

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR ARANG AKTIF DAN WAKTU KONTAK LIMBAH TERHADAP KANDUNGAN TDS DAN ZAT WARNA LIMBAH CAIR BATIK

Ricana Rindu Indihani *, Wahyunanto Agung Nugroho, Musthofa Lutfi

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: Ricanarindu@gmail.com

ABSTRAK

Arang aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi ataupun dengan proses aktivasi. Daya serap arang aktif disebabkan adanya pori yang besar jumlahnya, sehingga menimbulkan gejala kapiler yang menyebabkan adanya daya serap. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi penggunaan arang aktif limbah kulit siwalan dengan aktivator H₂SO₄ dan lama kontak dengan limbah cair batik terhadap kadar nilai TDS, warna, dan pH limbah cair batik. Adsorpsi adalah proses saat solute yang berupa gas atau cairan tertarik ke permukaan (adsorben) dan membentuk adsorbat (molekular). Adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi tersebut adalah arang aktif yang diaplikasikan pada limbah cair batik tulis UKM Amali CH Sidoarjo. Limbah cair batik tersebut mengandung polutan berupa logam berat, padatan tersuspensi, ataupun zat organik yang dapat meningkatkan kandungan BOD, COD, dan TDS sehingga menurunkan kualitas air. Hasil penelitian dengan optimasi menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor yaitu konsentrasi aktivator H₂SO₄ (5M dan 7M) dan waktu kontak dengan limbah (90, 120, 150, dan 180 menit). Hasil penelitian menunjukkan pH limbah cair dengan konsentrasi H₂SO₄ 5M sebesar 3,7- 3,9 dan pH limbah cair dengan konsentrasi H₂SO₄ 7M sebesar 6,13-6,27. Nilai TDS menurun hingga 19,67 ppm dengan proses adsorpsi arang aktif 7M dan 42,67 ppm untuk arang aktif berkonsentrasi H₂SO₄ 5M. Zat warna yang diadsorpsi arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 5M hingga 7,72 ppm dan 1,52 ppm yang diadsorpsi dengan arang aktif dengan konsentrasi H₂SO₄ 7M. Kapasitas maksimum yang mampu diserap arang aktif dapat menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich.

Kata kunci: Adsorpsi, Arang Aktif, Kulit Siwalan, Limbah Cair Batik, TDS, Zat Warna

Effect of Concentration Activated Carbon As An Activator And Waste Contact Time On The TDS Content and Liquid Waste of Batik Dyes

ABSTRACT

Activated charcoal is a porous solids containing 85-95% carbon produced from carbonaceous material by heating at high temperatures or with the activation process. Activated charcoal absorption due to the large pores, causing symptoms of capillaries which causes the absorption. The purpose of this study is to find the effect of concentration use of the active carbon waste with activator H₂SO₄ and contact time with activated carbon waste water of batik to levels tds value , dye , and ph waste water of batik .Adsorption is the process of when of solute of gas or liquid attracted to the surface of (adsorben) and form adsorbat (molecular). Adsorbent used to the process adsorption was the active carbon applied on waste water of batik UKM Amali CH Sidoarjo. Waste water batik contain pollutants of heavy metal , solids suspended , or of organic substances can increase BOD, COD , and TDS thus reducing the

quality of water. The results of the study with Completely Randomized Factorial Design methods that consist of two factor, there are the concentration of activated carbon H₂SO₄ (5M and 7M) and contact time with activated carbo waste (90, 120, 150, and 180 minutes). The results of the study showed pH waste water by concentration of the H₂SO₄ 5M of 3,7-3,9 and ph waste water by concentration of the H₂SO₄ 7M of 6,13-6,27. Value TDS declined by 19,67 ppm by the process adsorption the activated carbon H₂SO₄ 7M and 42,67 ppm to the activated carbon concentrate H₂SO₄ 5M. Colors that can be adsorbed with the activated carbon concentration H₂SO₄ 5M to 7,72 ppm and 1.52 ppm who can be adsorbed with activated carbon by concentration of the H₂SO₄ 7M. Maximum capacity is capable of being adsorbed the activated carbon can use equation Langmuir and Freundlich .

