

**PEMBUATAN NANOPORI KARBON AKTIF DARI LIMBAH
KULIT DURIAN UNTUK ADSORBEN LOGAM BERAT
TIMBAL(II)**

LAPORAN PENELITIAN



Oleh

Deby Amanda

21150277D

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SETIA BUDI

SURAKARTA

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

LAPORAN PENELITIAN

**PEMBUATAN NANOPORI KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT
DURIAN UNTUK ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL(II)**

Oleh :

Deby Amanda

21150277D

Telah diperiksa dan disetujui pada :

Tanggal : 30 Januari 2020

Pembimbing,



Narimo, S.T., MM

NIS. 01199609021057

Mengetahui,

Ketua Program Studi

S1 Teknik Kimia



Gregorius Prima Indra B. S.T., M.Eng.

NIS.01201407261183

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN

PEMBUATAN NANOPORI KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT
DURIAN UNTUK ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL(II)

Oleh :

Deby Amanda

21150277D

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji
Pada tanggal... 29 Januari 2020

	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Narimo, ST.,MM.	
Penguji II	: Dr. Supriyono, S.T., M.T.	
Penguji III	: Gregorius Prima Indra B, S.T.,M.Eng	

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Setia Budi



Dr.Suseno, M.Si
NIS.01199408011044

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia



Gregorius Prima Indra B, S.T.,M.Eng.
NIS.01201407261183

Kata Pengantar

Segala puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, karena atas hikmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul "**Pembuatan Nanopori Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Durian Untuk Adsorben Logam Berat Timbal(II)**". Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 Teknik Kimia di Universitas Setia Budi Surakarta. Dalam penyusunan laporan penelitian ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi anugerahnya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian.
2. Bapak Dr. Suseno, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. BapakGregorius Prima Indra B, S.T.,M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta dan juga sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam laporan penelitian.
4. Bapak Narimo, S.T., M.M., selaku dosen pembimbing penelitian yang telah memberikan saran dalam seluruh penelitian.
5. Bapak Dr. Supriyono, S.T., M.T. selaku dosen penguji penelitian yang telah memberikan masukan dan saran dalam laporan penelitian.
6. Bapak Warsito dan Ibu Nining Nurmaningsih selaku orang tua penulis yang telah memberikan doa dan dukungannya yang tidak terhingga.
7. Teman – Teman dari Universitas Setia Budi, yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan laporan penelitian.

Akhir kata semoga laporan penelitian ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Surakarta, 2020

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
INTISARI.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Adsorpsi.....	6
2.2. Nano Karbon Aktif	8
2.3. Kulit Durian	10
2.4. Logam Berat Timbal.....	10
BAB III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2. Bahan-bahan Penelitian	12
3.3. Alat-alat Penelitian	12
3.4. Cara Penelitian.....	13

Bab IV. Hasil dan Pembahasan	16
4.1. Karakteristik karbon aktif	16
4.2 Persamaan Langmuir dan freundlich	21
Bab V. Kesimpulan dan Saran.....	24
5.1. Kesimpulan.....	24
5.2.Saran.....	24
Daftar Pustaka.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standar Mutu Karbon Aktif menurut SNI-06-3730-1995.....	9
Tabel 2. Data Adsorpsi.....	21
Tabel 3. Harga konstanta Langmuir dan Freundlich.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan konsentrasi Pb terjerap amplitudo sonikator.....	19
Gambar 2. Hubungan waktu aktivasi dengan konsentrasi Pb yang terjerap.....	20
Gambar 3. Hasil BET.....	21
Gambar 4. Persamaan Langmuir.....	22
Gambar 5. Persamaan Freundlich.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan.....	28
Lampiran 2. Penjemuran kulit durian di bawah sinar matahari.....	31
Lampiran 3. Proses refluks karbon aktif.....	31
Lampiran 4. Hasil refluks karbon aktif.....	32
Lampiran 5. Pengayakan arang.....	32
Lampiran 6. Penyaringan filtrat setelah shaker.....	33
Lampiran 7. Penyaringan hasil setelah sonikasi.....	33
Lampiran 8. Penyaringan hasil refluks setelah sonikasi	34
Lampiran 9. Karbon aktif di shaker.....	34
Lampiran 10. Sonikasi karbon aktif.....	35

INTISARI

Pencemaran limbah kulit durian yang dapat menyebabkan masalah lingkungan berpengaruh besar terhadap kesehatan. Karbon aktif merupakan produk dari proses aktivasi karbon yang kemampuan penyerapannya lebih baik dibandingkan karbon biasa. Karbon aktif pada penelitian ini akan diujikan daya serapnya terhadap logam berat plumbum.

Karbon aktif dapat dibuat menggunakan bahan kulit durian yang dikarbonasikan dengan difurnace pada suhu 300°C selama 30 menit. Proses aktivasi karbon kulit durian dilakukan dengan merefluks karbon kulit durian dengan larutan asam klorida selama 2, 3 dan 4 jam dengan konsentrasi 5N. Proses sonikasi terhadap karbon aktif dengan amplitudo 30%, 40%, 50%, dan 60% selama 15 menit dengan jeda 15 detik dilakukan untuk memperbesar luas permukaan karbon aktif dengan mengecilnya ukuran dari pori-pori karbon aktif hingga menjadi nano pori karbon aktif.

Karbon aktif yang dihasilkan memenuhi standar (SNI) 06-3730-1995 dengan hasil pengujian kadar air 1,076% dimana standar SNI maksimum 15% dan kadar abu 4,9% dimana standar SNI maksimum 10%, dan daya serap iodium 742078,2 mg/g dimana standar SNI minimum 750 mg/g.

Dapat disimpulkan bahwa waktu aktivasi selama 4 jam mempunyai penyerapan logam timbal (II) tertinggi dan amplitudo sonikator 60% memiliki penyerapan logam timbal (II) tertinggi.

Kata kunci : kulit durian, nano pori karbon aktif, adsorpsi, logam Pb (II),

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran yang umumnya dapat mengganggu tatanan lingkungan hidup biasanya berasal dari limbah-limbah yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Limbah-limbah yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia, apakah itu berupa persenyawaan atau hanya dalam bentuk unsur atau ionisasi. Biasanya senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif dari logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh dan jika terakumulasi dalam tubuh, akibatnya timbul problema keracunan kronis.

