

Karakteristik karbon aktif biji pinang hias (*Cyrtostachys lakka*) dan aplikasinya dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS dalam limbah cair kain jumputan

Lia Cundari

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia

Email: liacundari@ft.unsri.ac.id

Abstrak: Dalam proses pembuatan kain jumputan melibatkan proses pewarnaan, pencelupan, dan pencucian. Jenis pewarna yang digunakan pengrajin adalah pewarna sintetik yang apabila terlarut dalam air akan sulit terdegradasi secara alami. Pengrajin kain jumputan yang pada umumnya industri rumahan belum memiliki alat pengolahan limbah cair, sehingga biasanya pengrajin langsung membuang limbah ke saluran air di lingkungannya. Efek negatif dari hal ini adalah penurunan kualitas air dan lingkungan. Karbon aktif biji pinang hias ini digunakan sebagai adsorben pada pengolahan limbah cair kain jumputan. Biji pinang hias (*Cyrtostachys lakka*) mengandung 60,86% karbohidrat; 32,56% air; 2,17% lemak; 3,35% protein; dan 1,06% abu. Besarnya kandungan karbohidrat dalam biji pinang hias merupakan sumber utama unsur karbon untuk dijadikan karbon aktif. Proses konversi biji pinang hias menjadi karbon aktif menggunakan karbonisasi dan aktivasi secara kimia. Karbonisasi dilakukan menggunakan furnace pada suhu 500 °C dan aktivasi dilakukan dengan merendam karbon dalam HCL 0,5 M. Untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS dalam limbah cair, digunakan proses adsorpsi, dimana karbon aktif biji pinang hias sebagai adsorbennya. Proses pengolahan dilakukan secara batch dan kontinyu. Analisa morfologi karbon aktif dilakukan menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope)–EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) dan analisa TSS dengan metode Gravimetri, BOD dan COD dengan metode Volumetri. Jumlah karbon aktif yang dihasilkan sebanyak 22-26% dari berat pinang hias awal. Berdasarkan hasil analisa SEM-EDS, morfologi karbon aktif menunjukkan permukaan yang kasar, seperti gua, berpori, tetapi tidak seragam. Diameter pori dan area terpendek berukuran 1,564 μm dan 1,92 μm^2 . Diameter pori dan area terpanjang berukuran 1,787 μm dan 2,508 μm^2 . Komposisi karbon aktif terdiri dari 90% karbon dan 10% oksigen. Melalui proses ini, kadar BOD, COD, dan TSS yang sebelumnya melebihi ambang batas mengalami penurunan hingga sesuai dengan baku mutu lingkungan (menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014). Efektivitas adsorpsi dari karbon aktif biji pinang hias menunjukkan hasil yang sangat baik. Secara batch, kadar BOD, COD, dan TSS berhasil diturunkan hingga 98,6%; 98,5%; dan 87,5%. Secara kontinyu, kadar BOD, COD, dan TSS berhasil diturunkan hingga 99,8%; 99,7%; dan 78,4%. Berdasarkan karakteristik dan efektivitasnya, karbon aktif biji pinang hias merupakan jenis adsorben baru yang ramah lingkungan, ekonomis, dan efektif dalam menurunkan kadar pengotor dalam limbah cair kain jumputan.

1. Pendahuluan

Palembang merupakan sentra kerajinan tenun songket, jumputan, kayu dan lemari ukir. Salah satu seni kerajinan yang sering digunakan oleh masyarakat adalah kain jumputan. Penggunaannya tidak hanya pada saat upacara adat, tetapi telah dipakai sehari-hari sebagai bahan untuk berbusana. Dalam pembuatannya, kain jumputan ini tidak terlepas dari proses pewarnaan yang biasanya menggunakan senyawa kimia berupa zat warna sintetik, dan pencucian.

Proses pewarnaan dan pencucian tersebut menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan-bahan kimia, dan apabila air tersebut langsung dibuang ke badan air maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, maka air yang dibuang ke badan air harus berada dibawah ambang batas.

Berbagai metode yang telah dikembangkan untuk mengolah limbah cair antara lain metode pengendapan kimia, filtrasi mekanik, adsorpsi, pertukaran ion, dan sistem membran. Penelitian ini akan mengkaji penggunaan proses adsorpsi kontinyu dalam pengolahan limbah cair kain jumputan. Karbon aktif sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair telah banyak dikaji, baik dalam keadaan murni [(Cundari & dkk, 2015); (Nurfitriyani & dkk, 2013); (Agustina & dkk, 2011); ; (Riyanto, 2010); (Yuliusman & Adelina, 2010); (Surest & dkk, 2008); (Ramdja & dkk, 2008); (Astuti, 2007); (Danarto & Artati, 2005)], maupun dipadukan dengan bahan-bahan lain [(Fauziah & dkk, 2014)].

