

PENGARUH UKURAN ADSORBEN DAN WAKTU ADSORPSI TERHADAP PENURUNAN KADAR COD PADA LIMBAH CAIR TAHU MENGGUNAKAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA

Sirajuddin¹⁾, Harjanto¹⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

ABSTRACT

Wastewater tofu contains COD is high, it can cause environmental pollution. The objective of this research is to determine the size of the adsorbent and the contact time of the reduced levels of COD in the effluent out with adsorbtion process. Manufacture of activated charcoal through physical activation process with temperature 600°C for 2 hours and then activated using phosphoric acid for 2 hours at temperature 25°C. The adsorption process is done by mixing samples of effluent out with adsorbent with 50 ml of the sample and 5 grams of charcoal with variations in particle sizBe -70 +100, -100 +170, +200 and -170 mesh and adsorption time 10, 30, 50, 70 , 90 and 100 minutes. The best results were obtained from this research is at -170 +200 sized adsorbent and adsorption time of 90 minutes ie COD levels at 560 ppm with a 94% reduction .

Keywords: *activated charcoal, adsorbtion, coconut shell, COD, waste tofu,*

1. PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu industri kecil yang berkembang cukup pesat di berbagai daerah termasuk di kota Samarinda. Dari data yang didapatkan dari Dinas Perindustrian Kota Samarinda, Kelurahan Selili sebagai salah satu pusat industri tahu yang ada di Samarinda terdapat 46 pengrajin tahu. Setiap industri rata-rata memproduksi tahu dari kacang kedelai sejumlah 100 kg/hari. Industri tersebut menghasilkan produk samping erupa limbah cair. Jumlah limbah cair tahu yang dihasilkan untuk mengolah 100 kg kacang kedelai menjadi tahu rata-rata 400 L (Kasimin dkk., 2017), sehingga potensi limbah cair yang dihasilkan setiap hari sebanyak 18.400 L. Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino. Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu mengandung BOD, COD, dan TSS yang tinggi. Limbah cair tahu sangat berbahaya untuk dibuang langsung ke lingkungan karena mengandung COD 2080-3680 mg/L, BOD 1271-1741 mg/L, dan TSS 1000-1433 mg/L (Azmi dkk., 2016). Berdasarkan Peraturan Daerah (Perda) Propinsi Kalimantan Timur No. 2 Tahun 2011 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu dapat dilihat pada table berikut

Tabel 1. Standar baku mutu limbah cair tahu

No	Parameter	Jumlah
1	BOD	150 mg/L
2	COD	300 mg/L
3	TSS	100 mg/L
4	pH	6-9

Sumber : Peraturan Daerah Kalimantan timur no 2 tahun 2011

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah cair tahu yaitu dengan cara menggunakan proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Adsorpsi merupakan suatu fenomena meningkatnya konsentrasi suatu partikel tertentu antar dua fase suatu material. Partikel atau material yang diadsorpsi disebut adsorbat dan bahan yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben. Adsorpsi terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik menarik permukaan. Kinetika proses adsorpsi dijelaskan sebagai tingkat perpindahan molekul dari larutan ke dalam pori-pori adsorben (Faust& Aly, 1929). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan adsorpsi dan berapa banyak adsorbat yang dapat diserap oleh adsorben. Cheremisinoff (2002) menjabarkan beberapa faktor tersebut antara lain Karakteristik Adsorban. Faktor yang cukup penting dalam proses adsorpsi ialah karakteristik media adsorban yang meliputi luas permukaan, ukuran partikel, komposisi kimia dan lain-lain. Namun pada proses adsorpsi faktor yang paling dominan ialah luas permukaan spesifik dan ukuran partikel.

