

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan melalui penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengamatan morfologi dengan SEM didapatkan bahwa penambahan biuret dan urea menghasilkan *n-doped hard carbon* dengan permukaan yang tidak teratur dan adanya partikel gugus nitrogen yang menempel pada permukaannya.
2. Dari hasil pengamatan EDS didapatkan bahwa *n-doped hard carbon* dengan penambahan biuret memberikan nilai kandungan nitrogen yang lebih tinggi yaitu 3,7491 %-wt (perbandingan 1:1) dan 2,9209 %-wt (perbandingan 2:1), sedangkan pada urea memiliki kandungan nitrogen 1,6943 %-wt (perbandingan 2:1) dan 2,0513 %-wt (perbandingan 1:1).
3. Dari hasil pengamatan XRD didapatkan bahwa penambahan urea menghasilkan *n-doped hard carbon* dengan struktur amorfous yang lebih dominan yaitu 70,4 % untuk perbandingan 1:1 dan 69,1 % untuk perbandingan 2:1, sedangkan penambahan biuret menghasilkan struktur kristalin yang lebih dominan dengan struktur amorfous bernilai 44,6 % untuk perbandingan 1:1 dan 37,5 % untuk perbandingan 2:1. Selain itu penambahan biuret dan urea meningkatkan nilai *interlayer spacing* (d_{002}) yang berada pada kisaran 0,38 nm.
4. Dari hasil pengamatan *Raman Spectroscopy* didapatkan bahwa penambahan biuret akan menghasilkan *n-doped hard carbon* dengan struktur defect yang lebih dominan dengan nilai I_D/I_G 1,48 (perbandingan 2:1) dan 1,35 (perbandingan 1:1) dimana dengan penambahan urea didapatkan nilai I_D/I_G yaitu 1,21 (perbandingan 1:1) dan 1,08 (perbandingan 2:1).

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian dengan topik yang sama selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penambahan sumber nitrogen lebih baik menggunakan urea saja dan diteliti lebih lanjut jumlah maksimal yang diperlukan dalam proses penambahan nitrogen. Hal ini

disebabkan hasil yang didapat dari penggunaan biuret yang kurang sesuai dan harganya yang kurang ekonomis.

2. Karakterisasi lebih baik dilakukan lebih dari satu kali yaitu terhadap *algal char* dan juga *hard carbon* agar dapat dibandingkan hasil yang didapat.
3. Perlu dilakukan analisis HPLC dan pH terhadap larutan bilas hasil pencucian karbonisasi hidrotermal agar diketahui apakah masih tersisa unsur organik dalam hal tersebut agar tidak ada unsur pengganggu pada tahap selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Świątkowski. 1999. “*Industrial Carbon Adsorbents*”. *Elsevier Science B.V*, Vol. 120, pp. 69–94.
- Afif, M. and Pratiwi, I. 2015. “Analisis Perbandingan Baterai *Lithium-Ion*, *Lithium-Polymer*, *Lead Acid* dan *Nickel-Metal Hydride* Pada Penggunaan Mobil Listrik - Review.” *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 6, pp. 95–99.
- Apriyanti, E. 2010. “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batubara Dengan Proses Aktivasi CO₂.” *Dinamika Sains*, Vol. 1, pp. 1–13.
- Asip, F. et al., 2017. “Pengaruh Temperatur Karbonisasi Dan Komposisi Arang Terhadap Kualitas Biobriket Dari Campuran Cangkang Biji Karet Dan Kulit Kacang Tanah.” *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 23, pp.28–38.
- Bartick, E. 2002. “*Forensic Analysis by Raman Spectroscopy: An Emerging Technology.*” *Counterterrorism and Forensic Science Research Unit*, Vol.1, pp. 45-50.
- Becker, E. 2007. “*Micro-Algae as a Source of Protein.*” *Biotechnology Advances*, Vol. 25, pp. 207–210.
- Biswas, B. et al., 2019. “*Advanced Hydrothermal Liquefaction of Biomass for Bio-Oil Production*”. 2nd ed. *Elsevier In, Chapter 10*, pp. 245-266.
- Bold, H. and Wynne, M. 1978. “*Introduction to Algae: Structure and Reproduction.*” Cao, Y. et al., 2013. “*Sodium Ion Insertion in Hollow Carbon Nanowires for Battery Applications.*” *Nano Letters*, Volume 12, pp. 3783-3787.
- Cao, B. et al., 2016. “*Mesoporous Soft Carbon As An Anode Material For Sodium Ion Batteries With Superior Rate And Cycling Performance.*” *Journal of Materials Chemistry A*, Vol. 4, pp. 6472-6478.
- Cheng, Q. et al., 2017. “*Graphene-Like-Graphite as FastChargeable and High-Capacity Anode Materials for Lithium Ion Batteries.*” *Scientific Reports*, Vol.7, pp. 1-14.
- Crespo, E. et al., 2006. “*Influence Of Grinding On Graphite Crystallinity From Experimental And Natural Data: Implications For Graphite Thermometry And Sample Preparation.*” *Mineralogical Magazine*, Vol. 70, pp. 697-707.
- Dai, Z. et al., 2017. “*Advanced Cathode Materials for Sodium-Ion Batteries: What Determines Our Choices?*” *Small Methods*, Volume 1, pp. 1-26.
- Desi, Suharman, A. & Vinsiah, R. 2015. “*Effect of Carbonization Temperature Variations on Absorption of Activated Carbon in Rubber Fruits (Hevea Brasilliensis).*” *Prosiding SEMIRATA*, Volume 1, pp. 294-303.

