



Synthesis and Characterization of Activated Charcoal from Salak Skin As an Adsorbent Against BOD, COD, and TSS Levels in Textile Industry Liquid Waste

Barita Aritonang^{1*}, Nova Florentina Ambarwati², Eka Margaretha Sinaga³,
Ahmad Hafizullah Ritonga⁴

^{1,4}Program Studi Kimia, Fakultas Sains, Teknologi dan Informasi

^{2,3}Program Studi Teknik Laboratorium Medik, Fakultas Pendidikan Vokasi
Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan 20124, Indonesia.

ABSTRACT: Textile liquid waste contains organic compounds and suspended solids such as BOD, COD, and TSS, which can cause environmental pollution. This study aims to determine the levels of BOD, COD, and TSS in textile wastewater using activated charcoal from the skin of salak before and after activation with phosphoric acid (H_3PO_4) at a concentration of 6%. The research results that have been carried out, on the making of activated charcoal from the skin of salak have been successfully carried out and meet the requirements of SNI 06-3730-1995, obtaining 2.4% water content, 2.3% ash content, and 476 mg/L iodine absorption. FT-IR spectrum analysis activated charcoal from the skin of salak has an O-H hydroxyl group at the peak of 3817 cm^{-1} , C=O carbonyl group at 1713 cm^{-1} , and C-O ether group at 1175 cm^{-1} . FT-IR spectrum analysis activated charcoal from the skin of salak has O-H hydroxyl group at the peak of 3817 cm^{-1} , C=O carbonyl group at 1713 cm^{-1} , and C-O ether group at 1175 cm^{-1} . Based on SEM analysis, activated charcoal from activated skin of salak has larger pores and surface area than before activation. Based on atomic absorption spectrophotometry analysis of textile wastewater without the addition of activated charcoal, the levels of BOD were 480 mg/L, COD 650 mg/L, and TSS 470 mg/L. After the addition of unactivated activated charcoal, the levels of BOD were 120 mg/L, COD 150 mg/L, and TSS 140 mg/L. After the addition of activated charcoal, BOD levels were 60 mg/L, COD 80 mg/L, and TSS 95 mg/L. This study concludes that activated charcoal from the skin of salak can reduce, levels of BOD, COD, and TSS in textile waste and has met the requirements set out in the Regulation of the Minister of the Environment of the Republic of Indonesia Number 5 of 2014.

Keywords: skin of salak, activated charcoal, adsorbent, textile industry

Corresponding author: baritaaritonang11@gmail.com

Sintesis dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Kulit Salak Sebagai Adsorben Terhadap Kadar BOD, COD dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tekstil

Barita Aritonang^{1*}, Nova Florentina Ambarwati², Eka Margaretha Sinaga³,
Ahmad Hafizullah Ritonga⁴

^{1,4}Program Studi Kimia, Fakultas Sains, Teknologi dan Informasi

^{2,3}Program Studi Teknik Laboratorium Medik, Fakultas Pendidikan Vokasi
Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan 20124, Indonesia

ABSTRAK : Limbah cair industri tekstil mengandung senyawa organik dan padatan tersuspensi seperti BOD, COD, dan TSS yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tekstil menggunakan arang aktif dari kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan asam fosfat (H_3PO_4) pada konsentrasi 6%. Pembuatan arang aktif dari kulit salak telah berhasil dilakukan dan memenuhi persyaratan SNI 06-3730-1995, diperoleh kadar air 2,4%, kadar abu 2,3%, dan laju penyerapan iodium 476 mg/L. Analisis spektrum FT-IR arang aktif kulit salak memiliki gugus hidroksil O-H pada puncak 3817 cm^{-1} , gugus karbonil C=O pada puncak 1713 cm^{-1} , dan gugus C-O eter pada puncak 1175 cm^{-1} . Berdasarkan analisis SEM, arang aktif dari kulit salak memiliki pori-pori dan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan sebelum aktivasi. Berdasarkan analisis spektrofotometri serapan atom limbah cair industri tekstil tanpa penambahan arang aktif, diperoleh kadar BOD 480 mg/L, COD 650 mg/L dan TSS 470 mg/L. Setelah penambahan arang aktif sebelum aktivasi kadar BOD turun menjadi 120 mg/L, COD 150 mg/L dan TSS 140 mg/L. Setelah penambahan arang aktif yang sudah diaktivasi kadar BOD semakin turun menjadi 60 mg/L, COD 80 mg/L dan TSS 95 mg/L. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa arang aktif dari kulit salak sebelum dan sesudah aktivasi dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair industri tekstil dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Nomor 5 Tahun 2014