Beberapa unsur dari logam berat merupakan logam yang paling berbahaya dari unsur-unsur zat pencemar, seperti timbal (Pb), kadmium (Cd) dan merkuri (Hg), kebanyakan dari logam-logam itu mempunyai afinitas sangat besar terhadap belerang. Logam-logam ini menyerang ikatan-ikatan belerang dalam enzim-enzim sehingga enzim yang bersangkutan menjadi tidak berfungsi. Gugus-gugus protein, asam karboksilat dan amino juga diserang oleh logam-logam berat. Ion-ion Cd, Cu dan Hg (II) terikat pada sel-sel membran yang menyebabkan terhambatnya proses-proses transport melalui dinding sel.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat dalam limbah cair diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben baik berupa resin sintetik maupun karbon aktif. Pada umumnya proses penghilangan logam berat dari lingkungan tercemar seringkali menggunakan metode adsorpsi Metode ini efektif menghilangkan logam berat walau hanya dilakukan dengan proses adsorpsi yang relatif sederhana.

Arang aktif ialah suatu jenis karbon yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah atau mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi karbon aktif, antara lain tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampaspembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batu bara.

Indonesia merupakan Negara yang memiliki potensi penghasil buah durian yang melimpah. Di Sumatera Selatan, produksi buah durian dapat mencapai \pm 38 ton per tahun. Kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulosa yang tinggi (50-60%) dan kandungan lignin (5%) serta kandungan pati yang rendah (5%). Kulit durian mengandung karbon yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan bahan pembuatan karbon aktif untuk digunakan sebagai adsorben(Wikipedia,2011).

Mengingat banyaknya jumlah kulit durian yang dihasilkan pada saat musim buah durian, maka limbah tersebut dapat mengganggu kebersihan lingkungan yang tentunya akan berujung pada timbulnya sarang dan sumber penyakit. Oleh karena itu perlu disikapi dengan mencari cara untuk mengolah limbah kulit durian sebagai bahan dasar berbagai produk dengan daya guna dan memiliki nilai ekonomi yang jauh lebih tinggi. Dalam rangka ikut menyelesaikan permasalahan di atas, maka peneliti tertarik untuk memanfaatkan kulit durian sebagai arang aktif untuk menyerap ion logam Pb^{2+} dengan aktivasi menggunakan HCl.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas penelitian ini memanfaatkan nanoteknologi sebagai dasar penelitian, Nanoteknologi adalah pembuatan dan penggunaan materi atau alat pada ukuran sangat kecil. Materi atau alat ini berukuran antara (1 – 100) nanometer. Satu nm sama dengan satu-per-milyar meter (0.000000001 m), yang berarti 50.000 lebih kecil dari ukuran rambut manusia. Ukuran (1 – 100) nm ini disebut juga dengan skala nano (nanoscale) (Norio Taniguchi, 1974).

Dengan nanoteknologi, material dapat didesain dan disusun dalam orde atom-per-atom atau molekul per-molekul sedemikian rupa. Dengan menyusun ulang atau merencanakan struktur material di level nanometer, maka akan diperoleh suatu bahan yang memiliki sifat istimewa jauh mengungguli material yang lain. Salah satu aplikasi nanoteknologi yang sedang berkembang adalah penggunaan nanofiber di berbagai bidang seperti dalam proses filtrasi, pembuatan nanoserat pada tekstil, bidang kedokteran, pembuatan komponen dari nanofiber, dan masih banyak lagi (Eric Drexler, 1980).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalahnya adalah

1. Bagaimanakah pengaruh waktu aktivasi nanopori karbon aktif dari limbah kulit durian terhadap penyerapan logam berat timbal?
2. Bagaimanakah pengaruh amplitudo nanopori karbon aktif dari limbah kulit durian terhadap penyerapan logam berat timbal?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh waktu aktivasi nanopori karbon aktif dari limbah kulit durian terhadap penyerapan logam berat timbal.
2. Menentukan pengaruh amplitudo nanopori karbon aktif dari limbah kulit durian terhadap penyerapan logam berat timbal.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti dan peneliti yang lain untuk menambah wacana pengetahuan dalam produksi nanopori karbon aktif dari limbah kulit durian sebagai adsorben logam berat timbal.

2. Bagi Masyarakat

Mengurangi jumlah limbah kulit buah durian yang dapat mengganggu masyarakat pada saat musim durian yang umumnya dapat mencemari lingkungan dan baunya yang dapat mengganggu lingkungan sekitar.

3. Bagi IPTEK

Menambah wawasan wacana tentang pemanfaatan produksi nanopori karbon aktif dari limbah kulit buah durian sebagai adsorben logam berat timbal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan salah satu proses pemisahan dengan mengontakkan campuran gas dengan cairan sebagai penyerapnya. Penyerap tertentu akan menyerap setiap satu atau lebih komponen gas. Pada adsorpsi sendiri ada dua macam proses yaitu :

a. Adsorpsi fisik

Adsorpsi fisik merupakan adsorpsi dimana gas terlarut dalam cairan penyerap tidak disertai dengan reaksi kimia. Contoh adsorpsi ini adalah adsorpsi gas H_2S dengan air, metanol, propilen, dan karbonat. Penyerapan terjadi karena adanya interaksi fisik, difusi gas ke dalam air, atau pelarutan gas ke fase cair. Dari adsorpsi fisik ini ada beberapa teori untuk menyatakan model mekanismenya, yaitu :

1. teori model film
2. teori penetrasi
3. teori permukaan yang diperbaharui

b. Adsorpsi kimia

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi dimana gas terlarut didalam larutan penyerap disertai dengan adanya reaksi kimia. Contoh adsorpsi ini adalah adsorpsi dengan adanya larutan MEA, NaOH, K_2CO_3 , dan sebagainya. Aplikasi dari adsorpsi kimia dapat dijumpai pada proses penyerapan gas CO_2 pada pabrik amoniak. Penggunaan adsorpsi kimia pada fase kering sering digunakan untuk mengeluarkan zat terlarut secara lebih sempurna dari campuran gasnya. Keuntungan adsorpsi kimia adalah meningkatnya

koefisien perpindahan massa gas, sebagian dari perubahan ini disebabkan makin besarnya luas efektif permukaan. Adsorpsi kimia dapat juga berlangsung di daerah yang hampir stagnan disamping penangkapan dinamik.

