PENYISIHAN ION KROMIUM HESKAVALEN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA

SKRIPSI

TEKNIK KIMIA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

JOSIA CABERTO P SILITONGA
NIM. 155061107111017

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

PENYISIHAN ION KROMIUM HEKSAVALEN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA
SKRIPSI

TEKNIK KIMIA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

JOSIA CABERTO P SILITONGA
NIM. 155061107111017

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 17 Desember 2019

Menyetujui, Dosen Pembimbing I	Menyetujui, Dosen Pembimbing II
Ir. Bambang Ismuyanto, MS	A.S Dwi Saptati NH., ST., MT
NIP.196005041986031003	**NIK.2012018308272001**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP.196001261986031001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

JUDUL SKRIPSI :

PENYISIHAN ION KROMIUM HESKAVALEN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA

Nama Mahasiswa/NIM : Josia Caberto P Silitonga / 155061107111017

Jurusan S1 : Teknik Kimia

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Ismuyanto, MS

Dosen Penguji 2 : Rama Oktavian, ST., M.Sc

Dosen Penguji 3 : Aji Hendra Sarosa, ST., MT

Tanggal Ujian : 3 Juli 2019

SK Penguji : 2409/UN10.F07/SK/2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 17 Desember 2019

Mahasiswa,

METERAI TEMPEL 32EDCDAEF272788346 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Josia Caberto P Silitonga

NIM. 155061107111017

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac.id

TURNITIN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 161/UN10.F07.18/PP/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

JOSIA CABERTO PALUKI SILITONGA

Dengan Judul Skripsi :

Penyisihan Ion Kromium Heskavalen menggunakan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa
(Hescavalent Cromium Ion Removal using Active Carbon from Coconut Shell)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi ≤ 20 %, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 DEC 2019

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP 19600126 198603 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. dengan judul "Penyisihan Ion Kromium Heksavalen Menggunakan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivasi Fisika" dapat terselesaikan dengan baik atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan, kepada:

1. Ir. Bambang Poerwadi, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
2. Ir. Bambang Ismuyanto, M.S., selaku Dosen Pembimbing I mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
3. A.S. Dwi Saptati N.H., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
4. Agustina Rahayu, A.Md selaku PLP Laboratorium Sains Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
5. Bapak & Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Seluruh staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam penulisan skripsi.
7. Orang tua penulis dan keluarga tercinta atas segala perhatian dan kasih sayang, dukungan moral serta bantuan materi maupun non materi
8. Teman-teman Teknik Kimia 2015 yang selalu mendukung selama ini

Penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak demi kebaikan penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Malang, September 2019

Penulis

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR **3**
DAFTAR ISI **7**
DAFTAR TABEL **10**
DAFTAR GAMBAR **11**
DAFTAR SIMBOL **12**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Tempurung Kelapa 5
2.2 Karbon Aktif 6
2.3 Pembuatan Karbon Aktif 8
2.3.1 Dehidrasi 8
2.3.2 Karbonisasi 8
2.3.3 Aktivasi 8
2.4 Kromium Heksavalen 10
2.5 Adsorpsi 11
2.3.4 Adsorpsi Fisik 11
2.5.1 Adsorpsi Kimia 12
2.5.2 Mekanisme Adsorpsi 12
2.5.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi 13
2.6 Uji Karakterisasi Karbon 14
2.6.1 Uji BET 14
2.6.2 Uji SEM EDX 14
2.6.3 Uji FTIR 14
2.7 Penelitian Terdahulu 16

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1 Metodologi Penelitian 17
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 17
3.3 Variabel Penelitian 17
3.4 Alat dan Bahan Penelitian 17
3.4.1 Alat Penelitian 17
3.4.2 Bahan Penelitian 18
3.4.3 Rangkaian Alat 18
3.5 Prosedur Penelitian 19
3.5.1 Persiapan Tempurung Kelapa 19
3.5.2 Aktivasi Tempurung Kelapa 19
3.5.3 Pembuatan Laturan Kromium Heksavalen Sintetik 20
3.5.4 Proses Adsorpsi 21
3.5.5 Analisa Kadar Kromium Heksavalen dengan UV-Vis 22
3.5.6 Kurva Kalibrasi UV-Vis 23
3.6 Pengujian Yang Dilakukan 24
3.6.1 Kadar Abu 24
3.6.2 Kadar Air 25
3.6.3 Kadar *Volatile* 26
3.6.4 Kadar Karbon Murni 27
3.6.5 Analisa BET (Brunauer-Emmet-Teller) 27
3.6.6 Analisa FT-IR (Fourier Transform-Infra Red) 28
3.6.7 Analisa SEM EDX 28
3.7 Diagram Alir Penelitian 29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Karakterisasi FTIR 32
4.2 Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif 33
4.2.1 Karakterisasi Kadar Air 34
4.2.2 Karakterisasi Kadar Abu 43
4.2.3 Karakterisasi Kadar *Volatile* 35

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.3 Karakterisasi BET 36
4.4 Pengaruh Massa Karbon Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr(VI) 38
4.5 Mekanisme Adsorpsi pada Penyisihan Logam Cr(VI) 38

BAB V PENUTUP 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 39

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Syarat Mutu Karbon Aktif	7
Tabel 2.2.	Karakteristik Fisika dan Kimia Kromium Heksavalen	11
Tabel 2.3	Penelitian Terdahulu	15
Tabel 4.1	Hasil Uji FT-IR Karbon dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa	32
Tabel 4.2	Hasil Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif	33
Tabel 4.3	Hasil Uji SEM EDX Karbon dan Karbon Aktif	34
Tabel 4.4	Data Luas Permukaan Efektif Volume Adsorpsi dan Desorpsi	35

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Grafik persebaran negara penghasil kelapa asia pasifik	1
Gambar 2.1	Gugus fungsi di permukaan karbon aktif	6
Gambar 3.1	Rangkaian alat proses karbonisasi	18
Gambar 3.2	Diagram Alir Persiapan Karbon Tempurung	19
Gambar 3.3	Diagram Alir Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa	20
Gambar 3.4	Diagram Alir Pembuatan Larutan Kerja Cr(VI)	21
Gambar 3.5	Diagram Alir Proses Adsorpsi	22
Gambar 3.6	Diagram Alir Analisa Kadar Cr(VI) dengan UV-Vis	23
Gambar 3.7	Diagram Alir Kurva Kalibrasi UV-Vis	24
Gambar 3.8	Diagram Alir Proses Pengujian Kadar Abu	25
Gambar 3.9	Diagram Alir Proses Pengujian Kadar Air	26
Gambar 3.10	Diagram Alir Proses Pengujian Kadar Volatile	27
Gambar 3.11	Diagram Alir Proses Analisa BET	28
Gambar 3.12	Diagram Alir Proses Analisa FT-IR	28
Gambar 3.13	Diagram Alir Proses Analisa SEM EDX	29
Gambar 3.14	Diagram Alir Proses Penelitian	29
Gambar 4.1	Gelombang Uji FTIR	32
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Jumlah Massa Karbon Terhadap Penyisihan Cr(VI)	36

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Satuan	Simbol
Absorbansi	absorbansi	A
Diameter pori	Amstrong (Å)	$\mathcal{L}$
Keasaman	pH	pH
Kecepatan rotasi	rotasi per menit (rpm)	ω
Konsentrasi	mol per liter	M
Konsentrasi mula-mula	part per million (ppm)	C_0
Konsentrasi kesetimbangan	part per million (ppm)	C_e
Massa	gram (g) dan miligram (mg)	m
Panjang gelombang	nanometer (nm)	λ
Suhu	Celcius (^oC)	T
Volume	liter (L) atau mililiter (mL)	V
Waktu	menit (min)	T

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data Perhitungan	45
Lampiran 2	Dokumentasi Kegitan	54
Lampiran 3	Uji BET	58
Lampiran 4	Uji FTIR	68
Lampiran 5	Uji SEM EDX	71

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

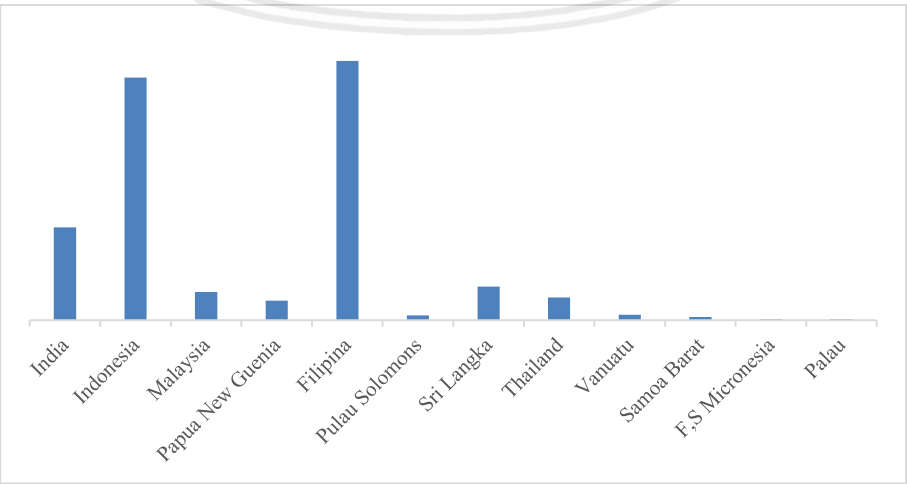
BAB I
PENDAHULUAN

Latar Belakang

Industri penyamakan kulit menggunakan 2-3% Cr_2O_3 dalam prosesnya, dan menghasilkan hingga 100-400 mg/l kromium dalam bentuk limbah cair (World Bank, 1998). Limbah Cr(VI) yang dihasilkan mempunyai sifat toksik dan tidak mampu terurai di dalam lingkungan, serta terakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Jika kadar kromium melebihi nilai ambang batas akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan seperti nyeri perut, muntah, ulkus lambung, dan diare berdarah (Tyas & Effendy, 2016). Oleh karena itu, menurut surat keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Tahun 1995, baku mutu limbah yang boleh dialirkan ke air permukaan untuk Cr(VI) sebesar 2,0 mg/L.

Untuk mengurangi dampak dari limbah Kromium Heksavalen, berbagai usaha dilakukan untuk menetralisir pencemaran lingkungan akibat dari logam berat tersebut, yaitu presipitasi, *ion exchange*, filtrasi, membran, elektrokoagulasi, *reverse osmosis* dan pemanfaatan berbagai produk nabati untuk bahan baku penyerapan logam berat. Namun, teknologi tersebut memiliki keterbatasan berupa harga yang mahal dan membutuhkan teknologi mutakhir. Oleh karena itu, karbon aktif dari produk nabati murah banyak diminati, misalnya kulit pisang, sabut kelapa dan tempurung kelapa **.**

Menurut *Food and Agriculture Organization (FAO)* Asia Pasifik mampu menghasilkan 82% dari produk kelapa di dunia, sedangkan 18% sisanya diproduksi atau dihasilkan oleh negara di Afrika dan Amerika Selatan.



