

PEMANFAATAN KARBON AKTIF KULIT PISANG KEPOK (*MUSA PARADISIACA*) SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA CONGO RED DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL

Riska Septiana^{a, 1)}, Dewi Rahyuni^b, Rukmini, A.R^c

a), b), c) Sekolah Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta

¹⁾ riskaseptiana371@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman pisang cocok tumbuh di Indonesia yang beriklim tropis, sehingga hampir dijumpai di seluruh wilayah di Indonesia. Mayoritas masyarakat Indonesia hanya memanfaatkan buahnya saja, sedangkan kulit pisang menjadi limbah. Kulit pisang mengandung sejumlah unsur, diantaranya ialah asam galakturonat merupakan gugus fungsi gula karboksil yang diduga mampu mengadsorpsi zat warna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persen teradsorpsinya zat warna Congo Red, dan ekonomi karbon aktif kulit pisang kepok.

Pembuatan karbon aktif kulit pisang kepok menggunakan aktivator H_2SO_4 yang direndam selama 1,5 jam. Zat warna Congo Red berasal dari limbah simulasi dengan konsentrasi 25 ppm. Variabel bebas berupa massa karbon aktif (0,04 ; 0,06 ; 0,08 , dan 0,10 g) dan waktu kontak (30, 60, 90, dan 120 menit). Variabel terikatnya yaitu persen teradsorpsi karbon aktif kulit pisang kepok, dan analisis ekonominya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen teradsorpsi karbon aktif kulit pisang kepok tertinggi terjadi pada massa 0,1 g dengan waktu kontak 120 menit, dengan nilai 99.70%. Pada kondisi ini, analisis ekonomi menunjukkan biaya treatment sebesar Rp 1.716.000 sedangkan nilai R/C ratio yaitu pendapatan karbon aktif kulit pisang kepok untuk produksi setiap hari sejumlah Rp 564.600,00 dengan nilai R/C ratio 1,23 sehingga kriteria R/C ratio >1 , maka karbon aktif tersebut efisien dan menguntungkan apabila diusahakan.

Kata Kunci: Karbon aktif, Efisiensi usaha, Congo Red, Analisis ekonomi, Kulit pisang kepok.

THE UTILIZATION OF ACTIVATED CARBON KEPOK BANANA PEELS (*MUSA PARADISIACA*) AS ADSORBENT OF CONGO RED COLORS IN LIQUID WASTE OF THE TEXTILE INDUSTRY

ABSTRACT

Banana plants are suitable for growing in Indonesia with a tropical climate, so they are almost found in all regions in Indonesia. The majority of Indonesian people only use the fruit, while banana peels become waste. Banana peel contains a number of elements, including galacturonic acid, which is a functional group of carboxyl sugars that are thought to be able to absorb dye. This study aims to analyze the percentage of adsorption of Congo Red dye, and the active carbon economy of banana kepok peel.

The production of activated carbon of banana kepok peel uses an H_2SO_4 activator that is soaked for 1.5 hours. Congo Red dye comes from simulated waste with a concentration of 25 ppm. The free variables were the mass of activated carbon (0.04; 0.06; 0.08, and 0.10 g) and contact time (30, 60, 90, and 120 minutes). The bound variables are the percent adsorption of activated carbon of banana kepok peels, and the economic analysis.

The results showed that the highest percent of activated carbon adsorption of banana kepok peel occurred at a mass of 0.1 g with a contact time of 120 minutes, with a value of 99.70%. In this condition, economic analysis shows that the treatment cost is Rp 1,716,000 while the R/C ratio value, namely the active carbon income of banana peel for daily production is Rp 564,600.00 with an R/C ratio value of 1.23 so that the R/C ratio criterion >1 , the activated carbon is efficient and profitable if strived.

Keywords: Activated carbon, Business efficiency, Congo Red, Economic analysis, Banana peel.

