

# PEMANFAATAN ARANG SEKAM PADI DAN KULIT PISANG KEPOK SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*) DAN BOD (*BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND*) PADA AIR SUNGAI ENIM

Legiso Poniman<sup>1\*)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

<sup>\*)</sup> *Correspondence email:* ponimanlegiso@gmail.com

## Abstrak

Air sungai adalah sumber daya alam yang menjadi kebutuhan makhluk hidup namun hingga kini banyak terjadi pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan industri. Pencemaran air sungai terjadi karena pembuangan limbah industri yang dikelola tidak efektif. Tingginya konsentrasi COD dan BOD di sepanjang sungai Enim di Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim diakibatkan dari pembuangan air limbah cucian batubara yang bersifat asam yang masuk ke sungai yakni sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Enim dan anak anak sungai. Maka diperlukan suatu cara yang dapat mengurangi pencemaran tersebut dengan menggunakan berbagai adsorben salah satunya dengan karbon aktif sekam padi dan kulit pisang kepok. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana kualitas karbon aktif dari sekam padi dan kulit pisang kepok dengan variasi berat yang berbeda, mengetahui pengaruh keefektivitasan karbon aktif dari sekam padi dan kulit pisang kepok, mengetahui penurunan kadar COD dan BOD, setelah dilakukan adsorpsi dengan karbon aktif dari sekam padi maupun adsorpsi dengan karbon aktif dari kulit pisang kepok. Penelitian ini dilakukan dengan persiapan bahan baku, karbonisasi, aktivasi, dan penyerapan kadar air sungai dengan karbonaktif. Hasil penelitian menunjukkan karbon aktif sekam padi dengan konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 15% dapat menurunkan kadar COD dari nilai awal 30mg/L menjadi 5,9mg/L, dan kadar BOD mengalami penurunan dari nilai awal 3,31mg/L menjadi 1,56mg/L. Kesimpulan yang didapat bahwa karbon aktif sekam padi lebih baik dari pada karbon aktif kulit pisang kepok untuk menurunkan konsentrasi COD dan BOD.

**Kata kunci:** *Pencemaran, Karbon aktif, Sekam padi, Kulit pisang kepok, Air sungai.*

## PENDAHULUAN

Sungai memiliki banyak peranan untuk menunjang aktivitas manusia. Sumber daya air sungai dapat dimanfaatkan sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehari-hari seperti untuk mandi, mencuci, bahkan sebagai air minum. Sungai juga dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik, sebagai tempat pariwisata, dan transportasi. Seiring dengan laju pembangunan dan pertumbuhan penduduk, sungai menjadi beralih fungsi menjadi tempat akumulasi pembuangan limbah dari semua aktivitas manusia, terutama di wilayah perkotaan. Hal tersebut menyebabkan bahan pencemar akan masuk ke aliran sungai sebelum akhirnya dialirkan ke laut ataupun danau, dan pada titik tertentu ketika daya

tampung sungai terhadap beban pencemaran sudah mencapai batasnya maka yang akan terjadi adalah pencemaran sungai yang akan menimbulkan berbagai masalah baru (Rachmawati et al., 2020).

Air sungai yang memiliki masalah kualitas di dalamnya perlu mendapatkan perhatian khusus apalagi air sungai banyak tercemar oleh berbagai macam limbah dari berbagai hasil kegiatan manusia. Air sungai yang mengandung chemical oxygen demand (COD) dan biochemical oxygen demand (BOD) sebelum digunakan harus melewati proses pengolahan terlebih dahulu karena jika digunakan langsung akan mengganggu kesehatan. Hal ini tertera di dalam PP No.82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Permenkes No.416 Tahun 1990 Tentang Persyaratan Air Bersih (Andika Bayu , Puji Wahyuningsih, 2020)

