

Pembuatan Arang Aktif Dari Gambut Hasil Pirolisis Katalitik Dengan Aktivator NaCl

Ghiffary Dalf Assaury*, Syahda Khairunnisa Ahnaf, Aqiila Tasya Arinanda,
Sitti Sahraeni

*Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Cipto Mangun Kusumo, Sungai Keledang, Samarinda, Kalimantan Timur 75242 Indonesia
Email: ghiffarydalfassaury@gmail.com*

Abstrak

Gambut mengandung senyawa organik seperti hemiselulosa, lignin dan selulosa. Gambut pada bagian atas disebut gambut fibrik dan gambut dapat diolah menjadi arang aktif. Pembuatan arang aktif perlu dilakukan proses karbonisasi dan pada umumnya proses karbonisasi menggunakan metode pirolisis. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat arang aktif dari gambut fibrik dengan menggunakan metode pirolisis katalitik dan aktivasi menggunakan NaCl yang dapat memenuhi standar arang aktif menurut SNI 06-3730-1995 dari parameter kadar air, kadar abu, volatile matter dan daya serap iod. Gambut diproses secara pirolisis katalitik dengan mencampurkan bahan baku gambut dan katalis zeolit alam (1% dari bahan baku) pada suhu 500°C selama 120 menit. Selanjutnya 10 gram arang diaktivasi menggunakan variasi konsentrasi aktivator NaCl 10%, 15%, 20%, 25%, 30% selama 180 menit menggunakan perbandingan 1:10 (berat/volume) dan kecepatan pengadukan 350 rpm. Hasil optimum diperoleh pada NaCl konsentrasi 15%, dengan kadar air 4,71%, kadar abu 24,35%, volatile matter 5,20%, fixed carbon dan daya serap I₂ 774,14 mg/g. Hasil analisa kadar air dan volatile matter telah memenuhi standar SNI serta daya serap I₂ telah memenuhi standar SNI untuk konsentrasi aktivator NaCl 15%. Namun kadar abu semua variasi konsentrasi aktivator masih belum memenuhi standar SNI. 06-3730-1995.

Kata kunci : aktivasi kimia, arang aktif, gambut, NaCl, pirolisis katalitik

Abstract

Preparation of Activated Charcoal from Peat Catalytic Pyrolysis Results with NaCl Activator

Peat contains organic compounds such as hemicellulose, lignin and cellulose. Peat at the aspart is called fibric peat, can be processed into activated charcoal. The manufacture of activated charcoal requires a carbonization process such as the pyrolysis method. The purpose of this study is making activated charcoal from fibric peat using catalytic pyrolysis and activation method using NaCl to meet activated charcoal standards according to SNI 06-3730-199. Peat is processed by catalytic pyrolysis using natural zeolite catalysts (1% of raw materials) at a temperature of 500°C for 120 minutes. Furthermore, 10 grams of charcoal were activated using variations in NaCl activator concentrations of 10%, 15%, 20%, 25%, 30% for 180 minutes using a ratio of 1:10 (weight/volume) and a stirring speed of 350 rpm. Optimum results were obtained at 15% NaCl concentration, with a moisture content of 4.71%, ash content of 24.35%, volatile matter of 5.20%, fixed carbon of 65.74% and absorption of I₂ 774.14 mg/g. The results of the analysis of water content, volatile matter, and the absorption capacity of I₂ has met the SNI standard for a 15% NaCl activator concentration. However, the ash content of all variations in activator concentrations still does not meet SNI 06-3730-1995.

Keywords : chemical activation, activated charcoal, peat, NaCl, catalytic pyrolysis

PENDAHULUAN

Berdasarkan data *Global Wetlands* (2022), Indonesia memiliki lahan gambut seluas 22,4 juta hektar dan penyebaran lahan gambut paling besar terdapat di Kalimantan dengan total luas 6,6 juta hektar tersebar di setiap provinsinya. Komposisi gambut Kalimantan sebagian besar mengandung senyawa organik seperti hemiselulosa 1,95%, lignin 73,67% dan selulosa 3,61% (Sukandarrumidi, 2009). Dengan sumber daya yang melimpah tersebut, pemanfaatan gambut masih kurang selain dimanfaatkan untuk media tanam. Sehingga dengan lahan gambut yang luas serta terdapat kandungan lignin dan selulosa di dalamnya, gambut dapat dimanfaatkan menjadi arang aktif.

