



PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT DURIAN SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH INDUSTRI TAHU DI DAERAH SEPANJANG, SIDOARJO

Utilization Of Active Carbon From Durian Leather Waste As The Adsorbent Of Industrial Waste Knows In Sepanjang Area, Sidoarjo

Sita Astrian Ridhayanti, Rusmini

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Wiyata No.62, Surabaya, Jawa Timur 60231

Email: sitaastrian@gmail.com

Received : 23 Desember 2019; Accepted : 11 Januari 2020; Publish : Januari 2020

Abstrak

Kulit durian memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan kandungan lignin dan pati yang rendah. Kandungan selulosa membuat kulit durian dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan karbon aktif. Tujuan penelitian ini mengetahui karakteristik karbon aktif yang disintesis dan pengaruh massa karbon aktif terhadap kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dalam air limbah tahu. Kulit durian dikarbonisasi selama 2 jam pada suhu 400°C dan diaktivasi KOH 25% selama 24 jam. Kadar air, abu, iod pada karbon aktif yang dihasilkan masing-masing sebesar 10,154%, 6,138%, dan 1.194,336 mg.g⁻¹. Pengujian *Surface Area Analyzer* (SAA) pada karbon aktif tersebut menghasilkan luas permukaan 471,6 m².g⁻¹. COD, BOD dan TSS optimum dalam pengujian terhadap limbah cair tahu mencapai 1.048 mg.L⁻¹, 580 mg.L⁻¹ dan 124 mg.L⁻¹.

Kata Kunci: Kulit durian, karbon aktif, COD, BOD, TSS

Abstract

Durian peel has a high cellulose content and low levels of lignin and starch. The cellulose content makes durian peel can be used as a component in the manufacture of activated carbon. The objective of this study is to determine the characteristics of activated carbon synthesized and the effect of activated carbon mass on *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) and *Total Suspended Solid* (TSS) levels in tofu wastewater. Durian peels were carbonized for 2 hours at 400°C and activated using 25% KOH for 24 hours. The procedures resulted in an activated carbon with water content, ash, and iod content of 10.154%, 6.138%, and 1.194.336 mg.g⁻¹, respectively. *Surface Area Analyzer* (SAA) test on the activated carbon resulted in the surface area of 471.6 m².g⁻¹. When the active carbon was tested on tofu effluent, the optimum yield of COD, BOD and TSS was 1.048 mg.L⁻¹, 580 mg.L⁻¹ and 124 mg.L⁻¹, respectively.

Keywords: Durian peel, activated carbon, COD, BOD, TSS



PENDAHULUAN

Pencemaran air menjadi salah satu permasalahan utama masyarakat di era modern. Pencemaran air seringkali diakibatkan oleh aktivitas manusia dalam kegiatan industri maupun domestik yang salah satunya dapat kita temui pada pembuatan tahu. Industri tahu menghasilkan limbah padat dan cair yang berpotensi merusak lingkungan karena beberapa industri tahu tidak mengolah limbahnya, namun langsung membuangnya ke lingkungan (Widanarko dkk, 1994). Menurut Sugiharto (1994), air buangan tahu mengandung senyawa-senyawa organik yang terdiri dari 40%-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lemak. Apabila volume air buangan tahu melimpah dan dibuang begitu saja dengan kadar senyawa organik yang sangat tinggi, maka dapat mencemari air sungai sehingga mengganggu biota sungai. Selain itu, dalam jangka singkat air dapat berubah warna menjadi kecoklatan serta berbau busuk. Oleh karena itu perlu adanya pengolahan dan pengujian untuk mengetahui kualitas limbah cair tahu apakah layak untuk dibuang ke perairan. Menurut PERMENLH RI No. 5 Tahun 2014, pengujian kualitas limbah cair tahu dilakukan dengan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang dapat dijadikan patokan sebagai baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan pengolahan kedelai. Standar yang ditentukan pada BOD yakni 150 mg.L^{-1} , COD sebesar 300 mg.L^{-1} dan pada TSS sebesar 100 mg.L^{-1} . Dari hasil penelitian pendahuluan diperoleh kadar BOD₅, COD serta TSS pada limbah cair tahu di daerah Sepanjang, Sidoarjo sebesar 5.899 mg.L^{-1} , 8.456 mg.L^{-1} dan 760 mg.L^{-1} . Hasil penelitian pendahuluan ini sangatlah tinggi, oleh karena itu perlu dicari upaya alternatif untuk pengolahan limbah cair tahu salah satunya dengan cara melakukan adsorpsi limbah cair tahu sebelum dibuang ke perairan.