Key words: Activated Carbon, Adsorption, Dye, Siwalan Peel, TDS, and Waste Water of Batik

PENDAHULUAN

Dalam proses produksi pada industri batik banyak menggunakan bahan kimia serta air. Bahan kimia ini biasanya digunakan pada proses pewarnaan dan pencelupan. Limbah cair dari proses pewarnaan dan pencelupan terdapat polutan dapat berupa logam berat, padatan tersuspensi, ataupun zat organik. Proses pembatikan terdiri dari pembuatan pola, pembatikan tulis, pewarnaan, pencelupan, penghilangan lilin, dan pencucian akhir. Pada proses pewarnaan dan penghilangan lilin dihasilkan limbah cair dengan kandungan COD dan warna yang tinggi (Purwaningsih, 2008). Berdasarkan cara pencelupan atau pewarnaannya bahan yang akan diwarnai digolongkan menjadi zat warna asam, basa, dan lain-lain. Salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri batik adalah remazol red dan golden yellow.

Limbah cair yang mengandung zat warna pada industri batik biasanya dialirkan langsung ke sungai tanpa pengolahan limbah terlebih dahulu. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air akibat cemaran zat warna. Sehingga limbah cair yang mengandung zat warna tersebut dapat menaikkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*). Nilai ambang batas COD dalam limbah batik adalah 250 mg/L (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 1995). Dikarenakan tingginya nilai COD akibat cemaran zat warna, maka perlu dilakukan pengolahan limbah industri batik. Selain kandungan COD yang tinggi, didalam limbah cair batik juga terdapat padatan yang terlarut. TDS merupakan parameter dari jumlah material yang dilarutkan dalam air. Penyebab utama terjadinya TDS adalah bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan. Tingkat kadar TDS yang tinggi akan memberikan kualitas air yang kurang baik atau tingkat pencemaran yang tinggi.

Beberapa penanganan limbah cair dapat dilakukan dengan pengolahan secara fisika maupun kimia. Pada proses penanganan limbah cair secara fisika diantaranya adalah pengayakan, pengendapan, penjernihan, pengadukan cepat, dan penyaringan. Sedangkan pada penanganan limbah secara kimia adalah dengan penambahan bahan kimia.

Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik karbon organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori. Arang aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap dari arang aktif dapat ditentukan oleh luas permukaan partikel. Daya penyerapan dari arang aktif menjadi lebih tinggi jika arang tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia atau pemanasan pada temperatur tinggi (Sembiring dan Sinaga, 2003). Bahan kimia yang membantu aktivasi arang aktif ini dapat berupa H₂SO₄, HCl, H₃PO₄, dan ZnCl₂. Sedangkan bahan yang diaktivasi antara lain kayu, batu bara muda, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, tempurung biji jarak, tempurung biji karet, sekam padi, tempurung kemiri. Salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah limbah kulit siwalan.

Siwalan banyak dijumpai di daerah Jawa, diantaranya adalah di Lamongan dan Tuban, Jawa Timur. Kebanyakan siwalan diambil daging buah dan nira untuk dibuat dalam bentuk makanan sedangkan limbah siwalan berupa kulitnya dibuang begitu saja. Limbah kulit siwalan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan arang aktif karena serat sabut siwalan kering mengandung selulosa yang cukup tinggi, yaitu 89,2% (Dewati, 2010).

Telah banyak dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan arang aktif untuk penyerapan limbah cair batik menggunakan arang aktif limbah gergaji kayu jati oleh Sudarja (2012). Penelitian Mia Azami (2012), tentang penurunan kadar organik serta logam berat Fe, Mn, Cr, dengan metode koagulasi dan adsorpsi. Dalas (2015) dengan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai arang aktif dan pasir aktif untuk mengadsorpsi pH dan kandungan COD pada limbah laundry. Penelitian lain dari Esty Rahmawati (2013) memanfaatkan sabut siwalan untuk adsorpsi Pb^{2+} dengan $ZnCl_2$.