Kata kunci : Kulit salak, arang aktif, adsorben, limbah cair industri tekstil

Submitted: 6 June; Revised: 17 June; Accepted: 26 June

Corresponding author: baritaaritonang11@gmail.com

PENDAHULUAN

Salah satu industri kecil rumah tangga yang berperan sebagai penyumbang devisa negara untuk meningkatkan perekonomian bangsa adalah industri tekstil batik. Industri tekstil batik disamping memberikan manfaat dibidang perekonomian, juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, berupa limbah cair yang mengandung senyawa organik dan padatan tersuspensi seperti, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS), dimana kadarnya sangat tinggi melebihi nilai batas ambang sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Sebagian besar industri tekstil batik tidak memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL), sehingga limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan. Hal ini dapat menyebabkan berbagai macam penyakit dan kematian bagi manusia (Merliza dkk, 2022; Yuniarti dkk, 2021; Muzakky, 2016).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Apriyani dkk, (2018) dan Yuniarti dkk, (2021) dalam studi kasus melaporkan bahwa limbah cair industri tekstil batik mengandung nilai BOD 8.000 mg/L, TSS 9.000 mg/L dan COD 10.000 mg/L, kadarnya melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Adapun nilai ambang batas kadar BOD, TSS dan COD yang diperbolehkan adalah 100, 200 dan 300 mg/L.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah limbah cair tekstil batik yang memiliki kadar BOD, COD dan TSS melebihi nilai ambang batas adalah mengolah limbah cair tekstil batik dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben dari arang aktif. Arang aktif merupakan suatu bahan berupa karbon amorf yang memiliki daya adsorpsi sangat besar, dihasilkan melalui proses karbonisasi dan proses aktivasi (Rochma dkk, 2017). Arang aktif banyak digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi limbah cair tekstil karena memiliki luas permukaan, porositas dan daya adsorpsi yang besar. Arang aktif dapat dibuat dari limbah hasil pertanian dan perkebunan yang mengandung karbon dengan syarat bahan tersebut strukturnya berpori. Kulit salak merupakan salah satu limbah rumah tangga yang sangat potensial digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif, karena mengandung selulosa sebesar 45% dan memiliki gugus hidroksil, karboksil dan eter yang dapat mengikat polutan limbah cair tekstil (Yuniarti dkk, 2021; HANIFA dkk, 2019; Riskirana dkk, 2014)

Beberapa penelitian terdahulu terkait pengolahan limbah cair industri tekstil menggunakan arang aktif diantaranya, arang aktif dari tempurung kelapa (Anggraini, 2019); arang aktif dari kulit kakao (Mirwan & Putri, 2020) arang aktif dari kulit jagung (ARDIANI, 2018).

Untuk meningkatkan daya adsorpsi arang aktif agar memiliki luas permukaan yang besar maka dilakukan proses aktivasi secara kimia menggunakan zat pengaktifator. Tujuan dilakukan proses aktivasi adalah untuk memperbesar porositas arang dengan cara memecah ikatan hidrokarbon dan mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami

perubahan sifat fisika maupun kimia dan memiliki daya adsorpsi yang besar (Maulana dkk, 2017; Aryani, 2019).

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri tekstil melalui proses adsorpsi menggunakan adsorben dari arang aktif dari kulit salak berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, dimana nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk kandungan BOD, TSS dan COD berturut turut adalah 100, 200 dan 300 mg/L.

TINJAUAN PUSTAKA

Arang aktif merupakan salah satu adsorben yang banyak digunakan dalam proses adsorpsi, dikarenakan memiliki luas permukaan area dan pori-pori yang besar dan mengandung 85-95% karbon yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan proses pemanasan pada suhu tinggi. Arang aktif merupakan karbon yang telah diaktivasi yang memiliki luas permukaan area dan pori-pori yang besar serta daya adsorpsi yang besar sehingga banyak digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi limbah. Semakin luas permukaan area arang aktif dan pori-porinya semakin besar maka daya adsorpsi arang aktifpun semakin cepat. Arang aktif dengan luas permukaan yang luas dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang bau, pemurni dalam industri, proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Masyithah dkk, 2018).

METODOLOGI

Bahan dan Alat

bahan

Bahan yang digunakan meliputi, kulit salak, limbah cair industri batik, Asam Pospat (H_3PO_4) konsentrasi 2, 4 dan 6 %, $HgSO_4$, H_2SO_4 , I_2 (Iodium), $Na_2S_2O_3$, $K_2Cr_2O_7$, $MnSO_4$, Ferro Ammonium Sulfat, Ferroin, akuadest, kertas saring.

Alat

Alat yang digunakan meliputi, FT-IR Shimadzu, SEM Shimadzu, furnace, oven, pH meter, cawan porselin, blender, ayakan 200 mesh, desikator, neraca analitik, magnetic stirrer, corong, gelas beker, erlenmeyer, buret, klem dan statif.

Preparasi Sampel.

Sampel kulit salak terlebih dahulu dibersihkan dari pengotor dengan cara dicuci bersih menggunakan air mengalir, setelah itu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 24 jam. Sampel yang sudah dikeringkan lalu dipanaskan di dalam oven pada temperatur 105 °C selama 24 jam, tujuannya supaya kadar air pada sampel tidak ada lagi.

Pembuatan Arang Aktif

Sebanyak 500 g kulit salak dimasukkan ke dalam furnace pada temperatur 600-800 °C selama 2 jam. Arang yang terbentuk diblender sampai halus lalu diayak hingga lolos 200 mesh dan dikarakterisasi berdasarkan SNI 06-3730-1995 (kadar air, abu, daya serap terhadap iodium).

Proses Aktivasi Arang Aktif

Sebanyak 100 g arang kulit salak dimasukan kedalam beker gelas 250 ml lalu dilarutkan dengan H_3PO_4 konsentrasi 2, 4 dan 6 %. Diaduk menggunakan magnetik stirrer selama 24 jam, setelah itu arang dicuci berulang kali dengan akuades sampai seluruh senyawa H_3PO_4 tidak ada lagi dan pH menjadi netral. Selanjutnya arang aktif dipanaskan di dalam oven pada temperatur 105 °C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air, lalu dimasukan dalam desikator dan ditimbang berat konstan, dikarakterisasi berdasarkan SNI 06-37301995(kadar air, abu, daya serap terhadap iodium) dan FT-IR, SEM.

