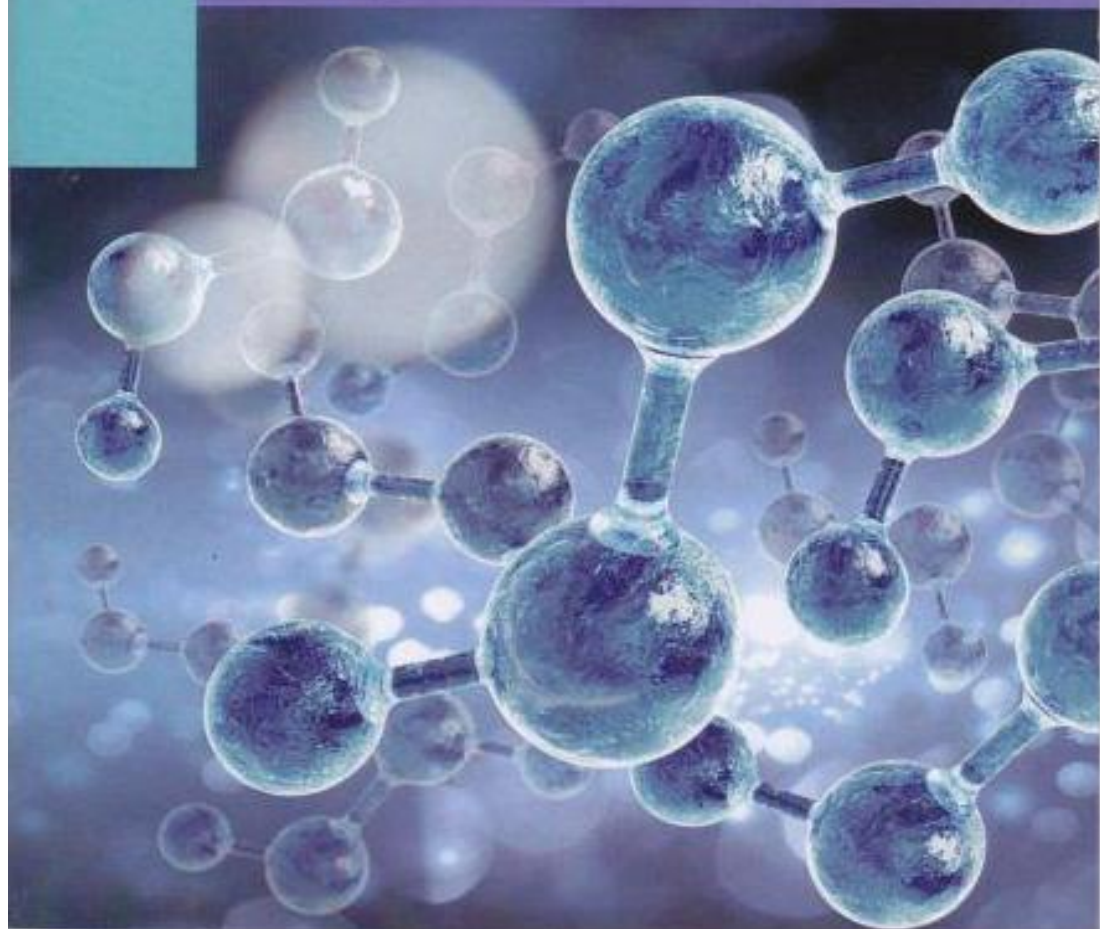


Perbandingan **Efektivitas**
Daya **Adsorpsi** Sekam Padi
dan Cangkang Kemiri terhadap
Logam Besi (Fe) pada Air Sumur Gali

Loth Botahala, S.T., M.Si.



**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DAYA ADSORPSI
SEKAM PADI DAN CANGKANG KEMIRI
TERHADAP LOGAM BESI (Fe) PADA AIR SUMUR GALI**

Loth Botahala

Desain cover
Herlambang Rahmadhani

Sumber
<https://www.freepik.com/>

Tata letak:
Amira Dzatin Nabila

Proofreader:
Amira Dzatin Nabila

Ukuran:
viii, 51 hlm, Ukl: 15.5x23 cm

ISBN:
978-623-209-613-4

Cetakan Pertama:
April 2019

Hak Cipta 2019, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2019 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl. Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonobarjo, Ngaglik, Sleman
Jl. Kalirang Km. 9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: cs@deepublish.co.id

