



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA VIII
"Peningkatan Profesionalisme Pendidik dan Periset Sains Kimia di
Era Masyarakat Ekonomi Asean (MEA)"
Program Studi Pendidikan FKIP UNS
Surakarta, 14 Mei 2016



**MAKALAH
PENDAMPING**

PARALEL F

ISBN : 978-602-73159-1-4

**STUDI ADSORPSI NISBAH BOBOT AMPAS TEH HITAM DAN
AMPAS KOPI DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH BATIK**

Yosephine Liliana Intan Danar Saputri *, Sri Hartini dan A. Ign. Kristijanto

Jurusan Kimia, Universitas Kristen Satya Wacana

* Keperluan korespondensi, tel/fax: 0857-12777587, email: 652012024@student.uksw.edu

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menentukan model isoterm adsorpsi nisbah bobot ampas teh hitam dan ampas kopi sebagai adsorben air limbah batik agar sesuai baku mutu air limbah (Perda Jateng No. 5/2012). Persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya kapasitas adsorpsi adalah persamaan adsorpsi isoterm Langmuir dan Freundlich. Alat yang digunakan dalam percobaan adalah Spektrofotometer HACH DR/EL 2700. Hasil penelitian menunjukkan bahwa COD, Cu, dan Zn memiliki kapasitas adsorpsi maksimum berturut-turut sebesar 59,8802 mg/g; 43,6681 mg/g; dan 41,6667 mg/g. Model isoterm adsorpsi untuk parameter COD lebih tepat menggunakan isoterm Freundlich, sedangkan untuk parameter Cu dan Zn lebih tepat menggunakan isoterm Langmuir.

Kata Kunci: *Adsorpsi, Ampas Kopi, Ampas Teh Hitam, Isoterm Adsorpsi, Nisbah Bobot*

PENDAHULUAN

Industri batik, di beberapa wilayah Indonesia, merupakan salah satu sumber penghasilan utama yang menopang kelangsungan hidup keluarga. Limbah cair industri batik pada umumnya mengandung logam berat (Zn, Cu, Cr, Cd, Ni, Pb, Fe dan Ag), NH₃ bebas, sulfida, bahan organik seperti fenol serta bahan kimia seperti NaOH, minyak dan lemak. Keberadaan zat tersebut menyebabkan limbah cair batik memiliki kadar BOD, COD, TSS, kekeruhan tinggi [1]. Salah satu teknik

yang bisa dilakukan dalam pengolahan limbah cair adalah penjerapan. Beberapa bahan baku yang digunakan sebagai adsorben antara lain serbuk kayu, batu bara muda, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, kopi, ampas teh, sekam padi, tempurung biji karet, tempurung biji jarak, dan tempurung biji kemiri [2].

Telah banyak penelitian memuat kemampuan limbah teh dan ampas kopi sebagai bahan penjerap logam berat, namun sejauh ini belum ada yang membahas

kemampuan penjerapan apabila kedua bahan itu dicampur. Kemampuan kedua bahan tersebut dalam menyerap logam berat dalam menyerap dari limbah industri mengikuti urutan limbah teh hitam > limbah ampas kopi > limbah teh hijau > *fuller's earth* > karbon aktif [3]. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian adalah menentukan model isoterm adsorpsi nisbah bobot ampas teh hitam dan ampas kopi sebagai adsorben air limbah batik agar sesuai baku mutu air limbah (Perda Jateng No. 5 / 2012).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Piranti

Ampas teh hitam diperoleh dari pedagang minuman Tong Tjje di Kampus UKSW. Ampas kopi diperoleh dari pedagang minuman kopi di wilayah Salatiga. Sedangkan limbah cair batik yang belum diolah diperoleh dari Kawasan Industri Batik di wilayah Solo.

Bahan kimiawi yang digunakan antara lain akuades, HCl, ZnCl₂, HNO₃, NaOH, HgSO₄, K₂Cr₂O₇, H₂SO₄, AgSO₄, Indikator Ferroin, Ferro Ammonium Sulfat.

Piranti yang digunakan antara lain peralatan refluks, 1 set peralatan gelas *pyrex*, *Furnace vulcan TM A - 500*, Oven wtb binder, *Drying Cabinet TZNAS*, *Sop Ohaus Moisture Balance MB 25*, timbangan digital *Ohaus Pioneer TM*, pH meter HANNA Instrument 9812, *JAR TEST* dan Spektrofotometer HACH DR/EL 2700.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Adsorban dari Ampas Kopi [4]

Pembuatan adsorben dilakukan dengan mengeringkan ampas kopi dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam dan dikarbonisasi pada suhu 600°C selama 4 jam. Ampas kopi

didinginkan. Selanjutnya ampas kopi diayak dengan ukuran 60 mesh. Adsorben sebanyak 150 gr direndam dalam 500 ml larutan pengaktif HCl 0,1 M selama 48 jam, ditiriskan lalu dicuci dengan akuades hingga netral. Selanjutnya dikeringkan di oven pada suhu 110°C selama 3 jam untuk dihilangkan kadar air nya.

