

PENURUNAN KONSENTRASI *DODECYL BENZENE SULFONATE* (DBS) DARI LIMBAH DETERJEN MENGGUNAKAN ARANG AMPAS KELAPA

Fauziah Nur Aisyah¹, Zakiyah Darajat¹, Zakir Sabara², Takdir Syarif²
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UMI
Jl. Urip Sumoharjo Km. 05 Makassar 90231 Telp/Fax: 0411-420351- 0811486925

INTISARI

Dewasa ini tingkat pencemaran air mengalami peningkatan secara tajam seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Pencemaran air ini disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya adalah akibat adanya limbah deterjen. Deterjen yang masih banyak digunakan di Indonesia adalah jenis *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) yang sangat sulit terdegradasi secara biologis. Belakangan ini telah diketahui bahwa ampas kelapa memiliki kandungan polisakarida yaitu selulosa. Ampas kelapa memiliki struktur permukaan berpori dan kandungan kimia berupa selulosa 16 %, mannan 26 %, dan galaktomanan 61 %. Selulosa dan galaktomanan merupakan polisakarida yang mengandung gugus -OH sehingga dapat digunakan sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi adsorben terbaik dan ukuran adsorben terbaik dalam kolom dalam menurunkan kandungan senyawa DBS yang terdapat dalam limbah deterjen. Penelitian dilakukan dengan cara memasukkan adsorben setinggi 10 cm ke dalam kolom kemudian dimasukkan limbah deterjen hingga semua adsorben terendam oleh cairan. Diambil beberapa sampel larutan deterjen tiap selang waktu 20 menit lalu dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis untuk mengetahui konsentrasi DBS yang ada di dalam larutan. Prosedur ini dilakukan untuk variasi tinggi 20 cm, 30 cm, dan 40 cm, serta variasi ukuran -6/+10 mesh, -10/+20 mesh dan -20/+50 mesh. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa pengolahan limbah deterjen menggunakan arang ampas kelapa dengan tinggi bed 40 cm terjadi penurunan konsentrasi yang cukup besar yaitu 27,6447 ppm; tinggi bed 30 cm = 15,0789 ppm dan tinggi bed 20 cm = 12,8657 ppm, sehingga tinggi bed adsorben terbaik yaitu 40 cm. Untuk penurunan konsentrasi DBS dengan ukuran adsorben -6/+10 mesh = 21,4895 ppm; -10/+20 mesh = 24,2289 ppm dan -20/+50 mesh = 25,7 ppm, sehingga arang ampas kelapa yang terbaik yaitu ukuran -20/50 mesh.

Kata kunci : DBS, Adsorpi, Ampas Kelapa

ABSTRAK

Today the level of water pollution has increased sharply in line with the increasing population. Water pollution is caused by many things, one of which is due to detergent waste. Detergents that are still widely used in Indonesia is the kind Dodecyl Benzene Sulfonate (DBS) which is very difficult biodegradable. Has recently been known that coconut pulp contains polysaccharides are cellulose. Coconut pulp has a porous surface structure and chemical content in the form of 16% cellulose, mannan 26%, and 61% galaktomanan. And galaktomanan Cellulose is a polysaccharide containing -OH group so it can be used as an adsorbent. This study aims to determine the best height and size of the adsorbent best adsorbent in a column in lowering DBS compounds contained in waste detergent. The study was conducted by inserting the adsorbent as high as 10 cm into the column and then put detergent waste until all submerged by the liquid adsorbent. Taken some samples of detergent solution for each interval of 20 minutes and then analyzed using Uv-Vis spectrophotometer to determine the concentration of DBS is in solution. This procedure is done to a high variation of 20 cm, 30 cm and 40 cm, as well as variations in the size of -6 / + 10 mesh, -10 / + 20 mesh and -20 / + 50 mesh. From the research results can be seen that the detergent wastewater treatment using charcoal coconut pulp with a 40 cm bed height decreased concentrations large enough that 27.6447 ppm; bed height 30 cm = 15.0789 ppm and 20 cm bed height = 12.8657 ppm, so the best adsorbent bed height is 40 cm. For DBS concentrations decline with the size of the adsorbent -6 / + 10 mesh = 21.4895 ppm; -10 / + 20 mesh = 24.2289 ppm and -20 / + 50 mesh = 25.7 ppm, so that the best charcoal coconut pulp which is a measure -20/50 mesh.

