan menggunakan Persamaan 4.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon Aktif

Untuk menjadikan serat sabut kelapa menjadi karbon aktif, umumnya karbon dapat dibuat melalui

proses aktivasi fisika dan kimia. Pada aktivasi fisika, untuk menghasilkan karbon dari material organik dilakukan melalui proses penguraian senyawa organik yang disebut karbonisasi. Bahan dasar yang dikarbonisasi yaitu serat sabut kelapa sebanyak 33 gram pada suhu 500°C untuk menghasilkan arang sebanyak 13 gram. Proses ini merupakan proses untuk mengkonversi material organik menjadi arang dengan pemanasan tanpa kehadiran oksigen, sehingga senyawa-senyawa kompleks yang menyusun material organik terurai menjadi arang aktif dengan kandungan unsur karbon yang tinggi [3].

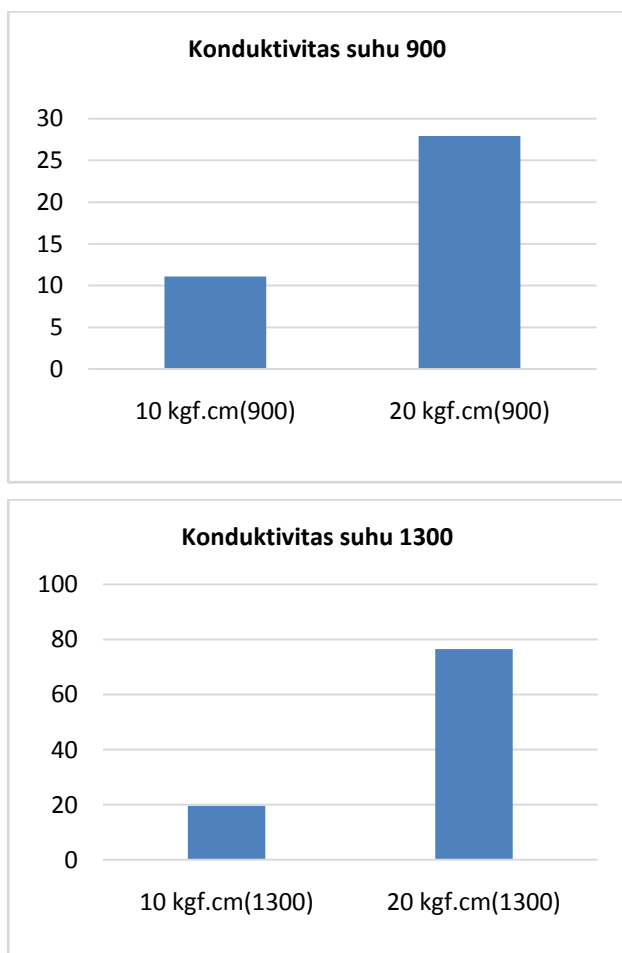
Senyawa hemiselulosa merupakan polimer dari beberapa monosakarida seperti pentosan dan heksosan terurai paling awal yaitu pada suhu 200-260°C, kemudian diikuti oleh penguraian selulosa pada suhu 240-350°C dan lignin terurai paling akhir yaitu pada 280-500°C. Hal ini sesuai dengan hasil DTA proses pelepasan energi pada serat sabut kelapa berakhir pada suhu 500°C. Proses karbonisasi untuk suhu 500°C dilakukan dalam tungku dengan kondisi inert (gas N₂) [3]. Penggunaan jenis bahan aktivasi pada proses kimia dapat memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Proses aktivasi kimia menggunakan bahan kalium hidroksida (KOH) yang menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan 3000 m²/g. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, KOH merupakan salah satu bahan aktivasi kimia yang baik pada proses aktivasi pembuatan karbon aktif.

Karbon merupakan unsur yang berlimpah jumlahnya di alam [3], sedangkan karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah diproses dengan cara aktivasi sehingga senyawa tersebut memiliki pori dan luas permukaan yang sangat besar dengan tujuan untuk meningkatkan daya absorpsinya. Karbon aktif merupakan material unik karena memiliki pori dengan ukuran skala molekul nanometer (nm)[11].

Untuk menghasilkan karbon aktif dengan suhu 1300°C dilakukan dari karbon 500°C yang dipanaskan lebih lanjut dalam *Furnice Carbolite* (furnice dengan suhu >1000°C) mencapai suhu 1300°C. Dilakukan perendaman dengan larutan KOH selama 24 jam, lalu karbon dipisahkan dengan larutan menggunakan sentrifuge. Karbon yang telah diaktifkan kemudian dinetralkan menggunakan aquades, penetralkan dilakukan agar karbon aktif yang dihasilkan memiliki pH netral dan menghilangkan sisa aktivator asam [12]. Pengeringan karbon aktif dilakukan menggunakan wadah yang luas permukaannya lebar.