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat di bidang industri tekstil menimbulkan dampak positif dan negatif bagi kehidupan manusia. Selain dapat meningkatkan taraf hidup dengan tersedianya lapangan pekerjaan dan terpenuhinya kebutuhan sandang, perkembangan industri tekstil menimbulkan permasalahan di bidang kesehatan lingkungan. Industri tekstil merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair berupa zat warna. Limbah zat warna yang dihasilkan dapat menimbulkan masalah baru yakni kerusakan lingkungan karena bersifat *non-biodegradable*, beracun, dan stabil (Gupta dkk., 2004), oleh karena itu diperlukan suatu upaya untuk mengurangi pencemaran dari zat warna tersebut. Salah satunya adalah adsorpsi menggunakan adsorben. Pemanfaatan limbah yang berasal dari pertanian merupakan salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan pencemaran ini. Menurut Khan *et al.* (2011) bahwa limbah pertanian yang merupakan tongkol jagung, tempurung kelapa, ampas tebu, dan kulit buah seperti kulit jeruk dan kulit pisang dapat dijadikan adsorben. Kulit pisang yang merupakan limbah pertanian yang selama ini hanya dibuang begitu saja ternyata mampu digunakan sebagai adsorben dalam menghilangkan zat warna reaktif seperti Sunzol Yellow GR dalam perairan. Menurut Pankaj *et al.* (2012), kulit pisang mengandung sejumlah nitrogen, sulfur, dan komponen organik seperti asam karboksilat, selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil, dan zat pektin yang mengandung galakturonat, arabinosa, galaktosa, dan rhamnosa. Asam galakturonat diduga berperan sebagai senyawa yang dapat mengadsorpsi zat warna dan merupakan gugus fungsi gula karboksil.

METODE PENELITIAN

Pembuatan air limbah zat warna dengan melarutkan 1 g zat warna *Congo Red* ke dalam gelas beker, kemudian dilakukan pengenceran dengan cara dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 1000 ml serta ditambahkan aquades sampai tanda batas labu ukur tersebut. Untuk pengujian awal sampel zat warna *Congo Red* sebanyak 0,5 ml; 1 ml; 1,5 ml; 1 mL; dan 2,5 ml diambil dari larutan induk *Congo Red* 1000 ppm dengan menggunakan buret (pipet ukur). Masing-masing larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar *Congo Red* dengan konsentrasi berturut-turut 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm. Pengenceran zat warna *Congo Red* hasil yang didapat adalah 0,5 ml = 5 ppm; 1 ml = 10 ppm; 1,5 ml = 15 ppm; 2 ml = 20 ppm; serta 2,5 ml = 25 ppm (Agusty, 2012).

Kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) sebanyak 1 kg dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada kulit pisang sehingga kulit pisang benar-benar bersih. Lalu kulit pisang kepok dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1-2 cm dan kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 5 hari kemudian difurnace pada suhu 400 °C selama 2,5 jam (abu hitam). Selanjutnya kulit pisang kepok digiling halus untuk mendapatkan ukuran yang seragam dan diayak menggunakan tanur 100 mesh. Setelah digiling, serbuk halus kulit pisang kepok direndam dengan aktivator H₂SO₄ selama 1,5 jam. Dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 45 menit, setelah dioven lalu dicuci menggunakan aquabidest agar menghasilkan karbon aktif bernilai konstan dan steril dari pengotor-pengotor lainnya, kemudian disaring, dan karbon aktifnya dikeringkan kembali selama 2 jam ke dalam oven (Lantang dkk., 2017).

Penelitian ini menggunakan limbah simulasi/etalase agar dapat mengontrol varian dari semua variabel yang berpengaruh. Pembuatan limbah simulasi ini menggunakan sebanyak 1 gram *Congo Red* ditimbang dan dilarutkan dengan aquades dalam gelas beker, kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 ml serta ditambahkan aquades sampai batas sehingga didapat dengan konsentrasinya 1000 ppm. Sebanyak 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 ml diambil dari larutan induk *Congo Red* 1000 ppm dengan menggunakan buret/pipet ukur. Masing-masing larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar *Congo Red* dengan konsentrasi berturut-turut 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm. Larutan standar *Congo Red* tersebut dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm diukur panjang gelombang dan absorbansi dengan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum diukur 400-700 nm dan diperoleh dari nilai absorbansi tertinggi dari larutan *Congo Red*. Sebelum dilakukan pengukuran absorbansi larutan standar *Congo Red*, diukur terlebih dahulu larutan blanko menggunakan spektrofotometer UV-Vis, larutan blanko yang digunakan adalah aquades. Hasil yang didapat selanjutnya ditulis dalam

pembahasan berupa tabel dan puncak panjang gelombangnya kemudian dibuat kurva standar *Congo Red* dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm diukur nilai absorbansinya dengan alat spektrofotometer UV-Vis dan dibuat persamaan garis liniernya. Persamaan regresi linier secara umum $y = a + bx$, dengan sumbu x sebagai konsentrasi *Congo Red* (ppm) dan sumbu y sebagai absorbansi.