Arang aktif atau yang sering disebut karbon aktif adalah arang yang dihasilkan dari proses pengaktifan dengan menggunakan bahan pengaktif sehingga memperluas permukaan arang dengan membuka pori-pori arang serta mempunyai kemampuan daya jerap (adsorpsi) yang baik (Sarah, 2018). Dengan luas permukaan yang sangat besar, arang aktif memiliki kemampuan untuk menyerap zat-zat yang terdapat di dalam air dan udara. Sehingga arang aktif dapat digunakan dalam menyerap zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air dengan sangat efektif (Sahraeni *et al.*, 2019). Proses produksi arang aktif terdiri dari dua tahap yaitu tahap karbonisasi dan tahap aktivasi. Pada umumnya proses karbonisasi menggunakan metode pirolisis.

Pirolisis adalah proses dekomposisi termokimia yaitu bahan organik (biomassa) melalui proses pemanasan dengan sedikit atau tanpa oksigen yang mana struktur kimia bahan awal terurai menjadi fase gas. Pada prosesnya menghasilkan tiga produk utama yaitu arang (*char*), asap cair (*bio-oil*) dan gas. Arang yang dihasilkan memiliki nilai guna yang dapat digunakan sebagai bahan bakar atau arang aktif (Ridhuan *et al.*, 2019). Salah satu metode pirolisis adalah pirolisis katalitik. Pirolisis katalitik merupakan pirolisis yang melibatkan penggunaan katalis dalam prosesnya.

Katalis merupakan komponen penting dalam proses pirolisis karena dapat mengurangi kebutuhan energi, mempercepat reaksi dan meningkatkan kuantitas serta kualitas produk

(Syamsiro, 2015). Salah satu katalis yang dapat digunakan pada proses pirolisis adalah zeolit alam. Katalis zeolit alam adalah katalis dalam proses pembentukan yang terbentuk secara alami tanpa penambahan zat atau campuran zat apapun (Anggono, *et al.*, 2020). Pada penelitian Azizah, 2022, melakukan proses pirolisis dengan katalis zeolit alam menghasilkan produk padat yang banyak dengan rendemen sebesar 44,5%. sehingga penggunaan katalis zeolit alam mampu meningkatkan kuantitas produk. Selain itu aktivasi merupakan salah satu proses penting dalam pembuatan arang aktif.

Aktivasi adalah perubahan fisik yang secara signifikan meningkatkan luas permukaan karbon aktif ketika hidrokarbon yang terkandung dalam karbon dihilangkan. (Juliandini dan Trihadiningrum, 2008). Pada proses aktivasi salah satu aktivator yang digunakan adalah NaCl. Aktivator jenis garam dapat menghasilkan karbon aktif jenis mikropori secara maksimal dalam kondisi operasi dibawah 500°C (Maulina, *et al.*, 2020). Meningkatnya jumlah pori mampu meningkatkan luas permukaan sehingga mempengaruhi kemampuan daya serap dari arang aktif.

Potensi gambut sangat baik untuk dijadikan arang aktif karena kandungan karbon yang tinggi. Pada penelitian Sahraeni, *et al.*, (2019), melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari gambut dengan karbonisasi pada suhu 700°C selama 3 jam dan variasi konsentrasi aktivator NaCl 10%, 15%, 20%, 25%, 30% selama 2,5 jam dengan perbandingan 1:10 (berat/volum) serta kecepatan pengadukan 350 rpm. Hasil analisa terbaik pada konsentrasi 30%, dengan karakteristik kadar air 2,99 %, kadar abu 9,69 %, *volatile matter* 13,76 % dan daya serap I₂ sebesar 817,17 mg/g sehingga hasil tersebut sudah memenuhi standar arang aktif menurut SNI No.06-3730-1995.

