

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



**PEMANFAATAN KARBON AKTIF ARANG BATUBARA
(KAAB) UNTUK MENURUNKAN KADAR ZAT WARNA
DAN LOGAM BERAT PADA LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL**

Peneliti Utama:
Denny Vitasari, ST, MEngSc

Anggota:
1. Kusmiyati, ST, MT, PhD
2. Ir. Ahmad M Fuadi, MT

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
OKTOBER 2009**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HIBAH BERSAING**

1. Judul Penelitian : Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (KAAB) untuk Menurunkan Kadar Zat Warna dan Logam Berat pada Limbah Industri Tekstil
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Denny Vitasari, ST, MEngSc
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 974
 - d. Jabatan Fungsional : S2/Asisten Ahli
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Bidang Keahlian : Adsorpsi
 - g. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
 - h. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta

Tim Peneliti

No.	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Kusmiyati, ST, MT, PhD	Zeolit	Teknik/ Teknik Kimia	UMS
2.	Ir. Ahmad M Fuadi, MT	Limbah	Teknik/ Teknik Kimia	UMS

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan: 2 tahun
 - b. Biaya total yang diusulkan : Rp 98.820.000
 - c. Biaya yang disetujui tahun ke-1 : Rp 45.000.000



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

H. Sri Widodo, M.T.
NIK: 542

Surakarta, 31 Oktober 2009
Ketua Peneliti,

Denny Vitasari, S.T., M.Eng.Sc.
NIK: 974

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Dr Harun-Joko Prayitno
NIP. 132 049 998

INTISARI

Salah satu sumber limbah cair adalah dari produksi tekstil. Sumber pencemaran utama berasal dari pewarnaan kain (dyeing), dalam proses finishing pembuatan kain, di mana menggunakan bahan-bahan kimia dan zat warna. Pengolahan limbah cair dengan adsorpsi merupakan metode yang paling efektif untuk mengurangi kadar zat warna pada limbah. Alternatif penerapan teknologi adsorpsi dengan karbon aktif arang batubara dipilih karena KAAB merupakan limbah yang tidak memiliki nilai ekonomi sehingga dapat menekan biaya untuk pembelian adsorben..

Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh dari parameter proses adsorpsi, menentukan persamaan kinetika dan kesetimbangan adsorpsi zat warna Vertigo Blue 49 dengan menggunakan karbon aktif dari arang batubara (KAAB) dan proses secara batch. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah sintesis yang dibuat dengan melarutkan zat warna dalam air terdeionisasi.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa kesetimbangan terjadi pada menit ke-45 dan model isoterm adsorpsi Freundlich yang sesuai dengan adsorpsi Vertigo Blue 49. Kinetika model pseudo-second-order rate lebih sesuai untuk proses adsorpsi Vertigo Blue 49 dibandingkan model pseudo-first-order rate.

Isoterm Adsorpsi Freundlich merupakan model isoterm adsorpsi yang sesuai untuk percobaan Adsorpsi zat warna Orange DNA 13 dengan KAAB pada pH4 dan pH 9 sedangkan isoterm adsorpsi Langmuir lebih sesuai untuk percobaan tersebut pada pH 7. Kinetika model pseudo-first-order rate (orde 1) lebih sesuai untuk proses adsorpsi Orange DNA 13.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa KAAB dapat digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat Cu^{2+} dan Ag^+ . Adsorpsi KAAB mengikuti model Isoterm adsorpsi Langmuir pada pH netral, error $3,57.10^{-5}$ untuk logam Cu^{2+} dan $1,17.10^{-4}$ untuk logam Ag^+ , sedangkan pH asam mengikuti model isoterm adsorpsi Freundlich. Kinetika model pseudo-second-order rate sesuai untuk proses adsorpsi pH 7 dan model pseudo-first-order rate sesuai untuk pH 4

logam berat Cu^{2+} , sedangkan logam Ag^+ mengikuti model pseudo-first-order rate untuk semua variasi pH.

Kata kunci: Adsorpsi, KAAB, zat warna tekstil, ion logam, kinetika, kesetimbangan

PRAKATA

Industri tekstil merupakan salah satu industri andalan Jawa Tengah, dan Surakarta pada khususnya. Permasalahan yang nampak dari banyaknya industri tekstil tersebut adalah munculnya limbah yang mengganggu kesehatan masyarakat. Sumber utama limbah ini adalah dari proses pewarnaan tekstil dengan kandungan utama zat warna dan logam. Untuk itu perlu dipikirkan proses pengolahan limbah yang murah dan dapat dengan mudah diterapkan.