Penentuan Kadar Cod Tanpa Menggunakan Arang Aktif

Sebanyak 10 mL limbah cair industri tekstil dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL, lalu ditambahkan serbuk $HgSO_4$ sebanyak 0,2 gram dan 5 ml larutan kalium dikromat 0,25N kemudian 15 mL pereaksi asam sulfat-perak sulfat ($H_2SO_4-HgSO_4$) secara perlahan-lahan, setelah itu dipanaskan selama 2 jam pada suhu 150 °C, lalu dinginkan dan ditambahkan indikator ferroin 2-3 tetes, selanjutnya dititrasi dengan larutan FAS (Ferro Ammonium Sulfat) 0,1 N sampai warna merah kecoklatan (SNI 06-6989.15-2004).

Penentuan Kadar Bod Tanpa Menggunakan Arang Aktif

Sebanyak 100 mL limbah cair industri tekstil dimasukkan ke dalam botol Winkler, lalu ditutup rapat agar tidak ada gelembung udara setelah itu ditambahkan larutan $MnSO_4$ dan alkali iodide-azide masing-masing 1 mL. Diaduk selama 10 menit dan dibiarkan sampai terbentuk endapan coklat kekuningan setelah itu ditambahkan 1 mL H_2SO_4 pekat kemudian diaduk sampai endapan larut sempurna. Sampel dipipet sebanyak 50 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu dititrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ sampai terjadi perubahan warna menjadi kuning muda dan ditambahkan indikator amilum sebanyak 2-3 tetes sampai warna menjadi biru dan dititrasi kembali sampai warna biru tepat hilang (BSN, 2004).

Penentuan Kadar Tss Tanpa Menggunakan Arang Aktif.

Kertas saring dimasukkan ke dalam oven dipanaskan pada temperatur 105 °C selama 30 menit, setelah itu dinginkan dalam desikator selama 10 menit lalu ditimbang sampai beratnya konstan. Sebanyak 25 ml sampel limbah cair industri tekstil dimasukan ke dalam cawan penguapan dengan hati-hati menggunakan pipet volum, yang sudah ada filter kertas di dalamnya setelah itu disaring. Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati-hati lalu ditempatkan di atas jaring-jaring yang terletak pada cawan kemudian dimasukkan ke dalam oven untuk dipanaskan pada temperatur 105°C, selama

60 menit, selanjutnya dinginkan dalam desikator dan timbang sampai diperoleh berat konstan(BSN, 2004).

Penentuan Kadar Bod, Cod dan Tss Pada Limbah Cair Industri Tekstil Dengan Menggunakan Arang Aktif Sebelum Dan Sesudah Diaktivasi.

Sebanyak 100 ml limbah cair industri tekstil dimasukan ke dalam gelas beker 250 ml, lalu ditambahkan ke dalamnya arang aktif sebanyak 20 g, kemudian diaduk sampai homogen dan dibiarkan selama 30 menit hingga mengendap. Limbah cair industri tekstil selanjutnya disaring menggunakan kertas saring lalu ditentukan kadar BOD, COD dan TSS nya dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

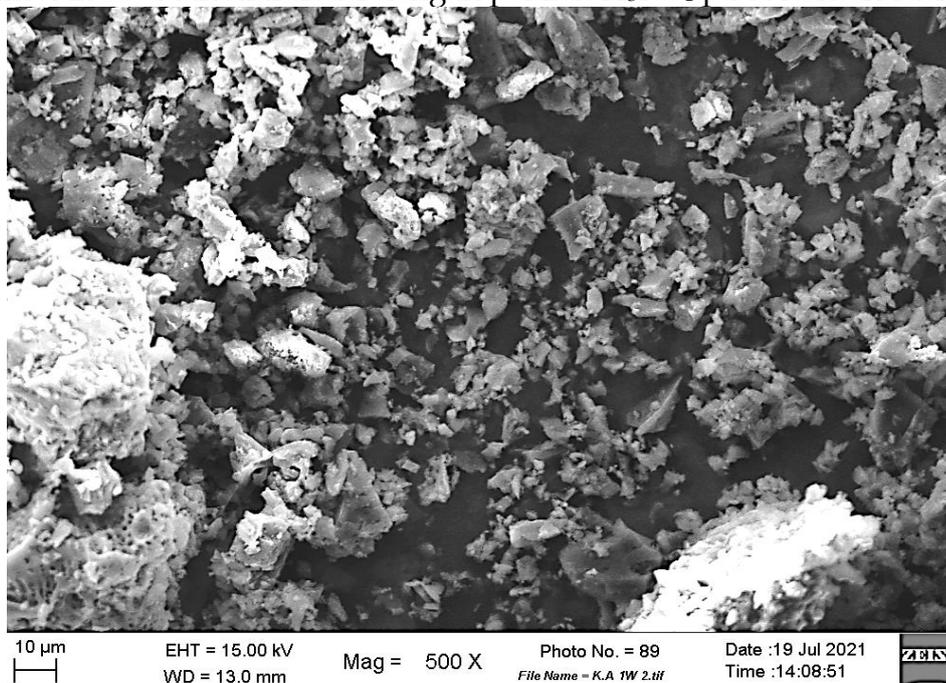
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Arang Aktif