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN PENELITIAN	3
D. MANFAAT PENELITIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. AIR	4
B. BESI	7
C. ADSORPSI	11
D. KARBON AKTIF	22
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. BAHAN	42
B. ALAT	42
C. PROSEDUR	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. PREPARASI KARBON AKTIF	45
B. DAYA ADSORPSI	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
A. KESIMPULAN	50
B. SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN-LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Pengelompokan Logam Berat	5
Tabel 2	Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	18
Tabel 3	Karakteristik beberapa bahan baku karbon aktif	24
Table 4	Ukuran Pori Karbon Aktif Secara Umum	26
Tabel 5	Syarat Mutu Karbon Aktif	37
Tabel 6	Komposisi Kimia Cangkang Kemiri	39
Tabel 7	Hasil Aktivasi Fisika Karbon Cangkang Kemiri dan Karbon Sekam Padi	45
Tabel 8	Daya Adsorpsi dan Konsentrasi Ion Fe ²⁺ Yang Teradsorpsi	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air	6
Gambar 2	Mekanisme Adsorpsi	11
Gambar 3	Bentuk Isotherm Adsorpsi	12
Gambar 4	Adsorpsi Monolayer	14
Gambar 5	Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	19
Gambar 6	Jenis porositas pada padatan berpori	25
Gambar 7	Bentuk dan Ukuran Pori Karbon Aktif	27
Gambar 8	Hasil pembakaran bahan	30
Gambar 9	Grafik Daya Adsorpsi q_e Terhadap Waktu	47
Gambar 10	Grafik Konsentrasi Fe^{2+} teradsorpsi C_a Terhadap Waktu	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada umumnya, sebagian besar penyakit yang diderita oleh manusia berasal dari penggunaan air yang telah tercemar (Balaji R. dkk., 2014). Pencemaran air oleh logam telah menjadi masalah umum yang dihadapi di seluruh dunia dengan pesatnya perkembangan teknologi dan industri (Saruki, dkk., 1997 dalam Balaji R., dkk., 2014). Pencemaran oleh logam berat, ketika terserap dalam tubuh manusia, dapat mengganggu kesehatan secara serius, termasuk kanker, kerusakan organ, kerusakan sistem syaraf, dan dalam kasus tertentu dapat menyebabkan kematian (Gunatilake S. K., 2015; Tripathi A., dkk., 2015; Barakat, M., A., 2011; Lin S. H., dkk., 2002 dalam Veli Sevil, dkk., 2007).

Menurut Beenakumari K. S. (2009) dalam Balaji R., dkk., (2014), besi termasuk kategori logam berat dan merupakan bahan pencemar dalam air yang melimpah di bumi sekitar 5% dari kerak bumi. Namun besi (Fe) termasuk kelompok logam berat yang kurang beracun. Artinya bahwa besi dapat menimbulkan gangguan bagi kesehatan yang serius terhadap manusia bila terakumulasi secara berlebihan dalam tubuh, atau melebihi ambang batas (Veli Sevil, dkk., 2007) yang telah ditetapkan dalam Anonim (2010) yaitu 0,3 mg/l (atau sama dengan 0,3 ppm). Berdasarkan hasil penelitian Fahrul (2015), kelima sumur gali di Tombang Kelurahan Kalabahi Tengah Kecamatan Teluk Mutiara Kabupaten Alor-NTT telah tercemar oleh logam besi (Fe) masing-masing dengan konsentrasi sebesar 2,306 ppm; 0,540 ppm; 0,698 ppm; 0,730 ppm; dan 0,476 ppm.

Berbagai metode telah digunakan untuk penjernihan air terhadap logam berat sebagai zat pencemar seperti metode adsorpsi, pertukaran ion, osmosis

terbalik, pengendapan kimia (Balaji R., dkk., 2014; Ghani Abdel T. Nour, dkk., 2015; Veli Sevil, dkk., 2004 dalam Veli Sevil, dkk., 2007). Namun metode adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif paling banyak digunakan (Veli Sevil, dkk., 2007; Ghani Abdel T. Nour, dkk., 2015) karena mudah dilakukan, sangat efektif dan biayanya relatif rendah (Tripathi A., dkk., 2015). Struktur karbon aktif sesungguhnya terdiri dari mikrokristalin yang ditumpuk bersama dalam orientasi acak dan merupakan ruang antara kristal dari mikropori. Distribusi aktual dan volume pori total yang terkait dengan masing-masing rentang ukuran pori sensitif terhadap kondisi pirolisis awal dan juga terhadap prosedur aktivasi (Ruthven, 1984).