Keywords: DBS, Adsorpi, Ampas Coconut

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa adalah salah satu kekayaan alam Indonesia yang terkenal. Namun

pemanfaatan buah kelapa hanya terbatas pada pembuatan makanan dan minyak goreng tanpa mengetahui manfaat lain yang terkandung dalam tanaman kelapa termasuk ampas kelapa.

Belakangan ini telah diketahui bahwa ampas kelapa memiliki kandungan polisakarida yaitu selulosa. Selulosa berfungsi sebagai adsorben (Maulidiyah, 2011).

Telah dilakukan penelitian skala laboratorium untuk mengetahui karakteristik serbuk ampas kelapa yang diaktivasi dengan asetat dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh daya adsorpsinya terhadap kadar belerang dioksida (SO_2), serta kemampuan adsorpsi terhadap gas SO_2 pada variasi panjang kolom. Kolom yang digunakan terbuat dari kaca dengan diameter 0,8 cm². Dari hasil penelitian, gas SO_2 yang teradsorpsi pada panjang kolom 5 cm, 7 cm, dan 10 cm sebesar 34,16 %, 32,49 %, dan 31,29 %. Hal ini terbukti bahwa serbuk ampas kelapa yang telah diaktivasi mempunyai daya serap yang semakin tinggi (Puspita D. Y. V dkk, 2012).

Adsorben serbuk ampas kelapa bersifat polar, sehingga lebih efektif menyerap senyawa yang polar daripada senyawa yang kurang polar. Pada penelitian ini digunakan metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben ampas kelapa, yang merupakan limbah yang kurang dimanfaatkan, prosesnya lebih sederhana, dan biayanya murah. (Puspita D. Y. V dkk, 2012)

Dalam kehidupan sehari-hari manusia menggunakan air untuk berbagai keperluan seperti minum, mencuci, industri, pertanian, sanitasi dan lain sebagainya. Dewasa ini tingkat pencemaran air mengalami peningkatan secara tajam seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya adalah akibat adanya limbah deterjen. (Suastuti, 2010)

Deterjen yang masih banyak/dominan digunakan di Indonesia adalah jenis *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) yang sangat sulit terdegradasi (terurai) secara biologis (*non biodegradable*). Formulasi deterjen jenis ini terdiri dari komponen utama *Dodecyl Benzene Sulfonate* dan senyawa *polyphosphate*. Dampak yang ditimbulkan oleh pemakaian formula deterjen tersebut apabila dibuang tanpa diolah adalah penurunan kualitas air dan dapat mengganggu proses pelarutan oksigen (O_2) ke dalam badan air serta kesuburan yang berlebih (eutrofikasi) di perairan. (Sumarno dan Nugroho., 1995)

METODELOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah ampas kelapa yang diperoleh dari Pelaku Usaha Kecil Menengah (UKM) warung "Sarabba" Makassar,

deterjen sintetik merk *Softener So Klin*, aquades, indikator pp, NaOH, H_2SO_4 , *Methylene Blue*, *Chloroform* (CHCl_3).

Alat utama penelitian berupa seperangkat alat kolom adsorpsi dengan diameter 2 inch dan tinggi 120 cm. Kolom ini juga dilengkapi dengan screen serta kran buangan. Alat bantu lainnya berupa corong pemisah, gelas beker, labu ukur, gelas ukur, *stopwatch*, neraca analitik, *sieve*, spektrofotometer Uv-Vis, pipet ukur, erlenmeyer.

Pengamatan Penelitian

Terdapat 2 variabel penelitian berupa:

1. Tinggi adsorben yaitu : 20 cm, 30 cm, dan 40 cm
2. Ukuran partikel adsorben yaitu : -6/+10 mesh, -10/+20 mesh, dan -20/+50 mesh.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Kolom Adsorpsi

Alat utama penelitian berupa seperangkat alat kolom adsorpsi yang terbuat dari pipa paralon dan selang transparan dengan diameter 2 inch dan tinggi kolom 120 cm. Kolom ini juga dilengkapi dengan *screen* yang terbuat dari pipa paralon yang dilapisi dengan kain kasa serta kran buangan.

Preparasi dan Pembuatan Adsorben

Preparasi dan pembuatan adsorben arang ampas kelapa meliputi beberapa tahapan yaitu ampas kelapa disangrai sehingga warnanya menghitam seperti arang, selanjutnya arang ampas kelapa diayak dengan ukuran -6/+10 mesh, -10/+20 mesh dan -20/+50 mesh.

