

PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI KULIT KACANG (*Arachis hypogea L*) DENGAN AKTIVATOR NaOH DAN H₂SO₄ UNTUK ADSORBEN ION BESI

Taupan Riski Dimas Baruna Aji, Nurhayati, Rofiq Sunaryanto

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia

email : taupanriski09@gmail.com

nng.yahoo.com

Abstract

*Along with the development of technology for utilizing peanut shells, which are usually only used as waste, it can also be used as activated charcoal which is widely used as an adsorbent for gas purification, metal absorbent, oil purification and water purification. Peanut shells (*Arachis hypogea L*) can also be used as activated charcoal by first removing the water content, ash content and iodine content, then activation using an activator. In this study, the activator used was a solution of NaOH and H₂SO₄. The purpose of the study was to determine whether peanut shells could be used as activated charcoal as an adsorbent of ion (Fe) levels in domestic waste. From the research that was conducted, peanut shells were used as raw material for making activated charcoal in determining the water content in heating 700 °C, the results were 11.62% and the heating ash content at 700 °C was 6.54%, then charcoal that had been heated heated and soaked using a solution of NaOH and H₂SO₄, with variations in the concentration of each 10% 20% and 30% solution then the best results obtained from activated charcoal in the H₂SO₄ activator with a concentration of 30% with the results of an ash content of 2.13% water content of 0.18% and an iodine content of 1055.30 (mg/g), the best activated charcoal in a 30% H₂SO₄ solution was then tested for ion (Fe) levels in domestic waste by triple testing and from the results in front the average was 91.11%.*

Keywords: *Peanut shell, activated charcoal, NaOH and H₂SO₄*

1. Pendahuluan

Keberadaan industri yang meningkat sejalan dengan majunya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, hal ini menandakan bahwa industri merupakan sektor yang penting bagi perekonomian di Indonesia. Arang aktif merupakan bahan yang digunakan sebagai adsorben pemurnian gas, pemurnian pulp, penjernihan air, pemurnian minyak, katalis. Arang merupakan bahan padat berpori yang yang didapatkan dari hasil sisa pembakaran bahan yang memiliki kandungan unsur karbon, sedangkan arang aktif dibuat dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau mengalirkan uap panas ke dalam bahan sehingga bahan menjadi aktif, hal tersebut dapat membuat pori pada bahan menjadi terbuka luas permukaan berkisar antara 300 sampai 2000 m²/g.

Penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui karakteristik produk hasil pembuatan arang aktif dari kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) dengan metode kimia dan fisika. Dipilihnya arang aktif dari Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) karena bahan tersebut lebih mudah ditemui di lingkungan sekitar serta upaya pengelolaan terhadap limbah. Pemilihan bahan baku berdasar dari besar kandungan arang pada bahan tersebut, hal tersebut akan menentukan hasil dari arang aktif.

Tujuan penelitian

1. Mengetahui karakteristik terbaik arang aktif dari Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) dengan menggunakan activator NaOH dan H₂SO₄ pada variasi konsentrasi 10%, 20%, 30% untuk parameter kadar air, kadar abu dan kadar iod.
2. Mengetahui efektifitas daya adsorpsi dari konsentrasi dan aktivator terbaik dari karakteristik arang aktif kulit kacang tanah (*Arachis hypogea L.*) terhadap Ion Besi (Fe).

3. Metode penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia AKA Caraka Nusantara (Depok) dan Laboratorium PT Unilab Perdana, Jl Ciledug Raya No. 10, Cipulir – Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230. Sampel dalam penelitian yang akan dilakukan adalah limbah kulit kacang tanah (*Arachis hypogea L.*) dan limbah domestik yang ada di Laboratorium PT. Unilab Perdana.