Hal-hal yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi :

- Zat yang diadsorpsi
- Luas permukaan yang diadsorpsi
- Temperatur
- Tekanan

Adsorben adalah cairan yang dapat melarutkan bahan yang akan diadsorpsi pada permukaannya, baik secara fisik maupun secara reaksi kimia. Adsorben sering juga disebut sebagai cairan pencuci. Persyaratan adsorben :

1. Memiliki daya melarutkan bahan yang akan diadsorpsi yang sebesar mungkin (kebutuhan akan cairan lebih sedikit, volume alat lebih kecil).
2. Selektif.
3. Memiliki tekanan uap yang rendah.
4. Tidak korosif.
5. Mempunyai viskositas yang rendah
6. Stabil secara termis.
7. Murah

Jenis-jenis bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah air (untuk gas-gas yang dapat larut, atau untuk pemisahan partikel debu dan tetesan cairan), natrium hidroksida (untuk gas-gas yang dapat bereaksi seperti asam) dan asam sulfat (untuk gas-gas yang dapat bereaksi seperti basa).

2.2 Nano Karbon Aktif

Karbon nanopori adalah karbon yang memiliki pori berukuran nano. Karbon nanopori telah luas digunakan sebagai material penyimpan energi disebabkan luas permukaannya yang besar, stabil, mudah terpolarisasi, dan murah. Karbon berpori secara fisik terdiri dari bahan padat yang berisi karbon (matriks) dan rongga kosong (pori) (Sembiring dan Sinaga, 2003). Karbon nanopori dapat dibuat dari berbagai bahan baku asalkan mengandung karbon seperti ampas tebu, sekam padi, tempurung kelapa, batu bara, dll (Prabowo 2009).

Nanopartikel menjadi kajian yang sangat menarik, karena material yang berukuran nano biasanya memiliki partikel dengan sifat fisika dan kimia yang lebih baik dari partikel yang berukuran besar. Dua hal utama yang menjadikan nanopartikel berbeda dengan material lain dalam ukuran besae (bulk) yaitu: Ukuranya yang kecil membuat nanopartikel mempunyai nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel berukuran besar. Hal ini membuat nanopartikel bersifat lebih reaktif (Abdullah, 2008).

Arang aktif atau karbon aktif adalah padatan dengan bahan dasar karbon yang memiliki pori – pori dengan luas permukaan yang sangat tinggi yaitu diatas $600 \text{ m}^2/\text{gram}$. Arang aktif ini biasanya dapat dibuat dengan pemanasan sehingga menjadi arang (Sahara, 2017). Karbon aktif dapat dibuat dengan bahan yang mengandung karbon. Daya serap karbon aktif ini ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat lebih besar dalam menyerap jika arang tersebut dilakukan aktivasi dengan cara fisika ataupun kimia. Menurut Maulinda (2015) dalam pembuatan karbon aktif, semakin

tinggi suhu dan waktu karbonisasi, maka kadar air semakin berkurang atau menurun. Kadar abu tersebut akan semakin kuat dengan meningkatnya suhu yang digunakan dengan waktu proses karbonisasi dan jika waktu karbonisasi dan suhunya rendah maka kadar abu tersebut semakin lemah. Menurut Jamilatun (2014) arang aktif biasanya diuji mutu arang aktifnya.

Pengujian mutu arang aktif biasanya meliputi penentuan kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap larutan I₂. Arang aktif yang baik mempunyai persyaratan seperti berikut ini :

Tabel 1 . Standar Mutu Karbon Aktif menurut SNI-06-3730-1995

Uraian	Syarat	Kualitas
	Butiran	Serbuk
Kadar zat terbang (%)	Maks 15	Maks 25
Kadar air (%)	Maks 4,5	Maks 15
Kadar abu (%)	Maks 2,5	Maks 10
Bagian tak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I ₂ (mg/g)	Min 750	Min 750
Karbon aktif murni (%)	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap benzene (%)	Min 25	-
Daya serap terhadap biru metilena (mg/g)	Min 60	Min 120
Bobot jenis curah (g/ml)	0,45 – 0,55	0,3 – 0,35
Losos mesh	-	Min 90
Jarak mesh (%)	90	-
Kekerasan (%)	80	-

Sumber : BSN RI 1995

2.3 Kulit Durian

Limbah kulit durian (*Durio zibethinus*) memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Kulit durian mengandung selulosa yang cukup tinggi sekitar 50-60 % sehingga terdapat gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi (Masturoh, 2012).

Penelitian tentang pemanfaatan kulit durian yang dijadikan sebagai karbon aktif sebagai bahan penyerap telah dilakukan sebelumnya yaitu sebagai penyerap zat warna *Methylene Blue* (Ismadji, 2006), sebagai bahan penyerap telah dilakukan sebelumnya yaitu sebagai peningkatan minyak jelantah (Hasibuan, 2008), sebagai adsorben logam Cu pada air dengan aktivator H_2SO_4 (Gultom, 2012) dan aktivator HCl (Wardani, 2012), adsorben logam Fe pada air gambut dengan aktivator larutan kalium hidroksida (Apriani, 2013), dan sebagai bioadsorben zat warna *Methylene Blue* (Sudrajat, 2011). Pada penelitian kali ini dilakukan variasi amplitudo sonikator dan waktu aktivasi pada aktivasi kulit durian yang di aplikasikan pada penyerapan logam timbal (II).

2.4 Logam Berat Timbal

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dan lambangnya diambil dari bahasa latin *plumbum*. Logam ini termasuk kelompok logam-logam golongan IVA pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom 82 dengan bobot atom 207,2.

Logam timbal merupakan logam yang tahan korosi, mempunyai titik lebur $327,5^{\circ}C$, timbal atau plumbum adalah metal kehitaman, dahulu di gunakan sebagai konstituen dalam cat, baterai. Timbal termasuk racun sistemik,

keracunan akan menimbulkan gejala seperti rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, muntah-muntah, kolik, perubahan kepribadian, kelumpuhan dan kebutaan.

Sifat-sifat dan kegunaan logam timbal adalah:

- a. Mempunyai titik lebur yang rendah sehingga mudah digunakan dan murah biaya operasinya
- b. Mudah dibentuk karena logam ini lunak.
- c. Mempunyai sifat kimia yang aktif sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan.
- d. Bila dicampur dengan logam lain membentuk logam campuran yang lebih bagus dari pada logam murninya.
- e. Kepadatannya melebihi logam lain

Timbal adalah logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami. Timbal terakumulasi di lingkungan, tidak dapat terurai secara biologis dan toksisitasnya tidak berubah sepanjang waktu. Timbal bersifat toksik jika terhirup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2019 di Laboratorium OTK Universitas Setia Budi Surakarta dan Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

3.2 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah kulit buah durian, bahan utama ini diambil dari penjual Durian daerah Rajagaluh Cirebon-Jawa Barat, larutan $Pb(NO_3)_2$.