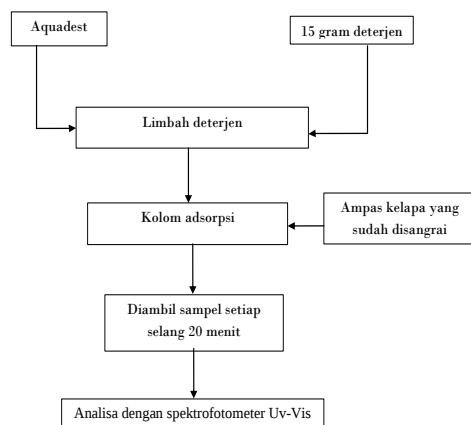
Pembuatan Larutan standar DBS 100 ppm

Sebelum menentukan kadar DBS, dilakukan pembuatan standar DBS dari senyawa NaDBS dengan konsentrasi DBS 100 ppm. Selanjutnya dibuat larutan standar 0, 1, 2, 5, 10, 25, dan 50 ppm.

Pembuatan Limbah Deterjen

Ditimbang 15 gram deterjen kemudian dilarutkan dalam 50 liter aquades.

Tahap Proses



Gambar 1. Tahap proses penelitian

Tahap Analisa

Sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam corong pisah, kemudian ditambahkan dengan 3 tetes indikator PP dan beberapa tetes NaOH 1 N sampai warna pink lalu beberapa tetes H₂SO₄ 1 N sampai warna kembali jernih. Kemudian ditambahkan 2,5 mL larutan Methylene Blue dan 3 mL chloroform. Campuran dalam corong pisah dikocok kuat-kuat selama 10 detik, sesekali buka tutup corong pisah untuk mengeluarkan gas, kemudian diamkan sampai terbentuk dua fase. Setelah terjadi pemisahan fase, dikeluarkan lapisan bawah dan dimasukkan ke dalam corong pisah lain. Selanjutnya ditambahkan 2 mL chloroform dalam lapisan atas dan kocok kuat-kuat seperti sebelumnya sehingga terjadi pemisahan fase lagi. Dikeluarkan lapisan bawah dan dimasukkan ke dalam corong pemisah berisi hasil ekstrak pertama. Ditambahkan 5 mL aquades sebagai larutan pencuci dalam corong pisah berisi hasil ekstrak kemudian dikocok kuat-kuat, akan terjadi pemisahan fase lagi. Lapisan bawah dikeluarkan, jangan sampai fase air terbawa kemudian dimasukkan ke dalam labu takar lalu diencerkan dengan faktor pengenceran 1:5. Hasil ekstrak dimasukkan ke dalam kuvet untuk diukur absorbansinya menggunakan spectrometer Uv-Vis dengan panjang gelombang 652 nm.

Tempat penelitian

Untuk pembuatan arang ampas kelapa dan analisa dilakukan di Laboratorium Pengantar Teknik kimia FTI-UMI Makassar.

Waktu penelitian

Waktu penelitian dimulai pada bulan Maret sampai bulan Mei 2014.

HASIL DAN PEMBAHASAN

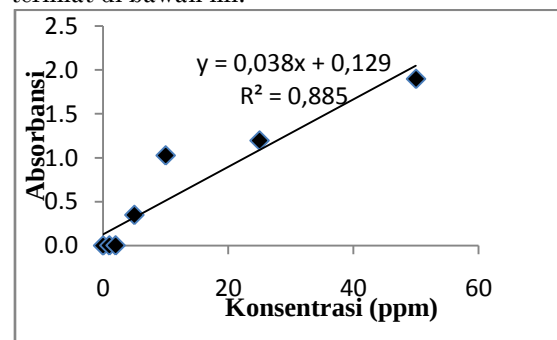
Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi standar dibuat dengan mengukur nilai absorbansi beberapa konsentrasi larutan standar DBS yaitu 0, 1, 2, 5, 10, 25, dan 50 ppm pada panjang gelombang 652 nm.

Tabel 1 Absorbansi Larutan Standar DBS

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,0000
1	0,0013
2	0,0017
5	0,3488
10	1,0267
25	1,1965
50	1,8990

Dari data tabel 1 dapat dibuat kurva seperti terlihat di bawah ini:



Gambar 2. Kurva Kalibrasi DBS

Persamaan : $y = bx + a$

Dimana, a = Intersep

x = Konsentrasi Dodecyl Benzene Sulfonate (DBS)

b = slope dari kurva baku

y = Absorbansi

Kurva kalibrasi di atas menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi DBS, semakin tinggi pula absorbansinya.