¹⁾Korespondensi penulis: Sirajuddin, Telp 081350456987, sirajuddin@polnes.ac.id

Pada umumnya jumlah adsorpsi yang terjadi per berat unit adsorban akan semakin besar bila media adsorban semakin luas spesifikasinya atau dapat dikatakan bahwa kapasitas adsorpsi berbanding lurus dengan permukaan spesifik media. Distribusi ukuran partikel menentukan distribusi ukuran molekul yang dapat masuk ke dalam media untuk diadsorpsi. Ukuran partikel umumnya dibedakan menjadi dua yaitu makropori dan mikropori. Dikarenakan penyerapan molekul adsorbat dari mikropori lebih banyak dibandingkan makropori, maka ukuran molekul adsorbat yang lebih kecil akan lebih banyak diadsorpsi daripada molekul adsorbat yang lebih besar.

Karakteristik adsorbat yang perlu diperhatikan dalam proses adsorpsi ialah ukuran molekul, kelarutan, komposisi kimia dan lain-lain. Ukuran molekul adsorbat mempengaruhi proses adsorpsi molekul adsorbat tersebut pada media adsorban, terutama pada media berpori. Ukuran molekul adsorbat yang lebih besar dari pada ukuran pori adsorban tentu saja mempunyai tingkat kecepatan adsorpsi yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran molekul yang lebih kecil. Molekul-molekul adsorbat yang mempunyai sifat kelarutan yang tinggi tentu akan lebih sukar untuk dipisahkan dengan pelarutnya dan proses adsorpsi yang diharapkan tidak terjadi optimal.

Pengadukan berguna agar adsorben dapat tersebar secara merata di setiap bagian dengan harapan dapat menyerap zat adsorbat dengan sempurna dan dapat menghasilkan daya adsorpsi yang maksimal. Pengadukan juga berfungsi untuk selalu memperbaharui gradien konsentrasi antar muka adsorben dengan *bulk* adsorbat agar peristiwa adsorpsi dapat tetap berlangsung. Pengadukan yang lebih cepat menyebabkan adsorben dapat memperbesar zona kontak dengan *bulk* adsorbat.

Waktu kontak yang diperlukan untuk mencapai equilibrium tidaklah selalu sama untuk setiap proses adsorpsi. Waktu kontak yang diperlukan oleh proses adsorpsi didapatkan dimana tidak lagi terjadi perubahan konsentrasi adsorbat pada solute. Waktu kontak untuk mencapai keseimbangan tidak selalu sama dalam setiap proses. pH yang digunakan adalah pH 6-8. Penentuan pH dipastikan tidak merubah sifat adsorban dan atau adsorbat yang terlibat dalam proses adsorpsi.

Karbon aktif merupakan arang dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang sebagian besar terdiri atas karbon bebas dan memiliki *internal surface*. Kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi ditentukan oleh struktur kimia yaitu atom C, H dan O yang terikat secara kimia membentuk gugus fungsi. Aktifitas penyerapan karbon aktif tergantung dari kandungan senyawa karbon dalam bahan, umumnya terdiri dari 85–95% karbon bebas (Ramdja dkk, 2008). Tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena mengandung kadar lignin 29,4%, selulosa 26,60%, pentosane 27,7%, kadar abu 0,62% dan kadar air sekitar 6-9% (Suhartana, 2006).

Penelitian tentang pengolahan limbah cair tahu dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Pada penelitian yang dilakukan Alimsyah dan Damayanti (2013) menggunakan limbah cair tahu dengan variasi waktu, dimana limbah cair tahu dialirkan secara *continue* melewati arang aktif dari tempurung kelapa. Hasil terbaik yang diperoleh yaitu pada waktu satu hari dapat menurunkan kadar COD dari 3200 ppm sampai 480 ppm dengan persentase penurunan sebesar 85%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Laras dkk., (2015) menggunakan limbah cair tahu dengan variasi massa arang aktif kulit kacang kedelai. Hasil terbaik yang diperoleh yaitu pada saat massa arang aktif 3 g dimana dapat menurunkan kadar COD dari 8600 ppm sampai 3260 ppm dengan persentase penurunan sebesar 62%.