Gambar 1.1 Grafik Persebaran Buah Kelapa di Asia Pasifik

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Dari gambar 1.1 dapat dilihat Indonesia merupakan negara penghasil kelapa terbesar kedua setelah Filipina, buah kelapa sendiri hampir semua bagiannya digunakan dan diambil manfaatnya namun banyak pula yang terbuang menjadi sampah seperti serabut dan tempurung kelapa. Tempurung kelapa menyimpan potensi sebagai adsorben alami yang dapat menghilangkan polutan dalam limbah cair (Kumar & Meikap, 2014). Tempurung kelapa sendiri merupakan 12% bagian dari buah kelapa (Syah, 2005). Penggunaan tempurung kelapa sebagai bahan karbon aktif memiliki keuntungan diantaranya adalah memiliki stabilitas, luas permukaannya besar, daya serap tinggi, kadar abu sedikit dan memiliki kemurnian karbon yang tinggi (Surtono & Setiawati, 2010). Kandungan terbesar pada tempurung kelapa adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan komponen bahan baku karbon aktif (Sriatun, 2010).

Penyisihan Cr(VI) menggunakan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yaitu Asha Gupta dkk (2011) melakukan perbandingan kemampuan adsorpsi pada karbon berbahan dasar tempurung kelapa dan serabut kelapa dalam penyisihan Cr(VI). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif berbahan tempurung kelapa memiliki kemampuan adsorpsi lebih besar dibandingkan karbon aktif berbahan serabut kelapa. Karbon aktif tempurung kelapa berukuran 0,3 mm dengan dosis 1gr/100ml mampu menyisihkan 88% Cr(VI) dalam limbah penyamakan kulit dengan konsentrasi awal Cr(VI) sebesar 10 ppm, pH 2, dan waktu kontak 60 menit. Selain itu, Aulia dan Yovita (2019) melakukan penelitian karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi massa dan konsentrasi awal Cr(VI). Penelitian tersebut menggunakan suhu karbonisasi sebesar 600°C dengan waktu kontak selama 120 menit, namun pada interval 15 menit pertama persen penyisihan Cr(VI) sudah cukup tinggi dengan dosis karbon aktif 2 gram dan konsentrasi awal Cr(VI) 60 ppm.

Penelitian ini menggunakan tempurung kelapa yang sudah diproses menjadi karbon yang kemudian diaktivasi secara fisika menggunakan suhu 600°C. Adanya potensi yang dimiliki tempurung kelapa sebagai karbon aktif menjadi dasar bagi penelitian ini untuk memanfaatkan tempurung kelapa sebagai karbon aktif guna menyisihkan Cr(VI).

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh massa karbon dan karbon aktif dari tempurung kelapa terhadap efektivitas penurunan kadar Cr(VI) dalam limbah cair industri penyamakan kulit ?
2. Bagaimana pengaruh aktivasi fisika karbon tempurung kelapa terhadap persen penyisihan Cr(VI) dalam limbah cair industi penyamakan kulit?

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tujuan

1. Mengetahui pengaruh massa karbon dan karbon aktif dari tempurung kelapa terhadap efektivitas penurunan kadar Cr(VI) dalam limbah cair industri penyamakan kulit
2. Mengetahui pengaruh aktivasi fisika karbon tempurung kelapa terhadap persen penyisihan Cr(VI) dalam limbah cair industi penyamakan kulit

Batasan Masalah

Adapun dalam skripsi ini digunakan beberapa batasan masalah, yakni:

1. Limbah pengayakan kulit sintesis dibuat berdasarkan limbah pengayakan kulit
2. Proses aktivasi dilakukan selama 120 menit dengan suhu 600°C.
3. pH adsorpsi yang digunakan adalah 2 dengan waktu pengadukan 15 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 160 rpm
4. Volume Cr(VI) 25 ml
5. Adsorben yang digunakan merupakan karbon tempurung kelapa yang telah diproduksi oleh Arang Wendit Malang

Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat menyediakan alternatif penanganan limbah logam berat bagi masyarakat, dengan pemanfaatan limbah alami tempurung kelapa, serta meningkatkan nilai ekonomi tempurung kelapa. Bagi kalangan akademisi dapat menjadi sarana transfer gagasan dan informasi terkait pengaruh aktivasi fisika terhadap karbon aktif dari tempurung kelapa. Diharapkan pula penelitian ini dapat menjadi salah satu rujukan untuk menyempurnakan gagasan terkait agar dapat diaplikasikan di masyarakat.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Arang Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak dibagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 3-6 mm. Tempurung kelapa yang memiliki kualitas yang baik yaitu tempurung kelapa tua dan kering ditunjukkan dengan warna gelap kecoklatan. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar 6-9%. Secara kimiawi tempurung kelapa memiliki komposisi yang tersusun dari lignin 27%, selulosa 34% dan hemiselulosa 21% (Maryono dkk., 2013).

Tempurung kelapa di Indonesia produksinya sangat melimpah dan dianggap sebagai masalah lingkungan. Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif dimana karbon aktif dari tempurung kelapa mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Selain itu juga industri pembuatan arang aktif di Indonesia telah mengalami kemajuan yang cukup pesat. Hal ini disebabkan meningkatnya permintaan pasar. Peningkatan permintaan pasar ini disebabkan banyaknya manfaat dari karbon aktif sebagai adsorben logam-logam berat seperti merkuri, fenol dan lain-lain (Tilman, 1981).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tempurung kelapa dalam melakukan adsorpsi antara lain (Widjanarko, 2006) :

1. Selulosa

Selulosa merupakan serat padat yang memiliki sifat polar serta memiliki afinitas yang besar terhadap zat terlarut yang memiliki sifat polar terutama bila kepolaran pelarutnya lebih rendah.

2. Lignin

Lignin merupakan salah satu biopolimer aromatik yang memiliki berat molekul yang besar. Lignin juga memiliki beberapa gugus fungsional seperti aldehida, keton asam, phenol dan ether sehingga kemungkinan terjadinya adsorpsi kimia menjadi lebih besar.

3. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida bercabang yang berada diantara lignin dan selulosa serta melekat pada selulosa dengan kandungan karbon yang tinggi 44,4% C, 49,4% O, 6,2% H

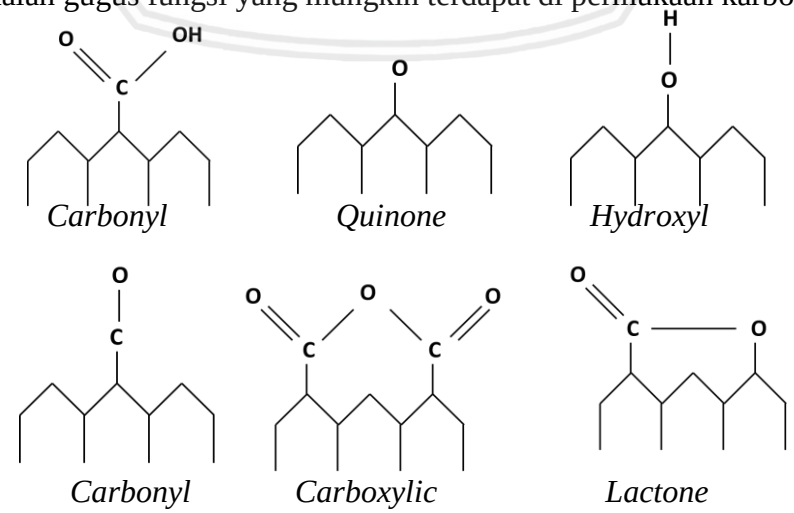
Karbon dari tempurung kelapa memiliki beberapa kelebihan dari bahan lainnya, yaitu tingkat kekerasan yang tinggi, luas permukaan lebih dari 1500 m^2/gram, daya serap tinggi, kadar abu rendah, dan kemurnian yang tinggi. Namun kandungan mineral yang terdapat pada arang tempurung kelapa relative cukup besar (Hoque,2002).

Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang diberi perlakuan secara kimia maupun fisika untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi senyawa-senyawa tertentu bergantung pada besar atau volume pori –pori dan juga luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangatlah besar, yaitu 25-99% terhadap berat karbon aktif (Darmawan, 2008).

Permukaan karbon aktif umumnya tersusun atas oksigen kompleks. Kompleks ini dihasilkan oleh bahan baku pembuatan karbon serta dari proses *chemisorption* oksigen pada saat aktivasi. Oksigen kompleks pada permukaan karbon aktif tampak dalam bentuk empat asam oksida permukaan yang berbeda-beda, yaitu gugus karboksilat kuat, karboksilat lemah, fenolik, dan karbonil. Aktivasi pada suhu yang sangat tinggi menyebabkan terbentuknya permukaan yang terdiri atas gugus basa, seperti eter siklis. Sementara itu, adanya permukaan oksida dapat menambah kepolaran pada karbon aktif. Perlakuan secara termal pada karbon hasil karbonisasi pada kondisi atmosfer inert atau vakum dapat menyisihkan gugus oksida pada permukaan karbon (Cecen dan Ozgur, 2011). Perlakuan termal juga bertujuan menghilangkan *carboxylic anhydrides* dan kebanyakan *lactones*, serta beberapa gugus fenol.

Berikut ini adalah gugus fungsi yang mungkin terdapat di permukaan karbon aktif.



Gambar 2.1 Gugus fungsi di permukaan karbon aktif (Yang, 2003)

Terdapat dua tahapan dalam pembuatan karbon aktif, yakni karbonisasi bahan baku (biasanya terjadi pada suhu < 800°C pada tekanan atmosfer) dan aktivasi hasil karbonisasi. Selama proses karbonisasi, seluruh elemen non-karbon seperti sulfur, oksigen, nitrogen, dan hidrogen akan dihilangkan sebagai gas. Sedangkan unsur karbon sisa akan membentuk gugus aromatik satu sama lain secara acak. Susunan gugus aromatik yang acak ini dapat diisi oleh senyawa hasil dekomposisi atau karbon. Karbon yang dihasilkan setelah proses karbonisasi tidak memiliki kapasitas adsorpsi yang cukup tinggi sehingga untuk menghilangkannya dilakukan proses aktivasi. Proses aktivasi akan mengubah karbon menjadi bentuk yang memiliki banyak pori dan luas permukaan yang tinggi.