Akhir-akhir ini sulit mendapatkan air bersih. Penyebab sulitnya mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, dan limbah pertanian. Selain itu adanya pembangunan dan penjarahan hutan merupakan penyebab berkurangnya kualitas mata air dari pegunungan karena banyak bercampur dengan lumpur yang terkikis terbawa aliran air sungai. Akibatnya, air bersih terkadang menjadi barang langka (Nugroho et al., 2017)

Sungai Enim adalah lokasi yang dipilih untuk dibahas mengenai pencemaran air. Sungai ini memiliki panjang 19 km dengan luas aliran sungai (DAS) 39 km<sup>2</sup>. Debit bulanan rata-rata 1,9 m<sup>3</sup>/detik, Sungai Enim bermuara di Sungai Lematang, sumber mata air Sungai Enim berasal dari danau gemuhak di Kecamatan Semendo Darat (Juniar & Sari, 2019).

Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biochemical Oxygen Demand (BOD) sering digunakan untuk mengetahui kandungan zat organik dalam air. COD dan BOD adalah dua diantara parameter kualitas air di Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 (PP RI No.82 Th.2001). Pada umumnya, kandungan COD dan BOD dalam air dikaji untuk yang menggambarkan banyaknya zat organik yang terlarut dalam air tersebut. COD merupakan kebutuhan oksigen kimia untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam air (Teknik & Sriwijaya, 2019)

Sekam padi dan kulit pisang merupakan bahan buangan atau limbah yang cukup banyak jumlahnya. Umumnya kulit pisang belum diolah secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik atau untuk makan ternak seperti kambing atau sapi sementara sekam padi biasa digunakan untuk pupuk. Jumlah kulit pisang cukup banyak atau sekitar 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Kulit pisang juga menjadi limbah dari industri pengolahan pisang namun bisa dijadikan teknologi dalam penjenihan air (Aini et al., 2020).

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kualitas karbon aktif dari sekam padi dan kulit pisang kepok dengan variasi berat yang berbeda dalam mendegradasi kandungan COD dan BOD pada air sungai Enim.

Penelitian yang dilakukan (Herlina Astuti, *et.al* 2021) Kondisi operasi terbaik adsorpsi COD (Chemical Oxygen Demand) pada air sungai terhadap karbon aktif kayu ulin yaitu terdapat pada kondisi: a. pH 5 (kapasitas adsorpsi 34,73 mg/g; efesiensi adsorpsi 40%) b. waktu kontak adsorpsi 120 menit (kapasitas adsorpsi 43,41 mg/g; efesiensi adsorpsi 50%) c. dosis adsorben sebanyak 1 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 27,78 mg/g dan efesiensi adsorpsi sebesar 40%. 39. (Astuti et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Indah Nurhayati, *et.al*. 2020), Waktu operasi dari menit ke-15 sampai ke-16 semakin lama waktu operasi semakin kecil removal Fe, Cr, COD dan BOD. Adsorpsi dengan debit 100 ml/menit dapat menurunkan Fe total sebesar 99,94% dari 1.768 ± 1,14 mg/L menjadi 0.98±0,03 mg/L dan krom total 99,07% dari 48,35± 0,49 mg/L menjadi 0.39±0,00 mg/L, COD 99.17 % dari 35.485 ± 2,1 mg/L menjadi 286± 1,4 mg/L, BOD 99% dari 15.052 ± 13.5 mg/L menjadi 149.5±2,1 mg/L, pH 7,05 – 7,25. Debit 140