Sebanyak 12,5 ml larutan induk *Congo Red* 1000 ppm diambil menggunakan buret. Larutan dimasukkan dalam labu ukur 500 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan sampel *Congo Red* dengan konsentrasi 25 ppm.

Uji adsorpsi terhadap zat warna *Congo Red* berikut ini mengikuti prosedur Fitriani *et al.* (2015) yang dimodifikasi. Sebanyak 0,02 gram karbon aktif H_2SO_4 diaduk dengan *magnetic stirrer* dalam larutan *Congo Red* 25 ppm sebanyak 25 ml selama 10 menit (waktu kontak), selanjutnya larutan disentrifugasi dan disaring sehingga bagian filtratnya dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 498 nm untuk mengetahui nilai absorbansinya sehingga dapat diketahui konsentrasinya. Perlakuan yang sama dilakukan variasi massa adsorben karbon aktif (0,04 gram, 0,06 gram, 0,08 gram, dan 0,10 gram) dan waktu kontak (30, 60, 90, dan 120 menit). Konsentrasi zat warna *Congo Red* setelah ditambahkan karbon aktif, biasa ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi kurva standar yang diperoleh dengan membuat grafik hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi.

Penentuan efisiensi penyerapan karbon aktif mengikuti prosedur Agusty (2012). Efisiensi penyerapan (% Teradsorpsi) karbon aktif kulit pisang kepok terhadap zat warna *Congo Red* ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Penyerapan} = \frac{C_t}{C_0} \times 100\%$$

Dimana C_t adalah konsentrasi yang terserap *Congo Red* (mg/l), sedangkan C_0 adalah konsentrasi awal *Congo red* (mg/l).

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis pendapatan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh dari usaha karbon aktif kulit pisang kepok. Menurut Soekartawi (2002), penerimaan adalah perkalian antara produksi dengan harga jual, sedangkan biaya adalah semua pengeluaran yang dipergunakan dalam suatu usaha, dan pendapatan adalah selisih antara penerimaan dan pengeluaran. Menghitung pendapatan dari usaha karbon aktif kulit pisang kepok dapat dilihat dengan rumus di bawah ini:

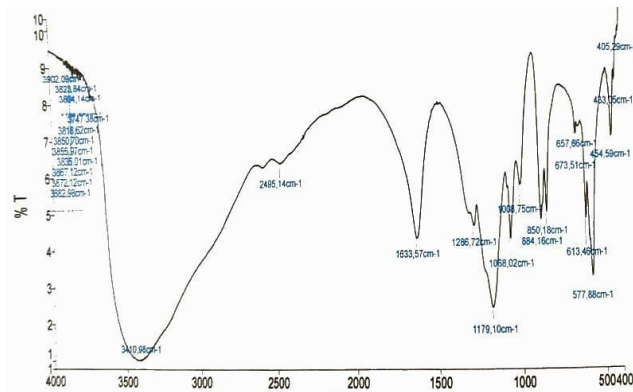
$$\Pi = TR - TC$$

Menghitung efisiensi guna mengetahui usaha karbon aktif kulit pisang kepok tersebut menguntungkan atau tidak dapat digunakan sebagai berikut:

$$R/C = \frac{\text{Penerimaan Total}}{\text{Biaya Total}}$$

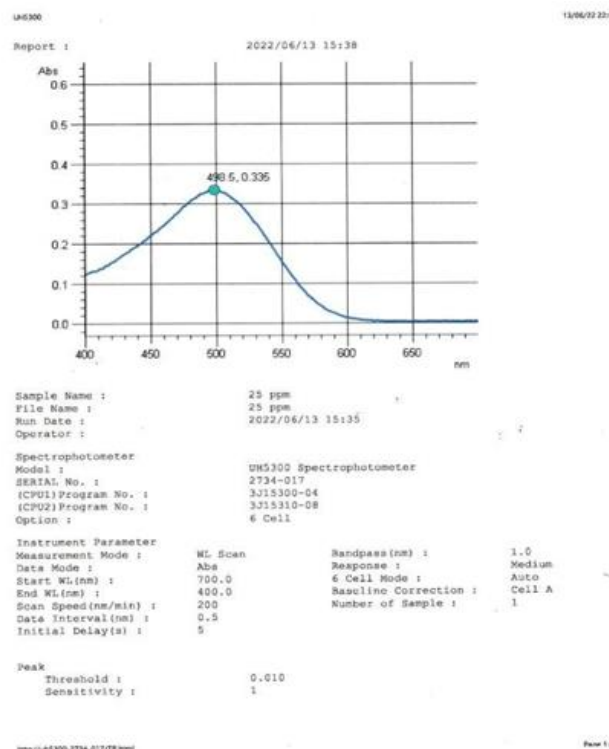
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon aktif kulit pisang teraktivasi H_2SO_4 diukur menggunakan FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada di adsorben. Hasil analisa FT-IR dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra IR Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Teraktivasi H₂SO₄

Hasil dari spektra IR menunjukkan bahwa adanya pergeseran bilangan gelombang pada puncak-puncak utama dan munculnya puncak baru pada kulit pisang kepok teraktivasi H₂SO₄. Pada kulit pisang kepok terdapat protein tryptophan yang mengandung gugus –NH₂ (gugus fungsi asam amina), protein tersebut larut karena proses aktivasi kulit pisang kepok dengan H₂SO₄, sehingga pada spektra IR kulit pisang kepok setelah diaktivasi muncul puncak bilangan gelombang 3900–3500 cm⁻¹ yang merupakan serapan dari gugus fungsional –NH₂. Selain itu terjadi pergeseran bilangan gelombang 3410,98 cm⁻¹ dan persentase teradsorpsi pada gugus –OH (hidrogen) setelah diaktivasi H₂SO₄, hal ini terjadi karena gugus –OH mengalami protonasi (penambahan proton) menjadi H₃O⁺ (hidronium) bahwa ikatan O-H telah mengalami penurunan dan pergeseran serapan bilangan gelombang serta persentase teradsorpsi, reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Gambar 2. Kurva Panjang Gelombang Maksimum *Congo Red*

Pada bilangan gelombang 2495,14 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan $\text{C}=\text{N}$ dikarenakan senyawa organik mengalami pergerakan akibat dari proses aktivasi H_2SO_4 dimana proses tersebut terjadi penghilangan pengotor mineral yang terdapat pada kulit pisang kepek dan adanya kation (ion positif) dari H_2SO_4 yang larut dari senyawa organik. Pada panjang gelombang 1633,57 cm^{-1} -1286,72 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan $\text{C}=\text{O}$ (hemiselulosa) ini terjadi karena pengotor-pengotor yang menempel pada gugus $\text{C}-\text{O}$ (lignin) larut saat proses aktivasi, selain itu pada bilangan gelombang 600-400 cm^{-1} merupakan ikatan O terbelah menjadi beberapa bagian, hal ini dikarenakan proses aktivasi H_2SO_4 dapat melarutkan beberapa pengotor yang terdapat pada kandungan kulit pisang kepek seperti Ca , K , P , Mg , dan Na .

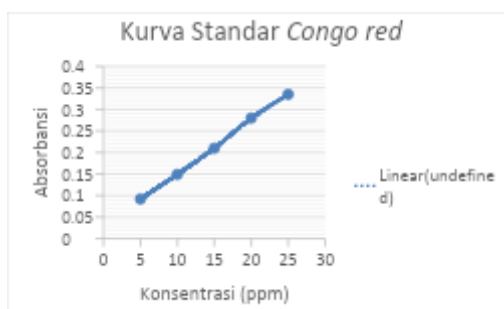
Penentuan kadar *Congo Red* yang teradsorpsi dilakukan terlebih dahulu mengukur nilai absorbansi pada panjang gelombang maksimumnya, agar mendapatkan hasil kondisi analisis dengan kepekaan tinggi dan kesalahan yang kecil sehingga dapat digunakan untuk analisis larutan dalam konsentrasi rendah (Agusty, 2012). Nilai panjang gelombang maksimum diperoleh dari pengukuran absorbansi maksimum larutan standar *Congo Red* pada konsentrasi 25 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada daerah visibel (400-700 nm) dari pengukuran panjang gelombang maksimum yang didapat adalah 498,5 nm. Selanjutnya panjang gelombang ini digunakan untuk pembuatan kurva standar dan penentuan kadar *Congo Red* sisa.