Pada penelitian ini dilakukan dengan variasi ukuran adsorben dan waktu kontak terhadap penurunan kadar COD pada limbah tahu. Menurut Faust & Aly (1987) ukuran adsorben dan waktu kontak adalah salah satu yang mempengaruhi proses adsorpsi, dimana semakin kecil ukuran adsorben maka semakin besar luas permukaan dan dengan waktu yang semakin lama mengakibatkan zat yang teradsorpsi semakin banyak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran adsorben dan waktu kontak terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair tahu dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif tempurung kelapa.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini alat yang digunakan antara lain: alat *hot plate*, peralatan refluks, *magnetic stirrer*, *furnace*, kertas saring, dan corong.

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain: limbah cair tahu, asam fosfat, aquadest, tempurung kelapa.

Prosedur kerja :

1. Pembuatan adsorben

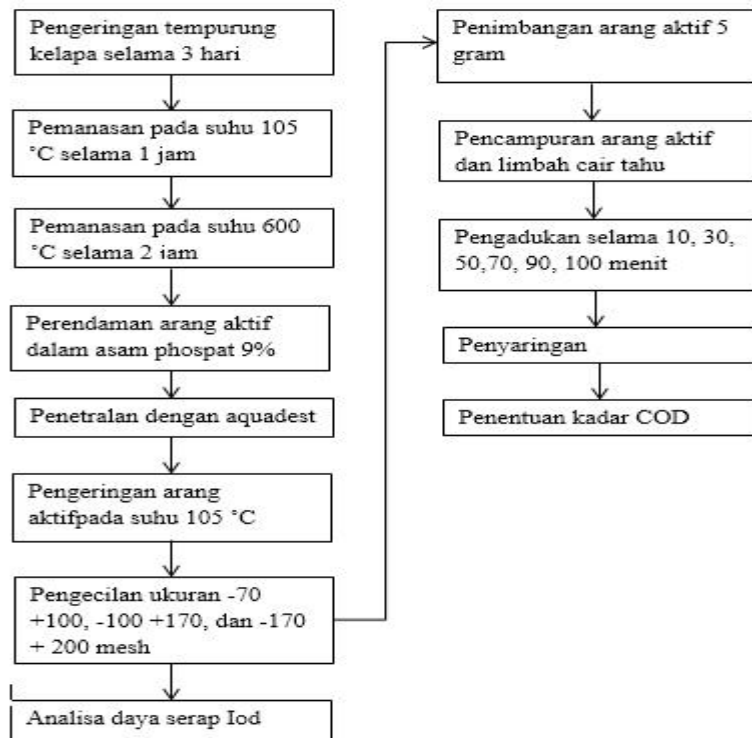
Mengeringkan tempurung kelapa, memanaskan tempurung kelapa di dalam oven pada temperature 105°C selama 1 jam, memanaskan tempurung kelapa di dalam furnace pada temperature 600°C selama 2 jam, aktivasi menggunakan asam phospat 9%, menetralkan dengan aquadest, mengeringkan tempurung kelapa, mengecilkan ukuraan arang aktif menggunakan screening dengan ukuran -70 +100, -100 +170, dan -170 + 200 mesh.

2. Adsorpsi

Masukkan 50 mL limbah cair tahu ke dalam gelas kimia menggunakan gelas ukur 100 mL, masukkan 5 gram arang aktif pada setiap sampel, homogenkan limbah cair tahu tersebut menggunakan magnetic strirrer dan hot plate selama 10, 30, 50, 70, dan 90 menit, saringlah limbah cair tahu menggunakan kertas saring ke dalam botol.

3. Analisa Kadar COD

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Limbah cair tahu yang digunakan pada penelitian ini berasal dari UKM produksi tahu yang berlokasi di Kecamatan Selili Kota Samarinda menggunakan limbah tahu. Pada tahap awal dilakukan analisa sampel sebelum diadsorpsi untuk mengetahui kadar COD sampel. Selanjutnya diadsorpsi dengan menggunakan arang aktif berdasarkan ukuran adsorben dan waktu kontak.