Jenis adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dari biji buah pinang hias (*Cyrtostachys lakka*), yang dioperasikan secara batch dan kontinyu untuk mengurangi kadar BOD, COD, dan TSS dalam limbah cair kain jumputan.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Furnace, Oven listrik, Neraca Analitis, Mortar, Beker Gelas, Erlenmeyer, Pipet Tetes, Kertas Saring, Desikator, pH Meter, Alat Titrasi, *Continuous Fixed Bed Adsorber*, Tanki Penampung Limbah Cair dan Hasil Adsorpsi, Pompa, Basin, Botol Sampel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Biji Pinang Hias, Zat aktivator HCl 0,5 M, Aquadest, Bahan Analisa (Iodine Solution 0,1 N; Natrium Thiosulfat 0,1 N; Amilum), dan Limbah Cair Kain Jumputan.

Tahap pembuatan karbon/arang: pisahkan kulit dan daging dari biji buah pinang hias, cuci bersih biji buah pinang hias, keringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari, karbonisasi biji buah pinang hias dengan cara mem-*furnace* pada suhu 500 °C selama satu jam.

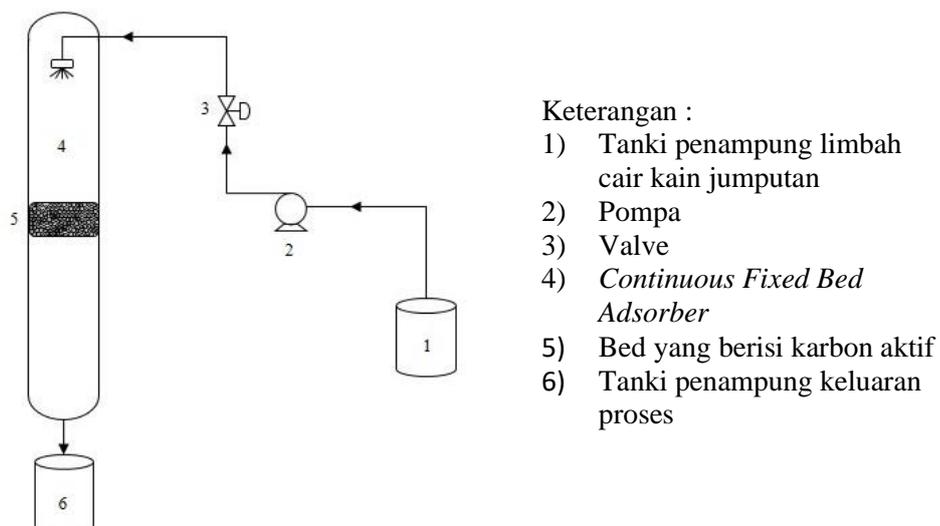
Tahap pengaktifan arang: arang direndam di dalam larutan aktivator berupa HCl 0,5 M selama satu jam, dari langkah tersebut didapatkan pasta arang yang kemudian dicuci dengan aquadest hingga pH 7, keringkan dalam oven dengan temperatur 150 °C selama satu jam.

Tahap penganalisaan karbon aktif: analisa morfologi menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope)–EDS (Energy Dispersive Spectroscopy).

Tahap persiapan *continuous fixed bed adsorber*: siapkan dan pasang perlengkapan sesuai dengan gambar 1. Limbah cair kain jumptan yang terdapat di dalam tanki (1) akan disaring menggunakan *filter* untuk selanjutnya dipompakan ke bagian atas adsorber. Sebelumnya akan diukur laju alir dari cairan tersebut. Cairan tersebut akan didistribusikan ke dalam kolom dengan menggunakan liquid distributor berbentuk *spray*. Adsorber (4) yang akan dirancang pada penelitian ini adalah tipe *fixed bed adsorber*, dimana adsorben berupa karbon aktif dari bijih buah pinang hias dibuat tetap di dalam kolom. Proses pengadsorpsian ini dilangsungkan secara kontinyu, karenanya dinamakan *Continuous Fixed Bed Adsorber*.

Adsorber tersebut akan dibuat dari *fiber glass* dengan diameter 10 cm dan tinggi 100 cm, dilengkapi dengan fluid distributor (*spray*). Didalamnya, dibuat *bed* (5) berupa tempat karbon aktif. *Bed* ini diletakkan dibagian tengah kolom. Setelah terjadi transfer massa antara limbah cair kain jumptan dan adsorben, maka kandungan zat warna, kandungan biologis, kimia, dan logam berat akan terserap oleh adsorben. Cairan akan dikeluarkan dari bagian bawah kolom ke tanki penampungan (6) untuk kemudian dianalisa.

Rangkaian alat yang telah dilakukan uji kebocoran sebelumnya, akan digunakan sebagai media dalam pengolahan limbah cair kain jumptan. Variabel yang akan diterapkan adalah ketinggian bed dan waktu kontak. Analisa limbah hasil proses adsorpsi akan dilakukan menggunakan analisa Gravimetri (TSS), Volumetri (BOD dan COD).