Sifat adsorpsi karbon aktif sangat tergantung pada porositas permukaannya, namun dalam bidang industri, karakterisasi karbon aktif lebih difokuskan pada sifat adsorpsi dari pada struktur porinya. Bentuk pori karbon aktif bervariasi yaitu berupa silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang tidak teratur. Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer. Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Oksidasi permukaan dalam produksi karbon aktif, akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter pada karbon, sehingga karbon aktif dapar bersifat sebagai asam maupun basa (Sudirjo, 2006). Adapun syarat mutu karbon aktif yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.1. Syarat Mutu Karbon Aktif (SNI. 06-3730-1995)

Uraian	Persyaratan Kualitas	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan (kadar volatile) 950^{0}C (%)	Max 15	Max 25
Kadar air (%)	Max 4,5	Max 15
Kadar abu(%)	Max 2,5	Max 10
Bagian yang tidak mengarang(%)	Diabaikan	Diabaikan
Daya Serap terhadap larutan mg/gram I_2(%)	Min 750	Min 750
Karbon aktif murni (%)	Min 80	Min 65

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap yaitu:

Dehidrasi

Dehidrasi ialah proses penghilangan kandungan air didalam bahan baku dengan cara pemanasan didalam oven dengan temperatur 105 ^{o}C. Prosedur ini dilakukan hingga bahan baku karbon memiliki massa yang konstan (Smisek, 2007).

Karbonisasi

Karbonisasi adalah suatu proses dimana unsur-unsur oksigen dan hidrogen dihilangkan dari karbon dan akan menghasilkan rangka karbon yang memiliki struktur tertentu. Hesseler berpendapat bahwa untuk menghasilkan arang yang sesuai untuk dijadikan karbon aktif, karbonisasi dilakukan pada temperatur lebih dari 400 ^{o}C akan tetapi hal itu juga tergantung pada bahan dasar dan metoda yang digunakan pada aktivasi. Smisek dan Cerny menjelaskan bahwa saat karbonisasi terjadi beberapa tahap yang meliputi penghilangan air atau dehidrasi, perubahan bahan organik menjadi unsur karbon dan dekomposisi tar sehingga pori-pori karbon menjadi lebih besar.

Produk dari hasil proses karbonisasi memiliki daya adorpsi yang kecil. Hal ini disebabkan pada proses karbonisasi bersuhu rendah, sebagian dari tar yang dihasilkan berada dalam pori dan permukaan sehingga mengakibatkan adsorpsi terhalang. Produk hasil karbonisasi dapat diaktifkan dengan cara mengeluarkan produk tar melalui pemanasan dalam suatu aliran gas inert, atau melalui ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang sesuai misalnya selenium oksida, atau melalui sebuah reaksi kimia. Karbon aktif dengan daya adsorpsi yang besar, dapat dihasilkan oleh proses aktivasi bahan baku yang telah dikarbonisasi dengan suhu tinggi (Hassler, 1951).

Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003). Produk dari karbonisasi tidak dapat diaplikasikan sebagai adsorben (karena struktur porositasnya tidak berkembang) tanpa adanya tambahan aktivasi. Proses aktivasi menghasilkan karbon oksida yang tersebar dalam permukaan karbon karena adanya reaksi antara karbon dengan zat pengoksidasi (Kinoshita, 1988).

Tujuan utama dari proses aktivasi adalah menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

untuk membuat beberapa pori baru. Adanya interaksi antara zat pengaktivasi dengan struktur atom-atom karbon hasil karbonisasi adalah mekanisme dari proses aktivasi. Selama aktivasi, karbon dibakar pada suasana oksidasi yang akan menambah jumlah atau volume pori dan luas permukaan produk melalui proses eliminasi atau penghilangan volatil produk pirolisis. Aktivator dapat meningkatkan keaktifan adsorben melalui mekanisme sebagai berikut :

1. Aktivator menembus celah atau pori-pori diantara pelat-pelat kristalit karbon (pada karbon aktif) yang berbentuk heksagonal dan menyebar di dalam celah atau pori-pori tersebut, sehingga terjadi pengikisan pada permukaan kristalit karbon.
2. Aktivator mencegah senyawa organik bereaksi dengan oksigen yang akan bereaksi dengan kristalit oksigen.
3. Menurut teori interkalasi, struktur dari suatu komposisi senyawa akan mengalami modifikasi jika disisipkan ion atau atom lain kedalam struktur tersebut. Pada aktivasi maka ion atau atom yang disisipkan adalah aktivator.
4. Aktivasi dapat berupa aktivasi fisik dimana digunakan gas-gas inert seperti uap air (steam), CO_2 dan N_2. Sedangkan pada aktivasi kimia, digunakan aktivator yang berperan penting untuk meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara menghilangkan senyawa non karbon dari pori-pori. (Hassler, 1951).

Aktivasi karbon aktif dapat dilakukan melalui 2 cara, yakni aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika (Kinoshita, 1988).

Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida ($CaCl_2$), magnesium klorida ($MgCl_2$), seng klorida ($ZnCl_2$), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Selain garam mineral biasanya digunakan ialah berbagai asam dan basa organik seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam hipoklorit (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH), dan natrium hidroksida (NaOH).

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian (Jankowska, 1991). Sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan

lebih banyak dan daya adsorbsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, 1991).

Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003).

Aktivasi Secara Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 (Sembiring, 2003). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada arang.

Aktivasi fisika dapat mengubah material yang telah dikarbonisasi dalam sebuah produk yang memiliki luas permukaan yang luar biasa dan struktur pori. Tujuan dari proses ini adalah mempertinggi volume, memperluas diameter pori yang terbentuk selama karbonisasi dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru. Fluidized bed reactor dapat digunakan untuk proes aktivasi fisika. Tipe reaktor ini telah digunakan untuk pembuatan karbon aktif dari batu (Swiatkowski, 1998).

Penggunaan gas nitrogen selama proses aktivasi karena nitrogen merupakan gas yang inert sehingga pembakaran karbon menjadi abu dan oksidasi oleh pamanasan lebih lanjut dapat dikurangi, selain itu dengan aktivasi gas akan mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya (Sugiharto, 1978). Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran 450°C – 700°C dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif (Raharjo, 1997).

Kromium Heksavalen

Kromium merupakan salah satu logam berat yang tidak ditemukan di alam bebas. Logam krom (Cr) adalah salah satu jenis polutan logam berat yang bersifat toksik, dalam tubuh logam krom biasanya berada dalam keadaan sebagai ion Cr(VI). Krom dapat menyebabkan kanker paru- paru, kerusakan hati (liver) dan ginjal. Jika kontak dengan

kulit menyebabkan iritasi dan jika tertelan dapat menyebabkan sakit perut dan muntah. Usaha-usaha yang dilakukan untuk mengurangi kadar pencemar pada perairan biasanya dilakukan melalui kombinasi proses biologi, fisika dan kimia.

Cr(VI) dalam lingkungan terhidrolisis secara langsung. Sehingga, Cr(VI) berwujud sebagai Anion, umumnya membentuk CrO_4^- dan anion hydrogen kromat ($HCrO_4^-$). Pada kondisi standar, Cr-O-H_2O mengalami reaksi:

$$HCrO_4^- \leftrightarrow CrO_4^{2-} + H^+$$

Tabel 2.2 Karakteristik fisika dan kimia Cr(VI)

Parameter	Nilai atau bentuk
Kondisi fisika	Padatan
Warna	Merah tua hingga ungu
Titik didih	250^0C
Titik leleh/beku	196^0C
Solubilitas di dalam air	Larut
Specific gravity	2,7 (terhadap air)

Sumber. Fisher Scientific,2007

Environmental Protection Agency (EPA) Amerika Serikat menggolongkan kromium sebagai suatu zat yang bersifat karsinogenik. Pekerja perusahaan yang menggunakan proses pelapisan kromium berisiko tinggi terimbas pencemaran kromium. Akumulasi uap yang terhirup saat proses pelapisan kromium bisa menyebabkan sesak napas dan berujung pada kanker paru- paru. Bukan itu saja, kulit yang terpapar kromium terus menerus akan menimbulkan ulserasi (borok),ulserasi pada selaput lendir hidung, *vascular effect* (pembuluh darah pada aorta rusak), anemia dan membuat tubuh lesu, menurunkan imunitas tubuh, gangguan reproduksi dan gangguan ginjal. Sejak 1982, penyakit dermatitis telah menjadi salah satu dari sepuluh besar penyakit akibat kerja (PAK) berdasarkan potensial insidens, keparahan dan kemampuan untuk dilakukan pencegahan (NIOSH 1996).

Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses pengayaan satu komponen satu atau lebih pada wilayah di antara dua fase yang berbeda, yaitu pada fase lapisan antarmuka (Thommas dkk., 2004). Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya interaksi antar substansi dengan permukaan padat. Adsorpsi merupakan mekanisme yang sering digunakan dalam skala industri untuk

memisahkan komponen dalam fase gas maupun fase cair. Hal ini disebabkan oleh fleksibilitas yang tinggi, proses operasi yang sederhana, efesien dan ekonomis.

Adsorpsi Fisik

Adsorpsi fisik merupakan proses adsorpsi akibat gaya Van der Waals, yaitu gaya intermolekuler antara molekul adsorbat dan fase fluida. Laju adsorpsi dipengaruhi oleh tekanan dan temperature, dimana laju adsorpsi fisik berbanding terbalik dengan temperature, dan berbanding lurus dengan tekanan fase fluida. Adsorpsi fisik bersifat reversible dan terjadi pada sisi adsorben manapun / tidak spesifik.

Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia merupakan proses adsorpsi akibat reaksi kimia antara permukaan adsorben dan fase fluida. Adsorpsi kimia terjadi seiring dengan terbentuknya ikatan kimia antar adsorben dan adsorptif, dan bersifat sangat kuat. Biasanya adsorpsi kimia terjadi pada temperature di atas temperature kritis adsorbat, dan memiliki potensi interaksi yang besar. (Thommas dkk., 2004) Selain itu, adsorpsi kimia juga membutuhkan panas adsorpsi dan energi aktivasi yang lebih besar dari adsorpsi fisika Oleh karena itu, adsorpsi kimia cenderung bersifat *irreversible* , dan selektif terhadap adsorptif.

Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorbsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982). Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1.Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.

2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*).

3. Difusi zat terlarut yang teradsopsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*).

4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben (Reynolds, 1982).

Operasi dari proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan antara partikel penyerap dengan fluida.

2. Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu bejana dengan sistem filtrasi, dimana bejana yang berisi media penjerap dialirkan air dengan model pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasanya terjadi selama air berada di dalam media penyerap (Reynold, 1982).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Banyaknya adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Konsentrasi Adsorbat

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat, maka semakin cepat laju adsorpsinya. Namun, pada kondisi tertentu akan stabil karena sudah mencapai titik jenuh sehingga terjadi proses kesetimbangan (Dewi, 2015).

2. Ukuran Molekul Adsorbat

Rongga tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang bisa diasorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben (Zulfa, 2011).