Pembuatan Adsorban dari Ampas Teh Hitam [5]

Ampas teh dari limbah minuman teh dicuci di air mengalir selama 24 jam lalu dibilas dengan akuades kemudian dikeringkan dalam *drying cabinet* selama semalam. Setelah kering, ditambah air deionisasi dan dikocok selama 20 menit kemudian air nya dibuang. Pencucian diulang sebanyak dua kali. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 12 jam. Adsorben dicuci dengan HCl 0,1 M selama 48 jam lalu ditiriskan dan dicuci dengan akuades hingga netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 12 jam.

Pengaplikasian Adsorban

Lima toples ukuran 2.000 ml masing – masing diisi limbah batik sebanyak 1.000 ml. Penambahan adsorben dilakukan dengan berbagai kombinasi nisbah bobot ampas teh hitam dan ampas kopi (gr / gr) yaitu: (15 : 5) ; (12,5 : 7,5) ; (10 : 10) ; (7,5 : 12,5) ; dan (5 : 15) yang berukuran 60 mesh. Larutan diaduk menggunakan *JAR TEST* dengan kecepatan pengadukan dijaga pada 100 rpm selama 600 menit. Setiap 30 menit dilakukan pengambilan sampel untuk pengukuran pH, COD, Cu, Zn, TSS, dan TDS.

Setelah didiamkan selama 15 menit, larutan disaring menggunakan kertas saring *Whatman no.41*. Konsentrasi logam pada filtrat

dianalisa menggunakan Spektrofotometer HACH DR/EL 2700.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isoterm Adsorpsi *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Model isoterm adsorpsi COD dalam pengolahan limbah cair batik pada nisbah bobot ampas teh hitam: ampas kopi (12,5 gr : 7,5 gr) mengikuti isoterm Freundlich dengan persamaan $y = 1,0514x - 1,8865$ dengan nilai $K_F = 0,0130$.

Model isoterm adsorpsi COD pada limbah tekstil menggunakan karbon teraktivasi

dan batu kapur mengikuti isoterm Freundlich dengan nilai $R^2 > 0,96$ [6].

Isoterm Adsorpsi Tembaga (Cu)

Model isoterm adsorpsi Cu dalam pengolahan limbah cair batik pada nisbah bobot ampas teh hitam: ampas kopi (12,5 gr : 7,5 gr) mengikuti persamaan Langmuir dengan persamaan $C_e/(x/m) = 0,0229x - 0,0153$ dengan nilai $R^2 = 0,8906$ dan $r = 0,9437$. Dari persamaan Langmuir diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum C_m (mg/g) sebesar 43,6681 mg/g,

Tabel 1. Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich Paramater Kimiawi dari Limbah Cair Batik Menggunakan Nisbah Bobot Ampas Teh Hitam dan Ampas Kopi

No.	Parameter	NB (AT : AK) (gr / gr)	Langmuir	R_L	b	C_m (mg / g)	Freundlich	N	Log K_F	K_F
1.	COD	(12,5 : 7,5)	$y = 0.0167x - 0.2676$	0,0200	0,0624	59,8802	$y = 1.0514x - 1.8865$	0,9487	-1,8865	0,0130
			$R^2 = 0.7194$ (r = 0,8482)				$R^2 = 0.8456$ (r = 0,9196)			
2.	Tembaga (Cu)	(12,5 : 7,5)	$y = 0.0229x - 0.0153$	0,1781	1,4967	43.6681	$y = - 0.9816x - 1.0021$	1,0187	-1,0021	0,0995
			$R^2 = 0.8906$ (r = 0,9437)				$R^2 = 0.3005$ (r = 0,5482)			
3.	Seng (Zn)	(12,5 : 7,5)	$y = 0.024x - 0.059$	0,5291	0,4068	41,6667	$y = - 1.6623x - 0.0216$	0,6016	-0,0216	0,9515
			$R^2 = 0.8423$ (r = 0,9178)				$R^2 = 0.2464$ (r = 0,4964)			

Keterangan: NB = Nisbah Bobot ; AT = Ampas Teh Hitam ; AK = Ampas Kopi ; R_L = Faktor Pemisahan ; C_m = Kapasitas Adsorpsi Maksimum (mg/g) ; b = Konstanta Langmuir ; n = Konstanta Freundlich ; R^2 = Koefisien Determinasi ; r = Koefisien Korelasi ; log K_F = Kapasitas adsorpsi

Ampas kopi dapat menurunkan Cu (II) dari larutan standar $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ dan mengikuti model isoterm Langmuir – Freundlich dengan nilai $R^2 = 0,993$, b = 0,612 serta kapasitas adsorpsi maksimum Cu (II) sebesar 70 mg/g [7]. Ampas teh hitam dapat menurunkan Cu mengikuti model isoterm Freundlich dengan nilai $K_F = 2,8379$ dan nilai $R^2 = 0,992$ [8].