ml/Menit dapat menurunkan Fe total sebesar 99,94% dari  $1.768 \pm 1,1484$  mg/L menjadi  $0.99 \pm 0,03$  mg/L dan krom total 99,07% dari  $48,35 \pm 0,49$  mg/L menjadi  $0.45 \pm 0,00$  mg/L, COD 99.08 % dari  $35.485 \pm 2,1$  mg/L menjadi  $325,25 \pm 2,12$  mg/L, BOD 98% dari  $15.052 \pm 13.5$  mg/L menjadi  $160,5 \pm 0,70$  mg/L, pH 6,95 – 7,25. (Nurhayati et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh (Muhriyati Fatimura, et.al 2020) Hasil yang optimum didapat pada komposisi 40gr Karbon dengan konsentrasi NaCl 60% dalam 500 ml. Dengan hasil analisis kadar air sebesar 10,7 %, kadar abu sebesar 9,55 %, kadar zat terbang sebesar 13,8 %, daya serap terhadap iod sebesar 1516,45 mg/gr serta kadar karbon aktif murni sebesar 76,65% maka karbon aktif dari limbah kulit pisang ini telah memenuhi syarat standar karbon aktif menurut SNI 06 – 3730 – 1995 (Fatimura et al., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh (Stephanie Bija, et.al 2020) Kitosan dengan konsentrasi 20 ppm menunjukkan perubahan terhadap kualitas limbah tahu yang semakin mendekati nilai baku mutunya. Nilai COD masih berada di bawah nilai standarnya, sedangkan nilai BOD telah memenuhi standar mutunya. Kitosan dari limbah sisik ikan bandeng dapat memperkualitas limbah tahu dan optimal jika memiliki nilai DD yang sesuai standar mutu (Bija et al., 2020). BOD merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan dengan BOD 5 hari pada suhu 20 °C dalam mg/liter atau ppm. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses biodegradable berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk.(Bahagia et al., 2020)

COD adalah jumlah oksigen (mg O<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> digunakan sebagai sumber oksigen (Royani et al., 2021). Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan suatu zat, ion atau molekul yang melekat pada permukaan, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Sifat adsorpsi partikel koloid banyak dimanfaatkan dalam proses penjernihan air atau pemurniaan suatu bahan yang masih mengandung pengotor, partikel koloid mempunyai permukaan luas sehingga mempunyai daya adsorpsi yang besar. Terjadinya adsorpsi pada permukaan larutan disebabkan karena adanya kekuatan atau gaya tarik-menarik antara atom atau molekul pada permukaan larutan. Peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain disebut adsorpsi, zat yang diserap disebut fase terserap sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Peristiwa adsorpsi disebabkan oleh gaya tarik molekul dipermukaan adsorben (Aini et al., 2020).

## METODOLOGI PENELITIAN

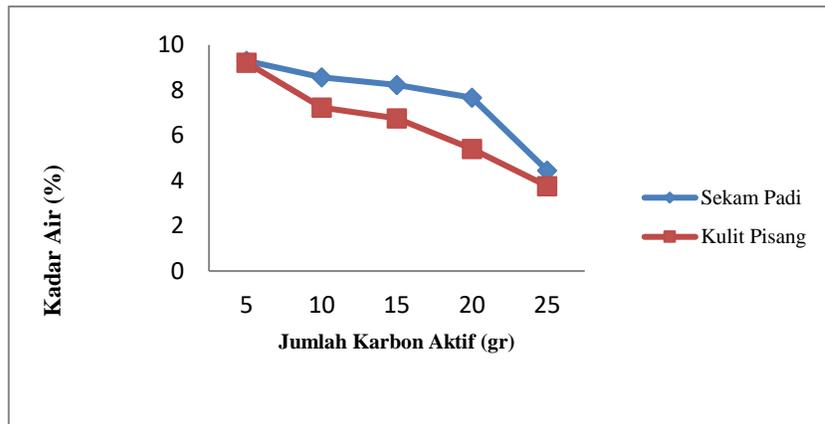
Bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: Sekam padi, Kulit pisang kepok, Air sungai enim, Larutan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *furnace*, *grinding*, *ball mill*, cawan penguap, *sieving*, pH meter, spatula, pengaduk, neraca analitik, bola karet, kertas saring, desikator, buret, neraca analitik, konduktometer, oven, magnetic stirrer, desikator, seperangkat alat AAS, dan peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium.