Menurut Tripathi A. dkk. (2015), adsorben yang digunakan bias dari mineral, bahan organik, zeolit, limbah industri, limbah pertanian, biomassa, dan bahan polimer, mungkin juga dari adsorben konvensional. Namun dalam beberapa waktu terakhir, minat peneliti telah meningkat dalam hal menggunakan adsorben dari limbah pertanian dalam rangka mengatasi pencemaran lingkungan (Zakir, Botahala, Ramang, Fauziah, & Abdussamad, 2013); (El-Said A. G., dkk., 2012 dalam Balaji R., dkk., 2014). Sekam padi dan cangkang kemiri adalah limbah pertanian yang sangat melimpah dan telah banyak digunakan sebagai adsorben. Pada penelitian ini, efektivitas daya adsorpsi karbon aktif dapat ditentukan dari kedua adsorben sebagai karbon unggul melalui penjernihan air sumur gali.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas karbon sekam padi dan karbon cangkang kemiri yang dihasilkan?
2. Bagaimana efektivitas daya adsorpsi karbon sekam padi dan karbon cangkang kemiri terhadap logam Fe dalam air sumur gali di Tombang?

C. Tujuan Penelitian

1. Menentukan kualitas karbon sekam padi dan karbon cangkang kemiri yang dihasilkan
2. Menentukan efektivitas daya adsorpsi karbon sekam padi dan karbon cangkang kemiri terhadap logam Fe dalam air sumur gali di Tombang

D. Manfaat Penelitian

Memberikan informasi ilmiah tentang kualitas limbah pertanian sebagai adsorben dengan aplikasi adsorpsi terhadap logam Fe dalam air sumur gali di Tombang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian : tempurung kemiri, sekam padi, sampel air sumur, aquadest.

B. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian : *muffle furnice*, penggiling, ayakan 100 mesh, AAS, timbangan digital, *oven*, *desikator*, erlenmeyer 500 ml, *beacher glass* 1000 ml, kertas saring, *jartest*, corong, *petri disc*.

C. Prosedur

Prosedur pembuatan arang aktif dan proses adsorpsi dilakukan berdasarkan yang telah dilakukan oleh Zakir M. dkk. (2013), Bukasa A. D. dkk. (2012), Vinsiah R. dkk. (2013), Prabarini N. dkk. (2013), Padalowa N (2015) dengan beberapa penyesuaian sesuai kebutuhan penelitian.

1. Pembuatan Karbon Cangkang Kemiri dan Karbon Sekam Padi

Sekam padi dan cangkang kemiri, yang sudah bersih dan kering, dipanaskan dalam tungku (*muffle furnace*) pada suhu 400°C selama 90 menit sampai terbentuk karbon. Setelah itu didinginkan selama 24 jam selanjutnya arang dikeluarkan dan digiling serta diayak menggunakan ayakan 100 *mesh*. Selanjutnya arang diaktivasi secara fisika dengan suhu 350°C selama 1 jam.

2. Uji Kadar

a. Kadar Air

Ditimbang masing-masing 1 gram sampel dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dipanaskan dengan *oven* pada suhu 110 °C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator lalu ditimbang.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

b. Kadar Abu

Ditimbang masing-masing 1 gram sampel arang aktif dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian diabukan di dalam *oven* dengan suhu 600 °C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator hingga suhu konstan lalu ditimbang.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

a adalah massa arang aktif mula-mula (gram)

b adalah massa arang aktif setelah dikeringkan (gram)