Kurva standar *Congo Red* adalah hubungan antara konsentrasi *Congo Red* dan absorbansi *Congo Red* yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Pembuatan kurva standar *Congo Red* dilakukan dengan melakukan variasi konsentrasi larutan standar *Congo Red* yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm. Larutan standar diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (498,5 nm) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengukuran Larutan Standar *Congo Red*

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi ($\text{l mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$)
1	5	0,092
2	10	0,149
3	15	0,210
4	20	0,280
5	25	0,335

Nilai absorbansi dari larutan standar tersebut digunakan untuk menentukan persamaan linier dalam bentuk persamaan $y = a + bx$, maka dibuat persamaan regresi linier dengan konsentrasi sebagai sumbu x dan absorbansi sebagai sumbu y grafik yang didapat persamaan $y = 0,0123x + 0,0281$ dengan $R^2 = 0,9987$ sehingga persamaan regresi ini akan digunakan untuk menghitung cara menentukan konsentrasi sisa larutan *Congo Red* dari persen teradsorpsi.



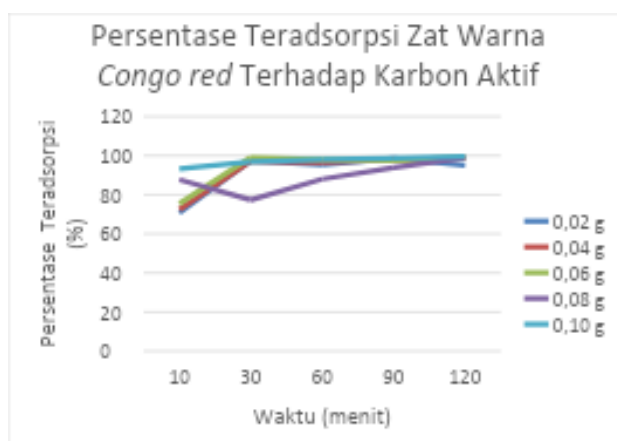
Gambar 3. Persamaan Regresi Linier Kurva Standar *Congo Red*

Penelitian selanjutnya memasuki tahap uji adsorpsi dengan menggunakan limbah zat warna *Congo Red* mandiri serta karbon aktif kulit pisang kepek teraktivasi H_2SO_4 sebagai adsorben yang dimana variasi massa adsorben (0,02 g; 0,04 g; 0,06 g; 0,08 g; dan 0,1 g) pada konsentrasi awal *Congo*

Red 25 ppm dengan variasi waktu kontak (10, 30, 60, 90, dan 120 menit) dan diketahui melalui Tabel 2 dan Gambar 4 persen teradsorpsi.

Tabel 2. Massa Adsorben dengan Waktu Kontak Pada Persen Teradsorpsi

No	Massa adsorben (gram)	Waktu kontak (menit)	Absorbansi ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$)	Congo red sisa (ppm)	Persen teradsorpsi (%)
1	0,02	10	0,118	7,3089	70,76
2	0,02	30	0,036	0,6422	97,43
3	0,02	60	0,042	1,1300	95,48
4	0,02	90	0,032	0,3170	98,73
5	0,02	120	0,043	1,2114	95,15
6	0,04	10	0,113	6,9024	72,39
7	0,04	30	0,037	0,7236	97,10
8	0,04	60	0,039	0,8861	96,45
9	0,04	90	0,034	0,4796	98,08
10	0,04	120	0,032	0,3170	98,73
11	0,06	10	0,104	6,1707	75,31
12	0,06	30	0,031	0,2357	99,05
13	0,06	60	0,034	0,4796	98,08
14	0,06	90	0,036	0,6422	97,43
15	0,06	120	0,030	0,1544	99,38
16	0,08	10	0,066	3,0813	87,67
17	0,08	30	0,098	5,6829	77,27
18	0,08	60	0,065	3	88
19	0,08	90	0,047	1,5365	93,85
20	0,08	120	0,031	0,2357	99,05
21	0,10	10	0,049	1,6991	93,20
22	0,10	30	0,038	0,8048	96,78
23	0,10	60	0,034	0,4796	98,08
24	0,10	90	0,032	0,3170	98,73
25	0,10	120	0,290	0,0731	99,70