Adsorpsi merupakan proses penggumpalan substansi terlarut yang ada

dalam larutan oleh permukaan benda penyerap (Reynold, 1982). Adsorpsi dapat dilakukan menggunakan karbon aktif, dimana karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Karbon aktif dapat diperoleh salah satunya dari limbah kulit durian. Dalam penelitian Masrol, et al (2015) dijelaskan bahwa kulit durian mengandung 60,45% selulosa, 13,09% hemiselulosa dan 15,45% lignin. Adanya kandungan selulosa yang tinggi ini membuat kulit durian dapat dijadikan sebagai karbon aktif. Proses aktivasi dilakukan agar proses adsorpsi karbon aktif kulit durian berlangsung lebih cepat. Penelitian ini menggunakan aktivasi KOH. KOH sebagai aktivator dapat bereaksi dengan karbon dan KOH merupakan basa kuat sehingga bisa menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon sehingga membuat karbon menjadi lebih berpori.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil karakterisasi karbon aktif kulit durian serta menentukan konsentrasi COD, BOD dan TSS pada limbah cair industri tahu berdasarkan faktor yang mempengaruhi yaitu massa karbon aktif. Massa karbon aktif kulit durian yang digunakan pada penelitian ini ditinjau dari penelitian terdahulu yakni sebanyak 0 ; 0,75 ; 1,5 ; 2,25 ; 3 ; 3,75 ; 4,5 gram untuk 100 mL sampel limbah cair industri tahu dengan waktu kontak selama 60 menit. Penelitian ini diharapkan mampu mengurangi konsentrasi limbah cair industri tahu yang berpotensi mencemari lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia, labu ukur, pipet ukur, magnetic stirrer, pengaduk, gelas ukur, ayakan 100 mesh, neraca analitik, tanur, buret, statif dan klem, labu Erlenmeyer, pipet tetes, cawan porselin, botol film, FTIR Spectroscopy 8400S/Shimadzu, BET Nova Win versi 11.0, desikator, vakum, corong, COD reactor.



Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel limbah cair industri tahu, kulit durian, larutan KOH 25%, aquades, aluminium foil, kertas saring whatman, Natrium Tiosulfat, Kalium Dikromat, Amilum, Iodin, HCl, KI, aquademineral, H₂SO₄, HgSO₄, MnSO₄, alkali iodide azida.

Prosedur Kerja

Pembuatan Karbon Aktif

Dehidrasi yaitu penjemuran kulit durian di bawah sinar matahari.

Karbonisasi yaitu pembuatan karbon aktif dari kulit durian dengan cara ditanur pada suhu 400°C selama 2 jam.

Aktivasi yaitu proses perendaman karbon yang telah diayak ukuran 100 mesh dengan zat aktivator KOH 25%. Karbon yang dihasilkan dicuci dengan aquades, lalu dilakukan pengeringan dengan oven selama 3 jam pada temperatur 105°C. Karbon aktif siap digunakan untuk proses adsorpsi.

Pengujian Mutu Karbon Aktif

Penentuan Kadar Air

Sebanyak 1 gram karbon aktif dimasukkan ke dalam krusible yang telah diketahui beratnya. Krusible dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Karbon aktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai berat konstan.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

A= Berat sebelum dikeringkan (g)

B= Berat sesudah dikeringkan (g)

Penentuan Kadar Abu

Sebanyak 1 gram karbon aktif dimasukkan ke dalam krusible yang telah diketahui beratnya. Krusible ditempatkan dalam tanur pada suhu 600°C selama 1 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator selama 1 jam dan ditimbang sampai berat konstan.