3. pH

pH mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi. Peranan pH dalam proses adsorbsi yaitu mempengaruhi gugus fungsional dan dinding biomassa yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam. Selain itu berpengaruh juga pada kelarutan dari ion logam dalam larutan, sehingga pH merupakan parameter yang penting dalam bisorpsi ion logam dalam larutan (Ni'mah & ulfin, 2007). pH mempengaruhi muatan situs aktif, misalnya gugus karboksil yang terdapat pada permukaan adsorben, pada pH yang rendah (asam) mengakibatkan permukaan dinding sel adsorben bermuatan positif, sehingga memperkecil kemungkinan untuk mengikat ion logam yang bermuatan positif, karena gugus karboksil cenderung bermuatan netral (Baig, 1999).

4. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben dengan jumlah pori yang banyak maka jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak pula karena tumbukan antara partikel adsorbat dan adsorben meningkat, yang berarti jumlah molekul adsorben yang diserap oleh adsorben akan meningkat pula (Dewi, 2015).

5. Waktu Kontak

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Apabila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan (Dewi, 2015).

Uji Karakterisasi Karbon

Uji BET(Brunauer-Emmet-Teller)

BET berasal dari nama penemu uji tersebut yaitu Stephen Brunauer, Paul Hugh Emmet dan Edward Teller yang mempelajari ilmu proses adsorpsi multi molekuler. Analisis BET berguna untuk mengetahui luas permukaan, volume pori, dan rata-rata jari-jari adsorben. Pengukuran luas permukaan spesifik adsorben pada analisis BET ditentukan berdasarkan adsorpsi fisik suatu gas pada permukaan adsorben dengan menghitung jumlah gas adsorbat yang terserap sesuai dengan lapisan monomolekul pada permukaan adsorben. Gas yang digunakan sebagai adsorbat pada uji BET umumnya bersifat *inert* yaitu nitrogen untuk mencegah terjadinya reaksi antara adsorbat dengan adsorben. Penentuan ini biasanya dilakukan pada titik didih nitrogen. Jumlah gas yang teradsorp dapat diukur dengan prosedur aliran volumetrik atau kontinyu (Brame dan Griggs,2016).

Metode BET juga dapat menentukkan ukuran pori dari diameternya, Ukuran pori dibagi menjadi 3 bagian (Buekens et al.,1985 dalam Rumidatul, 2006):

1. Makropori yang berukuran diameter > 250 Å (> 25 mm).
2. Mesopori yang berukuran diameter berkisar antara 50 - 250 Å (5 – 25 nm).
3. Mikropori yang berukuran diameter < 50 Å (< 5 nm).

Uji SEM EDX

Scanning Electron Microscope Energy-Dispersive X-Ray (SEM-EDX) adalah sebuah mikroskop electron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM-EDX memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, depth of field 4 – 0.4 mm dan resolusi besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM-EDX banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri (Prasetyo, 2011) SEM-EDX memfokuskan sinar electron (electron beam) di permukaan objek dan mengambil gambarnya dengan mendeteksi eletron yang muncul dari permukaan objek.

Uji FTIR (Fourier Transform Infrared)

Fourier Transform Infrared merupakan teknik untuk menentukan kandungan kimia khususnya gugus fungsi yang terkadang pada sampel dengan mendeteksi dan menganalisis

hasil spektrumnya. Inframerah secara umum mengacu pada radiasi elektromagnetik yang jatuh pada wilayah 0,7 mm hingga 1000 mm. Namun, analisis FTIR dilakukan diantara 2,5 mm hingga 25 mm. Hal ini dikarenakan pada frekuensi tersebut akan menghasilkan getaran fundamental yang sesuai untuk menganalisis hampir semua gugus fungsional molekul organic. Prinsip kerja FTIR adalah menggunakan sumber cahaya yang diarahkan ke *beamsplitter* sehingga sebagian cahaya akan dipantulkan dan sisanya akan ditansmisikan. Cahaya yang dipantulkan akan menuju ke *fixed mirror* kemudian dipantulkan kembali ke *beamsplitter*. Cahaya yang ditransmisikan dikirm ke cermin yang bergerak dan dipantulkan kembali kearah cermin. Kemudian cahaya yang diterima *beamsplitter* dikirim menuju detektor (doyle,2006).

Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh penulis berdasarkan dari beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pembuatan karbon aktif dan adsorpsi Cr(VI). Adapun penelitian terdahulu ditunjukkan pada Tabel 2.3

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 2.3 Penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Metode	Hasil
1	Asha Gupta, Reena Yadav, dan Parmila Devi (2011)	Tempurung kelapa dan serabut kelapa dikarbonisasi pada suhu 270°C selama 60 menit digunakan sebagai adsorben pada adsorbat Cr(VI) dengan variabel: -ukuran partikel :0,3mm & 1mm -dosis adsorben : 0,2-1gr/100ml -konsentrasi awal adsorbat: 10-50 ppm	Karbon aktif tempurung kelapa memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih abik dibandingkan serabut kelapa. Adsoren berukuran 0,3 mm memiliki kapasitas adsorpsi lebih besar dibandingkan 1 mm karena memiliki porositas yang lebih besar Penyisihan Cr(VI) optimum pada pH 2 dan waktu kontak 60 menit Penyisihan ion Cr(VI) meningkat seiring bertambahnya dosis adsorben
2	Aulia dan Yovita (2019)	Tempurung kelapa dikarbonisasi pada suhu 600°C selama 2 jam digunakan sebagai adsorben pada adsorbat Cr(VI) dengan variabel: -ukuran partikel :0,149mm -waktu kontak :120 menit(interval 15 menit) -dosis adsorben :0,5-2 gram -konsentrasi awal adsorbat : 60-100 ppm	Persen penyisihan terbaik didapatkan pada waktu kontak 120 menit dan konsentrasi awal Cr(VI) sebesar 60 ppm dengan dosis adsorben sebesar 2 gram yakni 99,89%.

repository.ub.ac.id

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan parameter pada variabel yang telah ditetapkan untuk mengetahui hasil yang diperoleh apabila variabel-variabel tersebut diubah maupun dikontrol selama penelitian.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2019 hingga Juli 2019 di Laboratorium Sains Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Analisis FT-IR dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Universitas Muhammadiyah Malang. Pengujuan luas permukaan, diameter rerata pori dan volume pori dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Fakultas MIPA Institut Teknologi Bandung.

Variabel Penelitian

Variabel Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Massa Karbon yaitu 0,25; 0,33; 0,5; 1; 2,5 gram
2. Karbon teraktivasi dan Karbon tidak teraktivasi

Alat dan Bahan Penelitian

Alat Penelitian

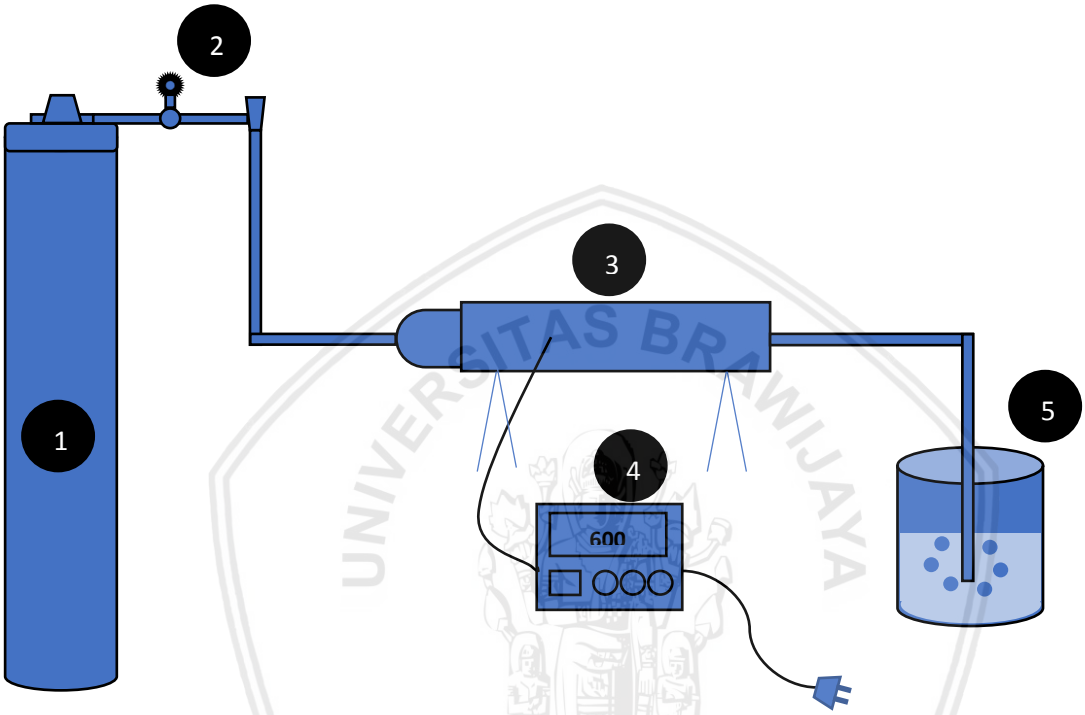
1. Neraca Analitik
2. Reaktor
3. Beaker glass 250ml
4. Spatula
5. Oven
6. *Crucible tank*
7. *Hot plate* dan *magnetic stirrer*
8. Kertas Saring
9. Ayakan 30 mesh
10. Ayakan 60 mesh
11. *Muffle Furnace*
12. *Crucible*
13. Buret

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Bahan Penelitian

1. Karbon Tempurung Kelapa
2. H_2SO_4
3. *Demineralized water*

Rangkaian Alat



Gambar 3.1 Rangkaian alat pada proses Aktivasi

Keterangan :

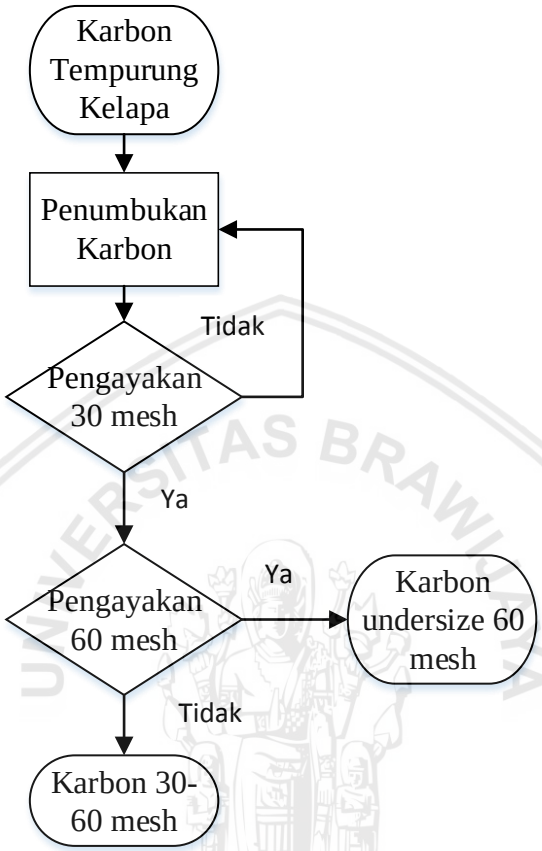
1. Tabung gas nitrogen
2. Regulator gas
3. Reaktor Karbonisasi
4. Thermocontroller
5. Gas Trap