Bahan kimia yang biasanya digunakan pada proses pembatikan, pada umumnya tidak akan masuk seluruhnya dalam bahan batik sehingga ketika dicuci, air cucian masih mengandung zat warna dan zat pembantu lainnya. Penelitian ini memanfaatkan limbah kulit siwalan sebagai arang aktif dengan aktivator H_2SO_4 yang dapat menurunkan nilai *total dissolved solid* yang terkandung dalam limbah batik. Diharapkan dalam penelitian ini mampu menurunkan nilai *Total Dissolved Solid* dan zat warna yang terkandung dalam limbah cair batik sebelum dibuang ke lingkungan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pembakar, saringan 60 mesh, aluminium foil, blender, kertas saring, kain saring, stopwatch, gelas ukur, erlemeyer, timbangan analitik, corong, oven, pH meter, horizontal shaker, dan desikator. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit siwalan, aktivator H_2SO_4 (5M dan 7M), dan limbah cair batik.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental, yaitu mengadakan percobaan secara langsung untuk memperoleh data yang diteliti. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 3 kali ulangan.

Aktivator asam sulfat (H_2SO_4)(A)

A1 : aktivator H_2SO_4 5M

A2 : aktivator H_2SO_4 7M

Waktu kontak arang aktif terhadap limbah cair batik(B)

B1 : waktu kontak limbah selama 90 menit

B2 : waktu kontak limbah selama 120 menit

B3 : waktu kontak limbah selama 150 menit

B4 : waktu kontak limbah selama 180 menit

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Arang Aktif dan Waktu Kontak Limbah

Aktivator	Waktu Kontak			
	B1	B2	B3	B4
A1	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4
A2	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4

Metode Analisa

1 . Metode Analisa pH Pada Limbah Cair Batik

Pengukuran pH pada limbah cair batik dengan menggunakan alat pH meter. Metode yang digunakan yaitu dengan menimbang 5 gram arang aktif dengan masing-masing konsentrasi 5M dan 7M yang kemudian dihomogenkan dengan 150 mL limbah cair batik dengan cara dishaker dengan kecepatan 150 rpm dan pada waktu kontak limbah yang telah ditentukan yaitu 90, 120, 150, dan 180 menit. Hasil dari proses shaker kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring kemudian diukur pH dari limbah tersebut.

2. Metode Analisa TDS Pada Limbah Cair Batik

Metode ini digunakan untuk menentukan kadar padatan terlarut total dalam air dan air limbah. Timbang cawan Alumunium sebelum diisi aairsampel sebagai A1. Tuangkan air sampel kedalam gelas ukur sesuai volume yang dibutuhkan, saring air sampel. Sebanyak 25 ml air sampel yang sudah disaring, dimasukkan kedalam cawan Alumunium yang telah diketahui beratnya. Sampel air tersebut kemudian diuapkan menggunakan hot plate sampai tersisa sedikit air, lalu dimasukkan kedalam oven sampai kering Setelah air menguap dengan sempurna, masukan cawan pada desikator selama 3 menit.

3. Metode Analisa Zat Warna Pada Limbah Cair Batik

Metode yang digunakan pada pengukuran zat warna ini adalah dengan spektrofotometri. Pada metode ini dibuat larutan standar dari PtCo dengan acuan 1 ppm zat warna diperoleh adsorbansi sebanyak 0,051 A, 2 ppm sebanyak 0,013 A, 3 ppm sebanyak 0,149 A, dan 4 ppm sebanyak 0,200 A. Hasil dari adsorbansi ini dibaca dengan alat spektrometer dengan panjang gelombang 530nm. Hasil dari adsorbansi tersebut dibuat garis kemiringan slop (A), maka diperoleh larutan standar dari sebesar 0,0501 A. Sampel limbah cair batik yang keruh kemudian diencerkan untuk mendapatkan nilai dari zat warna yang terkandung dengan persamaan:

$$\text{ppm} = \frac{\text{adsorpsi sampel} \times \text{pengenceran}}{\text{slop (A)}}$$