Gambar 1. Rangkaian Alat *Continuous Fixed Bed Adsorber*

3. Hasil dan Pembahasan

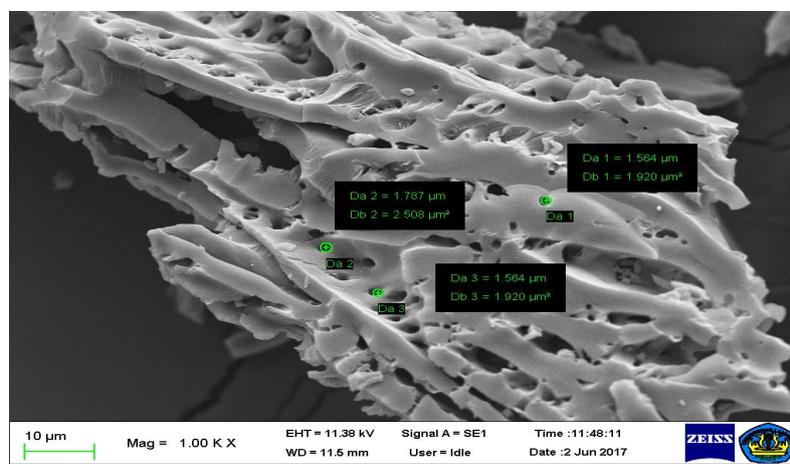
Tabel 1 menunjukkan dua komposisi terbesar dalam pinang hias adalah karbohidrat sejumlah 60,86% diikuti oleh air sejumlah 32,56%. Karbohidrat merupakan sumber utama unsur karbon yang digunakan untuk membuat karbon aktif. Dengan jumlah karbon yang banyak, maka karbon aktif yang terbentuk nantinya akan lebih banyak mengandung karbon. Jumlah pinang hias yang dihasilkan menjadi karbon aktif sebesar 22-26% dari berat awal. Jumlah ini lebih kecil jika dibandingkan dengan karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa, yaitu sebesar 30-35% (Budi E., 2011). Hal ini disebabkan karena banyaknya jumlah kandungan air di dalam pinang. Air ini berasal dari daging buah pinangnya yang mempunyai tekstur berair seperti buah rambutan.

Table 1. Analisa Proximate Biji Pinang Hias*

Composition	Percentage (%)
Carbohydrate	60.86
Water	32.56
Fat	2.17
Protein	3.35
Ash	1.06

* Laboratorium Analisa Kimia, Fakultas Pertanian, Unsri, 2017

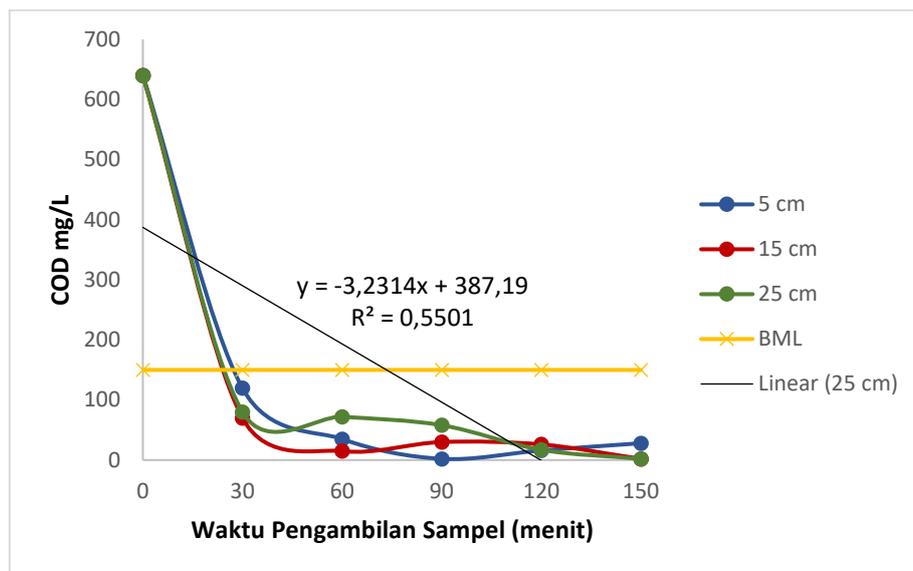
Biji pinang hias dipilih sebagai adsorben karena memiliki kandungan karbon yang tinggi, sehingga mampu menyerap zat warna pada limbah cair kain jumptan. Karbon aktif diproduksi melalui proses karbonisasi pada temperatur 500 °C dan aktivasi dengan HCl 0,5 M. Untuk mengetahui susunan molekul dari karbon aktif biji buah pinang hias dan komposisinya, dilakukan analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*) – EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*). Gambar 2 menunjukkan morfologi karbon aktif dengan resolusi perbesaran 10µm. Dengan analisa ini juga diperoleh kandungan yang terdapat di dalam karbon aktif.



Gambar 2. Hasil analisa SEM-EDS Karbon Aktif dengan resolusi 10µm

Pada gambar 2 terlihat bahwa pada permukaan adsorben berongga-rongga seperti gua, berpori meskipun pori-pori tidak terdapat merata pada seluruh permukaan, ukuran porinya juga tidak sama, dan permukaan terlihat kasar. Diameter pori adsorben berukuran 1,564 – 1,787 μm . Komposisi terbesar dari karbon aktif dari pinang hias adalah karbon sejumlah 90% dan 10% oksigen. Karbon aktif biji pinang hias dikontakkan dengan limbah cair kain jumptan secara batch. Efektivitas adsorpsi menunjukkan hasil yang sangat baik, yaitu mampu menurunkan kadar COD sebesar 98,61% ; BOD sebesar 98,5% ; dan TSS sebesar 87,5%.