4. Hasil dan pembahasan

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memafaatkan limbah kulit kacang. Pembuatan arang aktif kulit kacang sebagai adsorben dilakukan melalui 3 tahap, yaitu tahap preparasi, karbonisasi dan tahap aktivasi. Kemudian dilakukan pengujian efektifitas adsorben dari karbon aktif yang diperoleh hasil dari perlakuan penelitian sesuai dengan SNI dengan bahan baku kulit kacang. Adapun hasil karbon aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L.*) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil karbonasi kulit kacang (*Arachis hypogea L.*) dengan temperatur yang berbeda

Kandungan	Syarat arang menurut SNI 06-3730-1995	Suhu (°C)	Karbonisasi Kulit kacang (%)
Kadar Abu	Maks. 10 (%)	300	25,34
		400	20,31
		500	14,68
		600	9,79
		700	6,54
Kadar Air	Maks. 15 (%)	300	36,82
		400	29,71
		500	24,04
		600	16,72
		700	11,62

Dari hasil yang diperoleh saat proses karbonasi dengan menggunakan temperatur yang berbeda kecendrungan menurun konsentrasi kadar abu maupun kadar air. Semakin tinggi temperatur semakin rendah kandungan abunya dari kulit kacang (*Arachis hypogea L.*). Dengan demikian kulit kacang (*Arachis hypogea L.*) dapat digunakan sebagai karbon karena memenuhi standar arang menurut SNI 06-3730-1995 pada temperatur 700 °C dimana maksimum kadar abu sebesar 10% dari hasil penelitian diperoleh kadar abu sebesar 6,54%. sedangkan kadar air sebesar 11,62% pada tempertaur 700 °C. Hal ini sejalan dengan teori Sudrajat (2011) yang menyatakan bahwa proses karbon atau arangisasi terdiri atas 4 tahap tertentu, yaitu penguapan

air, penguapan selulosa, penguapan lignin dan terakhir pemurnian arang, pemurnian arang dan zat-zat organik sebagian besar telah terurai pada suhu 500°C - 1000°C.

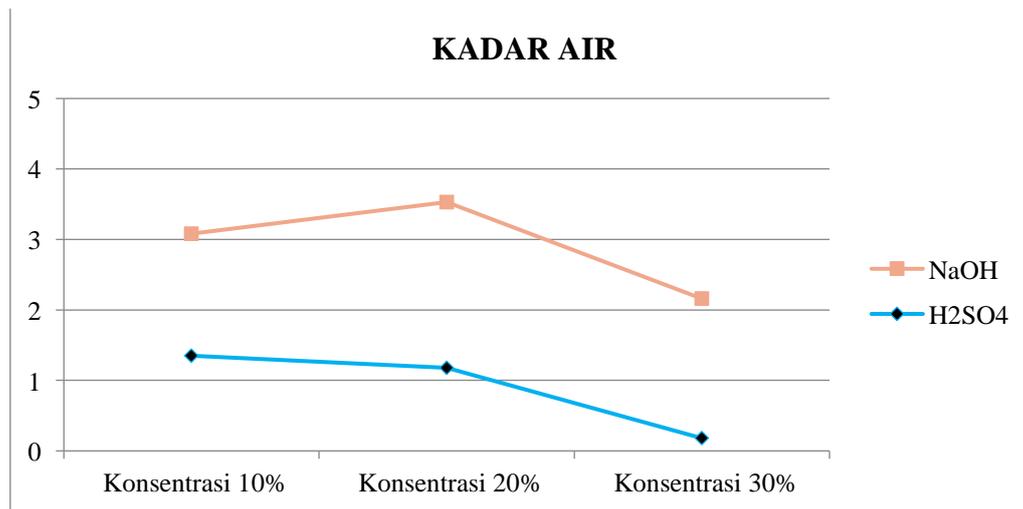
Setelah proses karbonisasi selesai, arang kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dihaluskan dengan menggunakan penyaring berukuran 60 mesh untuk memperoleh bentuk lebih kecil ukuran partikelnya dan bertujuan untuk membuka pori-pori arang yang tertutupi oleh zat-zat pengotor yang tidak ikut terlepas pada saat karbonisasi. Semakin kecil ukuran, partikel arang akan memperbesar luas permukaan arang yang melakukan kontak dengan *activating agent* sewaktu proses aktivasi sehingga lebih banyak arang yang teraktivasi dan semakin banyak pori-pori yang terbentuk pada setiap partikel arang. Aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang kulit kacang (*Arachis hypogea L*) setelah proses arangisasi dengan perlakuan perendaman dalam larutan NaOH pada konsentrasi 10%, 20% dan 30% begitu pula dengan perbandingan aktivator lain yaitu H₂SO₄ dengan konsentrasi yang sama yaitu sebesar 10%, 20% dan 30% perendaman dengan konsentrasi berbeda-beda selama 1 jam.