Gambar 4. Persen teradsorpsi Zat Warna Congo red Terhadap Karbon Aktif

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 4, tampak bahwa karbon aktif teraktivasi H_2SO_4 hasil tertinggi persen teradsorpsi 99,70% dengan waktu kontak 120 menit mampu mengadsorpsi dengan baik ini disebabkan karbon aktif teraktivasi H_2SO_4 memiliki luas permukaan yang besar. Karbon aktif kulit pisang kepok dicampur dengan aktivator H_2SO_4 , menurut Miranti (2012) bahwa zat aktivator yang bersifat higroskopis dapat menyebabkan air yang terikat kuat pada pori-pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi menjadi lepas sehingga kualitas karbon menjadi semakin baik untuk digunakan sebagai adsorben. Peningkatan ini terjadi sebagai akibat semakin banyak pengotor yang terlepas dari

permukaan karbon aktif teraktivasi H_2SO_4 yang semula menutupi permukaan karbon aktif; sehingga semakin besar luas permukaan karbon aktif maka semakin besar pula kemampuan adsorpsi karbon aktif teraktivasi H_2SO_4 . Larutan H_2SO_4 selain mengaktifkan permukaan karbon juga digunakan sebagai aktivator untuk adsorben dari selulosa dan zat pektin. Hal ini digunakan untuk menurunkan kadar air dalam kulit pisang kepok yang dapat menghambat proses adsorpsi.

Hubungan waktu kontak dengan massa adsorben dapat dinyatakan bahwa waktu kontak yang lama dan massa adsorben yang beratnya banyak akan menyebabkan nilai persen teradsorpsi semakin besar, sehingga dapat dilihat apabila nilai absorbansinya semakin kecil maka persen teradsorpsinya semakin besar. Menurut Hariastuti (2016), kemampuan adsorpsi dari suatu adsorben telah terisi oleh adsorbat sehingga jumlah adsorbat yang terserap tidak lagi bertambah secara signifikan. Hal ini menyatakan bahwa pada Gambar 4 yang mengalami perubahan dimulai waktu kontak 30 menit terjadi kenaikan pada 0,02 g; 0,04 g; 0,06 g; dan 0,1 g kecuali 0,08 g terjadi penurunan dan menuju 60 menit terjadi kenaikan dan massa adsorben yang lain hanya terjadi kenaikan sedikit demi sedikit secara signifikan. Hasil dari penelitian Tabel 1 dapat diketahui semakin besar nilai absorbansi maka semakin besar pula persen teradsorpsi zat warna *Congo Red*.

Tabel 3. Biaya *Treatment* Laboratorium

Nama Barang	Waktu Pemakaian	Satuan		Jumlah
Spektrofotometer UV-Vis <i>Single Beam</i> (Shimadzu UH-5300)	2,5 jam	Rp	50.000	Rp 250.000
Furnace (Vulcan A-550)	2 kali	Rp	25.000	Rp 50.000
<i>Sentrifuger</i>	5 kali	Rp	20.000	
FTIR	2 sampel	Rp	100.000	Rp 200.000
Kulit pisang kepok	1 kg	Rp	20.000	Rp 20.000
<i>Aquades</i>	15 liter	Rp	1.300	Rp 19.500
<i>Aquabides</i>	2 botol	Rp	10.000	Rp 20.000
Larutan H_2SO_4	75 mL	Rp	750	Rp 56.500
Kertas saring <i>Whattman</i> No.41	150 Lembar	Rp	6.000	Rp 900.000
Sewa tempat dan alat laboratorium	1 bulan	Rp	100.000	Rp 100.000
Total biaya treatment			Rp1.716.000	