Proses pembuatan karbon aktif terdiri atas tiga tahapan yaitu proses persiapan, karbonisasi dan aktivasi. Proses Persiapan: Sekam padi dan kulit pisang kepok diambil sebanyak 2000 gr kemudian dipanaskan dengan sinar matahari sampai kering. Setelah itu proses pengecilan ukuran bahan baku pada sekam padi dan kulit pisang bertujuan untuk menghasilkan pori – pori pada karbon aktif yang akan

dihasilkan sehingga diperoleh karbon aktif dengan luas permukaan yang tinggi. Proses Karbonisasi: Sekam padi dan Kulit pisang kepok dimasukkan kedalam wadah dan dimasukkan dalam *furnace* untuk dikarbonisasi. Proses karbonisasi ini berlangsung pada suhu 300°C selama ± 40 menit. Setelah itu dinginkan dalam suhu ruang. Selanjutnya *digrinding* dan *disieving* pada 600 mesh. Proses Aktifasi:

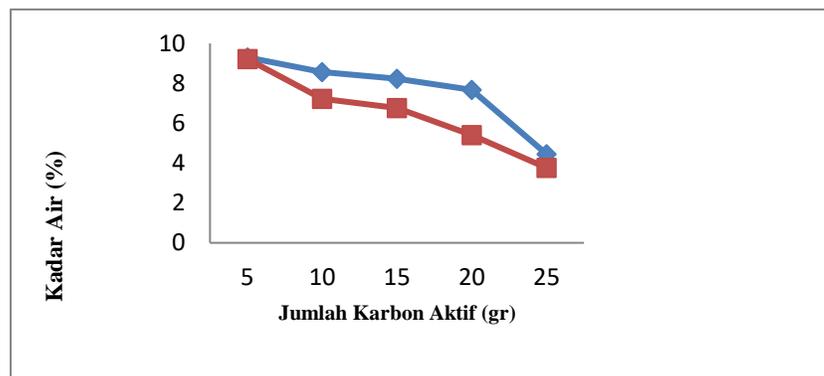
Arang sekam padi dan kulit pisang kepok di aktivasi menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 15% sebanyak 5, 10, 15, 20, dan 25 gr kemudian campuran tersebut disaring dan *cake*nya dicuci dengan aquadest. *Cake* tersebut dicuci sampai mendapatkan pH yang mendekati netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 110°C dan didinginkan dalam desikator.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Grafik Hubungan antara jumlah karbon aktif terhadap kadar air

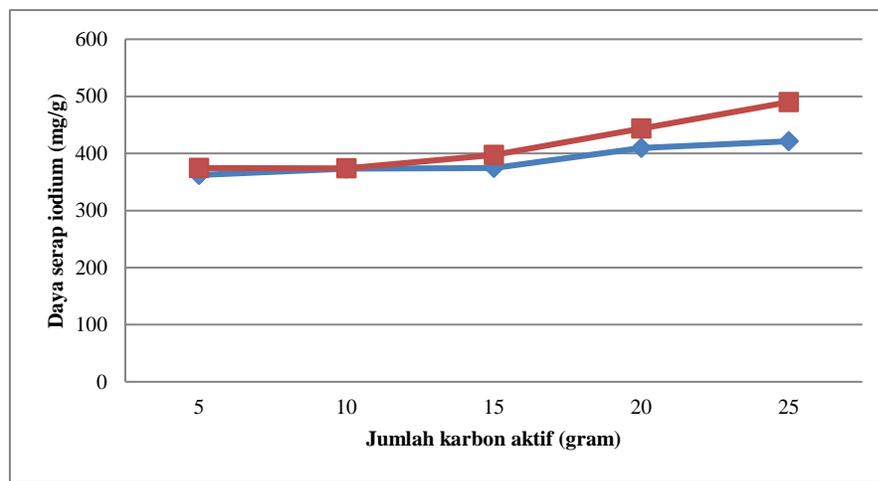
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin banyak adsorben maka kadar air cenderung semakin kecil. Nilai kadar air pada karbonisasi sekam padi dengan jumlah 5-25 gram mencapai 9,3 – 4,75% dan pada kulit pisang mencapai 9,22 – 3,76%. Kecenderungan perbedaan jenis karbonisasi dan variasi banyaknya karbon aktif mengakibatkan peredaan antara karakteristik seperti kadar air. Kadar air akan mengalami penurunan seiring dengan bertamahnya jumlah adsorbe. Dari perbedaan karbonisasi, sekam padi memiliki kadar air yang lebih besar dari kulit pisang. Perbedaan ini disebabkan oleh kadar air terikat pada kulit pisang telah banyak teruap dari sekam padi. Berdasarkan SNI 06 – 3730 – 1995 syarat standar baku mutu karbon aktif maksimal 15%. Dari kesepuluh karbon aktif tersebut berada dibawah syarat mutu karbon aktif. Rendahnya kadar ini menunjukkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam bahan telah menguap selama proses karbonisasi.