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Prosedur Penelitian

Persiapan Karbon Tempurung Kelapa

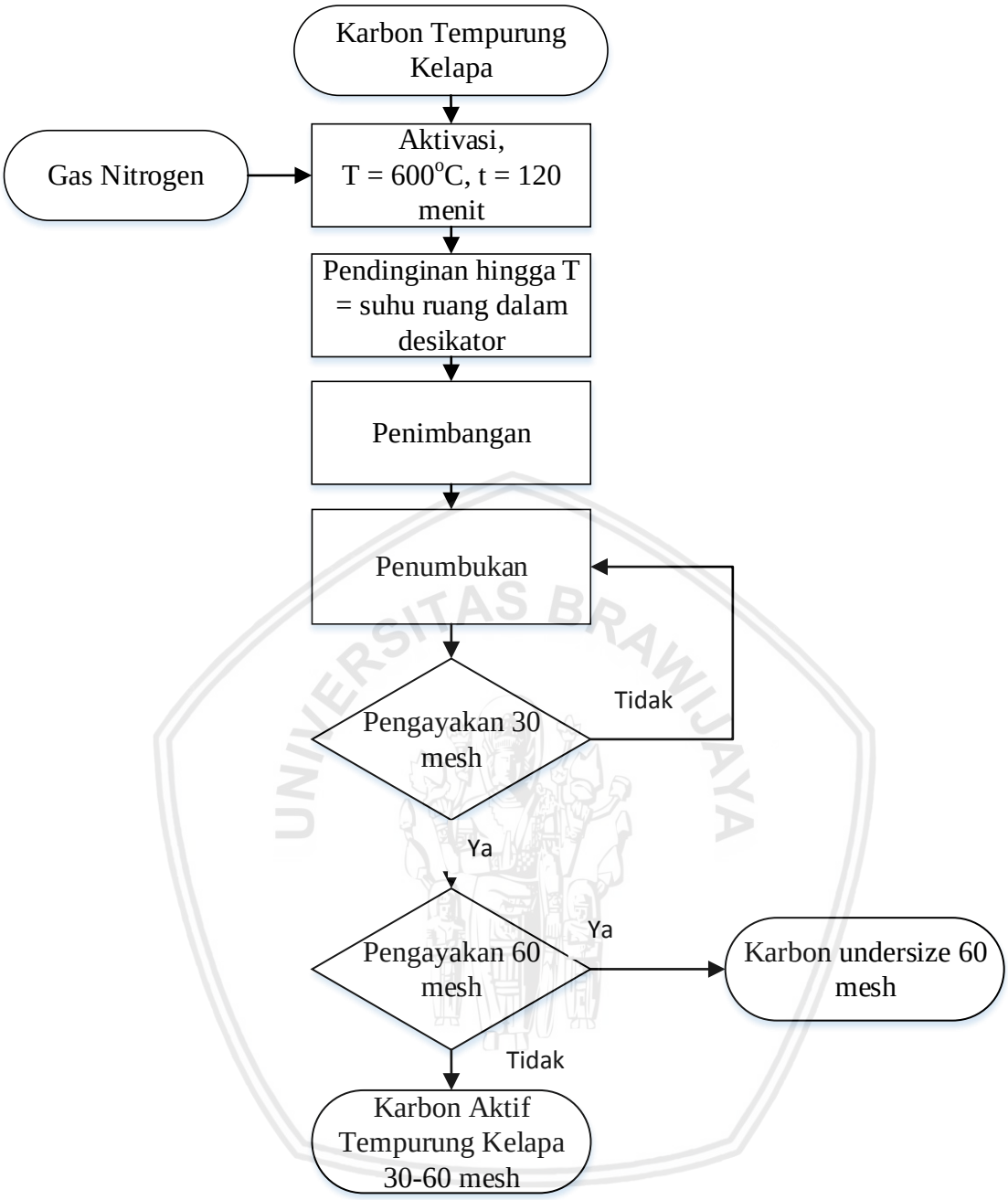
Karbon tempurung kelapa dikecilkan ukurannya menjadi 30-60 mesh. Pengecilan dilakukan dengan melakukan penumbukan dengan mortar.



Gambar 3.2 Diagram Alir Persiapan Karbon Tempurung

Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa

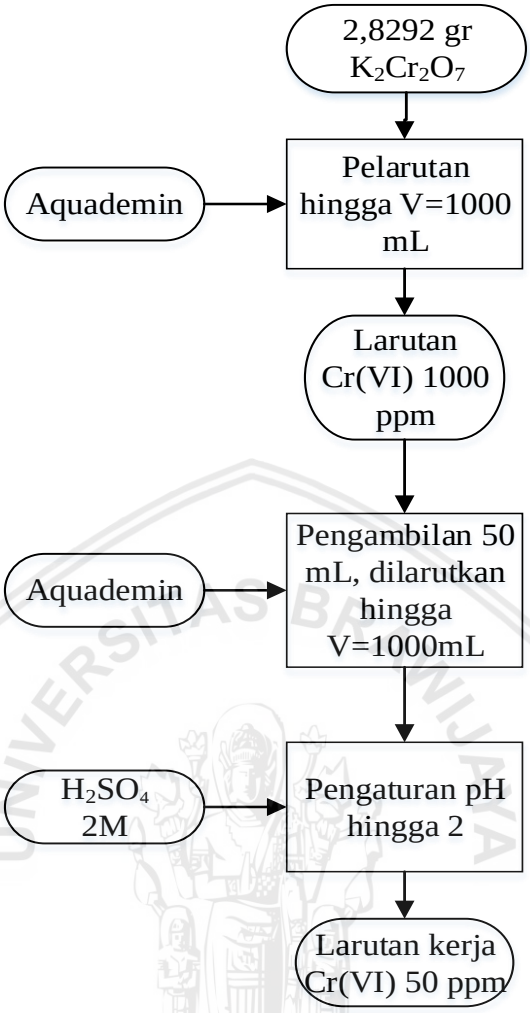
Tahap pertama dalam proses aktivasi yaitu dengan memasukkan karbon tempurung kelapa sebanyak 45 gram ke dalam reaktor karbonisasi yang didalamnya mengalir gas nitrogen. Proses aktivasi dilakukan pada suhu 600°C selama 120 menit, lalu didinginkan hingga suhunya mencapai suhu ruang dalam desikator, karbon yang dihasilkan ditimbang lalu diayak hingga lolos 30 mesh dan tertahan 60. Berikut diagram alir aktivasi karbon tempurung kelapa yang diilustrasikan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa

Pembuatan Laturan Kerja Cr(VI)

Larutan kerja Cr(VI) dibuat dengan melarutkan 2,8292 gram $K_2Cr_2O_7$ dengan aqademin hingga volumenya 1000 ml, dan akan didapatkan larutan Cr(VI) berkonsentrasi 1000 ppm.

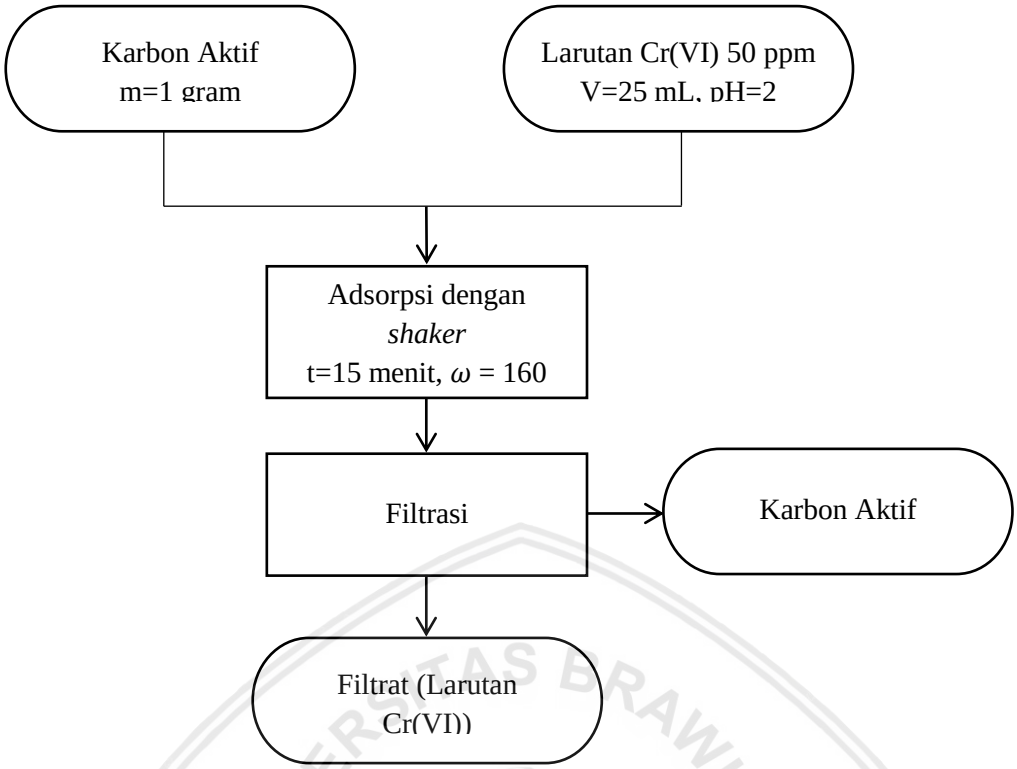


Gambar 3.4 Pembuatan Larutan Kerja Cr(VI)

Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi ion Cr(VI) dilakukan di dalam *erlenmeyer* 100 ml dengan volume limbah sintetik sebesar 25 ml dan massa karbon yang digunakan sebesar 0,25; 0,33; 0,5; 1; 2,5 gram. Proses pengadukan dilakukan dengan kecepatan 160 rpm dengan waktu 15 menit.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