Nilai kadar zat warna yang terkandung pada limbah cair batik tersebut dibandingkan dengan larutan standar yang sudah dibuat tadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arang aktif dengan bahan kulit siwalan ini memiliki rendemen berkisar 52,28- 65,69% dan kadar air dari arang aktif berkisar 0,75-0,79%. Nilai kadar air ini dipengaruhi oleh waktu dan kondisi serta pengolahan arang aktif. Karakteristik arang aktif adalah kemampuan dalam meyerap larutan iodine. Hasl pengujian daya serap iodine dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya Serap Iodine

Jenis arang aktif	Daya serap iodium	SII
Arang aktif teraktivasi H ₂ SO ₄ 5M	482 ppm	750 ppm
Arang aktif teraktivasi H ₂ SO ₄ 7M	596 ppm	

Daya serap iodine arang aktif dengan konsentrasi H₂SO₄ 5M dan 7M masih dibawah batas SII. Tinggi rendahnya daya serap arang aktif terhadap zat iodium menunjukkan jumlah mikropori yang terbentuk dalam arang aktif. Semakin tinggi daya serap iodium maka semakin banyak mikropori yang terbentuk pada arang aktif (Prawirakusumo dalam Imawati, 2015). Namun menurut Pari (1999) dalam Kurniawan, rendahnya daya serap iodine dapat disebabkan oleh kerusakan atau erosi dinding pori karbon dan struktur pori yang terbentuk sedikit dan tidak

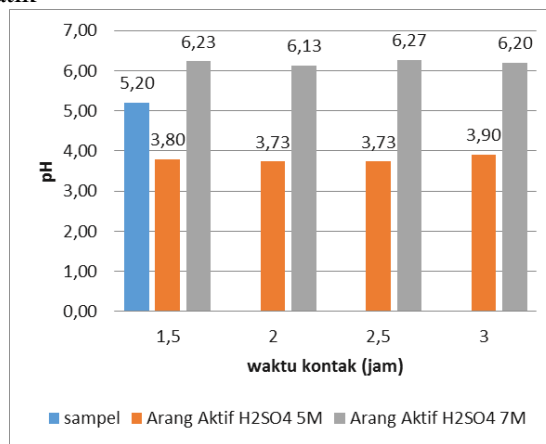
dalam. Hasil pengujian limbah cair batik dari UKM Amali CH Sidoarjo dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Limbah Cair Batik

Parameter Uji	Hasil Uji
pH	5,2
TDS	78 ppm
Warna	12,45 ppm

Tabel 3 menunjukkan hasil uji kandungan dari limbah batik dan parameter pH, TDS, dan warna masih dibawah baku mutu limbah, sehingga masih diperlukan pengolahan limbah dengan proses adsorpsi.

1. pH Limbah Cair Batik

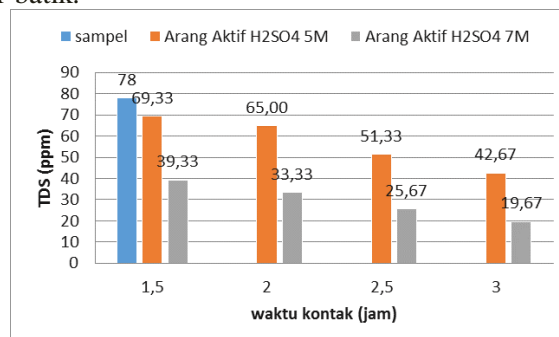


Gambar 1. Grafik pH Limbah Cair Batik

Hasil pengukuran pH pada penggunaan arang aktif berkonsentrasi 5M H₂O₄ belum memenuhi batas toleransi karena pH yang dihasilkan berkisar 3,73-3,90. Sedangkan pengukuran nilai pH pada penggunaan arang aktif berkonsentrasi 7M H₂SO₄ masih dalam batas toleransi yaitu 6,13-6,27. Karena menurut baku mutu air, pH masih dalam batas toleransi yang dipersyaratkan yaitu 6,0-9,0 (PerGub No.72 tahun 2013).