Gambar 2. Grafik hubungan antara jumlah adsorber terhadap kadar abu karbon aktif

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat semakin bertambahnya jumlah adsorben dan suhu karbonisasi maka kadar abu semakin naik. Kadar abu pada sekam padi dengan jumlah 5-25 gram mencapai 2,51-2,95%. Sedangkan kadar abu pada kulit pisang mencapai 2,21-3,05%. Berdasarkan SNI 06 – 3730 - 1995 syarat standar baku mutu karbon aktif maksimal 10%. Dari semua karbon aktif tersebut berada dibawah standar yang ditetapkan. Kadar abu yang diinginkan adalah serendah mungkin sehingga adsorpsi cairan dapat berlangsung dengan baik. Hal ini disebabkan karena kandungan mineral dalam abu seperti kalsium, kalium, magnesium, dan natrium dapat menyebar dalam kisi kisi arang aktif dan menutupi pusat aktif dan dapat mengurangi kemampuan karbon aktif untuk menyerap gas atau larutan.

Penentuan daya serap iod bertujuan untuk memperkirakan poositas bahan aktif untuk memberikan indikasi terhadap besarnya pori yang dimiliki oleh molekul berdiameter kecil.



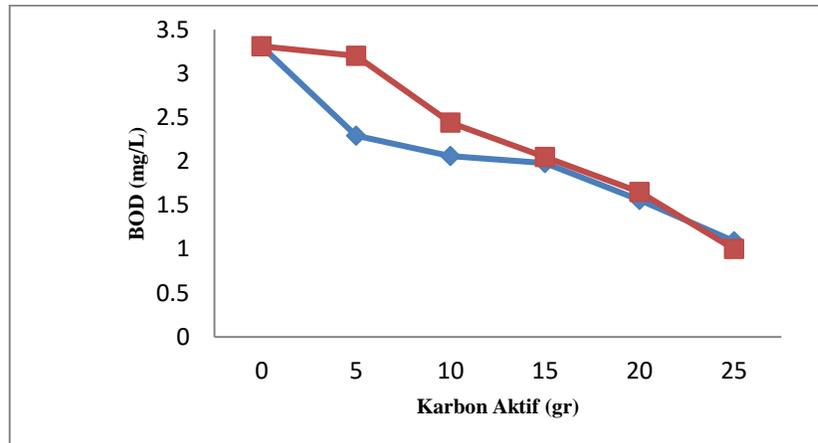
Gambar 3. Grafik hubungan antara jumlah karbon aktif dengan daya serap iodium

Berdasarkan grafik diatas diketahui daya serap iod dari karbon aktif berkisar antara 300-500 mg/g. daya serap iod tertinggi dari karbon aktif sekam padi yaitu 421,25 mg/g sedangkan kulit pisang pada 25 gram yaitu 489,91 mg/g.

Menurut SNI 06 – 3730 – 1995 syarat mutu karbon aktif harus memenuhi standar daya serap iod minimal 20% atau 200 mg/g. dari semua karbon aktif yang telah memenuhi standar baku mutu. Daya serap iod ini menentukan karbon aktif yang paling baik untuk mengolah limbah cair maupun gas.