Pengujian kadar air arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) pada penelitian ini menggunakan metode thermogravimetri yakni metode pengeringan, dengan prinsip menguapkan air yang terkandung didalam arang aktif dengan cara dipanaskan pada suhu tertentu. Hasil pengujian kadar air pada penelitian ini merupakan kadar air total yang terkandung didalam arang aktif. Hal ini terjadi karena tidak hanya air yang terkandung didalam arang aktif saja yang akan terukur melainkan juga zat-zat volatil yang terkandung didalam arang aktif yang ikut menguap pada suhu pengukuran juga akan ikut terukur. Hasil kadar air arang aktif kulit kacang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kadar Air Arang Aktif Kulit Kacang (*Arachis Hypogea L*)

Larutan Aktivator	Kadar Air (%)
NaOH 10%	1,73
NaOH 20%	2,35
NaOH 30%	1,98
H ₂ SO ₄ 10%	1,35
H ₂ SO ₄ 20%	1,18
H ₂ SO ₄ 30%	0,18

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar air arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) sebesar 0,18%. Hal ini menunjukkan kualitas arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) yang dihasilkan pada penelitian ini bermutu baik. Kadar air yang terkandung dalam arang aktif memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yakni maksimal 15%. Pengujian kadar air ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang tersisa pada karbon aktif setelah melalui proses aktivasi. Berikut perbedaan yang menunjukkan konsentrasi kadar air beberapa aktivator arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kadar Air Arang Aktif Kulit Kacang (*Arachis Hypogea L*)

Dari data grafik yang diperoleh yang menunjukkan hasil terbaik yaitu arang aktif dengan aktivator larutan H₂SO₄ 30% diperoleh kadar air sebesar 0,18%, Menurut Prastiwi (2014) Kadar air yang tinggi dapat mengurangi daya adsorpsi arang aktif cairan maupun gas.

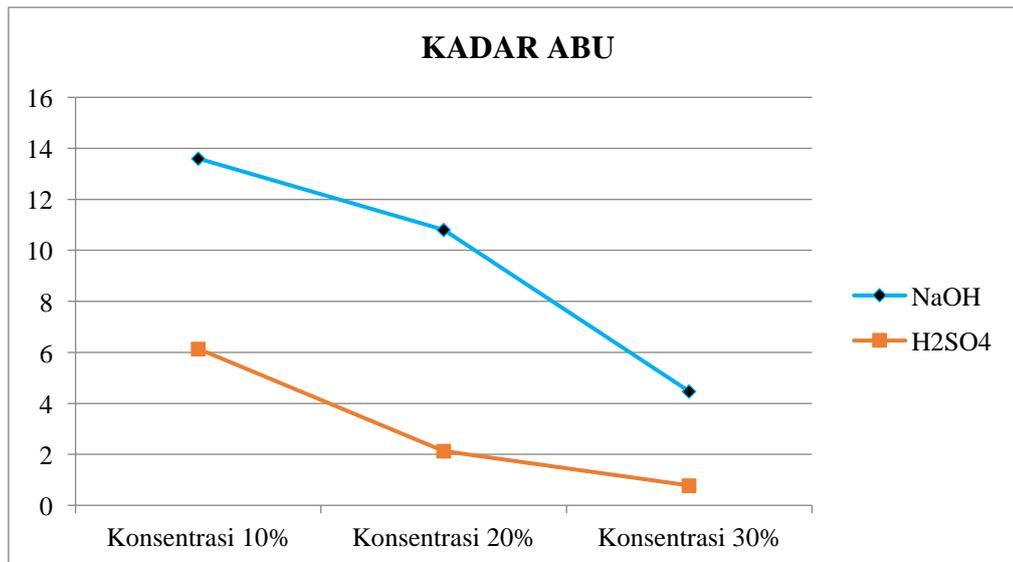
Pengujian kadar abu pada karbon aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dilakukan pada suhu 700 °C selama 2 jam. Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui oksida-oksida logam dan sisa mineral di dalam arang aktif yang tidak dapat larut pada saat karbonisasi dan aktivasi. Kandungan abu yang tersisa ini akan mempengaruhi kemampuan adsorpsi dari arang aktif Hasil kadar abu arang aktif kulit kacang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 1. Hasil Kadar Abu Arang Aktif Kulit Kacang (*Arachis Hypogea L*)