Tabel 2. Kadar COD pada limbah cair tahu sebelum melalui proses adsorpsi

Waktu (menit)	Kadar COD (ppm)
0	9340

Tabel 3. Daya serap Iod pada arang aktif tempurung kelapa

Ukuran Adsorben (mesh)	Daya Serap Iod (mg/g)
-70 +100	909,9902
-100 +170	922,3118
-170 +200	945,3218

Sumber : Hasil Analisa (2018)

Tabel 4 Pengaruh ukuran adsorben dan waktu kontak terhadap penurunan kadar COD pada limbah tahu

waktu (menit)	Volume FAS (ml) Blanko	Ukuran Adsorben								
		-70 +100			-100 +170			-170 +200		
		Volume FAS (ml) Sampel	Kadar COD (ppm)	Persentase Penurunan (%)	Volume FAS (ml) Sampel	Kadar COD (ppm)	Persentase Penurunan (%)	Volume FAS (ml) Sampel	kadar COD (ppm)	Persentase Penurunan (%)
10	10, 5	2	6800	27.19	2.7	6240	33.19	5.1	4320	53.75
30		5.1	4320	53.75	8	2000	78.59	8.3	1760	81.16
50		5.5	4000	57.17	8.1	1920	79.44	9.5	800	91.43
70		9	1200	87.15	9.4	880	90.58	9.6	720	92.29
90		9.4	880	90.58	9.7	640	93.15	9.8	560	94.00
100		5.8	3760	59.74	6.2	3440	63.17	7.2	2880	69.16

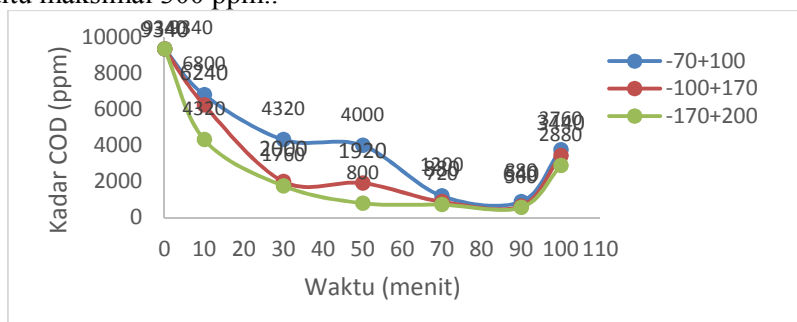
Sumber :Hasil Analisa (2018)

Pembahasan

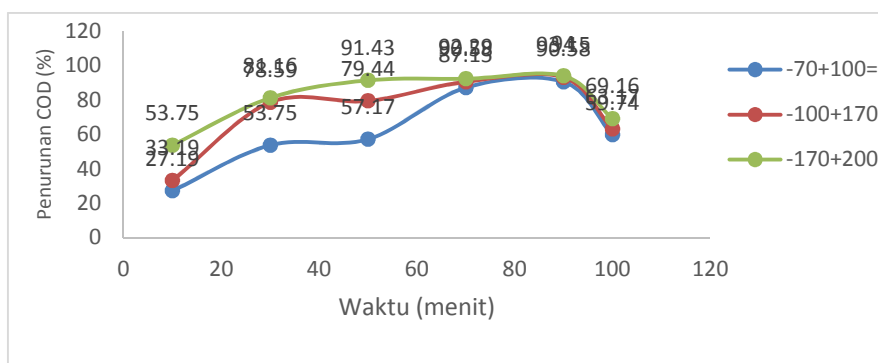
Pengaruh Ukuran Adsorben dan Waktu Kontak Terhadap Kadar COD Pada Limbah Tahu

Proses adsorpsi menggunakan arang aktif dari tempurung kelapa yang telah diaktivasi secara fisika dengan pemanasan pada temperature 600°C selama 2 jam dan aktivasi kimia menggunakan asam phospat 9%. Pada penelitian ini menggunakan variasi ukuran adsorben dan waktu adsorpsi. Variasi ukuran adsorben yang digunakan adalah adalah -70 +100 , -100 +170 dan -170 +200 mesh.

Pengukuran kadar COD pada limbah tahu dilakukan untuk mengetahui kadar COD awal limbah cair tahu sebelum dilakukan proses adsorpsi. Kadar yang didapatkan pada limbah cair tahu tersebut ialah 9340 ppm yang melampaui batas standar baku mutu limbah cair tahu berdasarkan peraturan daerah Kalimantan timur No.2 Tahun 2011 yaitu maksimal 300 ppm..



