



Sintesis dan Karakterisasi *Porous Carbon* dari Sukrosa Menggunakan Asam Sulfat dan Asam Nitrat

Istiqomah^a, Pardoyo^a, Taslimah^{a*}

^a Inorganic Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

* Corresponding author: taslimah@live.undip.ac.id

Article Info

Keywords:

Porous carbon, sucrose, carbonization, used frying oil.

Kata kunci:

Porous carbon, sukrosa, karbonasi, Minyak goreng bekas

Abstract

Porous carbon is a versatile material because it has a large surface area and high porosity. *porous carbon* can be made from various substances that have the composition of hydrocarbons such as carbohydrates, wood sticks or substances containing other hydrocarbon compounds with high temperature heating and activation process. This study aims were to obtain *porous carbon* from sucrose and to determine the characteristics of the products obtained. The synthesis product was analyzed using FTIR, X-Ray diffraction and surface area analyzer. *porous carbon* obtained from the use of nitric acid increased its surface area and pore volume by 24% and 25% respectively relative to *porous carbon* made by using sulfuric acid. By presence of calcination treatment, *porous carbon* made with sulfuric acid also increased its surface area and pore volume by 97% and 98% respectively. The *porous carbon* obtained could be used as adsorbent of used cooking oil. *porous carbon* made using nitric acid had the power of bleaching of residual oils higher than other porous carbon.

Abstrak

Porous carbon merupakan suatu material serbaguna karena mempunyai luas permukaan yang besar dan porositas yang tinggi. *porous carbon* dapat dibuat dari berbagai zat yang memiliki susunan senyawa hidrokarbon seperti karbohidrat, batang kayu atau zat yang mengandung senyawa hidrokarbon lainnya dengan pemanasan temperatur tinggi serta proses aktivasi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh *porous carbon* dari sukrosa serta menentukan karakteristik produk yang diperoleh. Produk sintesis dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR, X-Ray diffraction dan surface area analyzer. *porous carbon* yang diperoleh dari penggunaan asam nitrat meningkat luas permukaan dan volume pori berturut-turut sebesar 24% dan 25% relatif terhadap *porous carbon* yang dibuat dengan menggunakan asam sulfat. Adanya perlakuan kalsinasi, *porous carbon* yang dibuat dengan asam sulfat juga meningkatkan luas permukaan dan volume pori berturut-turut sebesar 97% dan 98%. *porous carbon* yang diperoleh dapat digunakan sebagai adsorben minyak goreng sisa pakai. *porous carbon* yang dibuat menggunakan asam nitrat mempunyai daya pemucatan terhadap minyak sisa pakai yang lebih tinggi daripada *porous carbon* yang lain.

1. Pendahuluan

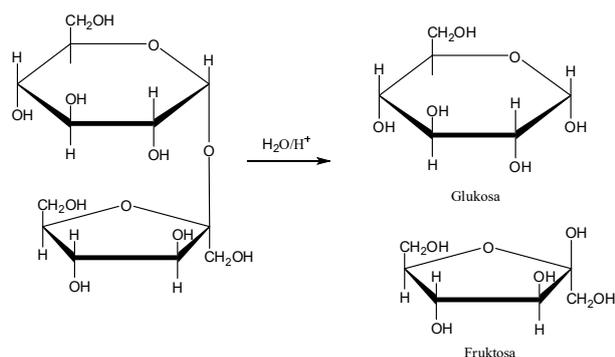
Porous carbon merupakan suatu material berpori yang tersusun oleh ikatan kovalen karbon, mempunyai luas permukaan besar dan porositas yang tinggi. *porous carbon* mempunyai banyak kegunaan diantaranya dapat

diaplikasikan sebagai filter, membran, adsorben, elektroda dan *catalyst support* [1].

Bruno *dkk.* [2], telah melakukan sintesis *porous carbon* dari sukrosa serta menambahkan TEOS (*tetraetil ortosilikat*) sebagai *template* menggunakan reagen HCl,

kemudian dikalsinasi pada suhu 900°C. Produk yang diperoleh adalah material berukuran mesopori yaitu 20 nm–30 nm. *porous carbon* juga dapat disintesis menggunakan beberapa metode diantaranya dengan menggunakan sistem polimerisasi resorsenol/formaldehida (RF) dari larutan yang mengandung resorsenol, formaldehida dan surfaktan menggunakan suhu tinggi di atas 900°C dengan luas permukaan sebesar 671 m²/g.