Pengaruh jenis karbon dan konsentrasi juga berpengaruh terhadap kualitas dari karbon aktif, semakin tinggi konsentrasi activator maka semakin banyak daya serap iod karena pori pori yang lebih lebar serta kualitas dari kadar air terikat, kadar abu, dan luas permukaan akan mempengaruhi daya adsorpsi dari karbon aktif itu sendiri.

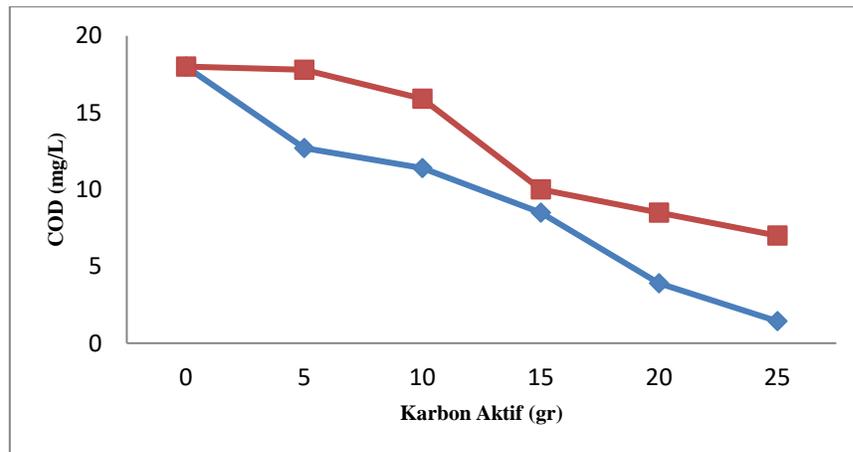
Analisis BOD ini merupakan indikasi dari jumlah mikroorganisme yang terdapat di dalam air Sungai. Analisis ini untuk mengetahui jumlah kandungan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada pada air Sungai. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kandungan BOD telah memenuhi standar Peraturan Gubernur Sumatera Selatan nomor 16 tahun 2012 yaitu sebesar 2 Mg/l pada variasi dosis 15 gr/l. Hasil analisis BOD dalam air Sungai pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kandungan BOD Sungai Enim

Berdasarkan dari Gambar 4 menunjukkan bahwa pada air Sungai Enim mengalami penurunan nilai BOD setelah perlakuan dengan karbon aktif, sekam padi dan kulit pisang Hal ini menunjukkan bahwa semakin menurunnya nilai BOD akan mempengaruhi keasaman yang mengakibatkan kandungan logam pada air semakin menurun dan merupakan indikasi bahwa air tersebut masih dalam batas normal atau belum tercemar, sehingga karbon aktif efektif digunakan dalam penurunan nilai BOD.

Analisis COD pada air Sungai dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan tak larut. Analisis COD ini merupakan indikasi ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses biologis dan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air dan hasil analisis COD dalam air Sungai Enim pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Kandungan COD Sungai Enim

Berdasarkan dari Gambar 5 menunjukkan bahwa pada air Sungai Enim mengalami penurunan nilai COD hal ini menunjukkan bahwa semakin menurunnya nilai COD berarti semakin rendah pencemaran yang ada pada air tersebut karena apabila kandungan zat-zat organik semakin menurun maka semakin sedikit oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi zat-zat organik tersebut, sehingga karbon aktif sekam padi lebih efektif digunakan dalam penurunan nilai COD. Dapat dilihat bahwa kandungan COD telah memenuhi

standar Peraturan Gubernur Sumatera Selatan nomor 16 tahun 2012 yaitu sebesar 10 Mg/l pada variasi dosis 15 gr/l karbon aktif.