Gambar 2a. Pengaruh ukuran adsorben dan waktu kontak terhadap kadar COD pada limbah tahu



Gambar 2b. Pengaruh ukuran adsorben dan waktu kontak terhadap Persen Penurunan COD pada limbah tahu

Dari gambar 2a dan 2b terlihat pada ukuran -70 +100, -170 +170, dan -170 +200 untuk waktu 10 menit diperoleh kadar COD berturut-turut 6800, 6250, 4320 ppm dengan persen penurunan 27.19%, 33.19% dan 53.75%. Semakin kecil ukuran adsorben maka semakin kecil kadar COD yang diperoleh. Ukuran adsorben merupakan salah satu dari faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Menurut Faust & Aly (1987) luas permukaan dari adsorben meningkat dengan penurunan ukuran partikel. Peningkatan waktu adsorpsi untuk variasi ukuran adsorben diperoleh kadar COD semakin kecil dan kadar COD terkecil pada proses adsorpsi dengan waktu 90 menit dengan kadar COD untuk masing-masing variasi ukuran adsorben adalah 880, 640 dan 560 ppm dengan penurunan kadar COD masing-masing sebesar 90,58%, 93,15% dan 94%. Setelah proses adsorpsi selama 100 menit kadar COD mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena adsorben telah mengalami kejenuhan sehingga daya jerap adsorben berkurang.

4. KESIMPULAN

1. Semakin kecil ukuran adsorben, semakin besar penurunan kadar COD.
2. Waktu yang paling baik untuk penurunan kadar COD yaitu pada saat waktu adsorpsi 90 menit pada ukuran adsorben -170 +200 mesh dengan persentase penurunan sebesar 94%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alimsyah, A., Damayanti, A. (2013). *Penggunaan arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi*. Jurnal Teknik Lingkungan, ITS, Vol. 2, No. 1.
- Azmi, M., Andrio, D., Edward HS. (2016) *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typa Latifolia dengan Metode Construced Wetland*. Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Riau, Vol. 3, No. 2.
- Cheremisnoff, N. P. (2002). *Handbook of water and wastewater treatment technological*. Amerika: Pollution engineering.
- Dinas Perindustrian Kota Samarinda Kalimantan Timur. (2017). *Badan Perindustrian dan Perdagangan Kota Samarinda, Kalimantan Timur*.
- Faust, S.D. and Aldy, O.M. (1987). *Adsorption Process for Water Treatment "2ND Edition"*. Stoneham: Butterworths Publisher
- Faust, Samuel D., & Aly, Osman M. (1929). " Adsorption Process for Water Treatment". London :Butterworth Publisher,
- Kasimin, Diran, Yanto, Purnomo, Kasidi, Eko, Agus, Damin, Sukirno, Joko. (2017) Wawancara Pribadi.
- Laras, N.S., Yuliani, Fitrihidajati, H. (2015). *Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (Glycine max) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu*. Jurnal Jurusan Biologi, Universitas Negeri Semarang, Vol. 4, No. 1.
- Peraturan Daerah (Perda) Propinsi Kalimantan Timur No. 2 Tahun 2011 *tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu*
- Siregar, M.R.T., Djadjadiningrat, A., Hiskia, Syamsi, D., Idayanti, N., Wiyarani. (2004). *Roadmap Teknologi: Pemantauan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pengolahan Limbah*. Jakarta: LIPI Press
- Suhartana. (2006). *Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grogoban*. Jurnal FMIPA Undip, Vol. 9, No. 3.
- Ramdja, A. Faudi dkk. (2008). " Pembuatan Karbon Aktif Dari Coalite Batubara Dan Aplikasinya Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Kain Jumputan" . Jurnal Teknik Kimia. Des. Vol.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Politeknik Negeri Samarinda yang telah membiayai penelitian ini yang berasal dari PNPB Politeknik Negeri Samarinda tahun 2018.