Dalam penelitian ini, proses pembuatan *porous carbon* disintesis dari bahan karbohidrat yang berupa sukrosa sebagai sumber karbon dan natrium silikat sebagai *silica template* (cetakan) yang dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan luas permukaan *porous carbon* yang dihasilkan. Selain itu juga digunakan asam sulfat dan asam nitrat sebagai senyawa pendehidrasasi sukrosa serta sebagai senyawa yang mengubah larutan natrium silikat menjadi silika gel (*silica template*). Proses sintesis *porous carbon* dilakukan dengan melarutkan sukrosa dengan H₂O. Pelarutan dengan H₂O dengan adanya sedikit asam akan membuat senyawa sukrosa terhidrolisis dan menyebabkan ikatan glukosida terputus menghasilkan glukosa dan fruktosa seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Hidrolisis Sukrosa

Asam sulfat dan asam nitrat keduanya bersifat sebagai oksidator, namun kemampuan oksidasinya berbeda. Penggunaan jenis asam yang berbeda pada proses karbonasi diharapkan produk yang diperoleh mempunyai sifat atau karakter yang berbeda. Karakterisasi produk dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR, X-Ray diffraction dan *surface area analyzer* serta dilakukan uji adsorpsi terhadap minyak goreng sisa pakai.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh *porous carbon* dari sukrosa, dengan menggunakan asam sulfat dan asam nitrat. Menentukan karakteristik dari produk yang telah diperoleh serta mengaplikasikan *porous carbon* sebagai adsorben dalam proses pemucatan minyak goreng sisa pakai. Pengujian *porous carbon* hasil sintesis tersebut sebagai adsorben pada dasarnya bertujuan untuk menentukan kemampuan pemucatan *porous carbon* yang dihasilkan terhadap minyak goreng sisa pakai. Pemucatan minyak sisa pakai dilakukan dengan cara adsorpsi dengan adsorben *porous carbon* yang dihasilkan.

2. Metodologi

Sintesis *porous carbon* dari Sukrosa dengan Penambahan Natrium Silikat

Sukrosa dilarutkan dalam aquades kemudian ditambahkan dengan natrium silikat, kemudian ditambahkan asam sulfat. Hasilnya kemudian dikeringkan, dicuci larutan HF (5%; distirer kembali selama 10 menit, dicuci menggunakan aquades hingga mendekati netral, kemudian dikalsinasi. *porous carbon* yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai agen pemucat (*bleaching agent*) minyak goreng sisa pakai. Karakterisasi produk dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui gugus apa saja yang terdapat di dalam struktur *Porous carbon*, difraktometer sinar-X untuk mengetahui kristalinitas dari sampel tersebut dan *Brunauer-Emmet-Teller* (BET) untuk mengetahui luas permukaan dan ukuran pori-pori.

Analisis FTIR, XRD, dan BET

Analisis FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada *porous carbon* setelah dilakukan penambahan asam sulfat dan asam nitrat. Analisis XRD dilakukan untuk mengetahui tingkat kekristalan pada *porous carbon* setelah dilakukan penambahan asam sulfat dan asam nitrat. Analisis BET dilakukan untuk mengetahui luas permukaan pada *porous carbon* setelah dilakukan penambahan asam sulfat dan asam nitrat.

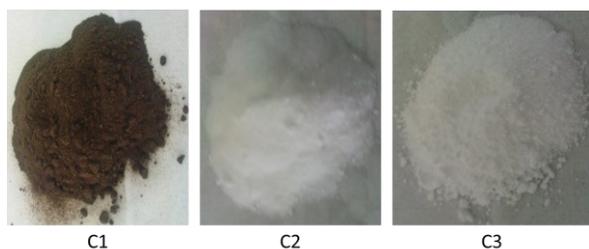
Pengujian *porous carbon* Sebagai adsorben pada Pemucatan (*Bleaching*) Minyak goreng sisa pakai

Proses *bleaching* dilakukan dengan menggunakan 10 mL minyak goreng sisa pakai dan 2% b/v *porous carbon* dihasilkan. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa penggunaan *porous carbon* dengan variasi asam dan suhu yang ditambahkan menghasilkan tingkat pemucatan minyak goreng sisa pakai yang berlainan.