Larutan Aktivator	Kadar Abu (%)
NaOH 10%	13,60
NaOH 20%	10,80
NaOH 30%	4,47
H ₂ SO ₄ 10%	6,14
H ₂ SO ₄ 20%	2,13
H ₂ SO ₄ 30%	0,78

Kadar abu dari kulit kacang (*Arachis hypogea L*) pada temperatur 700°C dengan menggunakan aktivator NaOH pada konsentrasi 10% diperoleh kadar sebesar 13,60% dan pada konsentrasi 20% menurun menjadi 10,80% sedangkan pada konsentrasi NaOH 30% sebesar 4,47%, kadar abu dalam kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dengan aktivator H₂SO₄ pada konsentrasi 10% sebesar 6,14%. Kadar abu kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dengan menggunakan aktivator H₂SO₄ 20% diperoleh sebesar 2,13% dan pada konsentrasi H₂SO₄ 30% sebesar 0,78%. Menurut penelitian Haniffudin Nurdiansah (2013) kadar abu arang aktif kulit kacang lebih rendah dari kadar abu tempurung kelapa dimana kadar abu kulit kacang sebesar 0,78% dan tempurung kelapa arang aktif sebesar 2,58% hal ini menunjukkan bahwa banyaknya kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam kulit kacang dibandingkan tempurung lainnya akan

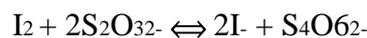
menghasilkan arang aktif yang sangat efektif digunakan untuk masa yang akan datang. Berikut perbedaan yang menunjukkan konsentrasi kadar abu beberapa aktivator arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kadar Abu Arang Aktif Kulit Kacang (*Arachis Hypogea L*)

Hasil uji yang disajikan dalam gambar 3 menunjukkan kadar abu sudah memenuhi standar baku mutu SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10%. Pada grafik diatas diketahui kadar abu arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dengan aktivator H₂SO₄ 30% sebesar 0,78%. Hasil yang diperoleh menunjukkan kualitas arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) yang dihasilkan dalam penelitian ini sangat baik. Kadar abu yang terkandung dalam arang aktif memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yakni maksimal 10%. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut, dapat dipastikan sisa-sisa mineral dan oksida logam di dalam arang aktif tidak akan mengganggu proses adsorpsi.

Pengujian daya adsorpsi iod dilakukan dengan menggunakan metode titrasi iodometri, dimana prinsip kerja pengujian bilangan iod adalah larutan iod sebagai adsorbat akan diserap oleh adsorben arang aktif yang telah diaktivasi setelah melalui kontak selama 10 menit sambil dilakukan pengadukan menggunakan *stirrer*, kemudian sisa iod yang tidak teradsorpsi dititrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat dengan menggunakan kanji (I₂) sebagai indikator perubahan warna. Titik akhir titrasi antara larutan iodin dengan natrium tiosulfat ditandai dengan tercapainya warna kuning seulas yang kemudian ditambahkan indikator kanji (I₂) hingga berubah menjadi warna biru tua, dan titrasi dilanjutkan kembali hingga warna biru tua berubah menjadi tidak berwarna. Reaksi yang terjadi pada proses titrasi tersebut sebagai berikut:



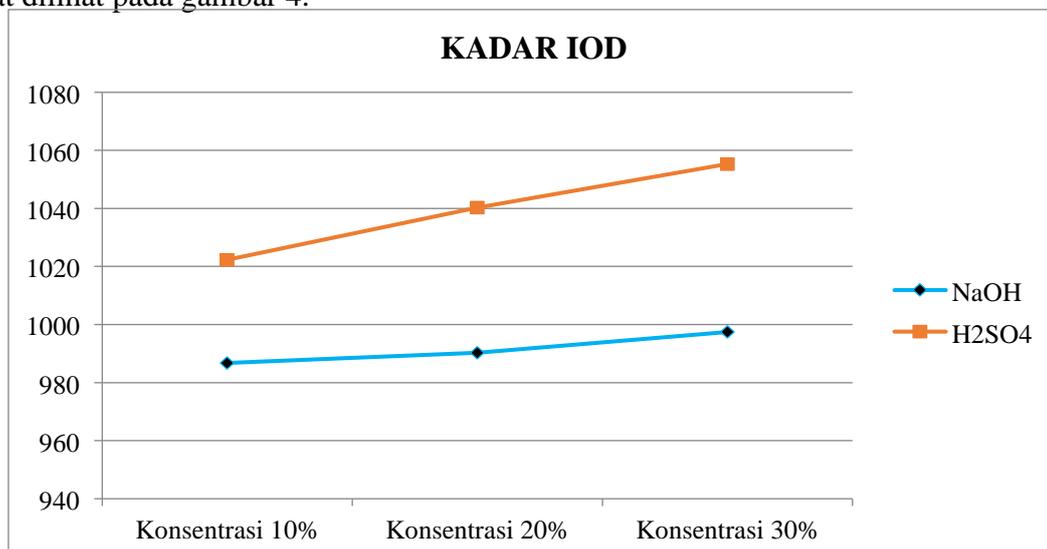
Hasil pengujian daya serap terhadap iod ini dilakukan juga untuk menunjukkan adanya pengaruh larutan aktivator, waktu kontak antara arang aktif dengan larutan aktivator, dan suhu aktivasi. Faktor-faktor tersebut memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya adsorpsi arang aktif terhadap iod. Semakin meningkatnya konsentrasi larutan aktivator, waktu aktivasi dan suhu aktivasi maka daya serap arang aktif terhadap iod juga semakin meningkat. Hasil kadar abu arang aktif kulit kacang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kadar Iod Arang Aktif Kulit Kacang (*Arachis Hypogea L*)

Larutan Aktivator Kadar Iod (mg/g)	
NaOH 10%	986,77
NaOH 20%	990,33
NaOH 30%	997,43
H ₂ SO ₄ 10%	1022,31
H ₂ SO ₄ 20%	1040,33
H ₂ SO ₄ 30%	1055,30

Berdasarkan hasil pengujian daya adsorpsi iod yang tertera pada Tabel 4, diketahui bilangan iod arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) yang diaktivasi menggunakan NaOH 10% sebesar 986,77 mg/g, NaOH 20% sebesar 990,33 mg/g, dan NaOH 30% sebesar 997,43 mg/g. sedangkan arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) yang diaktivasi menggunakan H₂SO₄ 10% kadar abunya sebesar 1022,31 mg/g, H₂SO₄ 20% kadar abunya sebesar 1040,33 mg/g dan H₂SO₄ 30% kadar abunya sebesar 1055,30 mg/g dengan lama aktivasi 24 jam. Hal ini menunjukkan kualitas arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi standar SNI, yakni minimal sebesar 750 mg/g. Berikut perbedaan yang menunjukkan konsentrasi kadar abu beberapa aktivator arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea*

L) dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kadar Iod Arang Aktif kulit kacang (*Arachis Hypogea L*)

Pengujian bilangan iod dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya serap arang aktif terhadap zat-zat pengotor dan zat warna dalam bentuk larutan. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi adsorben Penggunaan larutan aktivator serta konsentrasi larutan aktivator memberikan pengaruh nyata terhadap kemampuan adsorpsi dari arang aktif. Hal ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin besar pula kemampuan larutan aktivator tersebut dalam mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi yang terperangkap dalam pori-pori arang aktif.

Pengujian yang dilakukan selanjutnya adalah kemampuan Arang aktif kulit kacang

(*Arachis Hypogea L*) terhadap Adsorpsi Logam. Tujuan dari uji daya serap arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) terhadap iodium yaitu mengetahui kemampuan arang aktif dalam mengadsorpsi larutan berwarna. Uji kemampuan arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) terhadap Adsorpsi logam besi (Fe) dilakukan dengan arang aktif yang menggunakan aktivator H₂SO₄ 30% karena mempunyai daya serap iod yang paling tinggi, kadar abu dan kadar air sudah memenuhi baku mutu SNI 06-3730-1995. Pada tabel 5 dapat dilihat efektifitas arang aktif dari kulit kacang (*Arachis hypogea L*) mengadsorpsi logam besi.