3. Adsorpsi

Sebanyak 300 mL sampel air sumur gali yang telah diketahui konsentrasi Fe dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 3 gram adsorben dan diaduk dengan *stirrer magnetic* pada suhu kamar selama 30 menit. Lalu diendapkan selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 41. Konsentrasi ion Fe²⁺ setelah adsorpsi ditentukan dengan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil preparasi karbon aktif cangkang kemiri dan karbon aktif sekam padi memenuhi syarat namun aktivasi secara fisika telah meninggalkan kadar abu yang dihasilkan dari mineral yang terkandung dalam bahan sehingga dapat mempengaruhi proses adsorpsi karena kadar abu dapat menutupi pori dari karbon aktif.
2. Hasil q_e dan C_{ads} kedua karbon aktif menunjukkan bahwa karbon aktif cangkang kemiri lebih efektif dibandingkan dengan karbon aktif sekam padi.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian aktivasi karbon secara kimia terhadap kedua karbon aktif ini (cangkang kemiri dan sekam padi) untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal.
2. Perlu penanganan serius terhadap kandungan Fe dalam sumur gali di Tombang untuk kepentingan kesehatan dan keselamatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Ghani, Nour T.; El-Chaghaby, Ghadir A.; Zahran, Enas Mohamed;. (2015). Cost Effective Adsorption of Aluminium and Iron from Synthetic and Real Wastewater by Rice Hull Activated Carbon (RHAC). *American Journal of Analytical Chemistry*, 6, 71-83.
- Al-Qodah, Z., & Shawabkah, R. (2009). Production And Characterisation Of Granular Activated Carbon From Activated Sludge. *Journal of Chemical Engineering*, 26(01), 127-136.
- Anonim. (1995). *Arang Aktif Teknis SNI 06-3730-1995*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim, 2009, *Air dan air limbah – Bagian 4: Cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala (SNI 6989.4:2009)*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta.
- Anonim, 2010, *Persyaratan Kualitas Air Minum*, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/Per/IV/2010. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Anzar, J. S. (2011). *Characterization Of Activated Carbon Produced From Coffee Residues By Chemical And Physical Activation*. Stockholm, Sweden: Master Thesis In Chemical Engineering.
- Apriani Suci, 2012, *Analisa Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dan Kromium (Cr) Pada Sumur Artesis Dan Sumur Penduduk (Cincin) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Di Kelurahan Rejo Sari Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru, Skripsi*, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Atkin, Peter; Paula, Julio De. (2006). *Physical Chemistry* (8 ed.,pp.916-917). New York: Oxford University Press.

- Balaji, R.; Sasikala, S.; Muthuraman, G.;. (2014). Removal of Iron from drinking / ground water by using agricultural Waste as Natural adsorbents. *IJEIT*, 3(12), 43-46.
- Barakat M. A., “New trends in removing heavy metals from industrial wastewater,” *Arabian Journal of Chemistry*, Vol. 4, pp. 361–377.
- Botahala Loth, 2013, *Peranan Abu Sekam Padi Terhadap Stabilitas Kualitas Semen Portland Komposit Yang Menggunakan Aditif Batu Kapur*, **Tesis**, Program Studi Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Botahala Loth, Padalowa Nahor, Kaben Maksimus, 2016, Variation Of Contact Time Of The Candlenut Shell Charcoal Purification Process Used Cooking Oil, *Indonesia Chimica Acta*, Vol. 9, No. 2 : 15 - 19
- Botahala Loth, Zakir Muhammad, Taba Paulina, 2013, Peranan Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Mekanis Fisis Semen Portland Komposit Yang Menggunakan Aditif Batu Kapur, *Indonesia Chimica Acta*, Vol. 6, No. 2, Hal. 44 – 50.
- Bukasa A. Dewi, Koleangan S. J. Harry, Wuntu D. Audy, 2012, Adsorpsi Toulena Pada Arang Aktif Tempurung Kemiri, *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 12 No. 2 : 93 – 99.
- Cheney, K.; Gumbiner, C.; Benson, B.; Tenenbein, M.;. (1995). Survival After a Severe Iron Poisoning Treated With Intermittent Infusions of Deferoxamine. *J. Toxicol Clin Toxicol*, 33 (1), 61-69.
- Chou, K.-S., Tsai, J.-C., Lo, C.-T., 2001., The adsorption of Congo red and vacuum pump oil by rice hull ash. *Bioresour. Technol.* 78 (2), 217–219.
- Dahlan M. Hatta, Siregar Hariman P., dan Yusra Maswardi, 2013, Penggunaan Karbon Aktif Dari Biji Kelor Dapat Memurnikan Minyak Jelanta, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 19, N0. 3, Hal. 44-53.
- Danarto Y. C., dan T. Samun, 2008, Pengaruh Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI), *Jurnal Ekuilibrium*, Vol. 7, No. 1. Hal. 13 – 16.