$$\% \text{kadar abu} = \frac{(C-A)}{(B-A)} \times 100\%$$

A = berat cawan kosong

B = berat sampel + berat cawan kosong

C = berat residu + berat cawan kosong

Daya Serap terhadap Iod

Sebanyak 0,5 gram karbon aktif dimasukkan ke dalam 50 mL larutan iodin 0,1 N. Karbon aktif diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Campuran tersebut disaring hingga diperoleh filtrat dan residu. Filtrat tersebut diambil sebanyak 10 mL kemudian dititrasikan menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga warna kuning larutan hampir menghilang. Titran ditambah indikator amilum 1% sebagai indikator, kemudian dititrasikan kembali hingga warna biru tepat hilang.

$$\text{daya serap iod} = A - \frac{B \times N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 126,9 \times f_p}{N_{\text{iodin}} \times a}$$

A = volume larutan iodin (mL)

B = volume Na₂S₂O₃ yang terpakai (mL)

Fp = factor pengenceran

A = bobot karbon aktif (g)

N(Na₂S₂O₃) = konsentrasi Na₂S₂O₃ (N)

N (iodin) = konsentrasi iodin (N)

126,9 = jumlah iodin sesuai 1 mL larutan Na₂S₂O₃

Uji FTIR

Sebanyak 1 gram serbuk karbon aktif kulit durian diuji menggunakan alat FTIR Spectroscopy 8400S/Shimadzu.

Uji SAA

Sebanyak 1 gram serbuk karbon aktif kulit durian diuji menggunakan alat BET Nova Win versi 11.0.

Adsorpsi Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Karbon Aktif

Karbon aktif yang terbuat dari kulit durian sebanyak 0; 0,75; 1,5; 2,25; 3; 3,75; dan 4,5 gram masing-masing dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 100 mL limbah cair tahu. Campuran diaduk menggunakan



magnetic stirrer dengan waktu kontak selama 60 menit. Campuran disaring dengan menggunakan kertas saring. Filtrat kemudian diuji kadar COD, BOD dan TSSnya untuk memperoleh hasil adsorpsi.

Uji COD (Chemical Oxygen Demand) (SNI 6989.2:2009)

Larutan A dibuat dengan cara menambahkan 10,216 g K₂Cr₂O₇, 167 mL H₂SO₄ pekat dan 33,3 g HgSO₄ yang dilarutkan hingga 1L. Sebanyak 1,5 mL larutan A dimasukkan ke dalam *test tube*, ditambah dengan 3,5 mL larutan B (10,12 gr serbuk Ag₂SO₄ yang dilarutkan ke dalam 1 L H₂SO₄ pekat). Sebanyak 2,5 mL sampel ditambahkan ke dalam *test tube* dan dikocok secara perlahan. *Test tube* diletakkan pada *COD reactor* yang telah dipanaskan pada suhu 150°C selama 2 jam. Sampel didiamkan pada suhu ruang dan diukur menggunakan spektrofotometer pada λ 600 nm.

Uji BOD (Biological Oxygen Demand) (SNI 6989.72:2009)

Sebanyak 25 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, tambahkan air nutrisi sampai tanda batas. Blanko dibuat dengan memasukkan air nutrisi ke dalam labu ukur 250 mL. Sampel uji dimasukkan ke dalam 2 botol winkler, botol pertama diukur DO₀ terlebih dahulu. Sebanyak 1 mL MnSO₄ dan 1 mL alkali iodide azida ditambahkan pada botol winkler. Tutup botol, dilakukan pengocokan dan diamkan hingga mengendap. 1 mL H₂SO₄ pekat dimasukkan ke dalam botol winkler, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna. Campuran tersebut dipindahkan ke dalam Erlenmeyer dan dilakukan titrasi menggunakan larutan Na₂S₂O₃ hingga warna larutan coklat pudar, ditambahkan beberapa tetes amilum dan dilanjutkan titrasi hingga larutan jernih tidak berwarna. Hal sama dilakukan pada uji DO₅ yang telah diinkubasi selama 5 hari.