- Dou, X. et al., 2019. “*Hard Carbons for Sodium-Ion Batteries: Structure, Analysis, Sustainability, and Electrochemistry.*” *Materials Today*, Volume 23, pp. 87-104.
- FAO. 1985. “*Industrial Charcoal Making.*” *FAO Forestry Paper*, 63rd ed.
- Fauza, A., Mardiyati., & Steven. 2019. “Pembuatan Dan Karakterisasi Separator Baterai Berbahan Selulosa Alga *Cladophora*.” *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, Volume 9, pp. 69-76.
- Funke, A and Ziegler, F. 2012. “*Hydrothermal Carbonization of Biomass: A Summary and Discussion of Chemical Mechanisms for Process Engineering.*” *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Volume 6, pp. 160-177.
- Gomez-Martin, A. et al., 2019. “*Correlation of Structure and Performance of Hard Carbons as Anodes for Sodium Ion Batteries.*” *Chemistry of Materials*, Volume 31, pp. 7288-7299.
- Handayani, N and Ariyanti, D. 2012. “Potensi Mikroalga Sebagai Sumber Biomasa Dan Pengembangan Produk Turunannya.” *TEKNIK*, Volume 33, pp. 58-65.
- Hidayat, S. et al., 2016. “Sintesis Polianilin Dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat.” *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, Volume 6, pp. 20-26.
- Jaroniec, M., Kruk, M. & Sayari, A. 1998. “*Adsorption Methods for Characterization of Surface and Structural Properties of Mesoporous Molecular Sieves.*” *Studies in Surface and Catalysis*, Volume 117, pp. 325-332.
- Jiang, F. et al., 2015. “*Bacterial Cellulose Nanofibrous Membrane as Thermal Stable Separator for Lithium-Ion Batteries.*” *Journal of Power Sources*, Volume 279, pp. 21-27.
- Kikuchi, K., Yamashita, R. & Sakuragawa, S. 2012. “*Effects of Activation with CO₂/KOH on the Pore Structures of Coffee Grounds-Derived Carbon.*” *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, Volume 37, pp. 557-562.
- Kim, S. 2015. “*Handbook of Marine Microalgae.*” Elsevier Inc.
- Klinthong, W. et al., 2015. “*A Review: Microalgae and Their Applications in CO₂ Capture and Renewable Energy.*” *Aerosol and Air Quality Research*, Volume 15, pp. 712-745.
- Marsh, H. and Rodríguez-Reinoso, F. 1991. “*Activated Carbon.*” New York: Elsevier, pp. 454-508.
- Meng, X., Savage, P. & Deng, D. 2015. “*Trash to Treasure: From Harmful Algal Blooms to High-Performance Electrodes for Sodium-Ion Batteries.*” *Environmental Science and Technology*, Volume 49, pp. 12543-12550.
- Moeksin, R., Zarwan, N. & Alhusary, M. 2016. “Pembuatan Biobriket Dari Campuran Tempurung Kelapa Dan Cangkang Biji Karet.” *Jurnal Teknik Kimia No.3*, Volume 22, pp. 43-52.