Penelitian ini melakukan inovasi penggunaan limbah arang batu bara sebagai karbon aktif untuk menyerap zat warna dan logam dari limbah industri tekstil. Penelitian dilakukan dengan biaya dari DP2M DIKTI dengan skema Hibah Bersaing. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan alternatif pengolahan limbah yang murah dan mudah diterapkan.

Dalam melakukan penelitian ini penulis mendapat bantuan dari banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT Indo Acidatama yang telah mengizinkan panulis untuk menggunakan arang batu bara. Terima kasih yang tak terhingga kepada Robi Indra Setyawan, Virgita Dwi Rachmatika, Puspita Adi Lystanto, dan Dlia Islamica yang telah banyak membantu dalam pengambilan data dan penyusunan laporan. Dan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Kimia UMS yang telah memberikan berbagai fasilitas untuk pengambilan data.

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan penelitian ini, untuk itu kritik dan sarang sangat diharapkan agar laporan ini dapat lebih bermanfaat.

Surakarta, 31 Oktober 2009

DAFTAR ISI

BAB I.	PENDAHULUAN	1
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Rumusan Masalah	2
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1.	Limbah Cair Industri Tekstil.....	3
2.2.	Adsorpsi	4
2.3.	Karbon Aktif	7
2.4.	Zat Warna Tekstil.....	9
2.5.	Arang Batubara	11
BAB III.	TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	12
3.1.	Tujuan Penelitian	12
3.2.	Manfaat Penelitian	12
BAB IV.	METODE PENELITIAN.....	13
4.1.	Cara Kerja	13
4.1.1.	Proses Aktivasi Adsorben	13
4.1.2.	Pembuatan Larutan Zat Warna.....	13
4.1.3.	Proses Adsorpsi Zat Warna.....	13
4.1.4.	Pembuatan Larutan Ion Logam Cu^{2+}	14
4.1.5.	Pembuatan Limbah Sintesis Ag^+	14
4.1.6.	Pembuatan Kurva Standar Cu^{2+}	15
4.1.7.	Pembuatan Kurva Standar Ag^+	15
4.1.8.	Proses Adsorpsi Logam Berat Cu^{2+}	15
4.1.9.	Proses Adsorpsi Logam Berat Ag^+	16
4.2.	Analisis Zat Warna.....	16
4.2.1.	Penentuan Panjang Gelombang.....	16
4.2.2.	Pembuatan Kurva Kalibrasi	16
BAB V.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
5.1.	Evaluasi Sifat-sifat KAAB.....	17
5.2.	Adsorpsi Zat Warna	18
5.2.1.	Adsorpsi Vertigo Blue 49.....	18
5.2.2.	Adsorpsi Orange DNA 13.....	24
5.3.	Adsorpsi Ion Logam.....	30
5.3.1.	Adsorpsi Ion Cu^{2+}	30
5.3.2.	Adsorpsi Ion Ag^+	35
5.4.	Adsorpsi Zat Warna dengan Karbon Aktif	40
BAB VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
6.1.	Kesimpulan	41
6.2.	Saran.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis Komposisi Arang Batubara (bottom ash).	11
Tabel 2. Hasil Analisis FTIR	17
Tabel 3. Perbandingan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Mula-mula (C_0) dengan Konsentrasi Setelah Adsorpsi (C) pada pH 4.....	18
Tabel 4. Perbandingan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Mula-mula (C_0) dengan Konsentrasi Setelah Adsorpsi (C) pada pH 7.....	19
Tabel 5. Perbandingan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Mula-mula (C_0) dengan Konsentrasi Setelah Adsorpsi (C) pada pH 9.....	20
Tabel 6. Data Konstanta Kecepatan Adsorpsi Vertigo Blue 49 Order 1 (k_1) dan Order 2 (k_2) pada Variasi Konsentrasi Zat Warna (C_0).....	23
Tabel 7. Perbandingan Konsentrasi Orange DNA 13 Mula-mula (C_0) dengan Konsentrasi Zat Warna Setelah Adsorpsi (C) pada pH 4.....	24
Tabel 8. Perbandingan Konsentrasi Orange DNA 13 Mula-mula (C_0) dengan Konsentrasi Setelah Adsorpsi (C) pada pH 7.....	25
Tabel 9. Perbandingan Konsentrasi Orange DNA 13 Mula-mula (C_0) dengan Konsentrasi Setelah Adsorpsi (C) pada pH 9.....	26
Tabel 10. Data Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orange DNA 13 Order 1 (k_1) dan Order 2 (k_2) pada Variasi Konsentrasi Zat Warna (C_0).....	29
Tabel 11. Perbandingan Konsentrasi Cu^{2+} Awal (C_0) dengan Konsentrasi Cu^{2+} Setelah Adsorpsi (C) pada pH 4.....	30
Tabel 12. Perbandingan Konsentrasi Cu^{2+} Awal (C_0) dengan Konsentrasi Cu^{2+} Setelah Adsorpsi (C) pada pH 7.....	31
Tabel 13. Data Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orde-1 (k_1) dan Orde-2 (k_2) Pada Variasi Konsentrasi Logam Berat Cu^{2+} (C_0).....	34
Tabel 14. Perbandingan Konsentrasi Ag^+ Awal (C_0) dengan Konsentrasi Ag^+ Setelah Adsorpsi (C) pada pH 4.....	35
Tabel 15. Perbandingan Konsentrasi Ag^+ Awal (C_0) dengan Konsentrasi Ag^+ Setelah Adsorpsi (C)	36
Tabel 16. Data Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orde-1 (k_1) dan Orde-2 (k_2) Pada Variasi Konsentrasi Logam Berat Ag^+ (C_0).....	38
Tabel 17. Perbandingan % Vertigo Blue 49 teradsorpsi dengan Menggunakan Karbon Aktif dan dengan Menggunakan KAAB.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gugus Fungsional Asam yang Terikat Pada Molekul Aromatik di Permukaan Karbon Aktif	7
Gambar 2. Gugus Molekul yang Bersifat Basa Pada Permukaan Karbon Aktif	8
Gambar 3. Struktur kimia pewarna reactive dyes Vertigo Blue 49 dan Orange DNA 13	10
Gambar 4. Hasil Analisis SEM	17
Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Setelah Adsorpsi (C_e) pada pH 4.....	18
Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Setelah Adsorpsi (C_e) pada pH 7.....	19
Gambar 7. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Setelah Adsorpsi (C_e) pada pH 9.....	20
Gambar 8. Grafik Hubungan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 4.	21
Gambar 9. Grafik Hubungan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 7.	21
Gambar 10. Grafik Hubungan Konsentrasi Vertigo Blue 49 Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 9.	22
Gambar 11. Hubungan Konsentrasi Vertigo Blue 49 (C_0) dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi (k_1).....	23
Gambar 12. Hubungan Konsentrasi Vertigo Blue 49 (C_0) dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi (k_2).....	24
Gambar 13. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Orange DNA 13 Setelah Adsorpsi (C_e) pada pH 4.....	25
Gambar 14. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Orange DNA 13 Setelah Adsorpsi (C_e) pada pH 7.....	26
Gambar 15. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Orange DNA 13 Setelah Adsorpsi (C_e) pada pH 9.....	27
Gambar 16. Grafik Hubungan Konsentrasi Orange DNA 13 Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 4.	27
Gambar 17. Grafik Hubungan Konsentrasi Orange DNA 13 Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 7.	28
Gambar 18. Grafik Hubungan Konsentrasi Orange DNA 13 Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 7.	28
Gambar 19. Hubungan Konsentrasi Orange DNA 13 (C_0) dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi (k_1).....	29