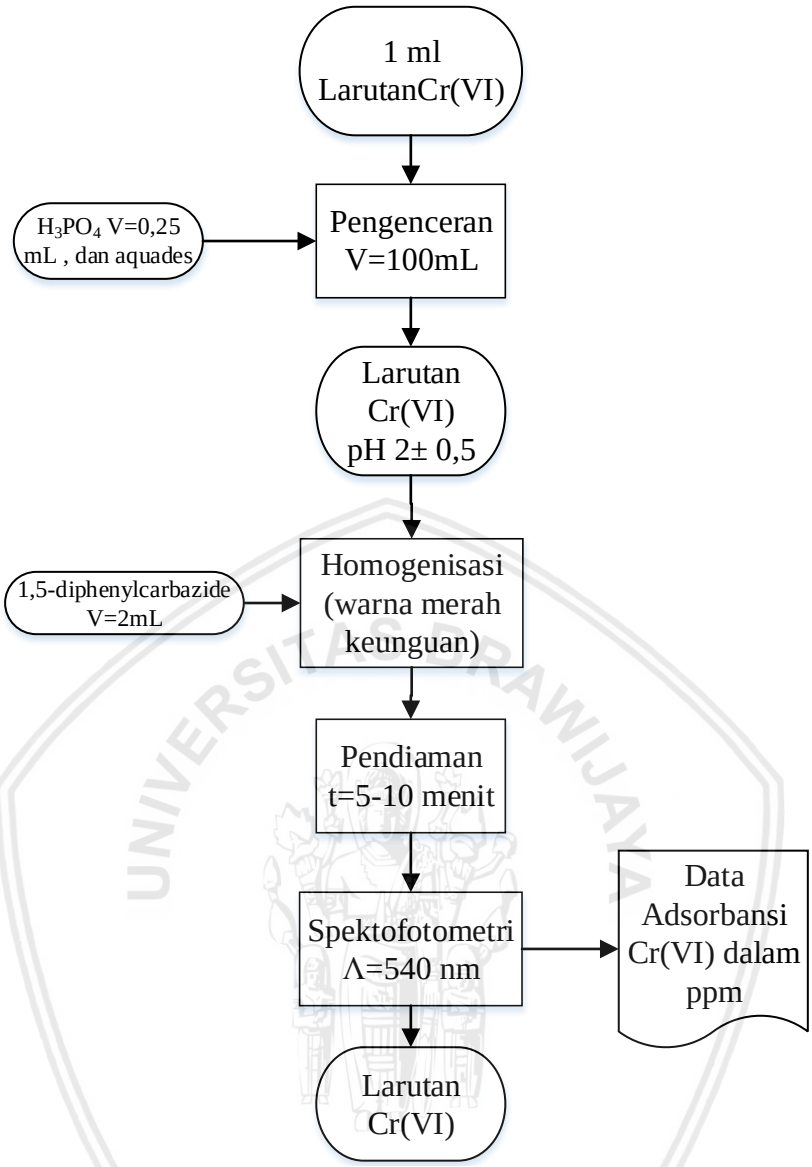


Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Adsorpsi

Analisa Kadar Cr(VI) dengan UV-Vis

Analisa kadar Cr(VI) dilakukan berdasarkan pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Analysis* menggunakan UV-Vis.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



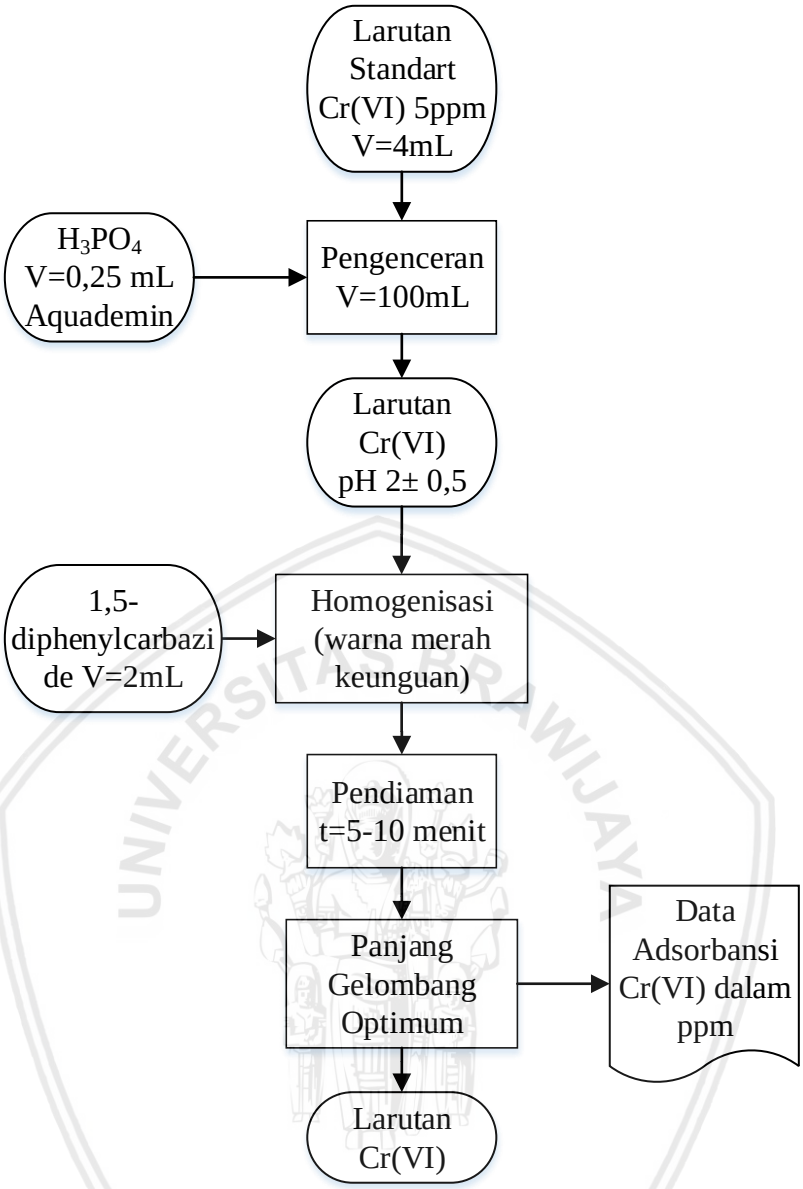
Gambar 3.6 Analisa Kadar Cr(VI) dengan UV-Vis

Data absorbansi akan menunjukkan persen penyisihan ion Cr(VI) dengan menggunakan persamaan :

$$Persen\ penyisihan(\%) = \left(\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi setelah Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal}\right) x\ 100\%$$

Kurva Kalibrasi UV-Vis

Kurva Kalibrasi dibuat dengan larutan standard Cr(VI) dengan konsentrasi 5 ppm dan Volume 4 mL. Kemudian dilakukan kembali untuk konsentrasi 0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; 3 ppm; 4 ppm.



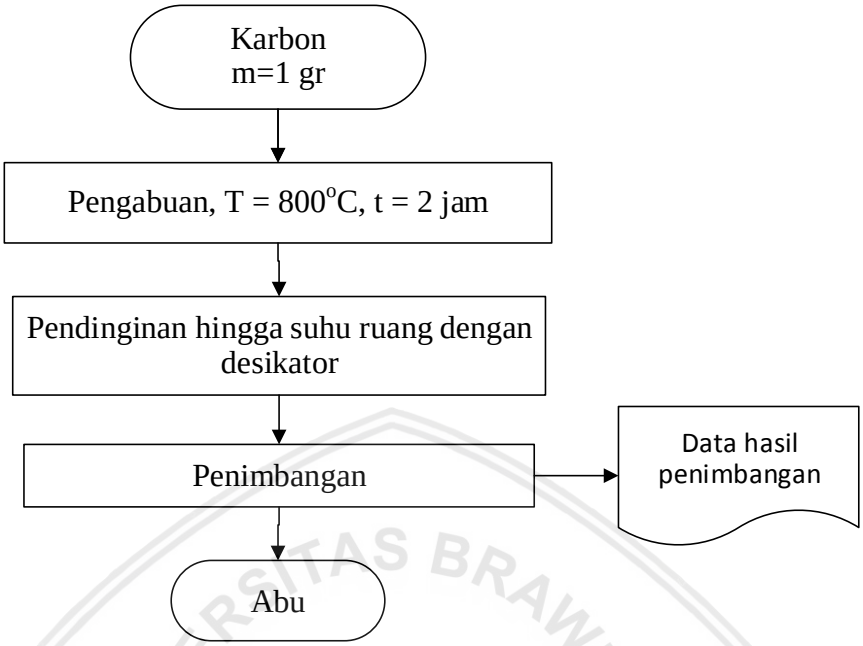
Gambar 3.7 Pembuatan Kurva Kalibrasi UV-Vis

Pengujian Yang Dilakukan

Kadar Abu

Pengujian kadar abu dalam karbon dilakukan dengan mengikuti prosedur Standar Nasional Indonesia. Perhitungan kadar abu dalam karbon dan karbon aktif tempurung kelapa dilakukan dengan proses pengabuan menggunakan cawan. Cawan kosong ditimbang massanya (m_1). Karbon dan karbon aktif tempurung kelapa ditimbang sebanyak 1 gram dan ditambahkan ke dalam cawan (m_2). Cawan berisi karbon di bakar di dalam *furnace* dengan temperatur 800°C selama 2 jam. Cawan yang berisi abu dimasukkan ke dalam desikator setelah itu didinginkan hingga suhu ruang di dalam desikator, kemudian

ditimbang (m_3), dimana prosedur ini dilakukan 3 kali dengan beda berat penimbangan maksimal 0,1 mg. Diagram alir proses pengujian kadar abu ditujukkan pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Pengujian Kadar Abu