Tabel 2. Efektifitas konsentrasi logam Fe dalam arang aktif yang terbuat dari Kulit Kacang (*Arachis Hypogea L*)

Larutan	Konsentrasi Fe awal sebelum difilter (mg/l)	Konsentrasi Fe akhir sesudah difilter (mg/l)	Efektivitas Fe (%)
H ₂ SO ₄ 30%	10,2174	0,8937	91,25
	10,2206	0,9246	90,95
	10,2086	0,9057	91,13
Jumlah	30,6466	2,7240	273,33
Rata-Rata	10,2155	0,9080	91,11

Hasil analisis efektifitas arang aktif dari kulit kacang untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada tabel 5. diatas terlihat bahwa sebelum dilakukan penyaringan kandungan Besi rata-rata sebesar 10,2155 mg/L setelah di filter menggunakan arang aktif kandungan Besi rata-rata sebesar 0,9080 mg/L sehingga efektifitas penurunan kandungan Besi sebesar 91,11% jika menggunakan filter dari karbon aktif kulit kacang dengan aktivator H₂SO₄ dengan Konsentrasi 30%. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan arang aktif kulit kacang sebagai adsorben mampu menyerap Besi sebesar 91,11%. Pada penelitian Ofelman Talunoe, Nurhaeni dan Moh Mirzan (2015) pemanfaatan arang aktif dari cangkang kluwek sebagai adsorben besi (Fe) menggunakan aktivator HCl dengan konsentrasi 5% pada air sumur di desa pendolo kabupaten poso sebelum dilakukan penyaringan kandungan Besi sebesar 9,20 mg/L dan setelah difilter menggunakan arang aktif kandungan Besi turun menjadi 1,34 mg/L sehingga efektifitas dari arang aktif kulit kacang menggunakan HCl 5% sebesar 85,43%. Hal ini bisa menunjukkan bahwa arang aktif dengan menggunakan H₂SO₄ 30% lebih efektif untuk menurunkan kadar besi (Fe).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian adalah:

1. Karakteristik arang aktif dari kulit kacang (*Arachis hypogea L*) menggunakan H₂SO₄ konsentrasi 10% dengan perolehan kadar air sebesar 1,35%, kadar abu 6,14% dan kadar iod 1022,31 mg/g, H₂SO₄ konsentrasi 20% dengan perolehan kadar air sebesar 1,18%, kadar abu 2,13% dan kadar iod 1040,33 mg/g, H₂SO₄ konsentrasi 30% dengan perolehan kadar air sebesar 0,18%, kadar abu 0,78% dan kadar iod 1055,30 mg/g.
2. Efektifitas daya adsorpsi arang aktif kulit kacang (*Arachis hypogea L*) dengan larutan H₂SO₄ konsentrasi 30% terhadap logam besi (Fe) dengan konsentrasi awal sebesar 10,2206 (mg/l) - 10,2086 (mg/l) dan hasil setelah dilewatkan arang aktif sebesar 0,8937 (mg/l) - 0,9246 (mg/l).

3. Arang aktif dari kulit kacang tanah, setelah di lakukan proses hidrasi, karbonisasi dan proses aktivasi arang aktif dengan activator H_2SO_4 konsentrasi 30% memiliki kadar air dan kadar abu terendah. Yang sesuai pada SNI No. 06-3730-1995.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk memperhatikan ukuran dan ketebalan dari kulit kacang yang akan dikarbonisasi, untuk memastikan proses karbonisasi berjalan merata pada semua sampel kulit kacang. Selain itu Ketelitian dalam proses pencucian dan penetralan arang aktif menjadi pH 7, karena asam atau biasanya arang aktif akibat zat aktivasi yang masih terkandung pada arang aktif akan mempengaruhi proses adsorpsi dan dapat menurunkan daya adsorpsi. Serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut adsorpsi arang aktif dari kulit kacang dalam penurunan logam lain selain Fe, seperti Ag, Mn, Pb, Cr dan logam berat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Acmad, A. 2011. *Pembuatan, perincian, dan uji Daya Adsorpsi Arang Aktif dari Kayu Meranti Merah (Shorea.Sp)*. Skripsi program sarjana. Bogor. Insitut Pertanian Bogor.
- Adipura, Sigit. 2015. *Pengaruh TPA Tamangapa Terhadap Kualitas Air Baku di Wilayah Pemukiman Sekitarnya Besi dan Mangan*. Skripsi. Makassar : Fakultas teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
- Alfiany, H., B. Syaiful, dan Nurakhirawan. 2013. *Kajian Penggunaan ArangAktif Tongkol Jagung sebagai Absorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam*. Jurnal Natural Science.2(3):75-86.
- Anonim. 2015. *Kacang Tanah*. <http://kacangtanah.com>
- Azamia, M. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Universitas Indonesia, Depok.
- Budiono, A., Suhartana, dan Gunawan. 2009. *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol*. E-Journal Universitas Diponegoro.pp.1-12.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan RI No 82/2001 tentang Syarat-syarat Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Darmawan, S. 2008. *Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Pemafaatannya sebagai Penyerap Emidi Formaldehida Papan Serat Berkerapatan Sedang*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Elly, K. 2008. *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang Aktif*. Jurnal Peneitian Ilmu-Ilmu Teknik. 8(2):96-103.
- Gunawan, E. R dan D. Suhendra. 2010. *Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerapan Ion Tembaga(II)*. Makara Sains, 14(1):22-26.
- Halimah, S.N. 2016. *Pembuatan dan Karakteristik Uji Adsorpso Karbon Aktif Tempuruh Kemiri (Aleurites moluccana) Terhadap Metilen Biru*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Hariani, P. L., Nurlisa, H. dan Melly, O. 2009. *Penurunan Konsentrasi Cr(IV) Dalam Air Dengan Koagulan $FeSO_4$* . Jurnal Penelitian Sains.
- Idrus, Rosita, dkk. 2013. *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*. *Prisma Fisika*, vol. 1(1): 50-55.
- Indriyani, D.Y. 2014. *Penurunan Konsentrasi Krom Pada Limbah Sasirangan*