Bahan pembantu lainnya adalah untuk aktivasi HCl dan aquadest. Uji iodine dilakukan dengan bahan-bahan bantuan larutan $Na_2S_2O_3$ standar, iodium standar, KIO_3 standar, KI 20%, HCl 5 N dan indikator amylum 1% dan kertas saring.

3.3 Alat-alat Penelitian

Alat yang digunakan adalah beaker glass 1 liter, furnace, oven, shaker, crusher, cawan porselin, kurs, desikator, neraca analitik, corong kaca, klem, statif, buret, pemanas air, kondensor, ayakan 100 mesh, kertas saring, gelas ukur, Erlenmeyer, pipet, sonikator, dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium untuk analisis iodium, dan atomic absorption spectrometry (AAS).

3.4 Cara Penelitian

Bahan baku utama adalah kulit durian yang didapatkan dari orang jualan yang bertempat di Rajagaluh Cirebon dilakukan pretreatment yaitu dengan cara kulit durian yang telah didapatkan kemudian dibersihkan, dipotong kecil-kecil dengan crusher, setelah itu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari hingga kadar airnya rendah (Kusumaningrum, 2016). Pengeringan ini bertujuan agar proses dari pembuatan arang aktif lebih cepat.

a. Pembuatan Arang Kulit Durian (Kusumaningrum, 2016)

Hasil dari pengeringan kulit durian dengan matahari, kemudian masukan bahan baku ke dalam kurs untuk difurnace lalu atur suhunya dari suhu ruangan menjadi 300°C , untuk mencapai suhu 300°C ditunggu selama 30 menit. Kemudian setelah suhu mencapai 300°C mulai dihitung waktu karbonasinya selama 30 menit. Setelah selesai karbonasi arang yang terbentuk ditunggu hingga mencapai suhu ruangan kemudian dan didinginkan di dalam desikator. Karbon yang terbentuk diayak dengan penagayak 100 mesh. Perbedaan penelitian ini dengan Kusumaningrum pada tahun 2016 adalah ukuran pori karbon aktifnya. Pori karbon aktif untuk penelitian ini adalah berukuran nanopori karbon aktif yang dapat menyerap logam timbal lebih tinggi karena pori telah berukuran nano pori.

b. Aktivasi secara kimia

Setelah dibuat arang maka tahap selanjutnya dilakukan aktivasi secara kimia dengan HCl konsentrasi 5N dengan cara refluks selama 2 jam, 3 jam dan 4 jam kemudian disaring serta didinginkan dalam bentuk slurry dan setelah itu disonikasi.

c. Pembuatan nanopori karbon aktif

Cara untuk membuat nanopori dari karbon aktif yaitu hasil arang aktif yang telah direluks yang berbentuk slurry tersebut disonikasi selama 15 menit dengan variasi amplitudo 30%,40%,50%, dan 60% dengan jeda 15 detik. Hasil sonikasi arang aktif disaring, dicuci dengan air panas, dan dikeringkan dengan oven untuk menghilangkan kadar airnya dengan suhu 105°C dan diujikan karakteristiknya dengan diuji iodine, kadar air dan kadar abu.

d. Untuk mengetahui pengaruh waktu aktivasi terhadap penurunan kadar logam timbal

Cara mengetahui pengaruh waktu aktivasi terhadap penurunan kadar logam timbal dengan cara 50 ml larutan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 100 mg/L dan 1 gram karbon aktif dimasukkan kedalam 3 buah Erlenmeyer dengan beberapa waktu aktivasi 2, 3 dan 4 jam. Campuran tersebut dishaker dengan kecepatan 105 rpm selama 1 jam, didiamkan \pm 15 menit. Kemudian dipisahkan antara filtrat dan residu, kemudian dicek kadar logam timbalnya dengan AAS.

e. Untuk mengetahui pengaruh amplitudo sonikasi terhadap penurunan kadar logam timbal

Pengujian daya adsorpsi karbon aktif kulit durian pada logam $Pb(NO_3)_2$ dilakukan dengan cara mengambil 1 gram karbon aktif yang telah disonikasi sebelumnya dan yang telah dikeringkan dengan oven, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer. Tambahkan dengan larutan $Pb(NO_3)_2$ konsentrasi 100 mg/L sebanyak 50 ml, kemudian campuran tersebut dishaker dengan kecepatan 105 rpm selama 1 jam. Setelah dishaker diamkan selama \pm 15

menit lalu pisahkan campuran tersebut dari filtrat dan residunya, kemudian dicek kadar penyerapan logam timbalnya dengan AAS.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan tentang data hasil penelitian meliputi kajian tentang pembuatan arang aktif dan efektifitas arang aktif dari kulit durian. Bahan pembuat adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari limbah kulit durian yang diambil dari pedagang di Rajagaluh Cirebon. Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui rendemen arang dan karakteristik karbon aktif itu sendiri yang meliputi kadar air, kadar abu, daya serap iodine, dan daya serap terhadap timbal.

4.1. Karakteristik Karbon Aktif

Karakteristik dari karbon aktif dicek untuk mengetahui sifat dari karbon aktif tersebut, selain itu untuk mengecek karbon aktif tersebut telah masuk dalam SNI atau belum. Data dari karakteristik karbon aktif adalah sebagai berikut.

a. Rendemen Arang Aktif

Penetapan rendemen arang dilakukan untuk mengetahui jumlah arang yang dihasilkan dari bahan baku kulit durian setelah karbonasi. Pada penelitian ini diperoleh nilai rendemen arang sebesar 76,59%, pengaruh hasil rendemen arang ini disebabkan proses pengarang pada karbonasi dilakukan dengan kontak udara yang kecil. Apabila karbonasi dilakukan dengan kontak udara secara langsung. Misalnya dengan pembakaran biasa, maka arang yang dihasilkan akan rendah yang disebabkan oleh pengaruh udara. Udara yang cukup besar terutama kandungan oksigen,

dapat menyebabkan bahan mengalami oksidasi secara berlebihan sehingga arang yang terbentuk lebih sedikit dan terbentuknya abu yang lebih banyak.

b. Kadar Air

Nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 1,076 %, nilai kadar air karbon aktif yang diperoleh telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) arang aktif teknis. SNI menetapkan kadar air arang aktif teknis maksimal 15%. Rendahnya kadar air pada penelitian ini disebabkan karena kandungan air bebas dan air terikat pada bahan telah menguap saat proses aktivasi. Kadar air pada karbon aktif tersebut menunjukkan sifat higroskopis karbon aktif tersebut, dimana sifat higroskopis ini yang dapat mengikat air.