Kadar abu dalam % dihitung dengan rumus berikut (SNI 06-3730-1995):

$$Kadar\ Abu\ (\%) = \left(\frac{m3 - m1}{m2 - m1}\right) x\ 100 \qquad (3.1)$$

Dimana :

m_1 = Massa cawan porselen kosong dalam gram

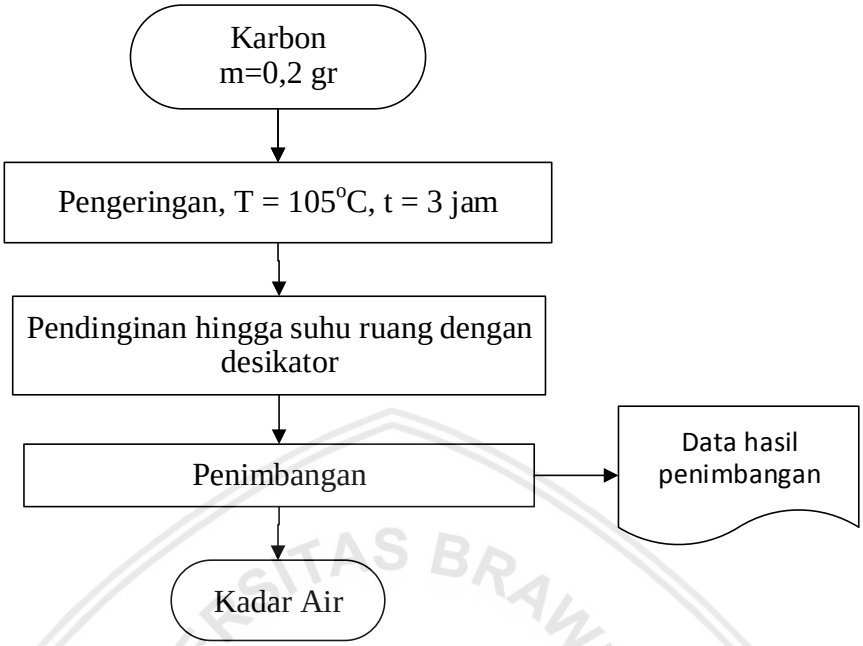
m_2 = Massa cawan porselen dan sampel sebelum pemanasan

m_3 = Massa cawan dan abu

Kadar Air

Pengujian kadar air dalam karbon dilakukan dengan mengikuti prosedur pada Standar Nasional Indonesia. Perhitungan kadar air dalam karbon dan karbon aktif tempurung kelapa dilakukan dengan proses pengeringan menggunakan cawan. Cawan kosong dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan selama 60 menit pada suhu 105 ^{0}C. Kemudian, didinginkan sampai suhu ruang dalam desikator dan ditimbang (m_1). Sebanyak 0,2 gram karbon aktif kemudian dimasukkan ke dalam cawan, lalu ditimbang (m_2) sebelum dipanaskan di dalam oven selama 180 menit dengan suhu 105 ^{0}C. Cawan yang berisi karbon dimasukkan ke dalam desikator setelah itu didinginkan hingga suhu ruang di dalam desikator, kemudian ditimbang (m_3), dimana prosedur ini dilakukan 3 kali dengan beda

berat penimbangan maksimal 0,1 mg. Diagram alir proses pengujian kadar abu ditujukkan pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Diagram Alir Proses Pengujian Kadar Air

Kadar abu dalam % dihitung dengan rumus berikut (SNI 06-3730-1995) :

$$Kadar\ Air\ (\%) = \left(\frac{m3 - m1}{m2 - m1}\right) x\ 100 \qquad (3.2)$$

Dimana :

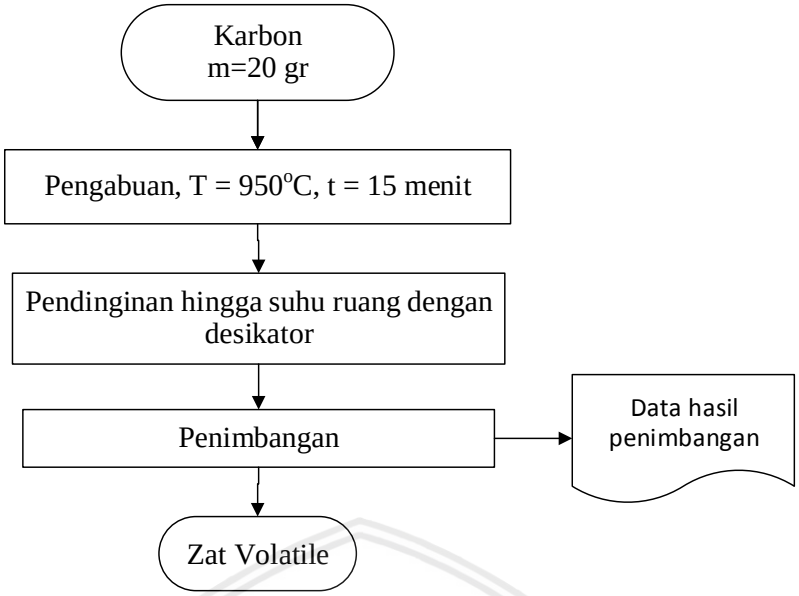
m_1 = Massa cawan porselen kosong dalam gram

m_2 = Massa cawan porselen dan sampel sebelum pemanasan

m_3 = Massa cawan dan sampel setelah pemanasan

Kadar *Volatile*

Pengujian kadar *volatile* dalam karbon dilakukan dengan mengikuti prosedur pada Standar Nasional Indonesia. Perhitungan kadar volatile dalam karbon tempurung kelapa dilakukan dengan proses pengabuan menggunakan cawan. Cawan kosong ditimbang massanya (m_1). Karbon tempurung kelapa ditimbang sebanyak 20 gram dan ditambahkan ke dalam cawan (m_2). Cawan berisi karbon di bakar di dalam *furnace* dengan temperatur 950°C selama 15 menit. Cawan yang berisi abu dimasukkan ke dalam desikator setelah itu didinginkan hingga suhu ruang di dalam desikator, kemudian ditimbang (m_3). Diagram alir proses pengujian kadar volatile ditujukkan pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Diagram Alir Proses Pengujian Kadar *Volatile*

Kadar abu dalam % dihitung dengan rumus berikut (SNI 06-3730-1995) :

$$Kadar\ Volatile\ (\%) = \left(\frac{m3 - m1}{m2 - m1}\right) x\ 100 \qquad (3.3)$$

Dimana :

m_1 = Massa cawan porselen kosong dalam gram

m_2 = Massa cawan porselen dan sampel sebelum pemanasan

m_3 = Massa cawan dan sampel setelah pemanasan

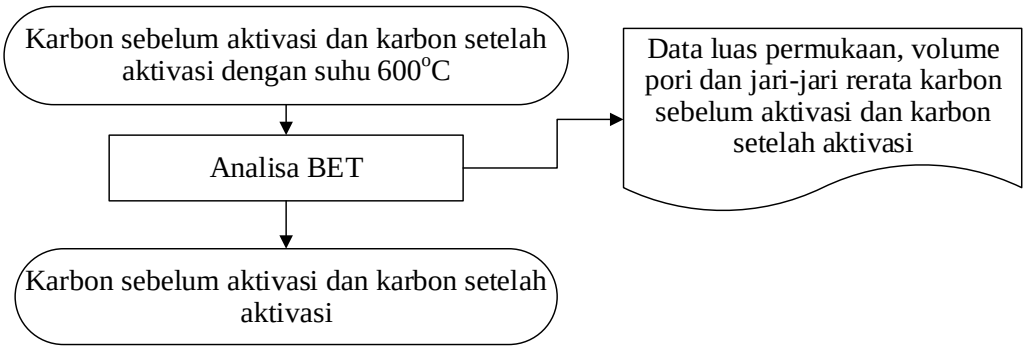
Kadar Karbon Murni

Fraksi karbon dalam arang aktif adalah hasil dari proses pengarangan selain abu,air dan zat *volatile* . Penentuannya dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan SNI 06-3730-1995 sebagai berikut :

$$Kadar\ Karbon\ Murni\ (\%) = 100\% - Kadar\ Air - Kadar\ Abu - Kadar\ Volatile\ (3.4)$$

Analisa BET (Brunauer-Emmet-Teller)

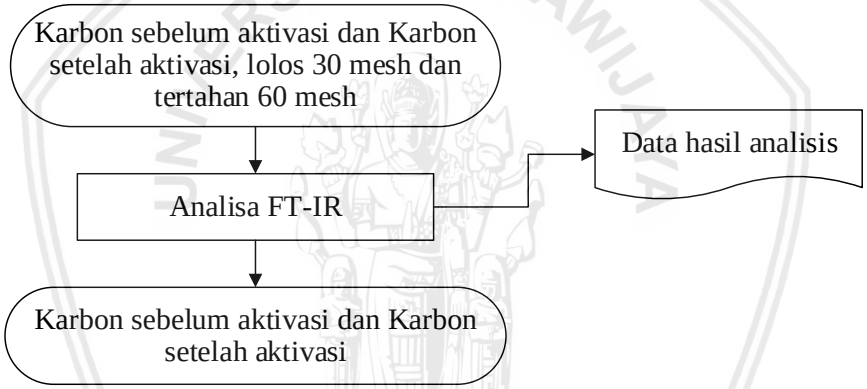
Analisa BET (Brunauer-Emmet-Teller) dilakukan untuk mengetahui luas permukaan, volume pori juga rata-rata jejari karbon aktif. Uji BET berprinsip berdasar termodinamika adsorpsi fisika gas non-polar pada permukaan yang homogen. Diagram alir proses pengujian BET dapat diliat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Diagram Alir Pengujian BET

Analisa FT-IR (Fourier Transform-Infra Red)

Analisa FT-IR (Fourier Transform-Infra Red) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari sampel dan digunakan untuk mendapatkan data kualitatif dari sampel. Hasil dari analisa FT-IR adalah data komposisi kimiawi dan juga struktur molekul dari sampel. Diagram alir proses pengujian FT-IR dapat dilihat pada gambar 3.12

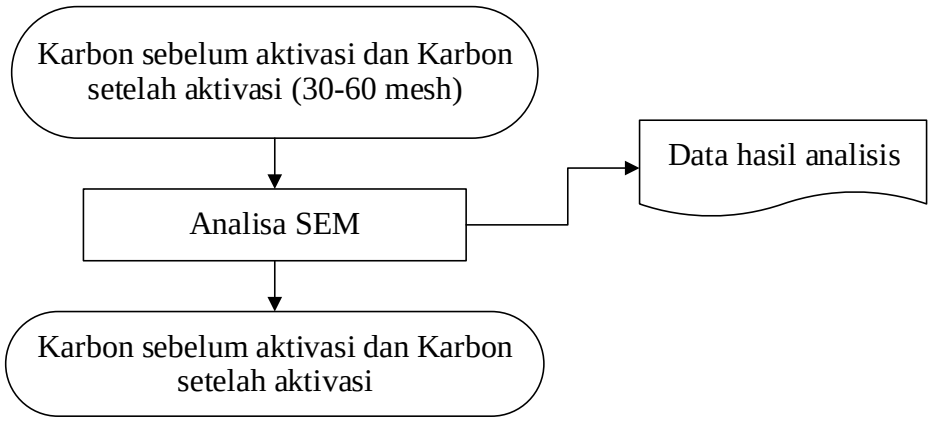


Gambar 3.12 Diagram alir proses analisa FT-IR

Analisa SEM EDX

Analisa SEM EDX adalah sebuah metode analitis untuk menentukan komposisi kimia dari sebuah material. Material yang dianalisa dapat berupa solid, liquid, powder ataupun bentuk lain. Metode ini juga merupakan metode yang cepat, akurat juga non destruktif dan hanya membutuhkan sampel yang minim preparasi. Berikut gambar 3.13 yang menunjukkan diagram alir proses analisa SEM EDX

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 3.13 Diagram alir proses analisa SEM EDX

Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.14 Diagram alir proses penelitian

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi FTIR

Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi yang terjadi pada karbon dan karbon aktif tempurung kelapa. Hasil pengujian FTIR ditunjukan pada tabel sebagai berikut.