- Morikawa, Y. et al., 2020. "Mechanism of Sodium Storage in Hard Carbon: An X-Ray Scattering Analysis." *Advanced Energy Materials*, Volume 10, pp. 1-9.
- Nathania, L. 2019. "Proses Hidrotermal Mikroalga untuk *Hard Carbon* sebagai Bahan Anoda Pada Baterai." *Universitas Katolik Parahyangan*, Pp. 1-53.
- Northcote, D. et al., 1958. "The Chemical Composition And Structure Of The Cell Wall Of *Chlorella Pyrenoidosa*." *The Biochemical Journal*, Vol.70 pp.391–97
- Ngidi, N., Ollengo, M. & Nyamori, V. 2019. "Effect of Doping Temperatures and Nitrogen Precursors on the Physicochemical, Optical, and Electrical Conductivity Properties of Nitrogen-Doped Reduced Graphene Oxide." *Materials*, Volume 12, pp. 1-25.
- Pambudi, A., Farid, M. & Nurdiansah, M. 2017. "Analisa Morfologi Dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara." *Jurnal Teknik ITS*, Volume 6, pp. 441-444.
- Prihantini, N. et al., 2010. "Biodiversitas *Cyanobacteria* Dari Beberapa Situ/Danau Di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia." *MAKARA of Science Series*, Volume 12, pp. 44-54.
- Rahman, S. and Toifur, M. 2016. "Rancangan Eksperimen Analisis Struktur Mikro Sampel Dengan Prinsip XRD Menggunakan Metode Kristal Berputar." *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, Volume 3, pp. 5-9.
- Ratchahat, S., N. Viriya-Empikul, K. Faungnawakij, T. Charinpanitkul, and A. Sootittantawat. 2010. "Synthesis of Carbon Microspheres from Starch by Hydrothermal Process." *Sci. J. UBU*, Volume 1, pp. 40–45.
- Reddy, T. 2002. "Linden's Handbook of Batteries." 4th ed. McGraw Hill.
- Reza, M., et al., 2014. "Hydrothermal Carbonization (HTC): Near Infrared Spectroscopy and Partial Least-Squares Regression for Determination of Selective Components in HTC Solid and Liquid Products Derived from Maize Silage." *Bioresource Technology*, Volume 161, pp. 91-101.
- Romani, A. et al., 2010. "Bioethanol Production from Hydrothermally Pretreated *Eucalyptus Globulus Wood*." *Bioresource Technology*, Volume 101, pp. 8706-8712.
- Saputry, A., Lestariningsih, T. & Astuti, Y. 2019. "Rasio Pengaruh LiBOB:TiO₂ dari Lembaran Polimer Elektrolit sebagai Pemisah terhadap Kinerja Elektrokimia Baterai Lithium Ion Berbasis LTO." *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, Volume 22, pp. 136-142.
- Satriady, A. et al., 2016. "Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO₄." *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, Volume 06, pp. 43-48.
- Siemion, P. et al., 2004. "Solid State Reactions of Potato Starch with Urea and Biuret." *Journal of Polymers and the Environment*, Volume 12, pp. 247-255.

- Smith, E. and Dent, G. 2005. “*Modern Raman Spectroscopy—A Practical Approach.*” John Wiley & Sons, Ltd, Vol.1, pp. 1-203.
- Stevens, D., and Dahn, J. 2000. “*High Capacity Anode Materials for Rechargeable Sodium-Ion Batteries.*” *Journal of The Electrochemical Society*, Volume 147, pp. 1271-1273.
- Tsai, P. et al., 2015. “*Ab Initio Study of Sodium Intercalation into Disordered Carbon.*” *Journal of Materials Chemistry A*, Volume 3, pp. 9763–9768.
- Wang, T. et al., 2018. “*A Review of the Hydrothermal Carbonization of Biomass Waste for Hydrochar Formation : Process Conditions , Fundamentals , and Physicochemical Properties.*” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 90, pp. 223-247.
- White, R., 2015. “*Porous Carbon Materials from Sustainable Precursors.*” *The Royal Society of Chemistry*.
- Wu, L. et al., 2016. “*Apple-Biowaste-Derived Hard Carbon as a Powerful Anode Material for Na-Ion Batteries.*” *ChemElectroChem*, Volume 3, pp. 292-298.
- Zhang, S. et al., 2018. “*Hydrothermal Carbonization for Hydrochar Production and Its Application.*” *Elsevier Inc, Chapter 15*, pp. 275-294.