Sehingga kadar air yang rendah pada penelitian ini akan meningkatkan mutu karbon karena daya serap karbon aktif terhadap gas atau cairan semakin tinggi karena semakin kecilnya molekul air yang terdapat pada karbon aktif maka akan menghalangi molekul lain yang akan masuk.

c. Kadar Abu

Pada penelitian ini kadar abu yang diperoleh sebesar 4,9%. Meningkatnya kadar abu arang aktif seiring dengan lamanya aktivasi. Hal ini diduga pada saat proses aktivasi, suhu yang tinggi menyebabkan deposit atau endapan unsur anorganik lebih banyak menempel pada bahan. Tingginya kadar abu disebabkan oleh proses oksidasi terutama pada suhu tinggi (Wibowo, 2009). Tingginya kadar abu yang dihasilkan, dapat mengurangi daya adsorpsi arang aktif, karena pori arang aktif terisi oleh mineral-mineral logam seperti magnesium, kalsium, kalium. Peningkatan

kadar abu menunjukkan adanya proses oksidasi lebih lanjut terutama dari partikel halus. Hasil kadar abu karbon aktif pada penelitian ini adalah sebesar 4,9 %. Hasil ini telah memenuhi standar baku kualitas karbon aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimum 10%. Data ini menunjukkan kandungan bahan anorganik yang terdapat dalam bahan terdapat dalam jumlah yang rendah.

d. Daya Serap Iodium

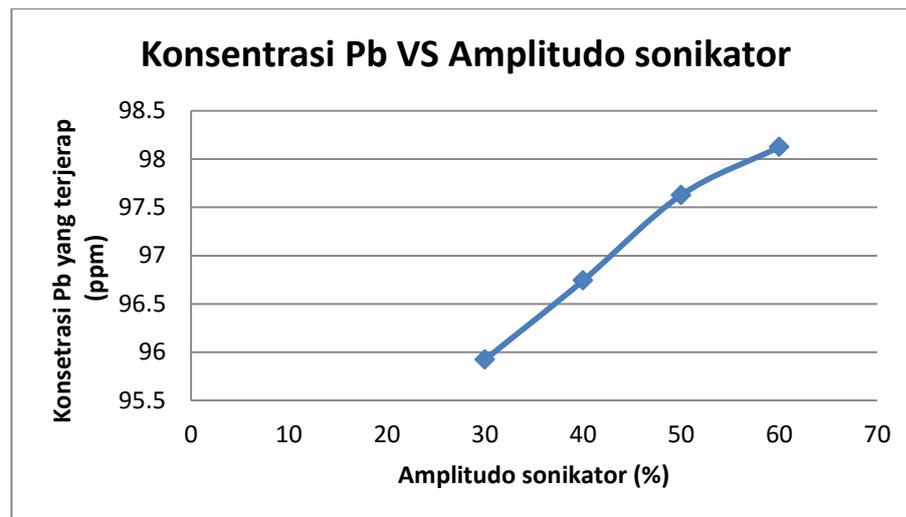
Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben.

Pada penelitian ini daya adsorpsi karbon aktif terhadap iodium diperoleh sebesar 742078,2 mg/g. Besarnya nilai daya serap iod pada penelitian ini disebabkan karena pengaruh zat aktivator HCl dan waktu aktivasi terhadap daya serap iod, karena membuat semakin luasnya pembukaan pori-pori pada karbon aktif untuk menyerap iod. Pada proses aktivasi dengan zat aktivator HCl juga dapat membantu membentuk pori-pori dan pelat-pelat karbon menjadi lebih baik sehingga dapat meningkatkan daya serap terhadap iod.

e. Adsorpsi

Pada penelitian Adsorpsi ini dilakukan dengan pengamatan waktu aktivasi arang aktif dan amplitudo sonikasi yang dalam hal ini menggunakan zat aktivatornya adalah HCl. Adsorpsi ini dipengaruhi oleh gelombang amplitudo sonikator yang memberikan pengaruh pada penyerapan logam timbal,

gelombang ultrasonik pada sonikator ini menghasilkan getaran pendek dan cepat sehingga membuat pori dari karbon aktif ini terpecah menjadi pori yang lebih kecil dan menjadikannya memiliki luas permukaan yang besar sehingga berpengaruh pada besarnya daya serap terhadap logam Pb.

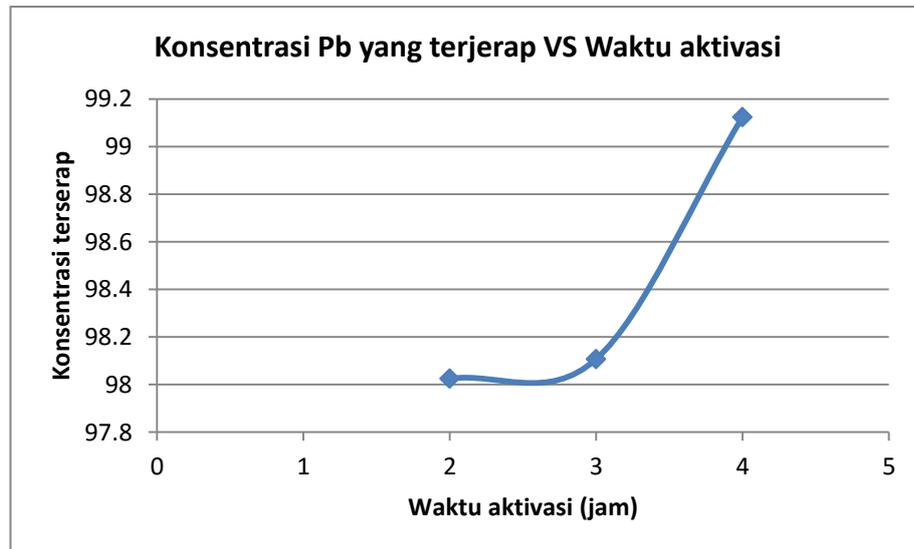


Gambar 1. Hubungan konsentrasi Pb terjerap ampiltudo sonikator

Persentase yang didapat dari gambar 1 di atas dapat disimpulkan semakin tinggi gelombang amplitudo sonikator penyerapan karbon aktif kulit durian pada logam Pb semakin besar, dikarenakan semakin tingginya gelombang amplitudo sonikasi, ukuran partikel cenderung lebih homogen dan mengecil yang akhirnya menuju ukuran nanopartikel yang stabil serta penggumpalan pun semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena gelombang kejut pada metode sonikasi dapat memisahkan penggumpalan partikel.

