



Pengaruh waktu kontak pada daya serap adsorben alam karbon aktif dari cangkang kelapa sawit terhadap zat warna *procion red*

KENTA AHMAD HERMANSYAH*, ARGITA MURYANI, DAN SURNITA

MAN Insan Cendekia Ogan Komering Ilir, Jalan Lintas Timur Desa Seriguna, Kecamatan Teluk Gelam, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan 30673

Kata kunci:

karbon aktif,
cangkang kelapa sawit,
procion red

ABSTRAK: Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh kontak pada daya serap adsorben alam karbon aktif dari cangkang kelapa sawit terhadap zat warna *procion red*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya serap karbon aktif dari limbah cangkang kelapa sawit terhadap *procion red* yang banyak digunakan sebagai pewarna tekstil. Karbon aktif dibuat dari cangkang kelapa sawit yang telah dibersihkan dan dikeringkan, dikarbonisasi menggunakan furnace pada temperatur 500°C selama 1 jam, dihaluskan dan diayak dengan ukuran 140 mesh. Selanjutnya karbon diaktivasi menggunakan asam fosfat 10% selama 24 jam, dicuci dengan air suling hingga pH normal. Karbon aktif di karakterisasi dengan SEM EDS. Waktu kontak yang digunakan 30, 90, 60, dan 120 menit. Karakterisasi morfologi karbon aktif menunjukkan bahwa karbon aktif memiliki banyak pori-pori, Komposisi % berat C dan O adalah 74 dan 26. Hasil penelitian menunjukkan karbon aktif cangkang sawit kelapa sawit dapat menyerap *procion red* hingga 192,363 ppm pada waktu kontak 30 menit. Pada waktu kontak 120 menit penyerapan *procion red* sebesar 83,13% dan daya serap 43,24 mg/ g. Hasil ini mengindikasikan karbon aktif dari cangkang sawit berpotensi menjadi adsorben zat warna *procion red* yang merupakan limbah industri tekstil.

Keywords:

activated carbon,
kernel shell of palm fruit,
procion red

ABSTRACT: A study on the effect of contact on the adsorption capacity of natural adsorbent activated carbon from palm kernel shells on *procion red* dye has been carried out. This study aimed to determine the adsorption capacity of activated carbon from palm kernel shells waste on *procion red* which is widely used as a textile dye. Activated carbon was prepared from cleaned and dried palm kernel shells, carbonized using a furnace at a temperature of 500°C for 1 hour, then ground and sieved with a size of 140 mesh. Furthermore, the carbon is activated using 10% phosphoric acid for 24 hours, washed with distilled water until the pH is normal. Activated carbon was characterized using Scanning electron microscope (SEM-EDS). The contact time used was 30, 90, 60, and 120 minutes. Morphology characterization of activated carbon showed that activated carbon has many pores. Composition % weight of C and O is 74 and 26. The results showed that palm kernel shells activated carbon can absorb *procion red* up to 192.363 ppm at a contact time of 30 minutes. These results indicate that activated carbon from palm kernel shells has the potential to be an adsorbent for *procion red*, a textile industry waste.

1 PENDAHULUAN

Industri tekstil ini menggunakan beberapa zat pewarna untuk memperindah hasil akhir dan memberikan berbagai kesan menarik, bahkan zat emas dan perak yang memberikan efek kilau cemerlang. Zat warna tekstil golongan azo seperti *procion red* sering digunakan sebagai pewarna pada industri tekstil termasuk kain songket [1][2]. Proses pewarnaan yang umumnya menggunakan pewarna

sintesis menghasilkan limbah cair zat warna yang sukar diuraikan [3].

Selama proses pembuatan tekstil ataupun kain songket akan menghasilkan limbah berbentuk padatan dan cairan. Limbah cair yang dihasilkan dalam jumlah yang cukup besar tersebut, biasanya dibuang ke sungai atau perairan sehingga akan mencemari sungai ataupun lingkungan perairan. Apalagi jika limbah cair tersebut dibuang tanpa atau tidak diolah dengan baik. Limbah yang dibuang harus mendapat pengawasan yang serius karena dapat

* Corresponding Author: kentaahmadhermansyah@gmail.com

menimbulkan berbagai macam efek negatif kepada ekosistem perairan, bahkan menyebabkan berbagai jenis penyakit bagi manusia. Salah satu cara untuk mengurangi kandungan zat warna menggunakan metode adsorpsi dengan adsorben karbon aktif.