3. Hasil dan Pembahasan

Sintesis *porous carbon* dari Sukrosa dengan Menggunakan *Silica Template*

Porous carbon yang disintesis dengan asam sulfat tanpa kalsinasi menghasilkan padatan karbon yang berwarna hitam (C₁), sedangkan yang menggunakan kalsinasi menghasilkan padatan karbon berwarna putih (C₂). Untuk *porous carbon* yang menggunakan asam nitrat menghasilkan padatan karbon berwarna putih (C₃). Perbedaan intensitas warna ini disebabkan oleh pengaruh asam dan suhu yang digunakan. Selain warna, tekstur dari ketiga sampel ini juga berbeda untuk C₁ teksturnya lebih kasar bentuk partikelnya seperti granul, untuk C₂ lebih halus seperti serbuk, sedangkan untuk C₃ teksturnya sedikit kasar ukuran partikelnya seperti granul. Perbedaan warna dan ukuran dari *porous carbon* ini dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. C₁ = porous carbon menggunakan asam sulfat tanpa kalsinasi; C₂ = porous carbon menggunakan asam sulfat, kalsinasi pada suhu 600°C selama 4 jam dengan pengaliran gas nitrogen; dan C₃ = porous carbon menggunakan asam nitrat

Pembuatan porous carbon dengan menambahkan natrium silikat sebagai silica template berlangsung sama seperti sintesis porous carbon sebelumnya, namun pada saat asam sulfat atau asam nitrat ditambahkan, tidak hanya sukrosa yang mengalami reaksi, akan tetapi natrium silikat yang ditambahkan juga akan berubah menjadi silika gel.

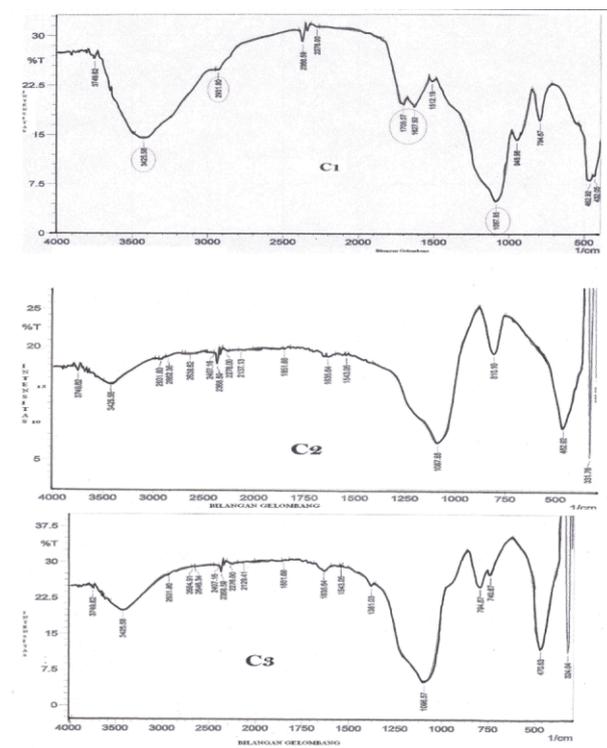
Partikel-partikel karbon dan silika gel yang terbentuk lama-kelamaan akan memadat seiring dengan berkurangnya uap air serta lamanya waktu pendiaman. Atom-atom karbon yang tidak stabil akan membentuk ikatan karbon yang baru untuk menuju struktur yang lebih stabil. Silika gel yang terbentuk pada saat hampir bersamaan akan mengisi ruang-ruang bagian-bagian tertentu dengan padatan karbon di sekelilingnya. Karbon kemudian dicuci sampai netral dengan aquades dan dikeringkan selama 2 jam pada temperatur 120°C. Produk yang dibuat dengan menggunakan asam sulfat sebagian dikalsinasi pada suhu 600°C dengan pengaliran gas nitrogen selama 4 jam. Silika gel dapat dihilangkan menggunakan asam fluorida (HF 10%) menghasilkan H₂(SiF₆) yang larut dalam air [3].