$$DO_0 (mg O_2/L) = \frac{V \times N \times 8000}{V_{winkler} - 2}$$

V: Volume Na₂S₂O₃ yang digunakan untuk titrasi (mL)

N: Normalitas Na₂S₂O₃ (N)

V winkler: Volume botol winkler (mL)

$$BOD_5 = \frac{(DO_0 \text{ sampel} - DO_5 \text{ sampel}) - \left(\frac{DO_0 \text{ blanko} - DO_5 \text{ blanko}}{V_b} \times V_c \right) \times p}{p}$$

BOD₅ = nilai BOD contoh uji (mg/L)

V_b = volume suspense mikroba (mL) dalam botol DO blanko

V_c = volume suspense mikroba dalam botol uji (mL)

P = perbandingan volume contoh uji

Uji TSS (Total Suspended Solid) (SNI 06-6989.3-2004)

Kertas saring dicuci menggunakan air suling. Kertas saring dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 103°C, lakukan penimbangan kertas saring awal. Sebanyak 25 mL sampel disaring menggunakan kertas saring tersebut, keringkan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 103°C. Kertas saring ditimbang hingga diperoleh berat konstan.

$$TSS(mg/L) = \frac{(A-B) \times 1000}{V}$$

A = Berat kertas saring + residu kering (g)

B = Berat kertas saring (g)

V = volume contoh (L)

1000= konversi gr → mg

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Dehidrasi

Penjemuran kulit durian dilakukan secara berulang hingga kulit durian mengering. Proses dehidrasi dilakukan sebelum proses karbonisasi dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi.

Proses Karbonisasi

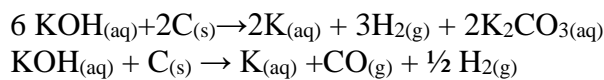
Kulit durian yang sudah kering ditanur menggunakan suhu 400°C selama 2 jam. Suhu ini digunakan karena pada penelitian Apriani, dkk (2013) karbonisasi kulit durian dilakukan dengan suhu 400°C selama 2 jam, selain itu pada penelitian Siahaan, dkk (2013) menyatakan bahwa kadar karbon terbaik pada suhu 400°C, sedangkan pada suhu 500°C dan 600°C kadar karbon yang diperoleh semakin menurun. Semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu karbonisasi, maka rendemen yang dihasilkan semakin sedikit. Selama terjadi



proses karbonisasi, gas yang mudah terbakar seperti H_2 , CO , serta gas yang tidak dapat terbakar seperti CO_2 dan H_2O akan dilepaskan.

Proses Aktivasi

Aktivasi bertujuan mengaktifkan karbon aktif dan menghilangkan berbagai unsur pengotor yang menutupi pori-pori permukaan karbon aktif. KOH dapat digunakan sebagai aktivator karena merupakan basa kuat yang dapat membuat karbon menjadi berpori. Reaksi yang terjadi antara karbon dengan aktivator adalah sebagai berikut:



Karbon aktif hasil aktivasi kimia menghasilkan abu. Hal ini ditunjukkan dari reaksi karbon dengan KOH menghasilkan $2K_2CO_3$ atau dapat disebut senyawa karbonat/kapur. Karbon amorf yang menghalangi pori akan bereaksi dengan tahap awal oksidasi sehingga membuat pori karbon menjadi terbuka. Tahap selanjutnya, reaksi berlanjut dengan cara mengikis permukaan karbon sehingga karbon membentuk pori baru. Setelah campuran disimpan selama 24 jam, karbon disaring dan dicuci dengan aquades sampai netral pada pH 7. Dilakukan pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang menempel pada permukaan karbon, terutama zat pengaktivasi yang digunakan. Dilakukan pengeringan menggunakan oven selama 3 jam pada temperatur $105^\circ C$ agar karbon tidak basah dan menggumpal. Karbon didinginkan didalam desikator untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat pada karbon. Pada tahap ini diperoleh karbon aktif yang siap dilakukan pengujian.