- Darmawan Saptadi, Pari Gustan, Sofian Kurnia, 2009, Optimasi Suhu dan Lama Aktivasi dengan Asam Phosfat dalam Produksi Arang Aktif Tempurung Kemiri, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 2 (2): 51-56.
- Eaton, Andrew, 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21 st Edition. American Public Health association. Marryland USA
- Fahrul, 2015, *Uji Kualitas Kimia dan Biologi Sumur Gali di Sekitar Tempat Pemakaman Umum (TPU) Tombang Kelurahan Kalabahi Tengah Kabupaten Alor-NTT*, **Skripsi**, Program Studi Kimia, FMIPA Universitas Tribiana, Kalabahi.
- Gasser, R. P. (1985). *Introduction to Chemisorption and Catalysis by Metal*. London: Oxford Science Publication.
- Gunatilake S. K., 2015, Methods of Removing Heavy Metals from Industrial Wastewater, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, Vol. 1, Issue 1, : 12 – 18.
- Hasrianti, 2012, *Adsorpsi Ion Cd^{2+} dan Cr^{6+} Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong*, **Tesis**, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Hem, J. D.; Cropper, W. H.;. (1959). *Survey of Ferrous-Ferric Chemical Equilibria and Redox Potentials*. Washington: United States Government Printing Office.
- Jahiding M., Ngkoimani L. O., Erzam S. H., Ratnawati W. O., dan Maymunah S. (2011). Pengembangan briket *hybrid* berbasis sekam padi dan batubara nuda (*brown coal*) sebagai bahan bakar alternative. *JAF.*, Vol. 7 No. 1 : 12-21.
- Junaedi Fadhilah Nurul, Maricar Farouk H., Selintung Mery, 2010, *Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adosben Untuk Menurunkan Ion Logam Berat Dalam Air Limbah Timbal (Pb)*, Prodi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

- Kalapathy U., and Proctor A. (2000). A new method for free fatty acid reduction in frying oils using silicate films produced from rice hull ash. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Vol. 7 (6) 593-598.
- Krisnawati Haruni, Kallio Maarit, dan Kanninen Markku, 2011, *Aleurites Moluccana (L) Willd : Ekologi, Struktur, dan Produktivitas*, CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Lempang, M., Syafii, W., & Pari, G. (2011). Struktur Dan Komponen Arang Serta Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), 178-294.
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis EBONI*, 11(2), 65-80.
- Lyons, T. W., & Reinhard, C. T. (2009). Early Earth: Oxygen For Heavy-metal Fans. *Nature*, 461(7261), 179-181.
- Mahvi A. H., Maleki A., and Eslami A. (2004). Potential of rice husk and rice husk ash for phenol removal in aqueous systems. *Am. J. Appl. Sci.*, Vol.1 (4) : 321-326.
- Manocha, S. M. (2003). Porous Carbons. *Sadhana*, 28(1 & 2), 335-348.
- Mochammad, 2018, *Kabupaten Alor Dalam Angka*, Badap Pusat Statistik Kabupaten Alor, NTT.
- Padalowa Nahor, 2015, *Pengaruh Waktu Kontak Karbon Aktif Cangkang Kemiri Terhadap Proses Penjernihan Minyak Goreng Bekas Di Kelurahan Kalabahi Kota Kabupaten Alor – NTT*, **Skripsi**, Program Studi Kimia FMIPA Universitas Tribuana, Kalabahi.
- Pally Martha, 2013, *Skripsi Analisis Pengaruh Jenis Bahan Baku (Tempurung Kelapa, Cangkang Kemiri dan Kenari) Terhadap Mutu Asap Cair dengan Proses Pirolisis dan Destilasi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tribuana Kalabahi.
- Prabarini Nunik dan Okayadnya DG, 2013, Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5 (2) : 33 – 41.