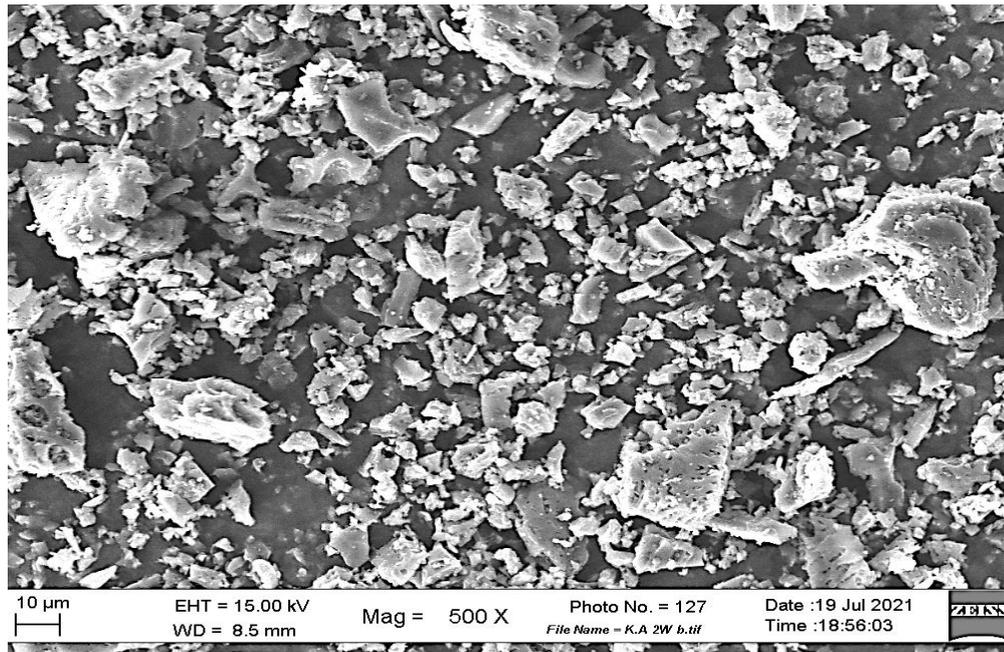
Arang aktif yang dibuat dari limbah kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan H_3PO_4 dengan variasi konsentrasi 2, 4 dan 6 % dikarakterisasi dengan FT-IR dan SEM, setelah itu ditentukan analisa kadar air, abu, daya serap iodin berdasarkan SNI No.06-3730-1995. Untuk mengetahui karakteristik arang aktif kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan pelarut H_3PO_4 dapat dilihat pada SEM dan FT-IR.

Karakterisasi Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan salah satu tipe mikroskop elektron yang mampu melihat topografi permukaan dan ukuran arang aktif. Gambar 1 dan 2 merupakan morfologi permukaan arang aktif dari kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan pelarut H_3PO_4 pada konsentrasi 6%.



Gambar 1. SEM Arang aktif Kulit Salak Sebelum Aktivasi



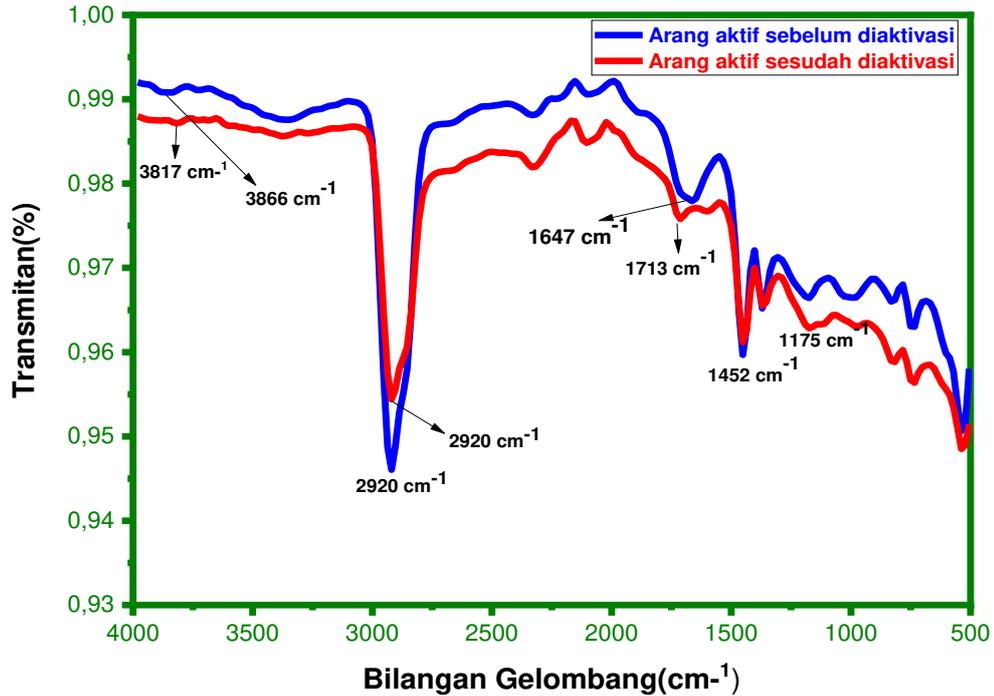
Gambar 2. SEM Arang Aktif Dari Kulit Salak Sesudah Aktivasi

Gambar 1 dan 2, menunjukkan perbedaan morfologi permukaan pori-pori yang dihasilkan arang aktif kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan H_3PO_4 . Gambar 1 merupakan morfologi permukaan arang aktif dari kulit salak sebelum diaktivasi. Terlihat pada Gambar 1, arang aktif kulit salak memiliki permukaan pori-pori yang sangat kecil karena masih tertutup dengan senyawa hidrokarbon dan abu. Hal ini dikarenakan pada saat proses karbonisasi energi panas atau kalor yang dikeluarkan sangat kecil, sehingga partikel bergerak sangat lambat akibatnya energi tumbukan yang dihasilkan sangat kecil sehingga menghasilkan pori-pori yang lebih kecil (Farikhin dkk, 2016; Verayana dkk, 2018).