Hasil dari sintesis porous carbon dikarakterisasi dengan menggunakan metode spektrofotometri FTIR. Metode tersebut digunakan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya perubahan gugus fungsi dari sukrosa hingga menjadi suatu Porous carbon. Analisis dilakukan terhadap produk porous carbon yang dihasilkan dengan menggunakan asam sulfat dengan kalsinasi dan tanpa kalsinasi, serta dengan menggunakan HNO₃ tanpa kalsinasi. Sukrosa memiliki serapan yang khas, yang dapat berasal dari gugus hidroksil, ikatan senyawa karbon dengan karbon (C-C) dan ikatan karbon dengan oksigen (C-O).

Dari spektra tersebut terlihat bahwa masih terdapat pita serapan dari gugus O-H, yaitu pada bilangan gelombang 3425,58 cm⁻¹ pada sampel C₁; C₂ dan C₃. Sampel tersebut masih terdapat pita serapan hidroksil (O-H) yang diperkirakan berasal dari pita serapan gugus hidroksil yang terikat pada gugus silanol (Si-OH). Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa pada sampel tersebut juga terdapat pita serapan O-H dari gugus alkohol. Adanya gugus alkohol tersebut menandakan bahwa tidak semua gugus hidroksil (O-H) hilang terdehidrasi menjadi molekul air. Hal ini dapat terjadi

karena pita serapan yang dihasilkan gugus hidroksil yang terikat sebagai alkohol (C-OH) dan silanol (Si-OH) berada dalam daerah bilangan gelombang yang saling berdekatan. Pita serapan gugus alkohol berada pada daerah bilangan gelombang 3200-3500 cm⁻¹ sedangkan pita serapan gugus hidroksil pada silanol (OH yang terikat pada Si) berada pada daerah bilangan gelombang 3200-3700 cm⁻¹ [4]. Perkiraan adanya pita serapan dari gugus silanol diperkuat dengan adanya pita serapan siloksan (Si-O-Si) yang teridentifikasi pada bilangan gelombang 1087,85 cm⁻¹ pada sampel C₁ dan C₂, sedangkan pada sampel C₃ dapat teridentifikasi pada bilangan gelombang 1095,57 cm⁻¹. Adanya serapan silika gel tersebut diakibatkan kurang sempurnanya penghilangan Si oleh asam flourida dari senyawa porous carbon yang dihasilkan.



Gambar 3. Spekta FTIR: C₁: menggunakan H₂SO₄, tanpa kalsinasi ; C₂: menggunakan H₂SO₄, dikalsinasi pada suhu 600°C ; C₃: menggunakan HNO₃, tanpa kalsinasi

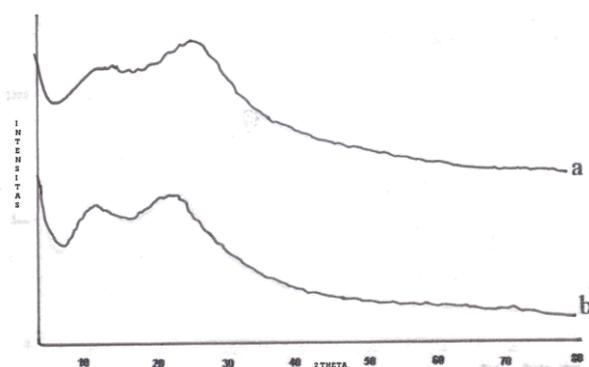
Spektra di atas juga teridentifikasi adanya pita serapan gugus karboksilat yaitu pada bilangan gelombang yang sama pada ketiga spektra porous carbon (sampel C₁; C₂ dan C₃) yaitu pada bilangan gelombang 2931,80 cm⁻¹ yang merupakan pita serapan O-H. Serapan pendukung yang menandakan adanya asam karboksilat tersebut dapat diidentifikasi pada bilangan gelombang 1705,07 cm⁻¹ yang menandakan adanya pita serapan dari uluran C=O pada sampel C₁. Pita serapan pendukung adanya asam karboksilat yang terdapat pada sampel C₁ tidak semuanya nampak pada sampel C₂ dan C₃, hal ini dikarenakan pita serapan tersebut tertutupi oleh serapan yang berasal dari silika gel yang lebih kuat. Selain itu dimungkinkan karena pengaruh kalsinasi pada suhu tinggi 600°C untuk sampel C₂, sedangkan pada sampel C₃ karena pengaruh asam yang digunakan yaitu asam nitrat.