- Pujiarti Rini dan Sutapa J.P. Gentur, 2005, Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai Bahan Penjernih Air, *J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis* Vol. 3, No. 2, Hal. 33-38.
- Rahmawati Eka, 2006. *Adsorpsi senyawa residu klorin pada Karbon aktif termodifikasi zink klorida* <http://repository.ipb.ac.id>
- Ramakrishnan Kumar and Namasivayam Chinnaiya, 2009, Development And Characteristics Of Activated Carbons From *Jatropha* Husk, An Agro Industrial Solid Waste, By Chemical Activation Methods, *J. Environ. Eng. Manage.*, 19 (3), 173-178
- Ramdja A. Fuadi, Halim Mirah, dan Handi Jo, 2008, Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa (*cocos nucifera*), *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 15, No. 2, Hal. 1-8.
- Ruthven, D. M. (1984). *Principles of Adsorption and Adsorption Processes*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Said, Nusa Idaman;. (2003). Aplikasi Teknologi Osmosis Balik Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum Di Kawasan Pesisir Atau Pulau Terpencil. *J. Tek. Ling.*, 4(2), 15-34.
- Said, Nusa Idaman;. (2007). Disinfeksi Untuk Proses Pengolahan Air Minum. *JAI*, 3(1), 15-28.
- Santi. (2012). *Kajian kinetika dan termodinamika*. Makassar: FMIPA Universitas Hasanuddin.
- Sathre, Roger; Masanet, Eric (2013). "The prospective lifecycle modeling of carbon capture and storage systems uses a metal-organic framework for CO₂ capture". *RSC advances*. 3 (15).
- Sedeh Zaragoza I. P., 2017, *Statistik Pertanian Nusa Tenggara Timur*, Kupang, Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur.
- Soeswanto B., dan Lintang N. (2011). Pemanfaatan limbah abu sekam padi menjadi natrium silikat. *Jurnal Fluida* vol. VII, no. 1: 18-22.
- Sparingga, R. A., & Sosrosুমihardjo, D. (2010). *Mengenal Logam Beracun*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.

- Srivastava V. C., Mall I. D., and Mishra I. M. (2006). Characterization of mesoporous rice husk ash (RHA) and adsorption kinetics of metal ions from aqueous solution onto RHA. *J. Hazard. Mater.* 134 (1-3) 257-267.
- Srinivasakanna, C., & Abu Baker, M. Z. (2006). *Production of activated carbon from rubber wood*. Biomass Bioenergy in Press.
- Surest H. Azhary, Kasih Fitri J. A., Wisanti Arfenny, 2008, Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator Dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Teknik Kimia*, No. 2, Vol. 15 : 17 – 22.
- Susilowati Nofrin dan Primaswari Rosi 2012, *Pengambilan Minyak Kemiri (Aleurites moluccana L., Wild) Melalui Ekstraksi dengan Menggunakan Soxhlet*, Laporan Tugas Akhir, Program Studi D3 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Taba Paulina, Arafah Mery, Budi Prastawa, Kasim Abd. Hayat, Fauziah St., Zakir Muhammad, 2013, Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Pada Karbon Aktif Dari Sekam Padi Dengan Memanfaatkan Energi Gelombang Ultrasonik, *Indonesia Chimica Acta*, Vol. 6, No. 2, Hal. 27 – 36.
- Tripathi Ashutosh., Ranjan Manju Rawat, 2015, Heavy Metal Removal from Wastewater Using Low Cost Adsorbents, *J. Bioremed Biodeg*, Volume 6, Issue 6, : 1 – 5.
- Veli Sevil., Alyüz Bilge., 2007, Adsorption of copper and zinc from aqueous solutions by using natural clay, *Journal of Hazardous Materials* 149 : 226 – 233.
- Vinsiah Rananda, Suharman Andi, Desi, 2013, *Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kulit Buah Karet (Hevea brasiliensis)*, Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya.
- Vogel, A. I.: (1979). *Textbook Of Macro And Semimacro Quantitative Inorganic Analysis* (L. Setiono, & A. H. Pudjaatmaka, Trans., 5 ed., Vol. 1, pp. 257-265). London: Longman Group Limited.

- Wahjuni S., dan Kostradiyanti B., 2008, Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional Dengan Adsorben Arang Sekam Padi IR 64 Yang Diaktifkan Dengan Kalium Hidroksida, *Jurnal Kimia*, vol. 2 (1) : 57-60, ISSN 1907-9850
- Webb, Paul, A. (2013). *Introduction to Chemical Adsorption Analytical Techniques and their Applications to Catalysis*. Georgia: Micromeritics Instrument Corp.
- Worch Eckhard, 2012, *Adsorption Technology In Water Treatment*, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG. Berlin. HYPERLINK "http://www.degruyter.com" www.degruyter.com
- Zakir, M., Botahala, L., Ramang, M., Fauziah, S., & Abdussamad, B. (2013). Elektrodeposisi Logam Mn pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi dengan Iradiasi Ultrasonik. *Indonesia Chimica Acta*, 6(2), 9-18.
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2007). *Chemistry* (seventh ed.). New York: Houghton Mifflin Company.