- Menggunakan Gambut Sebagai Adsorben Dengan Proses Batch*. Laporan Penelitian Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- DJamatko, Hadi T. 2013. *Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kemiri untuk Adsorpsi Limbah Merkuri-Hg(II)*. Jurnal. Institut Teknologi Medan. Medan.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Analitik Edisi Kedua*. Jakarta: UI Press.
- Lempong, Mody. "Sifat-sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Aplikasinya Sebagai Komponen Media Tumbuh Pada Tanaman Melina (*Gmelina arborea* Roxb.)." Skripsi, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2009.
- Lempong, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis Eboni*. Vol 11(2): 65-80. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Makassar.
- Muthmainnah. 2012. *Pembuatan Arang Aktif Tongkol Jagung dan Aplikasinya pada Pengolahan Minyak Jelantah*. Skripsi. Palu: FKIP Universitas Tadulako.
- Muzdaleni. 2011. Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Fe dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Terhadap Ikan Sardine di Pekanbaru. *Skripsi*. Pekanbaru: UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Nadia, S. 2017. *Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kemiri Sebagai Adsorben Ion Cr Pada Limbah Analisis Klorida*. Universitas Sahid Jakarta.
- Puspitarini M. 2017. Evaluasi Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Terhadap Fenol dalam Larutan. *Skripsi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Prastiwi, Dini Aulia. 2014. *Penggunaan $ZnCl_2$ Sebagai Aktivator Karbon Aktif Dari Limbah Padat Agar dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Industri Tahu*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. ITB. Bogor.
- Rahmawaty. 2016. *Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pabrik CPO (Crude Palm Oil) sebagai Adsorben Metilen Biru*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Rizky, Istiar P. 2015. *Aktivasi Arang Tongkol Jagung Menggunakan HCl sebagai Adsorben Ion Cd(II)*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Setiawati, Evi., Suroto. 2010. Pengaruh Bahan Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Riset Hail Hutan* .Vol.2, No.1, Juni 2010: 21-26. Banjar Baru.
- Siregar, R.D., dkk.2015. *Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Menggunakan Arang Aktif Biji Kapuk*. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA. Universitas Tanjungpura.
- Slamet, Juli Soemirat. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1995. *Arang Aktif Teknis*. SNI 06-3730-1995. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Surest, Azhary H. 2008. *Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri*. Jurnal. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Suwardi. 2011. *Pengaruh Variasi Suhu dan Zat Pengaktivasi pada Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Kemiri (Aleurites moluccana)*. Skripsi. FMIPA- UNSRAT. Manado.
- Treybal. 1980. *Mass Transfer Operations*. New York: McGraw-Hill Book Company. 566-569.
- Wulan Anisa I.S. 2005. Kualitas Air Bersih Untuk Pemenuhan Kebutuhan Rumah Tangga di Desa Pesarean Kecamatan Adiwerna Kabupaten tegal. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Yuliastuti, Etik. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.