Pengujian Mutu Karbon Aktif

Uji Kadar Air

Uji kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis karbon aktif kulit durian. Sifat higroskopis ini membuat karbon aktif mudah untuk menyerap uap air dari udara karena karbon aktif memiliki

struktur yang terdiri dari enam atom C yang membentuk kisi heksagonal, sehingga memungkinkan terperangkapnya uap air didalam karbon aktif (Wijayanti, 2009). Terikatnya molekul air pada karbon aktif oleh zat aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin membuka. Diperoleh hasil rata-rata kadar air sebesar 10,154%. Pada penelitian Arisna, dkk (2016) menyatakan bahwa kadar air yang diperoleh pada karbon aktif kulit durian sebesar 6,63%. Perbedaan ini dapat disebabkan karena tingkat kepekatan air, selain itu ukuran pori kertas saring juga dapat menentukan perbedaan nilai kadar air. Namun, hasil ini menunjukkan bahwa karbon aktif kulit durian masih memenuhi standar yang ditentukan SNI No. 06-3730-1995 yaitu kurang dari 15%.

Uji Kadar Abu

Kandungan abu memiliki pengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Apabila kadar abu melebihi standar yang ditentukan (lebih dari 10%) maka kemungkinan besar terdapat penyumbatan pori-pori karbon aktif oleh oksida logam pada karbon aktif, dampak yang ditimbulkan yakni luas permukaan menjadi berkurang dan kualitas adsorpsi kurang baik. Pada penentuan kadar abu, diperoleh hasil rata-rata sebesar 6,138%. Pada penelitian Arisna, dkk (2016) diperoleh kadar abu sebesar 4,24%. Kadar abu memiliki sifat yang sangat rentan terhadap udara. Adanya kontak abu dengan udara dapat menyebabkan masuknya air pada abu sebelum dilakukan penimbangan kembali, sehingga hasil yang diperoleh sedikit mengalami kenaikan dan kurang stabil dalam penimbangan. Namun dari hasil yang diperoleh karbon aktif kulit durian masih memenuhi syarat mutu SNI No. 06-3730-1995 yakni kurang dari 10%.

Daya Serap Iod

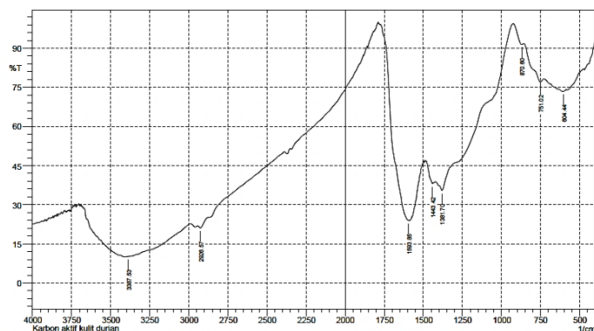
Kemampuan yang dimiliki karbon aktif untuk menyerap larutan iodium digunakan sebagai parameter kualitas karbon aktif. Semakin besar daya serap iodium maka semakin besar pula kemampuan daya serap terhadap adsorbat atau zat terlarut. Dari percobaan yang dilakukan, karbon aktif kulit



durian memiliki daya serap terhadap iodin rata-rata sebesar 1.194,336 mg.g⁻¹. Pada penelitian Arisna, dkk (2016) diperoleh daya serap iodin 1083,57 mg.g⁻¹. Hasil yang diperoleh sesuai dengan SNI 06-3730-1995 yakni minimum 750 mg.g⁻¹.

Identifikasi Gugus Fungsional Karbon Aktif Kulit Durian dengan Menggunakan Spektrofotometri FTIR