Isoterm Adsorpsi Seng (Zn)

Model isoterm adsorpsi Zn dalam pengolahan limbah cair batik pada nisbah bobot ampas teh hitam: ampas kopi (12,5 gr : 7,5 gr) mengikuti persamaan Langmuir dengan persamaan $C_e/(x/m) = 0,024x - 0,059$ dengan nilai $R^2 = 0,8423$ dan $r = 0,9178$. Dari persamaan Langmuir diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum C_m (mg/g) sebesar 41,6667 mg. Ampas teh hitam dapat menurunkan Zn mengikuti semua model

isoterm (Langmuir, Freundlich, Redlich-Peterson, dan Tempkin) dengan kapasitas adsorpsi maksimum Zn (II) sebesar 14,2 mg/g dengan nilai $R^2 = 0,9917$ pada suhu 333, serta nilai $K_F = 6,3624$ dan $R^2 = 0,9684$ [9].

Ampas Kopi dapat menurunkan Zn (II) dari larutan standar $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ mengikuti model isotherm Langmuir dengan nilai $R^2 = 0,968$ dan kapasitas adsorpsi maksimum Zn (II) sebesar 46,05 mg/g [10].

KESIMPULAN

Model isoterm adsorpsi untuk COD adalah isoterm Freundlich, sedangkan untuk Cu dan Zn adalah isoterm Langmuir.

Kapasitas adsorpsi untuk COD adalah 0,0130, sedangkan kapasitas adsorpsi maksimum Cu dan Zn berturut – turut sebesar 43,6681 mg/g dan 41,6667 mg/g.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Hernayanti dan E, Proklamasiningsih., 2004, Fitoremediasi Limbah Cair Batik Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) sebagai Upaya untuk Memperbaiki Kualitas Air . *Phytoremediation of Batik Liquid Waste Using Water Lettuce (Pistia stratiotes L.) for Improving Water Quality. JPP*, 4(03), 164 - 172.
- [2] Sudarja dan N Caroko., 2012, Kaji Eksperimental Efektivitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta Menggunakan Arang Aktif Mesh 80 dari Limbah Gergaji Kayu Jati. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik* 14 (01), 50 - 58.
- [3] Zuurro, A and R Lavecchia., 2010, *Adsorption of Pb(II) on Spent Leaves of Green and Black Tea. American JAS* 8(02), 153 – 159.
- [4] Imawati, A. dan Adhitiyawarman., 2015, Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb (II) oleh

Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H_3PO_4 . *JKK* 4(02), 50 - 61.

[5] Retnowati., 2005, Efektivitas Ampas Teh sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil. Skripsi. FMIPA IPB.

[6] Dhas, J. P. A/L. A., 2008, *Removal of COD and colour from textile wastewater using limestone and activated carbon*. Thesis. Universiti Sains Malaysia.

[7] Kyzas, G. Z., 2012, *Commercial Coffe Wastes as Materials for Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solutions. Materials*. 1826 – 1840.

[8] Cay S, Uyanik A and Ozasik A., 2004, *Single and binary component adsorption on copper (II) and cadmium (II) from aqueous solution using tea industry waste*. *Sep. Purif. Technol.* 38, 273-280.

[9] Wasewar KL, Mohammad A, Prasad B and Mishra IM., 2008a, *Adsorption of Zn using factory tea waste: kinetics, equilibrium and thermodynamics*. *CLEAN: Soil, Water, Air*; 36(3), 320 -329.

[10] Kumar, Y. P., C. Bharadwaj Kumar., B. Samalatha., and G. Babu Rao., 2009, “*Removal of Zinc from Aqueous Solution Using Coffee Industry Waste*” in *Separation Processes ICSP 2009*. Mishra, P.K., Mondal M.K., and Srivastava P., (Eds), Institute of Technology Banaras Hindu University, India, 2009, 118 – 126.

TANYA JAWAB

Penanya : **Amelia Handayani Burhan**

Pertanyaan : Zat apa yang berperan dalam ampas teh/kopi hitam yang berperan dalam adsorpsi?

Penjawab : Yosephine Liliana Intan Dabutar

Jawaban : Zat kimia yang berperan adalah tanin pada teh dengan niacin pada kopi yang masing-masing memiliki gugus karboksilat, gugus karboksilat inilah yang akan mengalami pertukaran ion, sehingga ion logam Cu^{2+} dan Zn^{2+} dapat diserap oleh gugus karboksilat tersebut