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan alam, bahkan dari limbah pertanian. Limbah cangkang kelapa sawit merupakan limbah organik yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi bahan yang lebih bernilai ekonomi. Sebagai negara yang memiliki kebun kelapa sawit terluas. Berdasarkan data statistik direktorat jenderal perkebunan, tahun 2022 Indonesia memiliki 15.380.981 Ha [4]. Setiap 1 Ton tandan buah segar kelapa sawit yang dipanen menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) (23%) dan serat buah sawit (12%) [5]. Ketersediaan bahan baku berupa limbah tandan kosong sangat berlimpah. Selama ini cangkang sawit belum optimal dimanfaatkan, pemanfaatan cangkang sawit oleh masyarakat diantaranya sebagai pupuk dan pengeras jalan. Sehingga pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit menjadi karbon aktif merupakan cara yang tepat. Pada penelitian ini, karbon aktif dari kelapa sawit digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *procion red*.

2 BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Penelitian dilakukan pada bulan Juni - September 2024 di Laboratorium Kimia Analisa dan Instrumentasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Pengujian Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive Spectrometer (SEM-EDS) dilakukan di Laboratorium pusat pengujian Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Bahan yang digunakan cangkang kelapa sawit, asam fosfat, air demineral, kertas saring, dan *procion red*. Alat yang digunakan diantaranya seperangkat alat gelas, ayakan ukuran 140 mesh, cawan porselin, neraca analitik, Spektrofotometer UV-Vis, SEM-EDS.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Karbon Aktif.

Karbon aktif dibuat dengan cara sebagai berikut: cangkang kelapa sawit dibersihkan dengan cara dicuci, dikeringkan hingga tidak mengandung kadar air, kemudian dihancurkan dengan ukuran 1 cm. Proses karbonisasi dilakukan menggunakan furnace pada temperatur 500°C selama 1 jam. Arang yang dihasilkan, digerus halus, dan diayak dengan pengayak ukuran 140 mesh. Arang yang diperoleh se-

lanjutnya diaktifkan menggunakan asam fosfat 10%. Karbon aktif disaring dan dicuci hingga pH netral. Karbon aktif dikeringkan dan digunakan sebagai adsorben zat warna *procion red*.

Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)

Morfologi karbon aktif dari cangkang kelapa sawit diperiksa pada mikroskop elektron pemindaian *AxiaChemSEM* (Lab Pusat Pengujian Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya). Sampel diuji tanpa coating. Gambar diperoleh pada tegangan akselerasi 10 kV. Dilakukan perbesaran sebanyak 3 kali yaitu 40x, 100x dan 500x.

Pengukuran adsorpsi zat warna *procion red* oleh karbon aktif

Pertama dilakukan pembuatan kurva standar dengan mengukur absorbansi larutan *procion red* standar berbagai konsentrasi yaitu 31,25; 62,5; 125; 250; dan 500 ppm dengan alat Spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang maksimal 472 nm. Sebanyak 50 mg karbon aktif ditambahkan 10 mL sampel, dan diinkubasi selama 30, 60, 60, dan 120 menit menggunakan *shaking* inkubator 100 rpm.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit

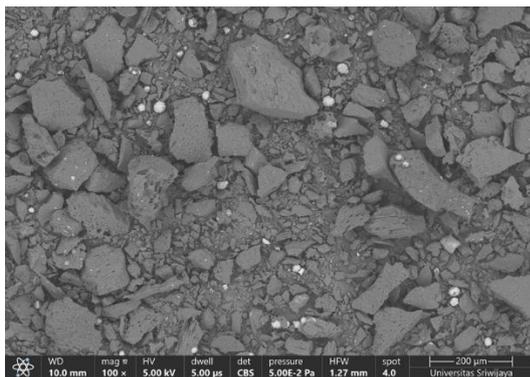
Karbon aktif telah berhasil dibuat dari limbah cangkang kelapa sawit seperti terlihat pada gambar 1. Karbon yang diayak dengan ukuran 140 mesh berwarna hitam, tidak berbau, serta memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan ukuran sebelum dikarbonisasi. Sedangkan karbon aktif yang dihasilkan dari karbonisasi tongkol jagung yang berwarna hitam kecoklatan, tidak berbau, lebih ringan, dan berukuran lebih kecil dari hasil sebelum dikarbonisasi [6].