Karbon aktif kulit durian diidentifikasi gugus fungsionalnya untuk mengetahui dan memastikan gugus aktif dari karbon aktif tersebut. Sifat adsorpsi suatu karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh ukuran pori saja, melainkan dengan komposisi kimia juga yang berupa gugus fungsi (Kurniawan, 2014). Spektra inframerah yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Spektra FTIR karbon aktif kulit durian dengan aktivasi KOH 25%

spektrum FTIR pada karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH 25% menunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3387,53 cm⁻¹, regang C-H di daerah 2926,57 cm⁻¹, regang C=C di daerah bilangan gelombang 1593,85 cm⁻¹, serta C-H di daerah bilangan gelombang 1443,42 dan 1381,70 cm⁻¹. Pada penelitian Hanum, dkk (2017) diperoleh gugus fungsi O-H di daerah panjang gelombang 3371,57 cm⁻¹, regang C-H di daerah 2943,37-2893,22 cm⁻¹, regang C=C di daerah 1597,06 cm⁻¹, serta C-H di daerah 1411,89 cm⁻¹ dan 1330,88 cm⁻¹. Dari hasil yang diperoleh terdapat hampir kesamaan pada uji FTIR karbon aktif kulit durian.

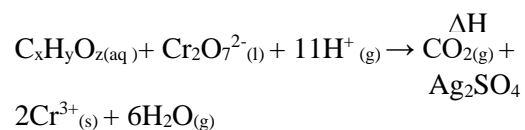
Karakterisasi Luas Permukaan Karbon Aktif dengan Surface Area Analyzer (SAA)

Karbon aktif kulit durian dikarakterisasi menggunakan Surface Area Analyzer (SAA) untuk mengetahui luas permukaan karbon aktif. Hasil dari SAA tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif kulit durian memiliki luas permukaan, sebesar 471,6 m².g⁻¹. Pada penelitian Febriyanto (2019) tentang pembuatan dan karakterisasi karbon aktif berbahan baku limbah kulit durian diperoleh hasil luas permukaan kulit durian tanpa aktivasi sebesar 0,25 m².g⁻¹. Berdasarkan penelitian Kurniawan dkk. (2014) menyatakan bahwa karbon aktif pada tempurung kelapa dengan aktivasi H₃PO₄ 3M diperoleh luas permukaan sebesar 386,447 m²/g. Pada penelitian Puspita (2017) menyatakan bahwa hasil analisis SAA karbon dan karbon aktif tempurung keluwak diperoleh luas permukaan sebesar 43,749 m².g⁻¹ dan 249,015 m².g⁻¹. Ditinjau dari hasil yang diperoleh dan pengujian terdahulu, karbon aktif kulit durian memiliki kualitas luas permukaan yang lebih baik daripada karbon aktif dari tempurung kelapa dan tempurung keluwak.

Pengujian Parameter Limbah Industri Tahu

Uji COD (Chemical Oxygen Demand)

Pada uji COD, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada reaksi diatas, bahan buangan organik yang berupa limbah cair industri tahu dioksidasi oleh kalium dikromat yang digunakan sebagai sumber oksigen menjadi gas CO₂ dan gas H₂O serta sejumlah ion krom. Dilakukan pembacaan menggunakan spektrofotometer dengan λ 600nm untuk menentukan kadar COD. Diperoleh hasil COD yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut :



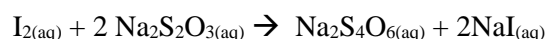
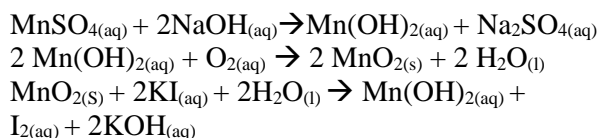
Tabel 1 Rata – Rata Konsentrasi COD yang Terserap pada Variasi Massa

No	Massa (gram)	Konsentrasi COD (mg.L ⁻¹)		Presentase Konsentrasi COD yang Terserap (%)	
		Awal	Rata – Rata Akhir Terse rap		
1.	0,75	8.456	6.065	2.391	28,280
2.	1,5		3.051	5.405	63,921
3.	2,25		1.367	7.089	83,831
4.	3		1.188	7.267	85,943
5.	3,75		1.048	7.408	87,602
6.	4,5		1.061	7.395	87,451