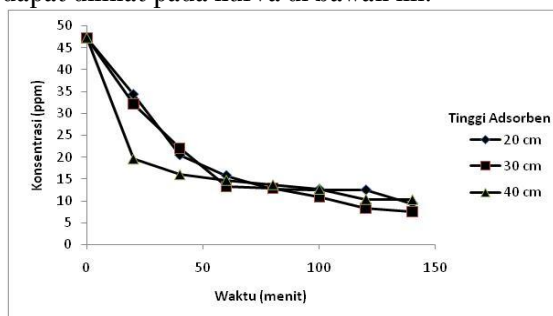
Pengaruh Variasi Tinggi Adsorben

Perlakuan variasi tinggi adsorben ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya Dodecyl Benzene Sulfonate (DBS) yang teradsorp maksimum dari adsorben seiring dengan bertambahnya tinggi adsorben.

Tabel 2 Hasil perhitungan pengujian sampel larutan deterjen untuk variabel tinggi adsorben dengan ukuran adsorben -6/+10 mesh.

Waktu (Menit)	Konsentrasi (ppm)		
	20 cm	30 cm	40 cm
0	47,1947	47,1947	47,1947
20	34,3289	32,1157	19,5500
40	20,4368	21,9578	15,9763
60	15,7710	13,3342	14,6842
80	12,7947	12,8316	13,6763
100	12,6447	10,7789	12,6421
120	12,4763	8,2816	10,3395
140	9,4000	7,4868	10,2447

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa secara umum terjadi penurunan konsentrasi DBS setiap selang waktu 20 menit. Penurunan konsentrasi DBS dapat dilihat pada kurva di bawah ini:



Gambar 3 Penurunan Konsentrasi *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) setiap selang waktu 20 menit

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi DBS pada masing-masing tinggi bed adsorben. Untuk adsorben dengan tinggi bed 40 cm terjadi penurunan konsentrasi DBS yang cukup besar di bandingkan tinggi bed 20 dan 30 cm sampai menit ke-20. Penurunan konsentrasi (ΔC_a) untuk tinggi bed 20 cm = 12,86579 ppm ; tinggi bed 30 cm = 15, 07895 ppm ; dan tinggi bed 40 cm = 27,6447 ppm. Sehingga tinggi bed adsorben yang terbaik yaitu 40 cm. Semakin tinggi bed di dalam kolom, semakin meningkatkan jumlah DBS yang terserap. Bed yang tinggi menyebabkan jumlah partikel galaktomannan dan selulosa di dalam adsorben semakin banyak sehingga semakin banyak pula gugus -OH yang mampu mengikat DBS. Bed yang tinggi juga menyebabkan partikel solid menjadi semakin banyak sehingga pada saat fluida melewatinya menyebabkan kontak antara solid dan liquid semakin banyak pula dan jumlah DBS di dalam limbah deterjen yang terserap juga semakin besar.

Konsentrasi DBS setelah adsorpsi dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya waktu, konsentrasi DBS akan semakin berkurang. Pada konsentrasi awal dapat diadsorpsi maksimal pada menit ke-40. Sedangkan pada menit ke-60, terjadi penurunan konsentrasi yang tidak begitu signifikan dimana arang ampas kelapa sudah jenuh sehingga hanya mampu menyerap DBS dalam jumlah yang sangat kecil dan mendekati

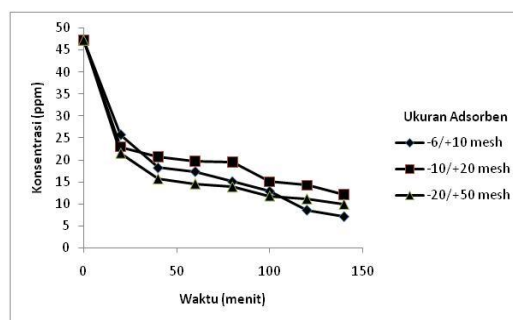
jenuh. Hal ini disebabkan oleh pori-pori media arang ampas kelapa yang berkurang kemampuannya menyerap DBS. Kondisi tersebut dimungkinkan pada waktu penyerapan sebelumnya, pori-pori arang ampas kelapa tertutup oleh setiap lapisan molekul yang terbentuk. Menurut Wijayani (2009) dalam Nurhasni (2012), bila permukaan sudah jenuh atau mendekati jenuh terhadap adsorbat, dapat terjadi dua hal, yaitu pertama terbentuk lapisan adsorpsi kedua dan seterusnya di atas adsorbat yang telah terikat di permukaan, gejala ini disebut adsorpsi multilayer, sedangkan yang kedua tidak terbentuk lapisan kedua dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida.