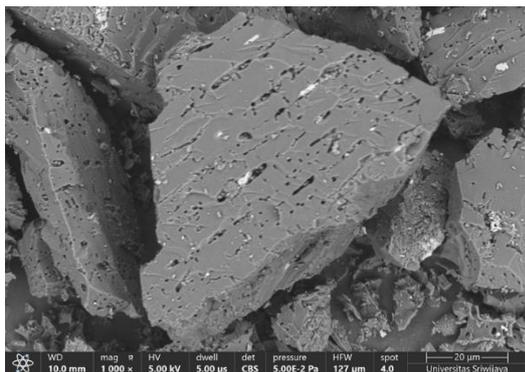
Gambar 1. Karbon aktif dari cangkang kelapa sawit

Analisis SEM-EDS pada karbon aktif cangkang sawit

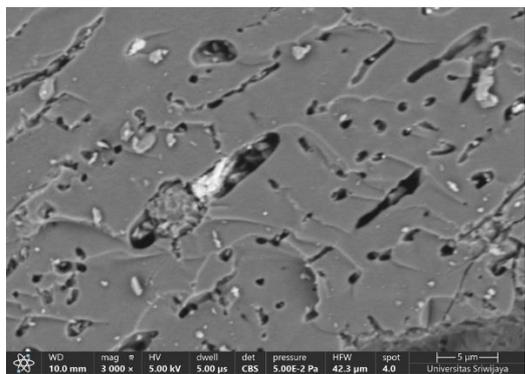
Morfologi karbon aktif dari cangkang sawit dikarakterisasi menggunakan Scanning Electron Microscope- Energy Dispersive System (SEM-EDS). Analisis SEM berguna untuk melihat permukaan karbon aktif. Pada pengamatan permukaan sampel karbon aktif digunakan pembesaran 100x dan diperjelas dengan pembesaran 3000x seperti yang terlihat pada Gambar 2.



(a) Pembesaran 100X



(b) Pembesaran 1000x



(c) Pembesaran 3000x

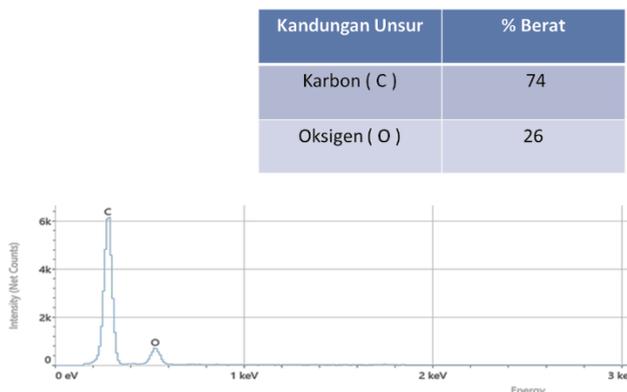
Gambar 2. Hasil SEM pada morfologi karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan pembesaran A) 100x; B) 1000x; dan C) 3000x

Hasil pengamatan pada gambar 2 menunjukkan bahwa terbentuknya struktur pori. Morfologi karbon aktif dan terbentuknya pori lebih jelas diamati pada pembesaran 3000x dibandingkan dengan pembesaran 1000x dan 100x. Pada pembesaran 100x diamati serbuk karbon aktif memiliki partikel dengan ukuran yang bervariasi, hal ini memang butiran karbon aktif dalam proses pembuatannya diayak dengan ukuran 140 mesh. Sehingga partikel karbon aktif yang lolos menggunakan ukuran 140 mesh, banyak yang lebih kecil. Berdasarkan pengamatan juga terlihat ada butiran yang memiliki ukuran dimensi sekitar 5 μm .

Berdasarkan hasil SEM juga terlihat, permukaan karbon memiliki pori-pori yang digunakan untuk menyerap adsorbat. Ukuran pori ada yang berukuran 1600 Angstrom, sehingga termasuk makropori (> 500 angstrom) yang dapat menyerap molekul molekul besar. Penelitian lain menyebutkan bahwa karbon aktif ampas tebu memiliki diameter pori 30,17 angstrom [7].