Berdasarkan hasil analisa limbah cair kain jumptan, kandungan awal COD didalamnya yaitu sebesar 640 mg/L. Jumlah ini empat kali lebih besar dari pada kadar COD dalam limbah cair yang diizinkan. Limbah ini biasanya langsung dibuang ke saluran air yang mengarah ke Sungai Musi oleh pengrajin. Karenanya semakin lama kualitas air akan semakin menurun. Untuk memperbaiki kuliatas air tersebut, maka diperlukan suatu tindakan pengolahan terhadap limbah cair kain jumptan. Teknik yang digunakan untuk pengolahan limbah cair ini adalah dengan mengadsorpsi menggunakan karbon aktif biji buah pinang hias. Alat yang digunakan berupa *continuous fixed-bed adsorber*.



Gambar 3. Hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan COD tersisa

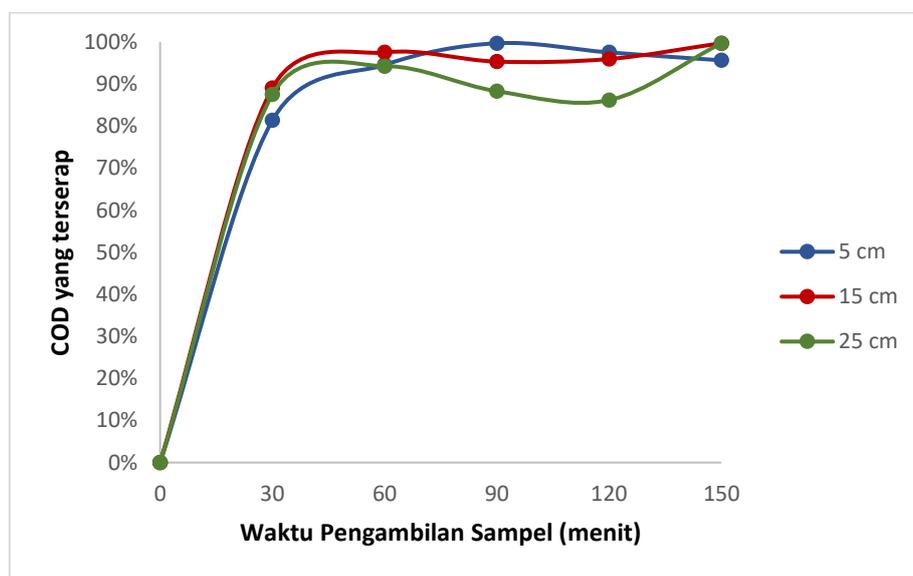
Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan nilai COD yang tersisa bersifat fluktuatif. Dengan tinggi bed 5 cm kandungan COD yang paling sedikit tersisa adalah pada waktu sampling 90 menit yaitu sebesar 2 mg/L. Pada tinggi bed 15 cm kandungan COD yang paling sedikit tersisa adalah pada waktu sampling 150 menit yaitu sebesar 2 mg/L. Pada tinggi bed 25 cm kandungan COD yang paling sedikit tersisa adalah pada waktu sampling 150 menit yaitu sebesar 2 mg/L.

Berdasarkan data yang dihasilkan pada penelitian ini kandungan COD yang tersisa dalam limbah cair industri kain jumptan setelah adsorpsi telah memenuhi baku mutu karakteristik limbah cair

kain jumputan berdasarkan Peraturan Gubernur Sumsel No. 08 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Tekstil menyebutkan bahwa nilai COD maksimum yang layak dibuang adalah 150 mg/L.

Faktor yang dapat menurunkan kandungan COD didalam limbah cair industri kain jumputan yaitu banyaknya karbon aktif yang menyerap komponen yang terdapat di dalam limbah cair industri kain jumputan. Jumlah karbon aktif berbanding lurus dengan tinggi bed yang terdapat didalam kolom adsorpsi. Semakin tinggi bed maka semakin banyak juga karbon aktif yang terdapat didalamnya.

Berdasarkan kelinearan pada gambar 3, dengan tinggi bed 25 cm didapatkan persamaan garis $y = -3,231x + 387,1$ dan $R^2 = 0,550$. Harga R ini lebih besar dari pada R yang didapatkan pada bed 5 cm dan 15 cm. Maka kondisi tinggi bed optimum adalah 25 cm dengan waktu kontak 150 menit.