Pada penelitian ini melakukan pembuatan arang aktif menggunakan aktivator NaCl yang mengacu pada penelitian Sahraeni, *et al.*, (2019) dengan mengganti metode karbonisasi menggunakan metode pirolisis katalitik dengan zeolit alam sebagai katalis. Pirolisis katalitik merupakan pirolisis yang menggunakan katalis dalam prosesnya. Penggunaan katalis zeolit berfungsi untuk meningkatkan kuantitas dari produk. Hal ini sejalan pada penelitian Azizah.

2022, yangmana diperoleh rendemen distribusi produk padat sebesar 44,5%. Jadi dengan jumlah produk padat yang besar tersebut, sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut menjadi arang aktif dengan mengaktivasi menggunakan NaCl.

METODOLOGI

Bahan utama pada penelitian ini adalah gambut yang diambil dari Kecamatan Sanga-Sanga, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Katalis yang digunakan untuk pirolisis katalitik adalah zeolit alam teraktivasi (Azizah, 2022), dan aktivator kimia arang aktif yang digunakan adalah NaCl (Sahraeni, *et al.*, 2019). Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi satu set reaktor pirolisis, *screening*, kaca arloji, erlenmeyer, spatula, neraca digital, desikator, buret, pipet volume, pipet ukur, oven, dan gelas kimia.

Gambut dikonversi menjadi arang melalui proses pirolisis katalitik dengan katalis zeolit alam teraktivasi pada suhu 500°C selama dua jam. Arang hasil pirolisis gambut *discreening* pada ayakan lolos 100 *mesh* dan tertahan 120 *mesh*, lalu diaktivasi menggunakan larutan NaCl variasi konsentrasi 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% selama 180 menit dengan perbandingan sampel dan aktivator 1 : 10. Setelah aktivasi, arang disaring dan dicuci dengan aquades lalu dioven pada suhu 110°C selama 120 menit. Arang yang telah diaktivasi kemudian dilakukan analisa *proximate* meliputi uji kadar air, kadar abu *volatile matter* dan uji daya serap iod.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat arang aktif dari gambut dengan menggunakan metode pirolisis katalitik yang dapat memenuhi standar arang aktif menurut SNI. 06-3730-1995 dari parameter kadar air, kadar abu, *volatile matter* dan daya serap iod. Gambut yang digunakan adalah gambut fibrik yaitu gambut yang masih tahap awal pelapukan. Gambut terlebih dahulu dibersihkan dan dikeringkan, setelah itu dilakukan proses karbonisasi.

Tabel 1 menunjukkan karakteristik arang gambut yang mengindikasikan arang hasil pirolisis gambut dapat diolah lebih lanjut menjadi arang

aktif dengan proses aktivasi kimia. Selanjutnya arang gambut diaktivasi secara kimia menggunakan aktivator NaCl dengan variasi konsentrasi 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% selama 180 menit. Data hasil analisa arang yang telah diaktivasi dengan NaCl dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengaruh Aktivator NaCl Terhadap Kadar Air Arang Aktif

Perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui higroskopisitas karbon aktif, dimana karbon aktif biasanya memiliki afinitas yang sangat tinggi terhadap air (Laos dan Selan, 2016). Gambar 1 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi dari aktivator NaCl kadar air menjadi semakin tinggi. Menurut Nurhayati *et al.*, (2018), hal ini disebabkan masih terdapat NaCl yang tertinggal di pori karbon dan ini meningkatkan kadar air karbon aktif karena NaCl bersifat higroskopis. Sehingga dengan sifatnya tersebut pada proses netralisasi, NaCl yang ada di pori arang tersebut menyerap molekul air menyebabkan kadar air arang aktif tersebut semakin tinggi. Sehingga semakin pekat aktivator NaCl maka semakin tinggi kadar air arang aktif karena semakin banyak NaCl yang tertinggal di luar pori arang aktif tersebut. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nurhayati *et al.*, (2018), yaitu peningkatan kadar air dari arang aktif berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi NaCl. Kadar air untuk semua variasi konsentrasi aktivator NaCl telah memenuhi standar SNI. 06-3730-1995.