Gambar 2 merupakan morfologi permukaan arang aktif dari kulit salak sesudah diaktivasi. Terlihat pada Gambar 2, arang aktif kulit salak memiliki struktur morfologi permukaan pori-pori yang terbuka lebar dan besar, hal ini disebabkan pengaruh zat aktivator H_3PO_4 mampu menghilangkan senyawa hidrokarbon, abu dan tar. Semakin besar pori-pori arang aktif, maka semakin besar luas permukaan area dan semakin meningkat daya adsorpsi arang aktif (Aritonang dkk, 2018; Agustina dkk, 2018; Eso dkk, 2021).

Analisis Fouruer Transform Infraread (Ft-Ir)

Analisis spektrum FT-IR dilakukan untuk melihat perbedaan gugus fungsi arang aktif dari kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan menggunakan pelarut H_3PO_4 konsentrasi 6%. Perbedaan kedua spektrum tersebut dapat dilihat dari perubahan bentuk spektra, pergeseran bilangan gelombang dan perubahan intensitas serta munculnya puncak baru (Irnameria, 2020). Untuk mengetahui spektrum FT-IR arang aktif dari kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan H_3PO_4 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Spektrum FT-IR Arang Aktif Dari Kulit Salak Sebelum Dan Sesudah Aktivasi

Spektrum FT-IR arang aktif dari kulit salak sebelum diaktivasi dengan H_3PO_4 menunjukkan adanya puncak serapan yang lebar teramati pada bilangan gelombang 3866 cm^{-1} , mengidentifikasi adanya gugus O-H hidroksil. Pada bilangan gelombang 2920 cm^{-1} diperoleh puncak serapan yang lebar dan tajam dengan intensitas kuat mengidentifikasi adanya vibrasi gugus C-H aromatis. Diperoleh puncak serapan yang lebar dengan intensitas lemah pada bilangan gelombang 1647 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C=C, kemudian pada bilangan gelombang 1452 cm^{-1} diperoleh puncak serapan yang lebar dan tajam dengan intensitas kuat mengidentifikasi adanya gugus alkena CH_2 , di dukung dengan puncak serapan yang lemah dengan intensitas rendah teramati pada bilangan gelombang 1175 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C-O.

Spektrum FT-IR arang aktif dari kulit salak setelah diaktivasi diperoleh puncak serapan yang lemah dengan intensitas lemah teramati pada bilangan gelombang 3817 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus O-H hidroksil. Pada bilangan gelombang 2920 cm^{-1} diperoleh puncak serapan yang lebar dan tajam dengan intensitas kuat mengidentifikasi adanya vibrasi gugus C-H aromatis, kemudian muncul puncak serapan baru yang lebar dan tajam dengan intensitas kuat pada bilangan gelombang 1713 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus karbonil C=O. Kemudian pada bilangan gelombang 1452 cm^{-1} diperoleh puncak serapan yang lebar dan tajam dengan intensitas kuat mengidentifikasi adanya gugus alkena CH_2 , dan puncak serapan yang lemah dengan intensitas rendah teramati pada bilangan gelombang 1175 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C-O. Ciri khas arang aktif dari kulit salak adalah memiliki gugus hidroksil O-H, gugus karbonil C=O, dan gugus eter C-O. Adanya ikatan O-H dan C-O menunjukkan bahwa arang aktif dari kulit salak bersifat polar

sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk memurnikan limbah cair tekstil (Mentari dkk, 2018; Riyanto dkk, 2021; Eso dkk, 2021).

Analisa Kadar Air

Arang aktif yang dibuat dari limbah kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dengan H_3PO_4 konsentrasi 2, 4 dan 6 % ditentukan kadar air, abu, daya serap iodin berdasarkan SNI No.06-3730-1995. Untuk mengetahui kadar air, abu, daya serap iodin karakteristik arang aktif dari kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2

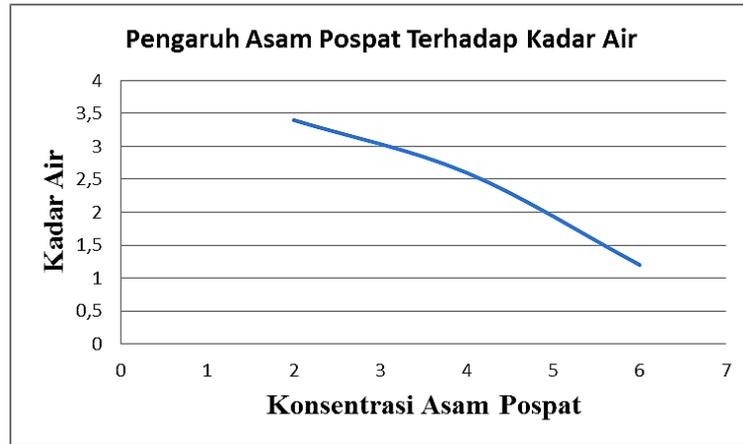
Tabel 1. Karakterisasi Arang Aktif Dari Kulit Salak Sebelum Diaktivasi

Parameter Uji	Arang aktif dari kulit salak sebelum diaktivasi	Syarat mutu arang aktif SNI 06-3730-1995
Kadar Air (%)	25 %	Maksimal 15 %
Kadar Abu (%)	15 %	Maksimal 10 %
Daya serap iodin (mg/g)	780 %	Minimal 750 mg/g