Dari data diatas dapat dilihat baik bahwa karbon aktif sekam padi maupun kulit pisang dapat menurunkan kadar pencemaran pada air sungai seiring dengan pengaruh banyaknya dosis karbon aktif yang digunakan dan pada karbon aktif 15 gr/l diperoleh nilai Karakteristik air yang telah memenuhi standar Peraturan Gubernur Sumatera Selatan nomor 16 tahun 2012

Pada kapasitas adsorpsi yang terjadi dengan variasi dosis yang dilakukan data dilihat bahwa kapasitas adsorpsi akan semakin meningkat seiring dengan banyaknya dosis karbon aktif. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya karbon aktif yang digunakan maka membuat penyerapan kandungan yang ada di dalam air semakin bertambah. Penurunan jumlah adsorben diakibatkan dari penurunan total luas permukaan serta peningkatan diffusional yang menyebabkan turunnya jumlah adsorben.

## KESIMPULAN

Kualitas karbon aktif dipengaruhi oleh bahan baku, kondisi operasi pada tahap karbonisasi, serta konsentrasi aktivator yang digunakan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa: Kualitas arang aktif terbaik berasal dari sekam padi dan kulit pisang yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  15 % sebanyak 200 gram pada suhu karbonisasi  $300^\circ C$  dapat berfungsi sebagai adsorben pada pengolahan air sungai enim. Penggunaan arang aktif sekam padi 20 gram sebagai adsorben pada pengolahan air sungai Enim dapat menurunkan kadar COD dari 30 mg/L menjadi 5,9 mg/L, kadar BOD dari 3,31 menjadi 1,56 mg/L. Konsentrasi arang aktif terbaik sebagai adsorben pada pengolahan air sungai enim pada konsentrasi  $300^\circ C$  dengan activator  $H_3PO_4$  15 % sebanyak 20 gram memiliki karakteristik karbon aktif yaitu kadar air 7,67 %, kadar abu 2,88% dan daya serap iod 409, 56% mg/L.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S. N., Triyantoro, B., & Abdullah, S. (2020). Pengaruh Variasi Berat Arang Sekam Padi Sebagai Media Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Di Banyumas. *Buletin Keslingmas*, 39(1), 31–39. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v39i1.4619>
- Andika Bayu , Puji Wahyuningsih, R. F. (2020). Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit ( Ppks ) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22. <https://ejournalunsam.id/index.php/JQ>
- Astuti, H., Noor, R., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Mangkurat, U. L., & Selatan, K. (n.d.). Aplikasi Karbon Aktif Kayu Ulin Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kandungan *Chemical Oxygen Demand* ( Cod ) Pada Air Sungai.
- Bahagia, B., Suhendrayatna, S., & Ak, Z. (2020). Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Krueng Tamiang Terhadap COD, BOD dan TSS. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3), 1099–1106. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2073>
- Bija, S., Yulma, Y., Imra, I., Aldian, A., Maulana, A., & Rozi, A. (2020). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng dan Aplikasinya Terhadap Nilai BOD dan COD Limbah Tahu di Kota Tarakan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 86–92. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30888>
- Fatimura, M., Masriatini, R., & Putri, F. (2020). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Karbon Aktif Dengan Variasi Konsentrasi. 5, 87–95.
- Juniar, H., & Sari, U. M. (2019). Perbandingan Efektivitas Karbon Aktif Sekam Padi Dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Sungai Enim. 1–14.
- Nugroho, O., Dermawan, D., Setiawan, A., Darmawan, D., & Setiawan, A. (2017). Identifikasi Waktu Kontak Karbon Aktif Sekam Padi sebagai Adsorben Logam Berat Timbal ( Pb ). *Journal.Ppns.Ac.Id*, 2623, 17–20. <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CPWTT/article/view/459>

- Nurhayati, I., Vigiani, S., & Majid, D. (2020). Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Kougulasi dan Adsorbsi. *Ecotrophic*, 14(1)(June), 74–87.
- Rachmawati, I. pramudita, Riani, E., & Riyadi, A. (2020). Status Mutu Air Dan Beban Pencemar Sungai Krukut, Dki Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 220–233. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.2.220-233>
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P., & Bagaskara, H. Z. (2021). Kajian Cod Dan Bod Dalam Air Di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (Tpa) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40–49. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art4>
- Teknik, F., & Sriwijaya, U. (2019). *Eis sri hartati 03012621620003*.