Pengaruh Aktivator NaCl Terhadap Kadar Abu Arang Aktif

Kadar abu adalah jumlah kandungan oksida logam yang dibentuk oleh mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat diuapkan selama proses pembakaran (Laos, *et al.*, 2016). Gambar 2 menunjukkan hasil analisa kadar abu semua variasi konsentrasi aktivator NaCl masih belum memenuhi standar SNI. 06-3730-1995. Hal tersebut disebabkan masih terdapat mineral yang tertinggal di arang aktif. Karena pada proses pembakaran, mineral yang ada masih belum terbakar secara sempurna. Kemudian menyebabkan kadar abu yang masih tinggi pada arang aktif. Menurut Maulina *et al.*, (2020), kadar abu meningkat seiring dengan tingginya konsentrasi aktivator. Konsentrasi aktivator yang

tinggi akan meningkatkan luas permukaan karbon aktif, yang akan menghasilkan pembentukan pori-pori tambahan. Peningkatan pembentukan pori menghasilkan produksi abu tambahan.

Pengaruh Aktivator NaCl Terhadap *Volatile Matter* Arang Aktif

Penentuan atau penghitungan jumlah *volatile matter* (bagian yang hilang pada pemanasan 950°C) bertujuan untuk mengetahui kadar senyawa mudah menguap yang terkandung dalam arang aktif (Permatasari, et al., 2014). Gambar 3 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin rendah kadar zat mudah menguapnya (*volatile matter*). Hal ini karena sifat dari NaCl yang dapat menghilangkan

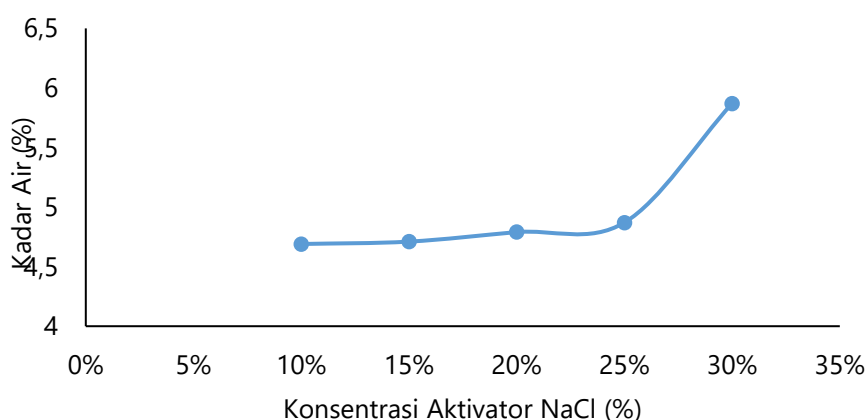
zat pengotor yang ada pada permukaan arang aktif (Radika dan Astuti, 2020). Sehingga dengan menghilangkan zat pengotor tersebut dapat meningkatkan diameter pori yang ada pada permukaan arang aktif. Gambar 3 menunjukkan kadar *volatile matter* mengalami penurunan kembali pada penggunaan aktivator NaCl 30%. Hal ini terdapat korelasi dengan kadar air, yang mana pada konsentrasi NaCl 30% mengalami peningkatan kadar air yang cukup tinggi. Karena pada penentuan kadar *volatile matter* harus dikurangi terlebih dahulu dengan hasil kadar air. Gambar 3 menunjukkan hasil dari *volatile matter* setiap variasi konsentrasi aktivator telah memenuhi standar SNI. 06-3730-1995.

Tabel 1. Karakteristik Arang Gambut Hasil Pirolisis Katalitik

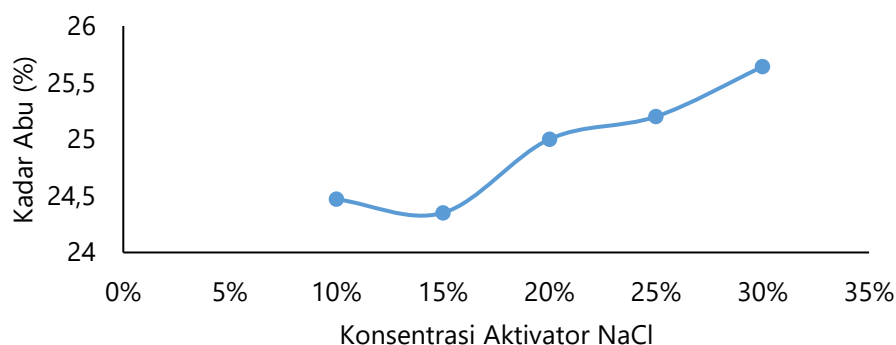
No	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	<i>Volatile matter</i> (%)
1	3,49	28,98	9,35