Gambar 20. Hubungan Konsentrasi Orange DNA 13 (C_0) dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi (k_2).....	30
Gambar 21. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Cu^{2+} Setelah Adsorpsi (C) pada pH 4	31
Gambar 22. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Cu^{2+} setelah Adsorpsi (C) pada pH 7	32
Gambar 23. Grafik Hubungan Konsentrasi Logam Berat Cu^{2+} Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 4	33
Gambar 24. Grafik Hubungan Konsentrasi Logam Berat Cu^{2+} Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 7	33
Gambar 25. Hubungan Konsentrasi Awal Cu^{2+} dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orde-1 (k_1)	34
Gambar 26. Hubungan Konsentrasi Awal Cu^{2+} dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orde-2 (k_2)	35
Gambar 27. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Ag^+ Setelah Adsorpsi (C).....	36
Gambar 28. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dengan Konsentrasi Ag^+ setelah Adsorpsi (C).....	37
Gambar 29. Grafik Hubungan Konsentrasi Logam Berat Ag^+ Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 4	37
Gambar 30. Grafik Hubungan Konsentrasi Logam Berat Ag^+ Setelah Adsorpsi (C_e) dengan Konsentrasi Solut yang Teradsorpsi (Q_e data dan Q_e hitung (Langmuir dan Freundlich)) pada pH 7	38
Gambar 31. Hubungan Konsentrasi Awal Ag^+ dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orde-1 (k_1)	39
Gambar 32. Hubungan Konsentrasi Awal Ag^+ dengan Konstanta Kecepatan Adsorpsi Orde-2 (k_2)	39