Lamanya waktu aktivasi mempengaruhi pembentukan pori-pori, semakin lama waktu aktivasi maka semakin banyak pori karbon aktif yang terbentuk (Pari dkk, 2005). HCl sebagai aktivator bereaksi dengan karbon

mengakibatkan terbentuknya pori-pori sehingga meningkatkan luas permukaan karbon aktif. Aktivator HCl merupakan asam kuat yang mampu menghilangkan senyawa hidrokarbon.



Gambar 2. Hubungan waktu aktivasi dengan konsentrasi Pb yang terjerap

Pada gambar 2 menunjukkan karbon aktif yang diaktivasi dengan waktu aktivasi yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan, waktu aktivasi yang relatif singkat mengakibatkan dinding karbon yang hanya sedikit pori-pori, maka pada penelitian kali ini dipilih waktu aktivasi terbaik yaitu 4 jam aktivasi agar menghasilkan pori-pori terbuka dengan lebar dan jumlah yang banyak.

Aktivasi selama 2 jam, aktivator hanya mampu membuka pori-pori partikel karbon sedikit maka daya jerap karbon aktifpun relatif rendah. Maka makin lama waktu aktivasi maka makin banyak zat inert dipermukaan partikel karbon yang terlepas dari permukaan sehingga pori-pori permukaan partikel karbon aktif makin banyak menyebabkan luas permukaan semakin besar dan kemampuan daya jerappun meningkat. Waktu aktivasi 4 jam menghasilkan karbon aktif dengan daya adsorpsi yang tinggi.

Telah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Marlinawati (2016), dalam penelitian sebelumnya dilakukan penyerapan pada logam Pb dalam waktu aktivasi karbon yang berbeda beda, waktu aktivasi karbon yang berbeda-beda mengalami peningkatan pada setiap menitnya kemudian mengalami penurunan daya adsorpsinya ini dikarenakan pada titik waktu aktivasi optimum karbon aktif masih efektif menyerap logam Pb. Sehingga pada penelitian ini didapatkan waktu aktivasi yang optimum selama 4 jam yang menghasilkan daya adsorpsi yang besar, namun jika peneliti melakukan variasi waktu aktivasi lebih dari 4 jam mungkin akan mengalami penurunan namun jika mengalami peningkatanpun daya adsorpsi tidak akan naik dengan signifikan karena karbon aktif mengalami desorpsi dimana melepaskan kembali ion logam Pb yang telah diadsorpsi oleh arang aktif mengalami kejenuhan sehingga tidak mampu mengadsorpsi ion logam Pb lebih banyak lagi.

4.2. Hasil analisis BET

Pore Radius (Å)

<u>BJH adsorption summary</u>	
Surface Area =	15.148 m ² /g
Pore Volume =	0.022 cc/g
Pore Radius Dv(r) =	21.552 Å

Gambar 3. Hasil BET

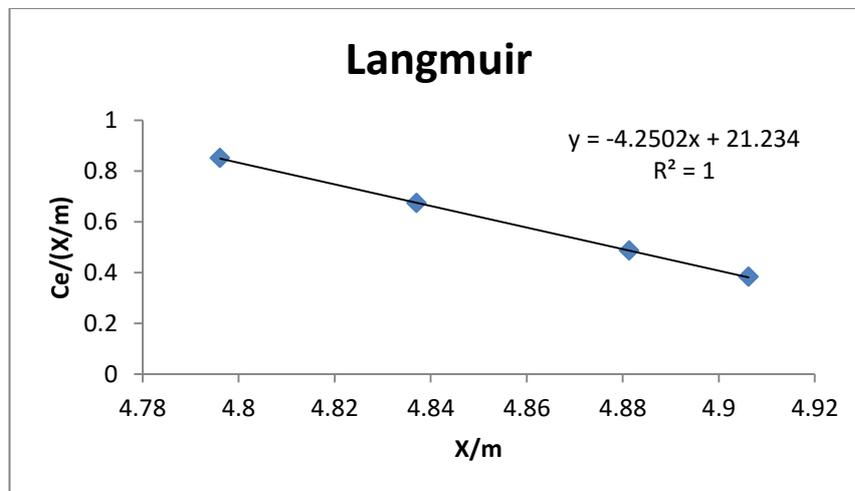
Hasil BET tersebut menunjukkan bahwa pori yang terdapat pada karbon aktif ini sudah mencapai nanopori yaitu 2,1552 nanometer. Hasil yang terdapat pada karbon aktif tersebut telah tercapai nanopori. Maka semakin ukuran pori karbon aktif maka semakin besar juga *surface areanya*, dan

semakin besar luas area maka semakin besar daya serapnya karena penyebaran pori-pori lebih banyak.