Tabel 2. Karakteristik Arang Gambut Hasil Pirolisis Setelah Diaktivasi

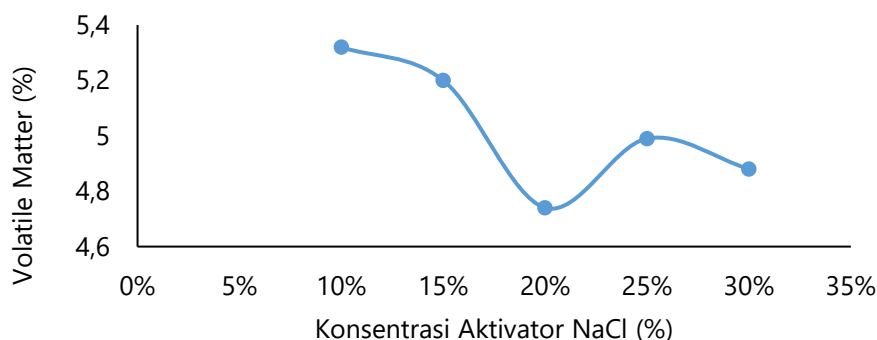
No	Aktivator NaCl	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	<i>Volatile matter</i> (%)	Daya serap iod (mg/g)
1	10%	4,69	24,47	5,32	715,68
2	15%	4,71	24,35	5,20	774,14
3	20%	4,79	25,00	4,74	646,99
4	25%	4,87	25,20	4,99	373,61
5	30%	5,87	25,64	4,88	340,66
SNI. 06-3730-1995		max 15%	max 10%	max 25%	min 750



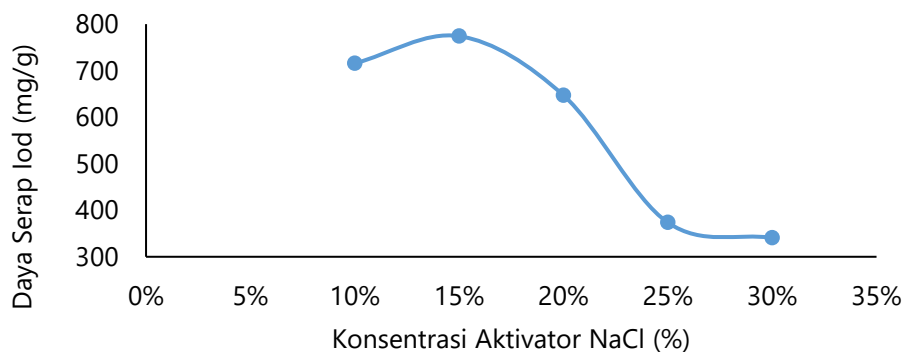
Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaCl Terhadap Kadar Air



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaCl Terhadap Kadar Abu



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaCl Terhadap *Volatile Matter*



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaCl Terhadap Daya Serap Iod

Pengaruh Aktivator NaCl Terhadap Daya Serap I₂ Arang Aktif

Daya serap iod (penyerapan iodium) menerangkan kemampuan arang aktif untuk mengadsorpsi komponen menggunakan berat molekul rendah (Permatasari, *et al.*, 2014). Kapasitas adsorpsi arang aktif pada iod berkorelasi dengan luas permukaan karbon aktif. Semakin tinggi bilangan iod, semakin besar kapasitas untuk mengadsorpsi zat yang teradsorpsi atau terlarut (Polii, 2017). Gambar 4 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi aktivator

semakin rendah daya serap iod. Menurut Nurhayati *et al.*, (2018), hal ini disebabkan karena nilai dari kadar abu yang tinggi, yang mana menunjukkan terdapat mineral garam yang terjebak dalam pori arang aktif dan sejalan dengan semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin banyak NaCl yang terjebak dalam pori arang aktif. Sehingga menyebabkan menurunnya kemampuan arang aktif sebagai adsorben. Gambar 4 telah menunjukkan hasil daya serap I₂ yang memenuhi standar SNI. 06-3730-1995 terdapat pada penggunaan aktivator NaCl