2. Total Dissolved Solid (TDS)

Pengaruh perbedaan konsentrasi arang aktif juga terjadi pada pengukuran nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) limbah cair batik.



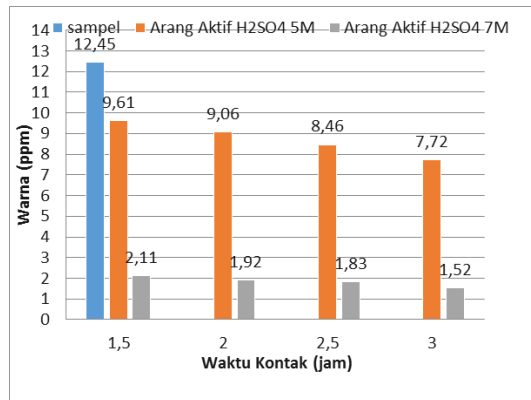
Gambar 2. Grafik TDS Limbah Cair

Pada penurunan TDS dengan menggunakan arang aktif 5M nilai TDS berkisar antara 42,67-69,33 ppm, namun pada penggunaan arang aktif 7M nilai TDS yang diserap berkisar antara

19,67-39,33 ppm. Semakin tinggi konsentrasi arang aktif yang digunakan sebagai adsorben terjadi keefisiensian penyerapan dan penurunan kapasitas serap.

1. Zat Warna Limbah Cair batik

Pengaruh perbedaan konsentrasi arang aktif juga terjadi pada pengukuran nilai zat warna limbah cair batik.



Gambar 3. Grafik Zat Warna Limbah Cair

Penggunaan arang aktif dengan konsentrasi 5M mampu menyerap kandungan zat warna limbah cair batik hingga 7,72 dari kondisi awal 12,45 ppm dengan waktu kontak terhadap limbah 3 jam. Sedangkan pada arang aktif dengan konsentrasi 7M zat warna yang mampu diserap dengan kontak waktu 3 jam 1,52 ppm. Hal ini sesuai dengan penelitian Sudarja (2012), bahwa waktu kontak terhadap limbah cair dapat berpengaruh pada penurunan kadar zat warna limbah cair batik tulis.

4. Adsorpsi Isoterm

Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif yang memiliki perbedaan konsentrasi pada saat arang dilakukan perendaman. Proses adsorpsi dihitung berdasarkan konsentrasi arang aktif dan waktu kontak antara adsorben dan adsorbat selama waktu yang telah ditentukan yaitu 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit. Proses penyerapan limbah cair batik dapat diketahui dari rumus persamaan Langmuir dan Freundlich.

Pada pembuatan grafik untuk persamaan Langmuir dan Freundlich maka harus diketahui nilai dari adsorbat yang terserap oleh adsorben (x/m), Ce/(x/m), log(x/m), dan log Ce. Dari grafik yang telah dibuat akan diketahui besar nilai determinasi (R²), dimana apabila nilai determinasi semakin besar (mendekati 1), maka prediksi yang dibuat akurat.

a. Total Dissolved Solid (TDS)

Kapasitas maksimum yang mampu diadsorpsi arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 5M dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persamaan Regresi Linear dan R²

Parameter	Persamaan Regresi	R ²
	Linear	
Langmuir	$y = 1,2023x - 48,468$	0,9019
Freundlich	$y = -2,8271x + 5,501$	0,9554

Daya adsorpsi arang aktif 5M terhadap limbah cair batik tulis untuk kandungan TDS diperoleh konstanta 1,2023 ppm/gram untuk persamaan Langmuir. Sedangkan untuk persamaan

Freundlich diperoleh konstanta 2,8271 ppm/gram. Kapasitas maksimum arang aktif H₂SO₄ 7M dalam meyerap TDS dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persamaan Regresi Linear dan R²

Parameter	Persamaan Regresi	R ²
Linear		
Langmuir	$y = 0,1721x - 1,8383$	0,9869
Freundlich	$y = -0,5861 + 1,8345$	0,9767