Komposisi karbon aktif cangkang sawit

Identifikasi komposisi unsur yang terdapat dalam adsorben karbonaktif cangkang kelapa sawit menunjukkan adanya 74% unsur karbon dan 26% unsur oksigen seperti yang terlihat pada gambar 3. Berdasarkan hasil ini menunjukkan bahwa cangkang kelapa sawit yang memiliki kandungan utama terdiri atas selulosa atau $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_n$ sebanyak 31,33% , hemiselulosa 17,94%, dan lignin 48,83% [8] telah berhasil mengalami karbonisasi dengan pemanasan pada suhu tinggi tanpa oksigen (pirolisis). Pada karbonisasi atau pirolisis terjadi penguraian senyawa organik yang ada pada cangkang sawit (selulosa, hemiselulosa, dan lignin). Proses karbonisasi terjadi beberapa dengan tahapan, 1) penguapan uap air , terjadi pada suhu 100-120°C; 2) menghasilkan CO, CO₂; 3) dekomposisi menghasilkan tar dan hasil samping lain pada suhu 275°C; 4) Pembentukan karbon pada suhu 350-600°C [9]. Kandungan oksigen pada karbon aktif cangkang sawit yang dihasilkan masih cukup tinggi, hasil yang serupa juga didapat oleh Huda dkk dimana unsur oksigen (O) pada karbon aktif sekam padi yaitu 21,83% [10].

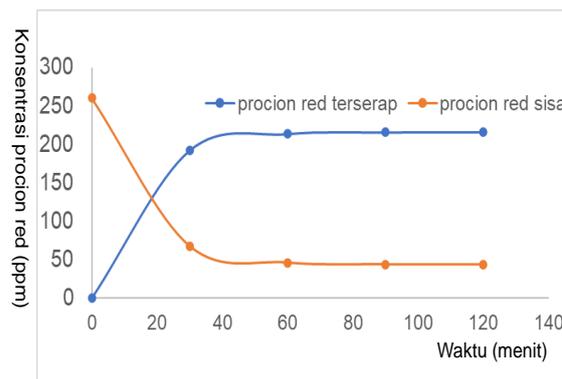


Gambar 3. Hasil identifikasi komposisi unsur yang terkandung dalam adsorben karbon aktif cangkang sawit,

Pengaruh waktu kontak karbon aktif cangkang sawit terhadap adsorpsi zat warna procion red

Kadar zat warna dalam larutan dihitung berdasarkan persamaan linier dari kurva standar. Kurva standar dibuat dengan mengukur adsorbansi adsorbansi spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang serapan maksimum procion yaitu pada panjang gelombang 472 nm. Peneliti lain menentukan panjang gelombang untuk mengukur zat warna procion (limbah songket) pada panjang gelombang 470-570 nm) [11]. Kurva standar dibuat dengan mengukur adsorbansidari seri larutan standar *procion red* konsentrasi 31,25; 62,5; 125; 250, dan 500 ppm. Persamaan linier yang dihasilkan dari kurva standar adalah $y = 0,0055x - 0,0023$, dengan nilai $r^2 = 1$, dimana $y =$ absorbansi, dan $x =$ konsentrasi (ppm). Dari persamaan ini, konsentrasi procion red dari sampel dapat dihitung, dimana konsentrasi procion red (x) = $(y + 0,0023)/0,0055$.

Pada penelitian, waktu kontak larutan antara zat warna *procion red* dengan adsorben (karbon aktif cangkang sawit) adalah 0, 30, 60, 90, dan 120 menit. Zat warna *procion red* yang diserap dan zat warna *procion sisa* pada larutan sampel seperti yang terlihat pada gambar 4. Dengan konsentrasi zat warna *procion red* sampel awal 260,0545 ppm dan berat adsorben (karbon aktif cangkang sawit) 50 mg, hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah 0, 30, 60, 90, dan 120 menit konsentrasi *procion red* yang diserap masing masing berturut-turut sebesar 0; 192,36; 213,82; 216,0; dan 216,18 ppm. Sedangkan zat warna sisa atau yang tidak diserap oleh adsorben (karbon aktif cangkang sawit) adalah 260,05; 67,69; 46,24; 44,05; dan 43,87 ppm.



Gambar 4. Pengaruh waktu kontak adsorben karbon aktif cangkang kelapa sawit terhadap zat warna *procion red*.

Kurva pada gambar 4 menunjukkan Dengan bertambahnya waktu kontak, terjadi penambahan jumlah zat warna *procion red* yang diserap oleh adsorben karbon aktif cangkang sawit, sedangkan sisa atau zat warna *procion red* makin berkurang. Selain itu terjadinya perubahan konsentrasi zat warna yang tajam pada skala waktu 0-30 menit kemudian dengan waktu (60, 90, dan 120 menit) terjadi perubahan jumlah yang diserap tidak terlalu besar seperti yang terjadi pada skala waktu 0-30 menit. Berdasarkan data penyerapan zat warna *procion red* oleh adsorben karbon aktif cangkang sawit, persentase penyerapan dan daya adsorpsi *procion red* oleh adsorben karbon aktif cangkang sawit dapat ditentukan seperti yang terdapat pada Tabel 1. Sedangkan penelitian orang lain menyatakan setiap gram karbon aktif ampas tebu dapat mengadsorpsi 6,9 mg zat warna *procion red* [7].