Penelitian ini bersifat ekperimental skala laboratorium. Tabel 3 di atas menunjukkan gambaran uji skala laboratorium alat dan bahan yang dipakai merupakan perlakuan dari mulai pembuatan karbon aktif kulit pisang kepok teraktivasi H_2SO_4 hingga uji adsorpsi (persen teradsorpsi). Apabila perlakuan pada uji adsorpsi karbon aktif kulit pisang kepok terhadap zat warna *Congo Red*, dapat diketahui bahwa larutan sampel *Congo Red* yang digunakan sebanyak 25 mL kemampuan teradsorpsi tertinggi pada adsorben 0,1 g dengan waktu kontak selama 120 menit. Larutan sampel *Congo Red* apabila limbah zat warna tersebut menghasilkan 1 liter maka dibutuhkan adsorben karbon aktif sebesar 4 g dengan waktu kontak yang sama 120 menit secara berturut-turut. Hasil ini didapat apabila terdapat limbah sebanyak 1 liter maka; 1 liter = 1000 ml uji laboratorium memakai konsentrasi 25 ml sehingga didapat limbah zat warna = $\frac{1000}{25} = 40$ ml

40 mL x 0,10 gram = 4 g/ml jadi dalam 1 liter dibutuhkan 4 g/ml karbon aktif.

Kajian ekonomi tidak lepas dari keberhasilan suatu usaha, faktor ini dapat menentukan aspek permodalan yang berkaitan dengan menentukan jumlah kebutuhan modal serta pengalokasiannya. Diharapkan sebelum melakukan usaha menyusun perencanaan sesuai budget, agar tidak terjadi anggaran nilai minus. Anggaran perencanaan dalam pembuatan karbon aktif kulit pisang kepok teraktivasi H_2SO_4 ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Biaya, Penerimaan, Efisiensi Usaha Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Per Bulan

Uraian	Satuan	Jumlah	Harga/satuan (Rp)	Nilai (Rp)
Biaya variabel:				
1. Kulit pisang kepok	Kg	50	5.000	250.000
2. Bahan pendukung:				
a. Aquades	Liter	8	1.300	10.400
b. Aquabidest	Liter	10	10.000	100.000
c. H ₂ SO ₄	Liter	2,5	378.000	945.000
3. Botol plastik	Pcs	25	1000	25.000
4. Aluminium foil	Roll	3	20.000	60.000
5. Biaya labeling	Lembar	20	1000	20.000
6. Kertas saring whattman (No. 41 90mm)	Lembar	100	6000	600.000
7. Tenaga produksi	Orang	4	50.000	50.000
Sub Jumlah				2.060.400
	Orang	1	70.000	
Biaya Tetap:	Orang	1	50.000	70.000
1. Manajer	Orang	2	50.000	50.000
2. Tenaga administrasi	Hari	1	80.000	100.000
3. Tenaga uji lab	Hari	1	75.000	80.000
4. Biaya penyusutan				75.000
5. Biaya pemeliharaan				375.000
Sub Jumlah				
Total Biaya TC				2.435.400
Penerimaan:				
Nilai jual karbon aktif kulit pisang	Kg	30	100.000	3.000.000
Total penerimaan (TR)	Rp			3.000.000
Pendapatan TR-TC	Rp			564.600
R/C Ratio = 3.000.000/2.435.400				1,23

Pembuatan karbon aktif kulit pisang kepok menjelaskan bahwa karbon aktif kulit pisang kepok menguntungkan dan efisien untuk usaha dari nilai pendapatan yang diperoleh untuk setiap produksi (per hari) adalah positif yaitu Rp 564.600,00 dan *R/C ratio* 1,23. Pendapatan diperoleh dari total (TR) sebesar Rp 3.000.000,00 dikurangi total biaya (TC) sebesar Rp 2.435.400,00 sedangkan nilai efisiensi usaha (*R/C ratio*) didapatkan dari total penerimaan (TR) dibandingkan total biaya (TC). Nilai *R/C ratio* sebesar 1,23 menunjukkan bahwa setiap Rp 1,00 biaya yang dikeluarkan per satuan unit akan memperoleh penerimaan sebesar Rp 1,23 dengan besaran pendapatan mencapai Rp 0,23. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif kulit pisang kepok efisien untuk diusahakan karena nilai *R/C ratio* yang didapatkan lebih dari satu ($R/C > 1$).