Konduktivitas Listrik

Hasil Pengujian konduktivitas listrik ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik nilai konduktivitas listrik dengan beban torsi 10 kgf.cm dan 20 kgf.cm pada suhu 900°C dan 1300°C

Dari data hasil pengujian sifat listrik yang didapatkan menunjukkan bahwa karbon yang diberi pembebanan 10 kgf.cm menghasilkan nilai konduktivitas listrik dengan rata-rata sebesar 15,31 S/cm, hal ini jelas bahwa pada karbon yang diberi pembebanan 20 kgf.cm memiliki nilai konduktivitas yang lebih besar dibandingkan yang diberi pembebanan 10 kgf.cm. Hal ini sudah umum terjadi karena semakin besar tekanan yang diberikan pada sampel serbuk maka akan semakin mampat kondisinya sehingga semakin dekat jarak partikel memberikan pengaruh semakin mudah untuk ditransfer elektron atau makin konduktif. Pada perlakuan suhu pirolisis 1300°C mengakibatkan arang bersifat lebih konduktif. Selain itu pada suhu tinggi yang diberikan pada karbonserat sabut kelapa mampu menghilangkan komponen-komponen pengotor pada arang diantaranya kadar air, komponen volatile dan mineral sehingga me-

ningkatkan kadar karbon dan sekaligus menambah keteraturan strukturnya. Hal ini juga bisa mengakibatkan nilai konduktivitasnya semakin besar.

5 KESIMPULAN

Telah berhasil membuat karbon aktif yang dilakukan dengan proses aktivasi fisik dan kimia, yaitu dengan menggunakan metode karbonisasi dan larutan KOH. Pembuatan karbon aktif dari serat sabut kelapa dengan variasi suhu 900°C dan 1300°C menghasilkan nilai konduktivitas listrik dengan rata-rata sebesar 15,31 S/cm untuk pembebanan 10 kgf.cm dan 51,50 S/m untuk pembebanan 20 kgf.cm. Hal ini jelas membuktikan bahwa pembebanan yang diberikan semakin besar maka nilai konduktivitasnya semakin tinggi. Hal ini terjadi karena kondisinya mampat sehingga semakin dekat jarak partikel memberikan pengaruh semakin mudah elektron untuk ditransfer atau makin konduktif. Perlakuan suhu juga mempengaruhi konduktivitasnya arang. Semakin tinggi perlakuan suhu yang diberikan maka nilai konduktivitasnya semakin besar.

REFERENSI

- [1] D. A. Indrawan, H. Roliadi, R. M. Tampubolon, M. Iqbal, and L. Efiyanti, "Pembuatan Hardboard Dari Serat Alternatif Menggunakan Lignin Alaminya Dan Tanin Formaldehida Sebagai Perekat," *J. Selulosa*, vol. 5, no. 01, pp. 47–58, 2015, doi: 10.25269/jsel.v5i01.78.
- [2] S. Yuliana et al., "Pengaruh Rasio Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Serat Alam Terhadap Kekuatan Bending Komposit," vol. 23, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [3] F. Destyorini, A. Suhandi, A. Subhan, and N. Indayaningsih, "Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur Dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa," *J. Fis.*, vol. 10, no. 2, pp. 122–132, 2010.
- [4] M. Putri and A. S., "Pengaruh Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi dengan Aktivator KOH," *Konversi*, vol. 3, no. 1, pp. 19–27, 2014.
- [5] D. Purwanto, "Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit," *Penelit. Has. Hutan*, vol. 29, no. 1, pp. 57–66, 2011.
- [6] A. Saleh, M. M. D. Pakpahan, and N. Angelina, "Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda," *J. Tek. Kim.*, vol. 16, no. 3, pp. 35–44, 2009.
- [7] T. Indahyani, "Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa pada Perencanaan Interior dan Furniture yang Berdampak pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin," *Humaniora*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2011.

- [8] S. Salamah, "Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan KOH," *Pros. Semin. Nas. Teknoin*, pp. B55–B59, 2008.
- [9] G. S. Pambayun, R. Y. E. Yulianto, M. Rachimoellah, and E. M. M. Putri, "Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl₂ DAN Na₂CO₃ Sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air LIMBAH," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. F116–F120, 2013.
- [10] N. I. Fredina Destyorini, Andi Suhandi, Achmad Subhan, "Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik," vol. 10, no. 242, pp. 122–132, 2010.
- [11] L. Suhendarwati, B. Suharto, and L. D. Susanawati, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi," *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–25, 2014.
- [12] S. J. Safariyanti, W. Rahmalia, and A. Shofiyani, "Sintesis dan Karakteristik Karbon Aktif Dari Tempurung Buah Nipah (*Nypa fruticans*) Menggunakan Aktivator Asam Klorida," *J. Kim. Khatulistiwa*, vol. 7, no. 2, p. 43, 2018. _____