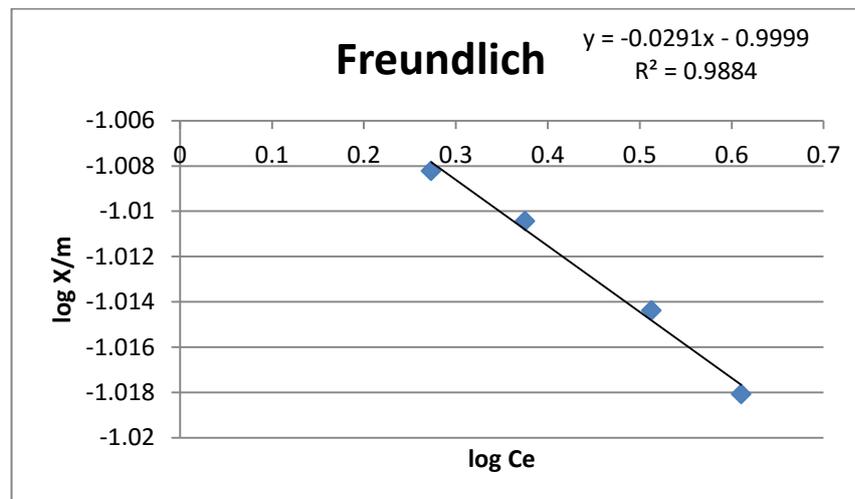
4.3. Persamaan Langmuir dan Freundlich

Tabel 2. Perhitungan harga x/m , $C_e/(x/m)$, $\log(x/m)$ dan $\log C_e$

Konsentrasi awal (C ₀)(ppm)	Konsentrasi akhir (C _e)(ppm)	Konsentrasi Terserap(ppm)	X/m (mg/g)	C _e /(X/m)	log C _e	Log X/m
100	4.077	95.923	4.79615	0.850056816	0.610341	0.6808928
100	3.258	96.742	4.8371	0.673544066	0.512951	0.6845851
100	2.373	97.627	4.88135	0.486136007	0.375298	0.6885399
100	1.876	98.124	4.9062	0.382373324	0.273233	0.6907452



Gambar 4. Persamaan adsorpsi isoterm Langmuir dari $C_e/(x/m)$ versus X/m



Gambar 5. Persamaan adsorpsi isoterm Freundlich dari log (x/m) versus log Ce

Pengujian menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich didapatkan grafik linierisasi yang baik dan juga menghasilkan harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0,9$. Persamaan adsorpsi langmuir menghasilkan $R^2 = 1$ dan persamaan adsorpsi Freundlich dengan $R^2 = 0.9884$. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam plumbum (ii) oleh karbon aktif kulit durian. Hasil yang diperoleh dari persamaan langmuir $y = -4.2502x + 21.234$ $R^2 = 1$ sedangkan hasil dari persamaan Freundlich $y = -0.0291x - 0.9999$ serta harga konstanta dari persamaan Langmuir dan Freundlich ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Harga konstanta Langmuir dan Freundlich

Isoterm	Konstanta	Harga
Langmuir	a	0,2352
	b	2,0023
Freundlich	k	9,9977
	n	34,3642

Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi sebesar 0,2352 mg/g didapatkan dari persamaan Langmuir dan pada persamaan Freundlich sebesar 9,9977 mg/g. Dari hasil yang didapatkan, perhitungan daya adsorpsi maksimum karbon aktif kulit durian pada proses penyerapan logam plumbum(II) dihitung menggunakan persamaan adsorpsi Freundlich karena kapasitas adsorpsi yang didapatkan lebih besar dengan daya adsorpsi maksimum sebesar 9,9977 mg/g.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa :

- a. Semakin lamanya waktu aktivasi pada arang semakin besar penyerapan logam timbalnya, penyerapan logam tertinggi terdapat pada waktu aktivasi selama 4 jam.
- b. Semakin besarnya amplitudo sonikator pada penyerapan logam timbal, pada amplitudo sonikator 30% sampai dengan 60% terus mengalami peningkatan, sehingga amplitudo sonikator 60% merupakan amplitudo yang memiliki penyerapan timbal paling baik.

5.2 Saran

- a. Bagi industri yang memanfaatkan buah durian sehingga menghasilkan banyak limbah kulit durian perlu dilakukan pengujian karbon aktif dari kulit durian yang dapat mencemari lingkungan.
- b. Bagi peneliti selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi karbon aktif dari limbah kulit durian terhadap limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah M, 2008, "Pengertian nanopartikel", (Online), (http://olinanotegnologi.blogspot.co.id/2009/07/teknologinano_merupakan-suatu.html).
- Abdurrahman Bahtiar, dkk. 2015. "Adsorpsi Logam Fe Menggunakan Adsorben Karbon Kulit Durian Teraktivasi Larutan Kalium Hidroksida". Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura, *Prisma Fisika*, Vol. III, No. 01 (2015), Hal.05 – 08.
- Anggun Pradilla Sandi dan Astuti. 2014. "Pengaruh Waktu Aktivasi Menggunakan H₃PO₄ Terhadap Struktur dan Ukuran Pori Karbon Berbasis Arang Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*)". Jurnal Fisika Unand Vol. 3, No. 2, April 2014.
- Arniati Labanni, dkk. 2011, "Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia". Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
- Basaltico Raditya S dan Okik Hendiyanto C, 2009 "Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben Logam Berat Pb Pada Limbah Cair Elektroplating". Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.8 No 1.
- Beni Febriansyah, dkk. 2015. "Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe". Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, *Jom FTEKNIK* Volume 2 No. 2 Oktober 2015.
- Eric Drexler, 1980. "Engines of Creation: The coming Era of Nanotechnology".
- Jamilatun, 2014. "Karakteristik Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dengan Pengaktivasi H₂SO₄ Variasi Suhu Dan Waktu, Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 2, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika Volum 1 Nomor 1 Maret 2016. Halaman 32-36 p-ISSN: 2477-5959 e-ISSN: 2477-8451
- Khornia Dwi Lestari L.F. 2017. "Pengaruh Waktu dan Suhu pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai upaya Pemanfaatan Limbah dengan Suhu tinggi secara Pirolisis". Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang, *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 2, No. 1, April 2017, Hal. 32 – 38.

- Kusumaningrum W, 2016. "Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Media Adsorpsi Untuk Menurunkan Kadar Fe (Besi) dan Mn (Mangan Pada Air Sumur Gali di desa Gelam Candi". Program Studi Teknik Lingkungan; Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- Lee, C. E. and C. H. Petersen. 2003. Effects of developmental acclimation on adult salinity tolerance in the freshwater-invading copepod *Eurytemora affinis*. *Phys. Biochem. Zool.* 76:296–301.
- Mar'atus Sholihah. 2016. "*Ultrasonic-Assisted Extraction Antioksidan Dari Kulit Manggis*". Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor 2016.
- Marlinawati, dkk. 2015. "Pemanfaatan Arang Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* L.) sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium (II)". Laboratorium Analitik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman, *Jurnal Kimia Mulawarman* Volume 13 Nomor 1 November 2015 Kimia FMIPA Un mul.
- Matheis F.J.D.P.Tanasale, dkk. 2014. "Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B oleh Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus*)". *Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Pattimura University, Kampus, Ind. J. Chem. Res., 2014, 2, 116 – 121.*
- Maulinda, L., Z.A.Nasrul. dan D.N.Sari. 2015. "Pemanfaatan Kulit sebagai Bahan Baku Karbon Aktif". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2) : 11 – 19.
- Muzdaleni, 2011. "Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Fe dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom terhadap ikan sardine Di Pekanbaru". Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Norio Taniguchi, 1974. "On the Basic Concept of 'Nano-Technology, Tokyo Science University".
- Nurhaeni, dkk. 2017 "Adsorpsi Ion Pb²⁺ Menggunakan Arang Aktif Kulit Durian dengan Metode Kolom Adsorpsi". *Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako Jurnal Kovalen*, 3(1): 1 - 6, April 2017.
- Pari, G, K., Sofyan, Syafii dan Buchari. 2005. Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap Struktur kimia dan Mutu Arang Aktif Serbuk Gergaji Sengon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 23(3) : 207-218.
- Prabowo, A. L., 2009, Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung serta Aplikasinya untuk Adsorpsi Cu, Pb, dan Amonia, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Reza Anggara, dkk. 2014. "Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Bioadsorben Logam Berat pada Limbah Industri Pengelolaan Mineral di Indonesia". Institut Teknologi Bandung.