Adanya asam karboksilat maupun keton diakibatkan karena reaksi oksidasi pada sukrosa oleh asam sulfat dan asam nitrat yang bersifat sebagai oksidator kuat. Asam ini dapat mengoksidasi alkohol primer yang terbentuk pada karbon menjadi aldehida kemudian jika direaksikan lebih lanjut akan menghasilkan asam karboksilat. Sedangkan alkohol sekunder dapat dioksidasi menjadi keton. Adanya senyawa keton tersebut dapat diidentifikasi pada bilangan gelombang 1627,92 cm^{-1} untuk sampel C₁, sedangkan pada sampel C₂ dan C₃ dapat diidentifikasi pada bilangan gelombang 1635,64 cm^{-1} yang menandakan adanya pita serapan dari uluran C=O. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa gugus karbonil dapat teridentifikasi pada bilangan gelombang 1700-1725 cm^{-1} untuk senyawa asam karboksilat dan 1660-1750 cm^{-1} untuk senyawa keton [5].

Pada spektra C₁, C₂ dan C₃ menunjukkan adanya pita serapan C-H dari alkena yaitu pada bilangan gelombang 794,87 cm^{-1} , 810,10 cm^{-1} , 794,87 cm^{-1} . Serapan pendukung adanya pita serapan C=C dari gugus alkena yaitu pada bilangan gelombang 1512,19 untuk sampel C₁ dan pada bilangan gelombang 1543,05 cm^{-1} pada sampel C₂ dan C₃. Pita serapan gugus alkena berada pada daerah bilangan gelombang 1475-1600 cm^{-1} (C=C) sedangkan pita serapan C-H berada pada daerah bilangan gelombang 690-900 cm^{-1} [6].

Berdasarkan interpretasi spektra IR tersebut di atas dapat dinyatakan bahwa sampel *porous carbon* yang diperoleh mempunyai gugus karboksilat, O-H alkohol dan alkena. Adanya gugus tersebut pada *porous carbon* yang diperoleh memiliki kemiripan dengan karbon aktif.

Analisis produk dengan menggunakan difraktometer sinar-X dilakukan untuk menentukan tingkat kristalinitas dari produk yang diperoleh, difraktogram hasil pengukuran disajikan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Difraktogram *porous carbon* yang dibuat dengan reagen asam sulfat : a. Tanpa kalsinasi ; b. Kalsinasi pada 600°C

Difraksi sinar-X ini dilakukan menggunakan sumbu X-ray dari Cu K α (1,54060 \AA) dengan voltase 40 kV dan arus 30 mA. Dari hasil difraksi terlihat bahwa kedua difraktogram *porous carbon* tersebut mempunyai pola difraksi yang sama. Dari kedua pola difraktogram secara umum menampakkan bahwa sampel bersifat amorf, namun pada pola difraktogram tersebut masih terlihat adanya dua peak (puncak) meskipun intensitas dan

ketajaman puncaknya relatif rendah. Pada difraktogram a terdapat puncak pada sudut difraksi 2 θ sebesar 13° dan 27° sedangkan difraktogram b puncak difraktogram pada sudut difraksi 2 θ sebesar 11° dan 23°. Adanya perlakuan kalsinasi pada sampel menyebabkan terjadinya pergeseran puncak difraktogram ke arah jarak antar bidang yang lebih rendah dari 13° ke 11° dan dari 27° ke 23°. Perlakuan tersebut menyebabkan terjadinya perubahan harga jarak antar bidang (d-spacing) pada sampel menjadi lebih besar dari 2° ke 4°. Meningkatnya harga jarak antar bidang tersebut diduga porositas *porous carbon* yang dikalsinasi lebih tinggi dibanding porositas sampel tanpa kalsinasi. Untuk membuktikan dugaan tersebut dilakukan analisis dengan metoda adsorpsi gas (BET).

Analisis Menggunakan Surface Area Analyzer

Untuk mengetahui porositas dari *porous carbon* hasil sintesis, dilakukan karakterisasi menggunakan metode adsorpsi gas N₂ berdasarkan pada teori Braunauer-Emmet-Teller (BET), hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi ukuran pori *Porous carbon*

Sampel	Volum pori total	rata-rata Jari-jari pori	Luas permukaan spesifik
C1	70,75 cc/g	1,40 nm	155,90 sq m/g
C2	140,27 cc/g	1,40 nm	308,65 sq m/g
C3	88,66 cc/g	1,47 nm	194,74 sq m/g