Pengaruh Variasi Ukuran Adsorben

Perlakuan variasi ukuran adsorben ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) yang teradsorpsi maksimum dari adsorben seiring dengan perbedaan ukuran adsorben.

Tabel 3 Hasil perhitungan pengujian sampel larutan deterjen untuk variabel ukuran adsorben dengan tinggi adsorben 35 cm.

Waktu (Menit)	Konsentrasi (ppm)		
	-6/+10 mesh	-10/+20 mesh	-20/+50 mesh
0	47,1947	47,1947	47,1947
20	25,7053	22,9658	21,4947
40	18,1737	20,7631	15,6474
60	17,3289	19,6447	14,5210
80	15,0368	19,4657	13,8132
100	12,8447	15,0447	11,7421
120	8,5658	14,2368	11,0868
140	7,1000	12,1184	9,8474



Gambar 4 Penurunan Konsentrasi *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) setiap selang waktu 20 menit

Sama halnya dengan Gambar 3, Gambar 4 pun menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi DBS yang cukup besar terjadi pada

menit ke-20. Konsentrasi DBS mengalami penurunan dan kondisi konstan pada interval waktu tertentu. Dapat dilihat pula bahwa ukuran partikel adsorben arang ampas kelapa cukup memberi pengaruh terhadap daya serapnya. Semakin halus ukuran partikel adsorben maka daya serapnya akan semakin tinggi. Penurunan konsentrasi DBS (ΔCa) untuk ukuran adsorben -6/+10 mesh = 21,4895 ppm ; -10/+20 mesh = 24,2289 ppm ; dan -20/+50 mesh = 25,7 ppm. Sehingga arang ampas kelapa yang terbaik dan dapat menyerap lebih banyak DBS yaitu ukuran -20/+50 mesh. Hal ini terjadi karena luas permukaannya lebih besar dibandingkan ukuran partikel arang ampas kelapa lainnya sehingga bidang kontak antara solid dengan liquid lebih banyak dan larutan lebih mudah terdifusi ke dalam padatan sehingga jumlah DBS di dalam limbah deterjen yang terserap juga semakin besar.

Waktu kontak antara adsorbat dengan massa adsorben juga sangat mempengaruhi suatu proses adsorpsi. Semakin lama waktu kontak, konsentrasi DBS dalam limbah deterjen akan semakin berkurang.. Pada konsentrasi awal dapat diadsorpsi maksimal pada menit ke-40. Sedangkan pada menit ke-60, terjadi penurunan konsentrasi yang tidak begitu signifikan dimana arang ampas kelapa sudah jenuh.

KESIMPULAN

1. Pada penelitian penurunan konsentrasi *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) dari limbah deterjen menggunakan arang ampas kelapa, konsentrasi *Dodecyl Benzene Sulfonate* (DBS) semakin berkurang seiring bertambahnya waktu tinggal hingga mencapai kesetimbangan.
2. Tinggi adsorben yang terbaik yaitu 40 cm.
3. Ukuran partikel adsorben yang terbaik yaitu -20/+50 mesh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiastuti, H. 2008. *Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik Dengan Trickling Filter*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro: Semarang
- Baskara, Rossie Aji dan Wilopo Wahyu. 2014. *Pemanfaatan Pasir Besi dan Limonit Untuk Mengolah Air yang Mengandung Seng (Zn^{2+}) Dengan Menggunakan Metode Kolom Eksperimen*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta
- Barroroh, Himmatul. 2007. *Debu Sang Penakluk Interaksi Fisikokimia Debu Dengan Air Liur Anjing*. Laporan Penelitian. Departemen Agama Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Islam Negeri (UIN) : Malang
- Didit. 2008. *Dampak Pencemaran Lingkungan Terhadap Kesehatan*, <http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-tugas-makalah/ilmu-kalamandasar/dampak-pencemaran-lingkungan-terhadap-kesehatan-0>. Diakses tanggal 09 Juli 2014
- Dwijaya, Redy. 2008. *Modifikasi Zeolit Clinoptilolite Polyaniline (PANI) Sebagai Adsorben Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia: Depok
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.J. 1997. *Dasar-Dasar Kimia Organik*. Bina Reka Aksara : Bandung
- Franson, M.H., dkk. 1992. *Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater*. American Public Health Association 1015 Fifteenth Street: Washington, NW
- Hart, H. 1983. *Kimia Organik*. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Hasanuddin dan Idham H.L. 2012. *Pembuatan Biopellet Ampas Kelapa Sebagai Energi Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Ramah Lingkungan*. Jurusan Teknik Industri Universitas Gorontalo: Gorontalo
- Hermawati, E., Wiryanto, dan Solichatun. 2005. *Fitoremediasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dan Genjer (Limncharis flava L.)*. Jurnal BioSMART Volume 7 (2): 115-124.
- Hui dan Matheson. 1996. *Surfaktan*. <http://id.sbr-iph.com/content/view/25/47/>. Diakses tanggal 23 Juni 2014
- Malik's, Iwan. 2008. *Mau Deterjen*. <http://iwanmalik.wordpress.com/2008/05/14/mau-deterjen/>. Diakses tanggal 23 Juni 2014