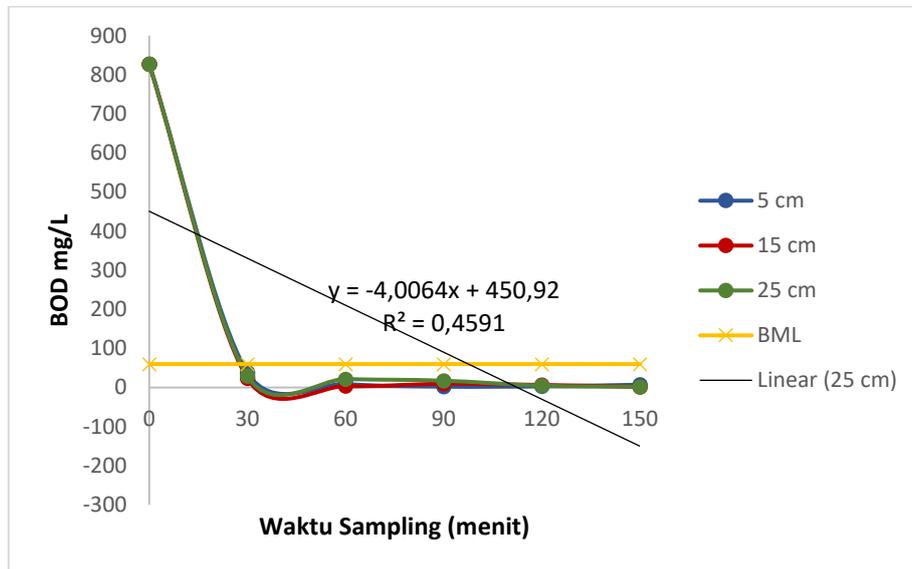
Gambar 4. Hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan persentase COD yang terserap

Gambar 4 menunjukkan data persentase COD yang terserap. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada tinggi bed 5 cm persentase COD yang paling banyak terserap adalah pada waktu sampling 90 menit yaitu sebesar 99,6875%. Pada tinggi bed 15 cm dan 25 cm persentase COD yang paling banyak terserap adalah pada waktu sampling 150 menit yaitu sebesar 99,6875%.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penurunan kadar COD limbah cair industri kain jumputan dengan menggunakan karbon aktif yang terbuat dari biji pinang hias secara batch didapatkan persentase penyerapan COD sebesar 98,6111% (Cundari & dkk, 2015), sehingga hasil persentase penyerapan COD yang didapatkan lebih baik, yaitu sebesar 99,6875%. Dengan demikian karbon aktif dari biji pinang hias terbukti memiliki kemampuan untuk menyerap komponen organik yang terdapat didalam limbah cair industri kain jumputan.

Berdasarkan hasil analisa limbah cair kain jumputan, kandungan awal BOD didalamnya yaitu sebesar 827,5 mg/L. Jumlah ini tiga belas kali lebih besar dari pada kadar BOD dalam limbah cair yang diizinkan. Karenanya, diperlukan suatu sistem pengolahan yang dapat mengurangi kandungan BOD

dalam limbah cair kain jumptan, sehingga nantinya akan sesuai dengan baku mutu lingkungan. Gambar 5 dibawah ini menunjukkan hubungan antara tinggi bed yang terdapat pada kolom adsorpsi dan waktu sampling dengan nilai BOD yang tersisa didalam limbah cair industri kain jumptan setelah proses adsorpsi.

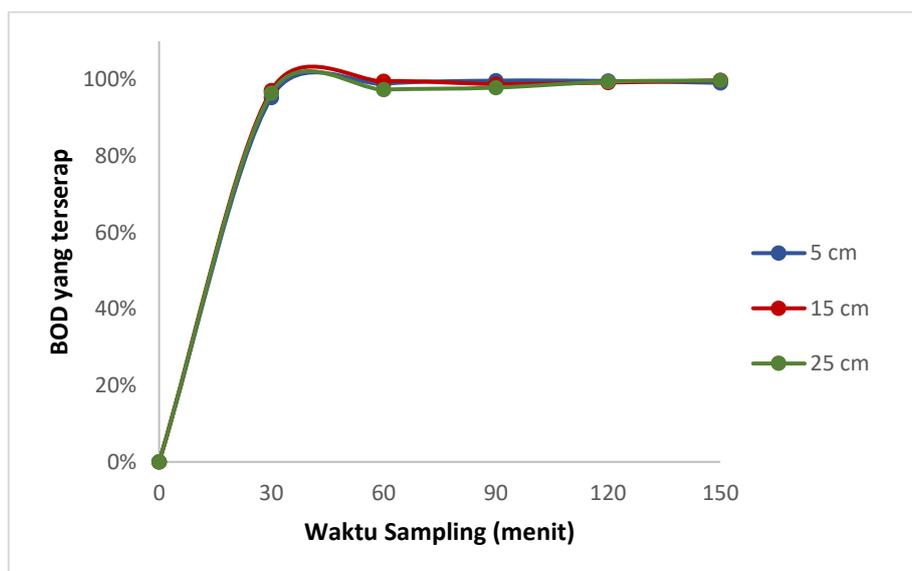


Gambar 5. Hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan nilai BOD yang tersisa

Kandungan BOD dari tiap sampel mengalami penurunan yang drastis setelah diadsorpsi secara kontinyu dengan menggunakan karbon aktif dari biji pinang hias. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada tinggi bed 5 cm kandungan BOD yang paling sedikit tersisa adalah pada waktu sampling 90 menit yaitu sebesar 2,36 mg/L. Pada tinggi bed 15 cm dan 25 cm kandungan BOD yang paling sedikit tersisa adalah pada waktu sampling 150 menit yaitu sebesar 1,91 mg/L.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Sumsel No. 08 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Tekstil menyatakan bahwa nilai BOD maksimum yang layak dibuang agar tidak mencemari lingkungan adalah 60 mg/L. Semua hasil analisa BOD untuk limbah setelah adsorpsi telah memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian mengenai adsorpsi kontinyu limbah cair kain jumptan telah mencapai standar baku mutu yang diizinkan. Dengan kata lain, limbah hasil pengolahan ini telah bisa dibuang ke lingkungan.