Tabel 1. Persentase *procion red* yang diserap karbon aktif dan daya adsorpsi *procion red* oleh karbon aktif

Waktu (menit)	<i>Procion red</i> yg diserap karbon aktif (ppm)	Persentase <i>procion red</i> yang diserap karbon aktif (%)	Daya adsorpsi <i>procion red</i> oleh karbon aktif (mg/g)
0	0	0	0
30	192,36	73,97	38,47
60	213,82	82,22	42,76
90	216,0	83,06	43,20
120	216,18	83,13	43,24

4 Kesimpulan

Karbo aktif cangkang sawit memiliki karakter berpori dengan komposisi % berat C dan O sebesar 76 dan 24. Hasil penelitian menunjukkan karbon aktif cangkang sawit dapat menyerap *procion red* hingga 192,363 ppm pada waktu kontak 30 menit, waktu dimana terjadi kenaikan paling tajam untuk penyerapan *procion red* oleh karbon aktif. Pada waktu

kontak 120 menit penyerapan *procion red* sebesar 83,13% dan daya serap 43,24 mg/ g. Hasil ini mengindikasikan karbon aktif dari cangkang sawit berpotensi menjadi adsorben zat warna *procion red* yang merupakan limbah industri tekstil.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di laboratorium yang ada di FMIPA Unsri.

REFERENSI

- [1] Teguh, T.E. Agustina, M.Faizal, "Color and COD Degradation of Procion Red Synthetic Dye Using Fenton-TIO Method," *Indones. J. Fundam. Appl. Chem.*, vol.3, no.1, p. 23-28, 2018, doi: 10.24845/ijfac.v3.i1.23
- [2] N. Yuliasari, Amri, R. Mohadi, A.Lesbani, "Catalytic Activity of LDH-TiO₂ and LDH-ZnO in Photodegradation of Procion Red," *Science and Technology Indonesia*, vol.8, no.2, p.23-28, 2023, <https://doi.org/10.26554/sti.2023.8.2.252-258>
- [3] Atikah, "Penyisihan Logam dalam Limbah Cair," *Jurnal Teknik*, Vol 6, p. 17-25, 2021.
- [4] Direktorat Jendral Perkebunan, Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022, Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan, Jakarta: Kementerian Pertanian, p. 1-572, 2022.
- [5] H.A. Umar, S.A. Sulaiman, M.A.Meor Said, A. Gungor, M. Shahbaz, M.Inayat, and R.K. Ahmad, "Assessing the Implementation Levels of Oil Palm Waste Conversion Methods in Malaysia and the Challenges of Commercialisation: Towards Sustainable Energy Production," *Biomass and Bioenergy*, vol. 151, no. July, p. 1-20, 2021, doi:10.1016/j.biombioe.2021.106179.
- [6] S.Harmawanda, D. Wahyuni, M.Nurhanisa, Hasanuddin, dan Zulfian, "Efektivitas Karbon Aktif dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Aktivator Asam Klorida dalam Penyerapan Logam Besi pada Air Gambut," *Jurnal Fisika*, vol.13, no.1, p. 10-19, 2023
- [7] M.F.P. Sari, "Penggunaan karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben zat warna procion merah limbah cair industri songket," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol.7, no.1, p 37-40, doi: 10.19081/jpsl.2017.7.1.37
- [8] Mengenal ragam manfaat karbon aktif sawit, *Majalah sawit Indonesia*, 2022, <https://sawitindonesia.com/mengenal-ragam-manfaat-karbon-aktif-cangkang-sawit/>
- [9] D.Tihay and P. Gillard, "Pyrolysis gases released during the thermal decomposition of three Mediterranean species," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 88, no. 2, p. 168–174, 2010.
- [10] A.N. Huda, I. Lestari, dan S.Hidayat, "Pemanfaatan karbon aktif dari sekam padi sebagai elektroda superkapasitor," *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, vol 06, noi. 02, p.102-113, 2022.
- [11] K. Oktarina dan Said, "Pengolahan limbah zat warna procion pengolahan limbah zat warna procion dengan fotokatalis kitosan-ToO₂ pada industri songket" *Distilasi*, vol. 4, no.1 , p. 1-9, 2019.