- Rosmawati T. 2016. "Pemanfaatan Limbah Kulit Durian sebagai Bahan Baku Briket dan Pestisida Nabati". Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Ambon, Jurnal Biology Science & Education 2016.
- Sahara, E., W.D.Sulihingtyas. dan I.P.A.S.Mahardika. 2017. "Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) yang Diaktivasi Dengan H_3PO_4 ". *Jurnal Kimia*, 11(1) : 1 – 9.
- Sembiring dan Sinaga R., 2003, Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya), USU Digital Library, Medan, <http://library.usu.ac.id/download/ft/industri-meilita.pdf>.
- Sudrajat R. 1979. Analisis Kimia Beberapa Jenis Kayu Indonesia. Bogor : Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sudrajat R, Suryani A. 2002. Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Ampas Daun Teh. Di Dalam Wibowo S. 2009. Karakteristik Arang Aktif Tempurung Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Minyak Nyamplung. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suslick K.S. 1989. " The chemical effects of ultrasound sci", Amd :62-68.

LAMPIRAN

1. Perhitungan Kadar Larutan Pb(NO₃)₂

Pada adsorpsi ini dilakukan pada larutan Timbal (II) Nitrat dengan konsentrasi 100 ppm dengan perhitungan sebagai berikut :

$$100 \text{ ppm} = 100 \text{ mg/L}$$

$$100 \text{ ppm} = \frac{BM \text{ Pb(NO}_3)_2}{Ar \text{ Pb}} \times 100 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$100 \text{ ppm} = \frac{331,2}{251,2} \times 100 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$100 \text{ ppm} = 1,318 \times 100 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$100 \text{ ppm} = 131,8 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 0,1318 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

2. Perhitungan daya adsorpsi persamaan Langmuir dan Freundlich

Konsentrasi awal (C ₀)(ppm)	Konsentrasi akhir (C _e)(ppm)	Konsentrasi Terserap(ppm)	X/m (mg/g)	C _e /(X/m)	log C _e	log X/m
100	4.077	95.923	4.79615	0.850056816	0.610341	0.6808928
100	3.258	96.742	4.8371	0.673544066	0.512951	0.6845851
100	2.373	97.627	4.88135	0.486136007	0.375298	0.6885399
100	1.876	98.124	4.9062	0.382373324	0.273233	0.6907452

Kemudian dibuat grafik persamaan Langmuir X/m vs C_e/(X/m) dan persamaan Freundlich dengan persamaan log C_e vs log X/m

a. Perhitungan daya adsorpsi pada persamaan Langmuir

$$-4,2502x + 21,234$$

$$1/a = 4,2502$$

$$1/n = 1/4,2502$$

$$a = 0,2352$$

$$1/ab = 21,234$$

$$b = 2,0023$$

Langmuir

$$\begin{aligned} Ce/(x/m) &= 1/a.b + 1/a \cdot Ce \\ &= 21,234 + 4,2502 Ce \end{aligned}$$

b. Perhitungan daya adsorpsi persamaan Freundlich

$$\begin{aligned} Y &= - 0,0291x - 0,9999 \\ \text{Log } k &= 0,9999 \\ &= 9,9977 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1/n &= 0,0291 \\ n &= 34,3642 \end{aligned}$$

Freundlich

$$\begin{aligned} \text{Log } (X/m) &= \text{log } k + 1/n \text{ log } Ce \\ &= 0,9999 + 0,0291 \text{ log } Ce \end{aligned}$$

3. Perhitungan rendemen arangaktif

Berat arang aktif : 5,639 g

Beratarang : 7,362g

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat arang aktif}}{\text{Berat arang}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{5,639 \text{ gram}}{7,362 \text{ gram}} \times 100\% = 76,59\%$$

4. Perhitungan Kadar Air

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{\text{Sebelum pemanasan} - \text{sesudah pemanasan}}{\text{sebelum pemanasan}}$$

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{34.0115 - 33.6452}{34.0115} \times 100\% = 1.076\%$$

5. Perhitungan Kadar Abu

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat sampel}}{\text{Berat abu}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar abu} = \frac{0.0364}{0.7362} \times 100\% = 4,9\%$$

6. Perhitungan Kadar Iod

$$\begin{aligned} \text{Daya serap iod} &= \frac{10 - \left(\frac{\text{ml titrasi} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{N \text{ iod}} \right)}{\text{bobot arang (gram)}} \times 12,693 \\ &= \frac{10 - \left(\frac{0,2 \times 0,1016}{0,1} \right)}{1 \text{ (gram)}} \times 12,693 = 742,0782 \text{ ml/gr} \\ &= 742,0782 \frac{\text{ml}}{\text{gr}} \times \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \\ &= 742,0782 \frac{\text{ml}}{\text{gr}} \times \frac{1\text{mg}}{0,001\text{ml}} = 742078,2 \frac{\text{mg}}{\text{gr}} \end{aligned}$$



Gambar.1 Penjemuran kulit durian di bawah sinar matahari



Gambar.2 Proses refluks arang aktif



Gambar.3 Hasil refluks arang kulit durian



Gambar 4. Pengayakan arang dengan pengayak 100



Gambar 5. Penyaring filtrat setelah shaker



Gambar 6. Pengeringan hasil proses sonikasi



Gambar 7. Penyaringan hasil refluks yang sudah disonikasi



Gambar 8. Arang aktif yang dishaker



Gambar 9. Sonikasi arang aktif