- Maulidiyah, V.O. 2011. Pemanfaatan ampas kelapa kering pada proses adsorpsi ion logam berat Cd(II) dengan variasi waktu kontak dan pH . *Skripsi*. Universitas Negeri Malang: Malang
- Nurhasni, Hendrawati, dan Saniyyah, N. 2012. *Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi*. UIN Syarif Hidayatullah: Jakarta
- Panitia Sertifikasi Guru (PSG) Rayon 115. 2013. Modul PLPG (Pendidikan dan Latihan Profesi Guru) Teknik Kimia. Universitas Negeri Malang: Malang
- Prasetyo, P.A., Wignyanto, dan Hindun, P.M. 2012. *Studi Perencanaan Unit Perombakan Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) dengan Menggunakan Bakteri Pseudomonas fluorescens (Kajian: Volume Medium NPK dan Kecepatan Aerasi*. Jurnal Teknologi Pertanian 3 (2): 103-120
- Pratama, D.P. 2006. Adsorpsi Surfaktan Anionik Pada Berbagai pH Menggunakan Karbon Aktif Termomodifikasi Zink Klorida. *Skripsi*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Puspita, Y.V.D., Ibnu, M.S., dan Wonorahardjo, Surjani. 2012. *Karakteristik dan Uji Kemampuan Serbuk Ampas Kelapa Asetat Sebagai Adsorben Belerang Dioksida (SO₂)*. Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Negeri Malang : Malang
- Rifai, Miftah. 2013. *Kajian Adsorpsi Linear Alkyl Benzene Sulphonate (LAS) Dengan Bentonit Alam*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta
- Rochman, F. 2004. *Ancaman Limbah Deterjen Pada Prokasih Dan Upaya Penanggulangannya*. Jurnal Kimia Lingkungan, Vol. 6 No. 1. Universitas Airlangga: Surabaya
- Rosariawari, Firra. 2008. *Penurunan Konsentrasi Limbah Deterjen Menggunakan Furnace Bottom Ash (FBA)*. Jurnal Rekayasa Perencanaan, Vol.4, No.3, Juni 2008
- Rudi, La, Suratno, W., dan Paundanan, J. 2004. *Perbandingan Penentuan Surfaktan Anionik Dengan Spektrofotometer UV-ST Menggunakan Pengompleks Malasit hijau Dan Metilen biru*, Jurnal Kimia Lingkungan, Vol. 6 No. 1. Universitas Airlangga: Surabaya
- Suastuti, D.A. 2010. *Efektivitas Penurunan Kadar dodesil Benzen Sulfonat dari limbah deterjen yang diolah dengan lumpur aktif*. Jurnal Kimia 4 (1) : 49-53
- Sumarno, S.I., dan Nugroho, A. 1995. *Penurunan Kadar Deterjen Dalam Limbah Cair Dengan Pengendapan Secara Kimiawi*. Fakultas Teknik: Universitas Diponegoro: Semarang
- Tamrin, H., dan Harun, A. 2002. Koefisien Perpindahan Massa dan Difusivitas Efektif Aksial Pada Proses Adsorpsi Emisi Gas Buang CO Kendaraan Bermotor Dengan Adsorben Zeolit. Teknik Kimia Universitas Muslim Indonesia : Makassar
- Washil, A. 2009. Penentuan Surfaktan Anionik Menggunakan Ekstraksi Sinergis Campuran Ion Asosiasi Malasit Hijau Dan Metilen Biru Secara Spektrofotometri Tampak. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang : Malang