Salah satu faktor yang dapat menurunkan kandungan BOD didalam limbah cair industri kain jumptan adalah banyaknya jumlah karbon aktif yang menyerap komponen yang terdapat didalam limbah tersebut. Variasi tinggi bed berhubungan dengan jumlah karbon aktif, semakin tinggi bed dalam kolom adsorpsi maka jumlah karbon aktif didalamnya juga akan semakin banyak. Hal ini dibuktikan pada persamaan garis linier yang terdapat pada gambar 5, dimana $y = -4,006x + 450,9$ dan $R^2 = 0,459$. Nilai R untuk bed dengan ketinggian 25 cm adalah yang paling mendekati 1. Sehingga dapat disimpulkan, selama 150 menit proses adsorpsi, kondisi paling optimum pada adalah ketinggian bed 25 cm dan waktu sampling 150 menit.

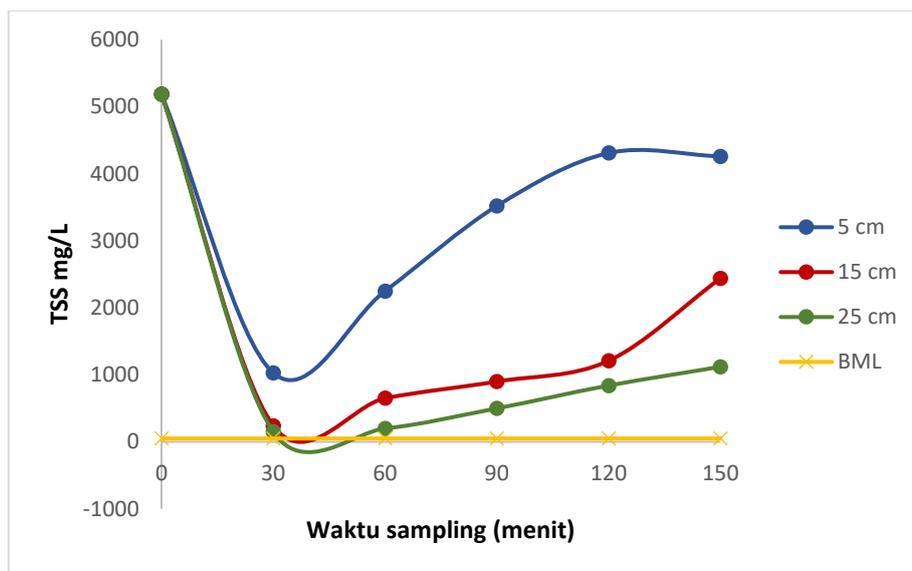


Gambar 6. Hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan persentase BOD terserap

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan persentase BOD yang terserap. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada tinggi bed 5 cm persentase BOD yang paling banyak terserap adalah pada waktu sampling 90 menit yaitu sebesar 99,7148%. Pada tinggi bed 15 cm dan 25 cm persentase BOD yang paling banyak terserap adalah pada waktu sampling 150 menit yaitu sebesar 99,7692%.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Cundari, dkk (2015) mengenai pengurangan kadar BOD limbah cair industri kain jumptan dengan menggunakan karbon aktif yang terbuat dari biji pinang hias secara batch didapatkan persentase penyerapan BOD sebesar 98,5029%. Hasil persentase penyerapan BOD yang didapatkan pada penelitian ini dapat dikatakan lebih baik yaitu sebesar 99,7692%. Dengan demikian karbon aktif dari biji pinang hias memiliki kemampuan untuk menyerap komponen organik dan anorganik yang terdapat didalam limbah cair industri kain jumptan.

Hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan nilai total suspended solid yang terdapat pada limbah industri kain jumptan setelah adsorpsi ditunjukkan pada gambar 7. Gambar 7 menunjukkan hubungan antara tinggi bed dengan nilai total suspended solid yang terdapat pada limbah industri kain jumptan setelah adsorpsi. Dari gambar diatas terlihat pada tinggi bed 5 cm kandungan TSS yang tersisa paling sedikit adalah pada waktu sampling 30 menit sebesar 1030 mg/L. Pada tinggi bed 15 cm kandungan TSS yang tersisa paling sedikit adalah pada waktu sampling 30 menit sebesar 240 mg/L. Pada tinggi bed 25 cm kandungan TSS yang tersisa paling sedikit adalah pada waktu sampling 30 menit sebesar 150 mg/L.