Tabel 2. Karakterisasi Arang Aktif Dari Kulit Salak Sesudah Diaktivasi

Sampel arang aktif dari kulit salak sesudah diaktivasi	Parameter Uji		
	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Daya serap iodin (mg/g)
Asam Pospat (H_3PO_4)2 %	3,4	3,2	624
Asam Pospat (H_3PO_4)4 %	2,6	2,3	448
Asam Pospat (H_3PO_4)6 %	1,2	1,4	356
Rata-rata	2,4	2,3	476

Proses aktivasi dilakukan bertujuan memperbesar ukuran pori-pori arang aktif sehingga daya adsorpsinya semakin meningkat, serta untuk menghilangkan hidrokarbon dan air yang terjebak dalam pori-pori arang aktif. Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif dari kulit salak. Sifat higroskopis dapat mempengaruhi nilai kalor arang aktif. Semakin tinggi kadar air maka semakin rendah nilai kalornya, semakin rendah nilai kalor maka proses pembakaran semakin sulit terjadi (Meilianti, 2022). Untuk mengetahui pengaruh zat aktivator H_3PO_4 terhadap kadar air, abu dan daya serap iodin arang aktif dari kulit salak dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

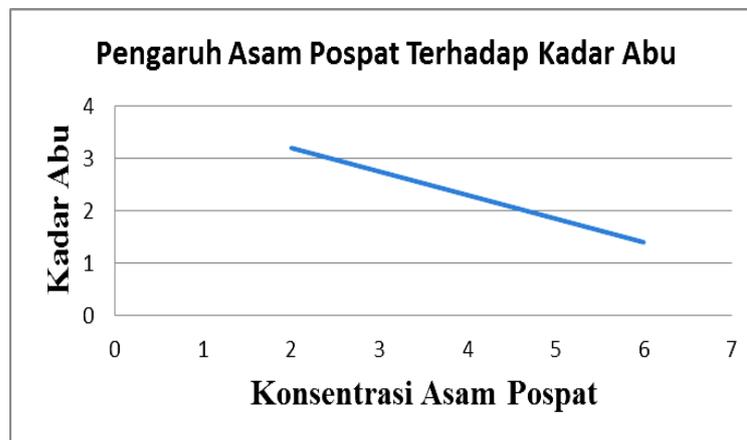


Gambar 4. Kadar air Arang Aktif Setelah Diaktivasi

Gambar 1 merupakan arang aktif dari kulit salak yang sudah diaktivasi dengan H_3PO_4 variasi konsentrasi 2, 4 dan 6 %. Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi H_3PO_4 . Konsentrasi H_3PO_4 2 % diperoleh kadar air sebesar 3,4 %, dan pada konsentrasi H_3PO_4 4 % turun menjadi 2,6 %, dan pada konsentrasi H_3PO_4 6 % semakin turun menjadi 1,2 %. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aritonang dkk (2019) dan Masyithah dkk (2018) melaporkan bahwa kadar air semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi asam pospat. Kadar air yang diperoleh sudah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995, maksimum adalah 15%.

Analisa Kadar Abu

Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral seperti K, Na, Mg yang tidak dapat menguap pada saat proses pengabuan. Semakin banyak oksida pada arang aktif maka semakin meningkat kadar abunya. Kadar abu yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori arang aktif, sehingga luas permukaannya menjadi kecil. Untuk mengetahui kadar abu arang aktif dari kulit salak dapat dilihat pada Gambar



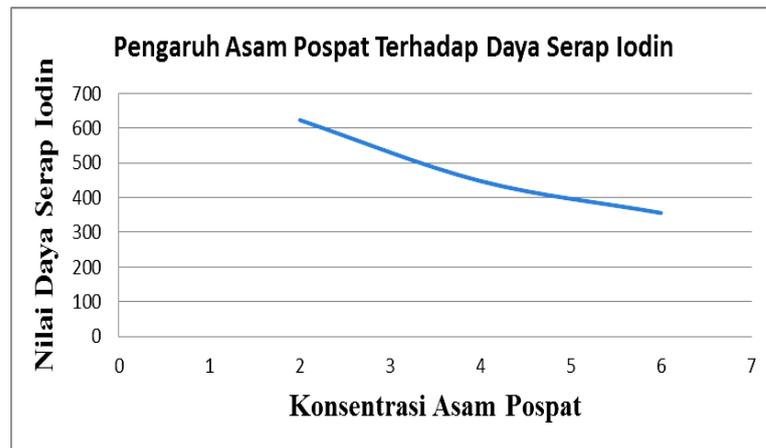
Gambar 5. Kadar Abu Arang Aktif Setelah Diaktivasi

Gambar 2 menunjukkan kadar abu semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi H_3PO_4 . Kadar abu maksimum diperoleh pada

konsentrasi H_3PO_4 2% sebesar 3,2 %, lalu pada konsentrasi H_3PO_4 4% diperoleh sebesar 2,3 %, kadar abu semakin turun pada konsentrasi H_3PO_4 6% diperoleh sebesar 1,4 %. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Aritonang dkk (2018) dan Anggraini dkk (2019) melaporkan bahwa kadar abu menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi asam pospat. Penurunan kadar abu dapat terjadi dikarenakan zat pengaktivator H_3PO_4 bercampur dengan air menghasilkan campuran yang homogen sehingga dapat melarutkan zat-zat residu tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh persen kadar abu yang sudah memenuhi SNI 06-3730-1995, dimana batas maksimum kadar abu pada arang aktif sebesar 10 % (Wahyuni dkk, 2019).