Dari tabel di atas dapat diamati perubahan pada pori-pori *Porous carbon*. Adanya pengaruh aktivasi yaitu kalsinasi pada suhu 600°C (sampel C₂) terjadi penurunan berat dari 10 gram menjadi 3 gram. Hal ini dikarenakan ada sebagian karbon yang terbakar dan dilepaskan sebagai gas CO₂. Adanya perubahan ukuran jari-jari pori rata-ratanya sebagai akibat adanya perlakuan aktivasi, akan tetapi pengaruhnya tidak signifikan. Ukuran pori hanya sekitar 0,02 \AA dari 1,4019 nm pada C₁ menjadi 1,4039 nm pada C₂, sedangkan pada volume pori mengalami peningkatan hampir dua kali lipatnya yaitu dari 70,7455 cc/g menjadi 140,2681 cc/g. Volume pori meningkat sebesar 98% sedangkan untuk luas permukaannya meningkat dari 155,90 sq m/g menjadi 308,65 sq m/g atau luas permukaan meningkat sebesar 97%. Berdasarkan hal tersebut dapat diduga bahwa jumlah pori meningkat oleh adanya perlakuan aktivasi, akibatnya porositas dari *porous carbon* yang dihasilkan juga ikut meningkat.

Penggunaan jenis asam yang berbeda pada proses karbonasi akan menghasilkan ukuran dan luas permukaan yang berbeda. Ukuran pori rata-rata pada C₁ dengan asam sulfat sebesar 1,4019 nm menjadi 1,4736 nm pada C₃ dengan asam nitrat. Ukuran volume pori 70,7455 cc/g menjadi 88,6567 cc/g atau volume pori meningkat sebesar 25% sedangkan luas permukaannya dari 155,90 sq m/g menjadi 194,74 sq m/g atau luas permukaannya meningkat sebesar 24%.

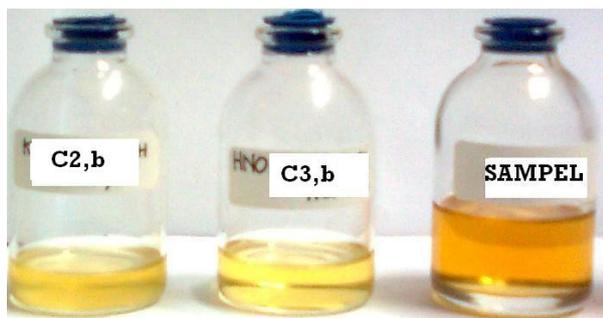
Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa adanya perlakuan aktivasi dengan pemanasan atau kalsinasi meningkatkan porositas dari *porous carbon*

yang dihasilkan, makin kuat sifat keasaman dari asam yang digunakan pada proses karbonasi maka porositas produk yang diperoleh semakin meningkat. Pada hasil analisis tersebut hasil terbaik diperoleh pada sampel C₂.

Pengujian porous carbon Sebagai adsorben pada Pemucatan (Bleaching) Minyak goreng sisa pakai

Pengujian porous carbon hasil sintesis tersebut sebagai adsorben pada dasarnya bertujuan untuk menentukan kemampuan pemucatan porous carbon yang dihasilkan terhadap minyak goreng sisa pakai. Pemucatan minyak sisa pakai dilakukan dengan cara adsorpsi dengan adsorben porous carbon yang dihasilkan.

Proses bleaching dilakukan dengan menggunakan 10 mL minyak goreng sisa pakai dan 2% b/v porous carbon dihasilkan. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa penggunaan porous carbon dengan variasi asam dan suhu yang ditambahkan menghasilkan tingkat pemucatan minyak goreng sisa pakai yang berlainan. Hasil pemucatan minyak goreng sisa pakai menggunakan Porous carbon, dengan pencucian HF 10% ditunjukkan oleh gambar 5. dan dengan pencucian HF 5% ditunjukkan oleh gambar 6.