Pada Tabel 1, massa 3,75 gram karbon aktif mengalami massa optimum. Massa optimum merupakan massa dimana adsorben mampu mengadsorpsi adsorbat paling banyak. Dari hasil yang diperoleh, setiap peningkatan adsorben yang digunakan maka konsentrasi COD setelah adsorpsi (akhir) yang dihasilkan semakin menurun. Konsentrasi COD optimum berada pada massa 3,75 gram dengan konsentrasi COD rata-rata sebesar 1.048 mg.L⁻¹ dengan rata-rata terserap sebesar 7.408 mg.L⁻¹. Apabila dibandingkan dengan PERMENLH RI No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai kadar tersebut masih jauh di ambang batas yang telah ditentukan yaitu 300 mg.L⁻¹. Hal ini disebabkan karena terlalu tinggi nilai COD awal yaitu sebesar 8.456 mg.L⁻¹, sehingga perlu dilakukan pengenceran sampel pada limbah industri tahu tersebut agar dapat memenuhi peraturan yang berlaku.

Uji BOD (Biological Oxygen Demand)

Pada uji BOD, botol DO₀ diuji pada saat awal pengambilan dan DO₅ digunakan untuk menguji sampel limbah cair tahu pada hari ke 5. Dilakukan sampai hari ke 5 karena merupakan kesepakatan umum yang dilakukan pada praktik di laboratorium, karena proses terurainya bahan organik menjadi CO₂ dan H₂O tidak terbatas. Reaksi yang terjadi pada uji BOD adalah sebagai berikut:



Diperoleh hasil BOD sesuai pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Rata – Rata Konsentrasi BOD yang Terserap pada Variasi Massa

No	Massa (gram)	Konsentrasi TSS (mg.L ⁻¹)		Presentase Konsentrasi TSS yang Terserap (%)	
		Awal	Rata - Rata Akhir Terse rap		
1.	0,75	760	586	174	22,895
2.	1,5		438	322	42,368
3.	2,25		282	478	62,895
4.	3		148	612	80,526
5.	3,75		124	636	83,684
6.	4,5		128	632	83,158

Pada Tabel 2, massa 3,75 gram karbon aktif mengalami massa optimum, massa optimum merupakan massa dimana adsorben mampu mengadsorpsi adsorbat paling banyak. Dari hasil yang diperoleh, setiap peningkatan adsorben yang digunakan maka konsentrasi BOD setelah adsorpsi (akhir) yang dihasilkan semakin menurun. Konsentrasi BOD optimum berada pada massa 3,75 gram dengan konsentrasi BOD rata-rata sebesar 580 mg.L⁻¹ dengan rata-rata terserap sebesar 5.318 mg.L⁻¹. Apabila dibandingkan dengan PERMENLH RI No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai kadar tersebut masih jauh di ambang batas yang telah ditentukan yaitu 150 mg.L⁻¹. Hal ini disebabkan terlalu tinggi nilai BOD awal yaitu sebesar 5.899 mg.L⁻¹, sehingga perlu dilakukan pengenceran terlebih dahulu sampel limbah industri tahu tersebut agar dapat memenuhi peraturan yang berlaku.

Uji TSS (Total Suspended Solid)

Padatan tersuspensi yang terdapat pada limbah industri tahu diukur dengan pengujian TSS. *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan partikel yang tersuspensi dalam air berupa komponen hidup (biotik) maupun tidak hidup (abiotik). Padatan tersuspensi ini merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang heterogen dan sebagai pembentukan endapan awal yang dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan



(Tarigan, 2003). Diperoleh hasil TSS yang disajikan pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 Rata – Rata Konsentrasi TSS yang Terserap pada Variasi Massa

No	Massa (gram)	Konsentrasi BOD (mg.L ⁻¹)		Presentase Konsentrasi BOD yang Terserap (%)
		Awal	Akhir Terserap	
1.	0,75	5.899	3.308 2.590	43,921
2.	1,5		1.787 4.111	69,696
3.	2,25		823 5.075	86,045
4.	3		682 5.217	88,438
5.	3,75		580 5.318	90,152
6.	4,5		656 5.242	88,863