Analisa Uji Daya Serap Iodium

Luas area permukaan pori arang aktif merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas arang aktif sebagai adsorben. Luas area permukaan arang aktif memiliki hubungan terhadap iodium dengan daya adsorpsi arang aktif.



Gambar 6. Daya serap iodin arang aktif setelah diaktivasi

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai daya serap iodium semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi H_3PO_4 setelah dilakukan proses aktivasi. Pada konsentrasi H_3PO_4 2% diperoleh nilai daya serap iodium sebesar 624 mg/g, dan pada konsentrasi H_3PO_4 4% diperoleh nilai daya serap iodium sebesar 448 mg/g, dan pada konsentrasi asam pospat 6% diperoleh nilai daya serap iodin sebesar 356 mg/g. Daya serap iodium semakin menurun hal ini dikarenakan luas area permukaan pori arang aktif semakin besar. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iodium. Semakin besar bilangan iodiumnya maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Semakin tinggi daya serap iodium maka semakin baik kualitas arang aktif. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis daya adsorpsi arang aktif terhadap larutan iodium adalah dengan metode titrasi iodometri. Penambahan larutan iodium 0,1 N berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh arang aktif sebagai adsorbennya. Pengukuran konsentrasi iodium sisa dapat dilakukan dengan

menitrasi larutan iodium dengan natrium triosulfat 0,1 N dan indikator amilum(Sari dkk, 2019; Hartati dkk, 2021).

Hasil Analisa Kadar Bod, Tss, dan Cod Limbah Cair Tekstil Dengan dan Tanpa Menggunakan Arang Aktif Sebelum dan Sesudah Diaktivasi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar BOD, TSS, dan COD pada limbah cair tekstil dengan dan tanpa menggunakan arang aktif sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan H_3PO_4 konsentrasi 6%. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan adapun kadar BOD, TSS dan COD pada limbah cair tekstil dengan dan tanpa menggunakan arang aktif sebelum dan sesudah diaktivasi dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kadar BOD, TSS, COD Limbah Cair Tekstil Tanpa Menggunakan Arang Aktif

Parameter Uji	Sampel limbah cair tekstil	Nilai ambang batas Menteri Lingkungan Hidup R.I Nomor 5 Tahun 2014
BOD (mg/L)	480 mg/L	150 mg/L
COD (mg/L)	650 mg/L	300 mg/L
TSS (mg/L)	470 mg/L	200 mg/L

Tabel 4. Kadar BOD, COD dan TSS limbah Cair Industri Tekstil Pasca Penambahan Arang Aktif Sebelum Dan Sesudah Diaktivasi

Parameter Uji	Limbah cair tekstil pasca penambahan arang aktif sebelum diaktivasi	Limbah cair tekstil pasca penambahan arang aktif sesudah diaktivasi	Nilai ambang batas Menteri Lingkungan Hidup R.I Nomor 5 Tahun 2014
BOD (mg/L)	120 mg/L	60 mg/L	150 mg/L
COD (mg/L)	150 mg/L	80 mg/L	300 mg/L
TSS (mg/L)	140 mg/L	95 mg/L	200 mg/L

Tabel 3 menunjukkan limbah cair tekstil batik memiliki kadar BOD sebesar 480 mg/L, COD 650 mg/L dan TSS 470 mg/L, melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Nilai ambang batas kadar BOD, COD dan TSS yang diizinkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 untuk kadar BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, dan TSS 200 mg/L. Tabel 4, menunjukkan adanya persen penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair tekstil pasca penambahan arang aktif sebelum dan sesudah diaktivasi dengan H_3PO_4 . Pada Tabel 4, kadar BOD pada limbah cair tekstil pasca penambahan arang aktif sebelum diaktivasi sebesar 120 mg/L, setelah diaktivasi turun menjadi 60 mg/L. kadar COD pasca penambahan arang aktif sebelum diaktivasi sebesar 150 mg/L, setelah diaktivasi turun menjadi 80 mg/L. kadar TSS pasca penambahan arang aktif sebelum diaktivasi sebesar 140 mg/L, setelah