Gambar 5. Minyak goreng sisa pakai sesudah dan sebelum pemucatan dengan pencucian HF 10%



Gambar 6. Minyak goreng sisa pakai sesudah dan sebelum pemucatan dengan pencucian HF 5%

Dari hasil bleaching sampel C_{1a} dan sampel C_{2a} terlihat ada perbedaan warna minyak setelah di adsorpsi, di mana hasil adsorpsi yang baik ditunjukkan pada sampel C_{1a}. Sampel C_{2a} mengalami proses aktivasi pada suhu yang tinggi, sehingga dimungkinkan banyak karbon yang ikut terbakar dan dilepaskan sebagai gas CO₂ serta karbon yang diaktivasi bersifat lebih porous hal ini sesuai dengan hasil dari BET. Selain itu akibat adanya aktivasi diduga banyak gugus aktif yang mengalami perubahan sehingga kemampuan adsorpsinya juga berubah. Sedangkan untuk sampel C_{1a} yang tanpa aktivasi masih banyak terdapat

gugus aktif sehingga hasil adsorpsinya lebih baik dan minyak yang dihasilkan lebih jernih.

Pada sampel C_{2a} dan sampel C_{2b}, kemampuan adsorpsi yang baik ditunjukkan pada sampel C_{2b}. Hal tersebut dimungkinkan karena silica banyak yang larut pada pencucian dengan HF 10% dibanding dengan HF yang 5%, sampel C_{2b} bersifat lebih porous dibanding sampel C_{2a} sehingga C_{2b} kemampuan adsorpsinya lebih besar dibanding sampel C_{2a}. Pada sampel C_{1a} dan sampel C_{3a}, kemampuan adsorpsi yang baik ditunjukkan pada sampel C_{3a}. Hal tersebut disebabkan karena pengaruh jenis asam yang digunakan. Sampel C_{3a} menggunakan asam nitrat yang mempunyai sifat oksidator yang lebih kuat bila dibandingkan dengan asam sulfat dan volume pori yang terbentuk akan lebih besar sehingga kemampuan mengadsorpsinya semakin besar juga. Sedangkan pada sampel C_{3a} dan C_{3b} warna yang dihasilkan dari proses adsorpsi sama, hal itu dimungkinkan adanya peningkatan konsentrasi HF untuk proses pencucian kurang efektif sehingga cukup dengan HF yang 5%.

Berdasarkan hasil bleaching tersebut dapat dinyatakan bahwa porous carbon yang dibuat dengan menggunakan asam nitrat mempunyai kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibanding dengan porous carbon yang lain.

4. Kesimpulan

Porous carbon dari sukrosa telah berhasil disintesis. Penggunaan asam nitrat sebagai reagen dapat meningkatkan luas permukaan dan volume produk berturut-turut sebesar 24% dan 25% relatif terhadap porous carbon yang dibuat dengan menggunakan asam sulfat. Adanya perlakuan kalsinasi porous carbon yang dibuat dengan menggunakan reagen asam sulfat dapat meningkatkan luas permukaan dan volume produk berturut-turut sebesar 97% dan 98%. porous carbon yang diperoleh dapat digunakan sebagai adsorben minyak goreng sisa pakai. porous carbon yang dibuat dengan menggunakan asam nitrat mempunyai daya pemucatan terhadap minyak sisa pakai yang lebih tinggi dibanding dengan porous carbon yang dibuat dengan menggunakan asam sulfat.

5. Daftar Pustaka

- [1] Sangho Bok, Arnold A Lubguban, Yuanfang Gao, Shantanu Bhattacharya, Venu Korampally, Maruf Hossain, Rajagopalan Thiruvengadathan, Kevin D Gillis, Shubhra Gangopadhyay, Electrochemical properties of carbon nanoparticles entrapped in a silica matrix, *Journal of the Electrochemical Society*, 155, 5, (2008) K91-K95 <https://dx.doi.org/10.1149/2F1.2868772>
- [2] M. M. Bruno, N. G. Cotella, M. C. Miras, T. Koch, S. Seidler, C. Barbero, Characterization of monolithic porous carbon prepared from resorcinol/formaldehyde gels with cationic surfactant, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 358, 1, (2010) 13-20 <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2010.01.017>

- [3] G Svehla, Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Vogel, Makro dan Semimikro, edisi ke-5, terjemahan L, Setiono dan AH Pudjaatmaka, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta, (1989) 270-275
- [4] Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle, David L. Bryce, Spectrometric Identification of Organic Compounds, 5 ed., John Wiley and Sons Inc., New York, 1991.
- [5] RJ Fessenden, JS Fessenden, Kimia Organik, diterjemahkan oleh Pudjaatmaka, AH, jilid, 1, (1994) 209-210
- [6] Hardjono Sastrohamidjojo, Spektroskopi, Yogyakarta: Liberty, (1991)