Hasil analisis pasar dapat diketahui bahwa karbon aktif kulit pisang kepok ini memiliki kelebihan dari aspek kualitas dan kuantitas dalam mengadsorpsi limbah dengan waktu yang singkat, selain itu bahan baku kulit pisang yang banyak dan sering dijumpai di manapun. Namun, banyak masyarakat kurang peduli terhadap karbon aktif kulit pisang kepok selain kurangnya pengetahuan juga kurang ilmu dalam menginovasi limbah kulit pisang kepok.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yaitu: massa adsorben karbon aktif kulit pisang kepok teraktivasi H₂SO₄ yang digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *Congo Red* tertinggi adalah seberat 0,1 g dengan waktu kontak 120 menit. Pada kondisi ini, persen teradsorpsi sebesar 99,70%, dan hasil analisis ekonomi pada biaya *treatment* sebesar Rp 1.716.000 sedangkan nilai *R/C ratio* yaitu pendapatan karbon aktif kulit pisang kepok untuk produksi setiap hari sejumlah Rp 564.600,00 dengan nilai *R/C*

ratio 1,23 sehingga kriteria *R/C ratio* >1, maka karbon aktif tersebut efisien dan menguntungkan apabila diusahakan.

Saran yang diperlukan untuk kajian lebih mendalam terhadap kualitas karbon aktif kulit pisang kepok ke depannya dapat dilakukan dengan cara yaitu: memvariasikan jenis aktivator yang berbeda (seperti: KOH, NaCl, H₃PO₄, dll), penambahan waktu kontak (seperti: 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan seterusnya), penambahan massa adsorben (seperti: 1 g, 1,5 g, 2 g, dan seterusnya), sampel limbah dapat diganti dari limbah logam maupun zat warna lain, dapat ditambahkan variasi pH dan suhu, menggunakan metode statistik anova agar lebih mudah dan paham, kajian ekonomi karbon aktif kulit pisang dapat diganti dengan limbah yang lain untuk perbandingan karbon aktif yang lebih baik dan efisien, dan nilai ekonomi menggunakan NPV untuk menghitung nilai investasi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

Agusty, Inge Prima. 2012. Penggunaan Zeolit Terimpregnasi TiO₂ Untuk Mendegradasi Zat Warna Congo Red. *Skripsi*. Departemen Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Fitriani, D., D. Oktiarni., dan Lusiana. 2015. Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Gradien*. 11(2): 1091-1095.

Gupta, V.K., Mittal, A., Krishnan, I., Gejbe, V. 2004. *Adsorbtion Kineties and Column Operations For The Removal And Recovery Of Malachite Green From Wastewater Using Bottom Ash*. Separation and purification Technology. Inpress.

Hariastuti, N, dan Djajanti, S. 2016. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Karbon Aktif Pada Proses Purifikasi CH₄ dari Biogas. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 7(2).

Khan, T., Amin, M. dan Chaudhuri, M. 2011. Banana Peel: A Low-Cost Adsorbent for Removal of Reactive Dye from Aqueous Solution. *Proceedings International Conference on Civil, Offshore and Environmental Engineering*. University Teknologi Petronas.

Lantang, A. C., Abidjulu, J., & Aritonang, H. F. 2017. Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Pisang Goroho (*Musa acuminata*) Sebagai Adsorben Zat Pewarna Tekstil Methylene Blue. *Jurnal MIPA*, 6(2), 55. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17759>

Miranti, S. T. 2012. *Pembuatan Karbon Aktif dari bambu dengan Metode Aktivasi Terkontrol menggunakan Activating Agent H₃PO₄ dan KOH*. Teknik Kimia, Depok. Universitas Indonesia.

Pankaj, Tanwar, B., Ghoyal, S., dan Patnala, P. K. 2012. A Comparative Study of Sonosorption of Reactive Red 141 Dye on TiO₂, Banana Peel, Orange peel and Hardwood Saw Dust. *J. Applicable Chemistry*, 1(4): 505-511.

Soekartawi. 2002. *Analisis Usaha Tani*. Universitas Indonesia-Press.