diaktivasi turun menjadi 95 mg/L. Semua kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair tekstil pasca penambahan arang aktif sebelum dan sesudah diaktivasi sudah memenuhi peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Nilai ambang batas yang diizinkan untuk kadar BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, dan TSS 200 mg/L.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan arang aktif yang dibuat dari kulit salak sebelum dan sesudah diaktivasi sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 06-3730-1995, diperoleh kadar air 2,4 %, kadar abu 2,3% dan daya serap iodin 476 mg/L. Berdasarkan analisis spektrum FT-IR arang aktif dari kulit salak yang sudah diaktivasi dengan asam pospat diperoleh puncak serapan baru yang lebar dan tajam dengan intensitas yang kuat pada daerah bilangan gelombang 1713 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C=O karbonil. Berdasarkan analisis SEM, arang aktif dari kulit salak yang sudah diaktivasi memiliki pori-pori dan luas area permukaan yang lebih besar dibanding sebelum diaktivasi. Limbah cair tekstil tanpa penambahan arang aktif memiliki kadar BOD, COD dan TSS yang melebihi nilai ambang batas yaitu, 480, 650 dan 470 mg/L. Setelah penambahan arang aktif sebelum diaktivasi kadar BOD, COD dan TSS turun menjadi 120, 150 dan 140 mg/L, setelah diaktivasi semakin turun menjadi 60, 80 dan 95 mg/L. Semua kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair tekstil pasca penambahan arang aktif sebelum dan sesudah diaktivasi sudah memenuhi peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Nilai ambang batas yang diizinkan untuk kadar BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, dan TSS 200 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terimakasih banyak kepada seluruh dosen dan staff Laboratorium Kimia Universitas Sari Mutiara Indonesia yang sudah memberikan saran dan masukan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., & Fitrina, A. (2018). Proses Peningkatan Luas Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung. In *Seminar rekayasa teknologi semrestek, e-ISSN* (Vol. 2, pp. 440–446).
- Anggraini, P. D. (2019). Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Batik Dengan Menggunakan Metode Fotokatalis TiO₂-Karbon Aktif Tempurung Kelapa. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Apriyani, N. (2018). Industri batik: kandungan limbah cair dan metode pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 3(1), 21–29.
- ARDIANI, F. (2018). Pengaruh Berat Karbon Aktif Kulit Jagung Terhadap Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Industri Batik. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Aritonang, B. (2018). Daya Adsorpsi Karbon Aktif Dari Cangkang Kemiri Terhadap Kadar Bilangan Peroksida Pada Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Sainstek Dan Pendidikan*, 2, 21–30.
- Aritonang, B., Sijabat, S., & Ritonga, A. H. (2019). EFEKTIVITAS ARANG AKTIF CANGKANG TELUR BEBEK DAN KULIT DURIAN SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR BILANGAN PEROKSIDA DAN ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK GORENG BEKAS. *JURNAL KIMIA SAINTEK DAN PENDIDIKAN*, 3(1), 28–32.
- Aryani, F. (2019). Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L). *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 16–20.
- Eso, R. (2021). Efek Variasi Konsentrasi Zat Aktivator H₃PO₄ Terhadap Morfologi Permukaan dan Gugus Fungsi Karbon Aktif Cangkang Kemiri. *Gravitasi*, 20(1), 19–23.
- Farikhin, F., Joko Sedyono, S. T., & Eng, M. (2016). Analisa scanning electron microscope komposit polyester dengan filler karbon aktif dan karbon non aktif. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- HANIFA, A. (2019). PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KELAPA (*Cocos nucifera*) TERIMOBILISASI SILIKA SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR TIMBAL (Pb²⁺) DAN PENERAPANNYA PADA AIR LIMBAH ELEKTROPLATING. Universitas Airlangga.
- Hartati, Y., Maria, N., Trivena, I., Noraji, W. S. M., & Dania, U. (2021). Pemanfaatan karbon aktif dari kulit singkong (*Manihot Utilissila*) sebagai adsorben zat pewarna tekstil methylene blue.

- Irnameria, D. (2020). Karakteristik Karbon Aktif dari Limbah Kulit Durian pada Suhu Karbonisasi 300° menggunakan Zat Aktivator Natrium Hidroksida dan Asam Sulfat. *Journal Of Nursing and Public Health*, 8(1), 23–28.
- Masyithah, C., Aritonang, B., & Gultom, E. (2018). Pembuatan arang aktif dari limbah kulit durian sebagai adsorben pada minyak goreng bekas untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, 2(2), 66–75.
- Maulana, G. G. R., Agustina, L., & Susi, S. (2017). Proses Aktivasi Arang Aktif Dari Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana*) dengan variasi jenis dan konsentrasi aktivator kimia. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(3), 247–256.
- Meilianti, M. (2022). Karakteristik Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H₃PO₄. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 1–9.
- Mentari, V. A., Handika, G., & Maulina, S. (2018). Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat (H₃PO₄) dan Asam Nitrat (HNO₃). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 7(1), 16–20.
- Merliza, N. N. (2022). INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL. UPN Veteran Jawa Timur.
- Mirwan, M., & Putri, W. N. (2020). Pemanfaatan Limbah Jagung dan Kulit Kakao sebagai Adsorben pada Pengolahan Limbah Cair Batik. *Prosiding ESEC*, 1(1), 79–87.
- Muzakky, A. (2016). Evaluasi dan Desain Ulang Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tekstil di Kota Surabaya Menggunakan Biofilter Tercelup Anaerobik-Aerobik. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Riskirana, R. (2014). EFEKTIFITAS ARANG SEKAM PADI DAN AMPAS KELAPA KERING DALAM MENURUNKAN KADAR TIMBAL PADA AIR SUMUR. *JURNAL MEDIA KESEHATAN*, 7(1), 37–43.
- Riyanto, C. A., Kurniawan, E., & Aminu, N. R. (2021). Pengaruh NaOH dan Suhu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Sekam Padi Teraktivasi H₃PO₄. *RAFFLESIA JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES*, 1(2), 59–68.
- Rochma, N., & Titah, H. S. (2017). Penurunan BOD dan COD limbah cair industri batik menggunakan karbon aktif melalui proses adsorpsi secara batch. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), F325–F329.

- Sari, K., Fikri, E., & Yulianto, B. (2019). PERBEDAAN VARIASI KETEBALAN MEDIA ADSORBEN KARBON AKTIF DALAM MENURUNKAN KADAR FENOL PADA LIMBAH CAIR. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1), 202–206.
- Verayana, M. P., & Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *J. Entropi*, 13(1), 67–75.
- Wahyuni, I. (2019). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Waktu Aktivasi. *Jurnal Chemurgy*, 3(1), 11–14.
- Yuniarti, B. I., & Widayatno, T. (2021). Analisa Perubahan BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Metode Elektrokodisasi-elektrokoagulasi Elektroda Fe-C dengan Sistem Semi Kontinyu. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 5(3), 238–247.