Daya adsorpsi maksimum arang aktif 7M terhadap limbah cair batik untuk kandungan TDS diperoleh nilai konstanta persamaan Langmuir 0,1721 ppm/gram. Sedangkan untuk nilai konstanta persamaan Freundlich 0,5861 ppm/gram.

b. Zat Warna

Kapasitas maksimum arang aktif H₂SO₄ 5M dalam meyerap zat warna dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persamaan Regresi Linear dan R²

Parameter	Persamaan Regresi	R ²
Linear		
Langmuir	$y = 4,5381x - 27,67$	0,9767
Freundlich	$y = -2,3084 + 2,0327$	0,9881

Daya adsorpsi maksimum arang aktif 5M terhadap limbah cair batik untuk kandungan pencemaran warna diperoleh konstanta 4,5381 ppm/gram untuk persamaan Langmuir dan konstanta untuk persamaan Freundlich 2,3084 ppm/gram. Kapasitas maksimum arang aktif H₂SO₄ 7M dalam meyerap zat warna dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persamaan Regresi Linear dan R²

Parameter	Persamaan Regresi	R ²
Linear		
Langmuir	$y = 0,5495x - 0,1417$	0,9997
Freundlich	$y = -0,1674x + 0,3705$	0,9964

Daya adsorpsi arang aktif 7M terhadap limbah cair batik untuk kandungan zat warna mempunyai konstanta 0,5495 ppm/gram. Sedangkan pada persamaan Freundlich mempunyai konstanta 0,1674 ppm/gram.

Dari hasil uji kandungan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan warna dengan adsorben arang aktif 5M dan 7M didapatkan koefisiensi determinasi mendekati 1 atau lebih akurat. Dengan uji TDS maupun warna dapat menggunakan persamaan Langmuir ataupun Freundlich. Berdasarkan dari data hasil penelitian, persamaan Ferundlich lebih digunakan pada adsorben arang aktif dengan konsentrasi 5M. Sedangkan pada adsorben arang aktif 7M, persamaan yang digunakan berupa persamaan Langmuir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Nilai iodine yang dihasilkan dari arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 5M sebesar 482 ppm dan arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 7M

sebesar 596 ppm. Nilai pH dari arang aktif H₂SO₄ 5M berkisar antara 3,73-3,90 dan arang aktif dengan konsentrasi H₂SO₄ 7M berkisar antara 6,13-6,27. Kadar nilai TDS dari limbah cair batik yang mampu diadsorpsi arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 5M hingga 42,67 ppm dan arang aktif dengan konsentrasi H₂SO₄ 7M mampu mengadsorpsi hingga 19,67 ppm. Nilai zat warna yang mampu diadsorpsi arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 5M hingga 7,72 ppm dan zat warna yang mampu diadsorpsi arang aktif konsentrasi H₂SO₄ 7M hingga 1,52 ppm. Persamaan adsorpsi isotherm yang digunakan pada penelitian ini menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kdasi, A, Idris A, Saed K, dan Guan C.T. 2004. *Treatment Of Wastewater By Advanced Oxidation Processes*. Global Nest the Int. J. 6:222-230.
- Dewati, Retno. 2010. **Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat Dari Sabut Siwalan Dengan Oksidator H₂O₂**. Jurnal Penelitian Teknik Kimia Vol 10, No 1 Juni 2010:29-37.
- Imawati, Anita dan Adhitiyawarman. 2015. **Kapasitas adsorpsi maksimum ion Pb (III) oleh arang aktif ampas kopi teraktivasi HCl dan H₃PO₄**. JKKVol 4(2): 50-61.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 1995. **Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri**. Jakarta. Kep-51/MENLH/10/1995.
- Purwaningsih. 2008. **Pengolahan limbah Cair batik Cv. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta Dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau Dari Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Warna**. Tugas Akhir Jogjakarta. UII.
- Sembiring, M.T. dan Sinaga T.S. 2003. **Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)**. Jurusan Teknik Industri. Universitas Sumatra Utara.