konsentrasi 15% yaitu sebesar 774,14 mg/g. Hal tersebut sejalan dengan nilai kadar abu pada arang aktif dengan aktivator NaCl 15%. Karena kadar abu yang rendah menunjukkan mineral yang terkandung lebih sedikit dari variasi konsentrasi aktivator NaCl yang lain. Hal ini membuktikan penggunaan NaCl sebagai aktivator mampu meningkatkan daya serap I₂ karena mampu melarutkan mineral yang menutupi pori arang aktif.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi aktivator NaCl yaitu 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan Hasil optimum yang telah memenuhi standar SNI. 06-3730-1995 diperoleh pada NaCl konsentrasi 15% dengan karakteristik kadar air 4,71%, kadar abu 24,35%, volatile matter 5,20% dan daya serap I₂ 774,14 mg/g. Hasil analisa semua variasi konsentrasi aktivator NaCl pada kadar air dan volatile matter telah memenuhi standar SNI. 06-3730-1995 serta daya serap I₂ telah memenuhi standar SNI untuk konsentrasi aktivator NaCl 15%. Namun kadar abu semua variasi konsentrasi aktivator masih belum memenuhi standar SNI dikarenakan masih terdapat mineral dalam arang aktif sehingga menyebabkan nilai kadar abu menjadi tinggi. Keterbaruan penelitian ini perlu mencari metode alternatif lain untuk dapat mengurangi kadar abu pada arang aktif secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, Y.P., Ilminnafik, N., Rosyadi, A.A., & Jatisukanto, G. 2020. Pengaruh katalis zeolit alam pada pirolisis plastik polyethylene terephthalate dan polypropylene, *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 13(1):22–27.
- Azizah, Z.A.A. 2022. Distribusi Produk Cair (Bio Oil) Pada Pirolisis Gambut Menggunakan Katalis Zeolit Alam Teraktivasi, *Tugas Akhir*, Program Diploma III Petro dan Oleo Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Global Wetlands. 2022. <https://www.cifor.org/global-wetlands/>, diakses 14 Januari 2023.
- Juliandini, F., & Trihadiningrum, Y. 2008. Uji kemampuan karbon aktif dari limbah kayu dalam sampah kota untuk penyisihan fenol. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII*, p.1–12.
- Laos, L.E., & Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif, *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1):32–36.
- Laos, L.E., Masturi, M., & Yulianti, I. 2016. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri, *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, Semarang, Oktober 2016.
- Nurhayati, I., Sutrisno, J., & Zainudin, M.S. 2018. Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu Dan Fungsinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Laboratorium. *Jurnal Teknik Waktu*, 16(1):62–71.
- Maulina, S., Handika, G., Irvan, & Iswanto, A.H. 2020. Quality comparison of activated carbon produced from oil palm fronds by chemical activation using sodium carbonate versus sodium chloride. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 48(4):503–512.
- Permatasari, A.R., Khasanah, L.U., & Widowati, E. 2014. Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot utilissima) Dengan Variasi Jenis Aktivator, *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, VII(2), 70–75.
- Polii, F.F. 2017. Pngaruh Suhu dan Lama Aktivasi Terhadap Mutu Arang Aktif dari Kayu Kelapa, *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 12(2), 21–28.
- Radika, R., & Astuti, A. 2020. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaCl sebagai Aktivator Karbon Aktif Kulit Singkong untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat Air Sungai Batang Ombilin. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2):163– 168.
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. 2019. Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan, *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1):69–78.
- Sahraeni, S., Syahrir, I., & Bagus. 2019. Aktivasi kimia menggunakan NaCl pada pembuatan karbon aktif dari tanah gambut, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2019*, p.145–150.
- Sarah, F. 2018. Pembuatan Arang Aktif Dari Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Fe²⁺ Dan Co²⁺. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2):1–6.
- Sukandarrumidi. 2009. Rekayasa Gambut, Briket Batubara, dan Sampah Organik. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Syamsiro, M. 2015. Study of the effect of use of catalyst on the quality of oil products from plastic pyrolysis. *Jurnal Teknik*, 5(1):47–56.