Pada Tabel 3, massa 3,75 gram karbon aktif mengalami massa optimum, massa optimum disini merupakan massa dimana adsorben mampu mengadsorpsi adsorbat paling banyak. Dari hasil yang diperoleh, setiap peningkatan adsorben yang digunakan maka konsentrasi TSS setelah adsorpsi (akhir) yang dihasilkan semakin menurun. Konsentrasi TSS optimum berada pada massa 3,75 gram dengan konsentrasi TSS rata-rata sebesar 124 mg.L⁻¹ dengan rata-rata terserap sebesar 636 mg.L⁻¹. Apabila dibandingkan dengan PERMENLH RI No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai kadar tersebut tidak masuk dalam ambang batas yang telah ditentukan yaitu 100 mg.L⁻¹. Hal ini disebabkan terlalu tinggi nilai TSS awal yaitu sebesar 760 mg.L⁻¹, sehingga perlu dilakukan pengenceran terlebih dahulu sampel limbah industri tahu tersebut agar dapat memenuhi peraturan yang berlaku.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengujian mutu karbon aktif kulit durian sesuai dengan SNI 06-3730-1995 yakni pada uji kadar air, abu, iod berturut-turut sebesar 10,154%, 6,138%, dan 1.194,336 mg.g⁻¹. Pada pengujian parameter limbah cair industri tahu, jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan

kedelai konsentrasi COD, BOD dan TSS tidak memenuhi ambang batas yang telah ditentukan, yakni kadar COD, BOD dan TSS berturut-turut sebesar 1.048 mg.L⁻¹, 580 mg.L⁻¹ dan 124 mg.L⁻¹. Ditinjau dari hasil yang diperoleh, perlu dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum membuang limbah ke sungai agar memenuhi ambang batas yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

[1]Widanarko, S, Moersidik, S.S, Sofian, I.G, dan Andryani, S. 1994. *Pengolahan Limbah Industri Tahu/ Tempe dan Penyerapannya*. Jakarta: Universitas Indonesia.

[2]Sugiharto.1994. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.

[3]Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. *Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai*.

[4]Reynold, T.D. 1982. *Unit Operation and Process in Environmental Engineering*. Texas: Woods Worths Inc.

[5]Masrol, Shaiful Rizal, Ibrahim, M. H. I. & Adnan, S. 2015. “Chemi-mechanical pulping of durian rinds”. *Proced. Manuf.* Vol 2: hal.171–180.

[6]Apriani, Ririn, Irvana Diah Faryuni, dan Dwiria Wahyuni. 2013. “Pengaruh konsentrasi activator kalium hidroksida (KOH) terhadap kualitas karbon aktif kulit durian sebagai adsorben logam Fe pada air gambut”. *Jurnal Prisma Fisika* Vol. 1 (2): hal. 82-86.

[7]Siahaan, Satriyani, Melvha Hutapea dan Rosdanelli, Hasibuan. 2013. “Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi”. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol.2 No.1.

[8]Wijayanti, Ria. 2009. *Arang Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*. Skripsi. Bandung: Institut Pertanian Bogor.



- [9]Arisna, Risa, Titin Anita Zaharah, dan Rudiyanasyah. 2016. “Adsorpsi Besi dan Bahan Organik pada Air Gambut oleh Karbon Aktif Kulit Durian”. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. Vol. 5 (3): hal 31-39.
- [10]Kurniawan, Riski, Musthofa Lutfi, dan Wahyunanto Agung N. 2014. “Karakterisasi Luas Permukaan BET (Braunear, Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat (H_3PO_4)”. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol.2 No.1 Hal 15-20.
- [11]Hanum, Farida, Rikardo Jgst Gultom, dan Maradona Simanjuntak. 2017. “Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH sebagai Aktivator”. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol.6 (1): hal 49-55.
- [12]Febriyanto, Pramahadi, Jerry, dan Arysca Wisnu Satria. 2019. “Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Baku Limbah Kulit Durian sebagai Elektroda Superkapasitor”. *Jurnal Integrasi Proses*. Vol. 8 No. 1.
- [13]Puspita, Kurnia Cahya. 2017. *Aplikasi karbon aktif tempurung keluwak (pangium edule) sebagai adsorben untuk pemurnian jelantah*. Skripsi. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [14]Tarigan, M.S, dan Edward. 2003. *Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) di Perairan Raha*. Makara: Sulawesi Tenggara.