Gambar 7. Hubungan antara tinggi beddan waktu sampling dengan nilai TSS tersisa

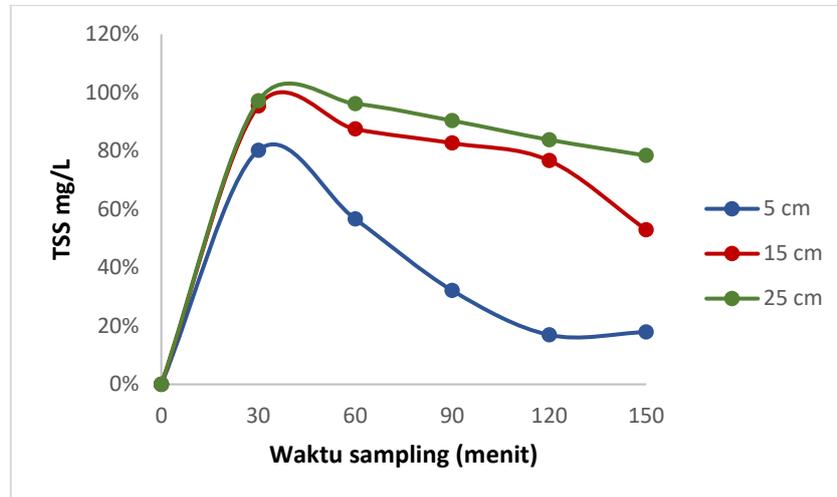
Berdasarkan Peraturan Gubernur Sumsel No. 08 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Tekstil menyebutkan bahwa nilai TSS maksimum yang layak dibuang agar tidak mencemari lingkungan adalah 50 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai adsorpsi kontinyu limbah cair kain jumputan menggunakan karbon aktif dari biji pinang hias untuk kadar TSS belum memenuhi standar baku mutu yang diizinkan.

TSS yang masih cukup banyak di dalam limbah cair hasil adsorpsi disebabkan bahan organik dan anorganik baik kimia maupun biologi, berubah menjadi padatan tersuspensi. Hal ini menyebabkan penurunan TSS tidak terlalu drastis. Untuk mengurangi jumlah TSS dalam limbah cair tersebut dibutuhkan penambahan waktu kontak antara limbah cair dan adsorben, atau bisa juga dilakukan dengan pengolahan multistap. Penambahan waktu kontak juga masih memungkinkan, hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisa, dimana menunjukkan kondisi adsorben yang belum jenuh.

Walaupun belum memenuhi standar baku mutu untuk limbah cair industri tekstil, namun hasil tersebut sudah cukup baik karena dapat menurunkan kadar TSS yang cukup signifikan dari jumlah awalnya 5190 mg/L. Setelah waktu sampling 30 menit kandungan TSS yang terdapat didalam limbah kembali meningkat. Hal itu dapat disebabkan beberapa hal, antara lain adanya karbon aktif yang berukuran powder ikut larut bersama limbah tersebut. Faktor lainnya adalah kemampuan serap dari karbon aktif telah berkurang. Menurut Bonifasia (2005), berkurangnya kemampuan dari karbon aktif disebabkan pori-pori yang terdapat pada permukaan karbon tertutup oleh molekul yang telah diserap.

Dapat dilihat pada gambar 7 variasi tinggi bed dan waktu sampling mempengaruhi kandungan TSS yang tersisa didalam limbah tersebut. Semakin tinggi bed maka semakin banyak jumlah karbon aktif yang terdapat didalam kolom. Menurut Alimsyah dan Alia (2013), karbon aktif dapat menyerap partikel koloid dan memisahkan padatan dengan cairan sehingga dapat menurunkan nilai TSS suatu limbah. Dengan demikian semakin banyak karbon aktif yang terdapat didalam kolom maka semakin

banyak juga partikel padatan yang dapat terserap. Berdasarkan persamaan garis linier yang terdapat pada gambar diatas, tinggi bed yang paling efisien untuk menurunkan kandungan TSS yang terdapat pada limbah cair industri kain jumptuan adalah 25 cm dan paling optimum pada waktu sampling 30 menit.



Gambar 8. Hubungan antara tinggi bed dan waktu sampling dengan persentase TSS terserap

Gambar 8 menunjukkan data persentase penurunan kandungan TSS terhadap variasi tinggi bed dan waktu sampling. Dapat dilihat bahwa pada tinggi bed 5 cm kandungan TSS dengan persentase terserap paling banyak adalah pada waktu sampling 30 menit sebesar 80,1541%. Pada tinggi bed 15 cm kandungan TSS dengan persentase terserap paling banyak adalah pada waktu sampling 30 menit sebesar 95,3757%. Pada tinggi bed 25 cm kandungan TSS dengan persentase terserap paling banyak adalah pada waktu sampling 30 menit sebesar 97,1098%.

Persentase TSS yang terserap pada penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Cundari, dkk (2015) mengenai pengurangan kandungan TSS pada limbah cair industri kain jumptuan dengan menggunakan karbon aktif yang terbuat dari biji pinang hias secara batch didapatkan persentase penyerapan TSS sebesar 98,2143%.

Berdasarkan ketiga gambar di atas mengenai persentase penyerapan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair industri kain jumptuan dengan menggunakan karbon aktif dari biji pinang hias secara kontinyu, dapat dilihat bahwa persentase penyerapan kandungan COD dan BOD yang paling baik adalah pada tinggi bed 25 cm dan waktu sampling 150 sebesar 99,6875% dan 99,7692%. Sedangkan persentase penyerapan kandungan TSS yang paling baik adalah pada tinggi bed 25 cm dan waktu sampling 30 menit sebesar 97,1098%.

Penurunan kandungan COD dan BOD dalam limbah cair industri kain jumptuan dikarenakan karbon aktif dari biji pinang hias mampu menyerap komponen organik dan anorganik yang terdapat didalam limbah tersebut. Ada beberapa faktor yang menyebabkan turunnya kandungan COD dan BOD

dalam limbah cair industri kain jumputan, yaitu jumlah karbon yang digunakan untuk menyerap komponen organik. Pada penelitian ini jumlah karbon dihubungkan dengan tinggi bed pada kolom adsorpsi. Semakin tinggi bed pada kolom maka semakin banyak juga jumlah karbon aktif yang terdapat didalamnya. Menurut Bansode, dkk (2004) dalam jurnal yang ditulis oleh Anggi R (2013), semakin banyak dosis dari *activated carbon* yang digunakan maka akan semakin baik dalam menurunkan kadar COD.

4. Kesimpulan

Biji pinang hias (*Cyrtostachys lakka*) mengandung 60,86% karbohidrat; 32,56% air; 2,17% lemak; 3,35% protein; dan 1,06% abu. Jumlah karbon aktif yang dihasilkan sebanyak 22-26% dari berat pinang hias awal. Berdasarkan hasil analisa SEM-EDS, morfologi karbon aktif menunjukkan permukaan yang kasar, seperti gua, berpori, tetapi tidak seragam. Diameter pori dan area terpendek berukuran 1,564 μm dan 1,92 μm^2 . Diameter pori dan area terpanjang berukuran 1,787 μm dan 2,508 μm^2 . Komposisi karbon aktif terdiri dari 90% karbon dan 10% oksigen. Efektivitas adsorpsi dari karbon aktif biji pinang hias menunjukkan hasil yang sangat baik. Secara batch, kadar BOD, COD, dan TSS berhasil diturunkan hingga 98,6%; 98,5%; dan 87,5%. Secara kontinyu, kadar BOD, COD, dan TSS berhasil diturunkan hingga 99,8%; 99,7%; dan 78,4%. Berdasarkan karakteristik dan efektivitasnya, karbon aktif biji pinang hias merupakan jenis adsorben baru yang ramah lingkungan, ekonomis, dan efektif dalam menurunkan kadar pengotor dalam limbah cair kain jumputan.

Daftar Pustaka

- Agustina, T. ..., & dkk. (2011). Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis Dengan Menggunakan Reagen Fenton. *Added Value of Energy Resources (AVoER)* (hal. 260-266). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Alimsyah A dan Alia D. (2013). *Penggunaan Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Astuti, A. (2007). *Penggunaan abu sekam padi sebagai adsorben dalam pengolahan air limbah yang mengandung logam Cu*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Cundari, L., & dkk. (2015). PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI KAIN JUMPUTAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI BIJI BUAH PINANG HIAS. *Added Value of Energy Resources*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Danarto, Y., & Artati, E. K. (2005). Pemodelan adsorpsi logam berat Cr dengan biomassa rumput laut pada unggun tetap, . *EKUILIBRIUM* , 4 (2), 86-91.
- Fauziah, M. A., & dkk. (2014). *Studi penggunaan arang tempurung kelapa dan pasir vulkanik merapi dalam pengolahan limbah zat warna tekstil dengan teknologi adsorpsi pada reaktor kontinyu vertikal dan horizontal*. Semarang: Universitas Diponegoro.

- Ikawati dan Melati.2010.*Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati*.Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Kambuaya, B. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI tentang Baku Mutu Air Limbah*. Kementrian Lingkungan Hidup. Indonesia.
- Kamsari. (2015, april 25). *Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor*. Dipetik february 12, 2016, dari Institut Pertanian Bogor: www.pkspl.ipb.ac.id
- Nasution, J H dan Iriany.2015.*Pembuatan Adsorben Dari Cangkang Kerang Bulu yang Diaktivasi Secara Termal Sebagai Pengadsorpsi Fenol*.Jurnal Teknik Kimia USU, Universitas Sumatera Utara.
- Novita, S. (2013). *Universitas Sumatera Utara*. Dipetik february 16, 2016, dari Universitas Sumatera Utara: www.repository.usu.ac.id
- Nurfitriyani, A., & dkk. (2013). Penentuan efisiensi penyisihan kromium heksavalen (Cr⁶⁺) dengan adsorpsi menggunakan tempurung kelapa secara kontinyu. *Jurnal Online Institute Teknologi Nasional* , 1 (2).
- Ramdja, F., & dkk. (2008). Pembuatan karbon aktif dari coalite batubara dan aplikasinya dalam pengolahan limbah cair industri kain jumputan. *Jurnal Teknik Kimia* , 14 (4), 1-7.
- Riyanto. (2010). Penemuan teknik baru untuk pengolahan limbah batik. *Jurnal Kimia* , 1-9.
- Surest, A. ..., & dkk. (2008). Pengaruh suhu, konsentrasi zat aktivator dan waktu aktivasi terhadap daya serap karbon aktif dari tempurung kemiri. *Jurnal Teknik kimia* , 17-22.
- Utami, A R.2013.*Pengolahan Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Biosand Filter dan Activated Carbon*.Prodi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- Yuliusman, & Adelina. (2010). Pemanfaatan kitosan dari cangkang rajungan pada aproses adsorpsi logam nikel dari larutan NiSO₄. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Depok: Universitas Indonesia.