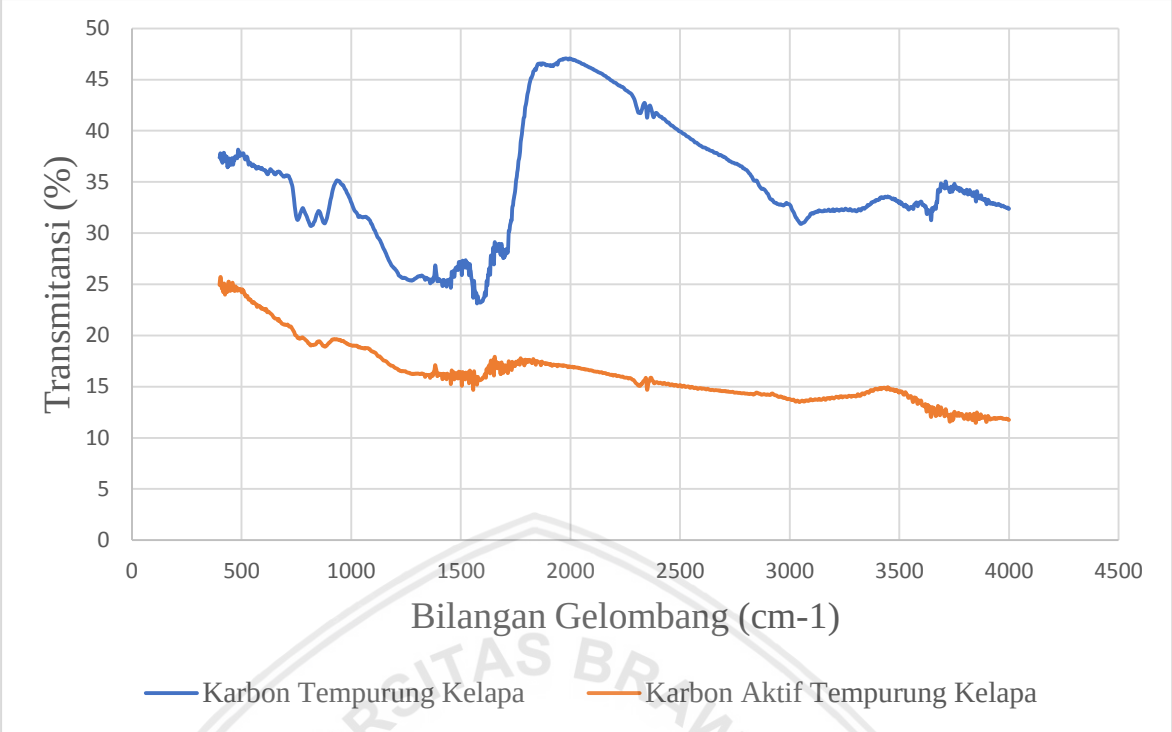
Tabel 4.1 Hasil Uji FTIR Karbon dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

No.	Gugus Fungsi	Panjang Gelombang (cm^{-1})	Sampel	
			Karbon	Karbon Aktif
1.	C-H Alkena	675-995 dan 3010-3095	✓	✓
2.	C-H Cincin Aromatik	690-900 dan 3010-3100	✓	✓
3.	C-N Amina/Amida	1180-1360	✓	✓
4.	NO_2 dan Senyawa Nitro	1300-1370 dan 1500-1570	-	-
5.	C-H Alkana	1340-1470 dan 2850-2970	✓	✓
6.	C=C Aromatik	1500-1600	-	-
7.	C=O Aldehid/Keton/Asam Karboksilat/Ester	1690-1760	-	-
8.	C=C Alkuna	2100-2260	✓	✓
9.	C-O Alkohol/Eter/Asam Karboksilat/Eter	1050-1300	✓	✓
10.	O-H (ikatan hidrogen/fenol)	3000-3400	-	✓

(Silverstein, 2014)

Pada kedua sampel tidak terdapat gugus karbonil (C=O), yang merupakan gugus yang didapatkan dari jaringan lignin, hal ini dikarenakan gugus karbonil memiliki sifat volatil sehingga menguap pada proses karbonisasi dan juga aktivasi karbon tempurung kelapa (Andi & Paulus, 2017). Panjang gelombang 1050-1300 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O yang berasal dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Hidayu, Muhammad, Matali, & Sharifah, 2013; Rani, Mohammad, Matali, & Kadir, 2014). Gugus C-H alkana dan O-H ikatan hidrogen/fenol ditemukan pada karbon aktif tempurung kelapa yang berasal dari selulosa (Saelee,2014).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.1 Gelombang Uji FTIR

Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif

Karakterisasi karbon dan karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari kadar air, kadar abu, dan kadar *volatile* pada karbon dan karbon aktif tempurung kelapa yang sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995). Hasil karakterisasi dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif

	Karbon	Karbon Aktif	SNI 06-3730-1995
Kadar Air	2,50%	1,80%	Maksimal 10%
Kadar Abu	11,88%	8,56%	Maksimal 10%
Kadar *Volatile*	25,8%	19,79%	Maksimal 25%
Kandungan Karbon Murni	59.82%	69,85%	Minimal 65%

Karakterisasi Kadar Air

Kadar air dalam karbon merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dari karbon. Pengujian kadar air dilakukan dengan metode SNI dengan memanaskan karbon dan karbon aktif sebanyak 1 gram pada suhu 105°C selama 1 jam sebanyak 3 kali. Dari

pemanasan tersebut didapatkan hasil kadar air pada karbon dan karbon aktif tempurung kelapa sebesar 2,50% dan 1,80%.

Melalui uji kadar air ini dapat diketahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif tidak menutup pori dari karbon aktif itu sendiri. Hilangnya molekul air yang ada pada karbon aktif menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori- pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif maka semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut.

Nilai kadar air dari semua sampel yang dihasilkan memenuhi standar kualitas karbon aktif berbentuk serbuk menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) yaitu maksimal dari 10 %

Karakterisasi Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan adanya senyawa karbon dan komponen inorganik dalam bentuk garam dan oksida pada karbon dan karbon aktif tempurung kelapa (Usman, 2006). Kadar abu akan mempengaruhi kualitas karbon aktif sebagai adsorben. Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan karbon aktif dalam *furnace* pada suhu 800°C selama 2 jam.

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa kadar abu pada karbon aktif setelah aktivasi memenuhi standar dari SNI 06-3730-1995, yaitu maksimal 10%. Karbon tempurung kelapa menghasilkan kadar abu sebesar 11,88% sedangkan karbon aktif tempurung kelapa memiliki nilai kadar abu sebesar 8,56. Hal ini dikarenakan adanya kandungan mineral yang hilang ataupun berkurang setelah proses aktivasi, Berdasarkan hasil SEM EDX pada tabel 4.3 dapat dilihat komposisi mineral pada karbon dan karbon aktif tempurung kelapa

Tabel 4.3 Hasil Analisa *SEM EDX* Karbon dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Unsur	Karbon Tempurung Kelapa		Karbon Aktif Tempurung Kelapa	
	Wt%	At%	Wt%	At%
C	72,38	85,23	92,55	95,05
O	11,36	10,05	05,73	04,42
Si	00,00	00,00	00,09	00,04
P	01,02	00,46	00,10	00,04
S	00,28	00,13	00,04	00,02
K	05,76	02,08	01,06	00,33
Ca	00,58	00,20	00,00	00,00
Ti	00,53	00,16	00,21	00,05
Cr	00,17	00,05	00,00	00,00
Mn	00,13	00,03	00,10	00,02
Fe	02,96	00,75	00,12	00,03

Data menunjukkan senyawa Fe merupakan kandungan mineral tertinggi,hal ini dikarenakan senyawa Fe merupakan komposisi mineral tertinggi yang terdapat pada tempurung kelapa yang diikuti oleh kalsium dan fosfor (Ewansiha, dkk., 2012).

Hasil tabel 4.3 menyatakan adanya penurunan hampir seluruh mineral setelah dilakukan aktivasi pada karbon tempurung kelapa. Nilai dari persen atom karbon yang terlah teraktivasi pun memiliki nilai yang lebih besar dibanding karbon yang tidak teraktivasi, hal ini menandakan daya serap karbon teraktivasi lebih tinggi dibandingkan karbon tanpa aktivasi.

Karakterisasi Kadar *Volatile*

Karakterisasi kadar *Volatile* bertujuan untuk menunjukkan jumlah senyawa yang mudah menguap seperti oksigen (O), hydrogen (H), dan nitrogen (N) pada karbon yang belum menguap pada saat proses karbonisasi dan juga aktivasi. Senyawa volatile tersebut merupakan produk zat yang mudah menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa pada karbon saat proses karbonisasi dan aktivasi. Semakin besar kandungan senyawa volatile yang terkandung dalam karbon maka semakin rendah kemampuan adsorpsi karbon tersebut. Kandungan senyawa volatile pada karbon tempurung kelapa yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 25,8% untuk karbon tempurung kelapa dan 19,79% untuk karbon aktif

tempurung kelapa, dimana karbon aktif tempurung kelapa sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu kadar volatile maksimal sebesar 25%.

Kandungan Karbon Murni

Kandungan karbon murni pada karbon termpurung kelapa yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar 69,85% dan telah memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh SNI 06-3730-1995 yang mensyaratkan minimal 65%. Sedangkan untuk karbon tempurung kelapa karbon murni yang dihasilkan sebesar 59,82% dan tidak memenuhi syarat oleh SNI 06-3730-1995. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa memiliki kemurnian bahan terhadap fraksi karbon yang tinggi, disebabkan oleh kandungan lignoselulosa yang dapat dikonversi menjadi karbon cukup banyak.

Karakterisasi BET

Hasil Pengujian BET pada karbon dan karbon aktif tempurung kelapa menunjukkan karbon dan karbon aktif tempurung kelapa merupakan karbon berpori Mikropori karena diameter berukuran <5nm yakni 1,915 nm pada karbon dan 1,7082 nm pada karbon aktif. Sedangkan untuk luas permukaan karbon aktif yang didapat sebesar 70,89 (m^2/g).

Ukuran diameter pori karbon dan karbon aktif tempurung kelapa dari hasil analisa BET memungkinkan untuk mengadsorpsi ion Cr(VI) yang memiliki ukuran radius ionik yang lebih kecil yaitu antara 0,0325-0,052 nm atau setara dengan 0,325-0,52 Å (Guertin dkk,2005).

Hasil uji BET juga akan memberikan gambaran nilai luas permukaan efektif dan volume efektif pada sampel dalam melakukan adsorpsi dan desorpsi. Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Data Luas Permukaan Efektif dan Volume Efektif Adsorpsi dan Desorpsi

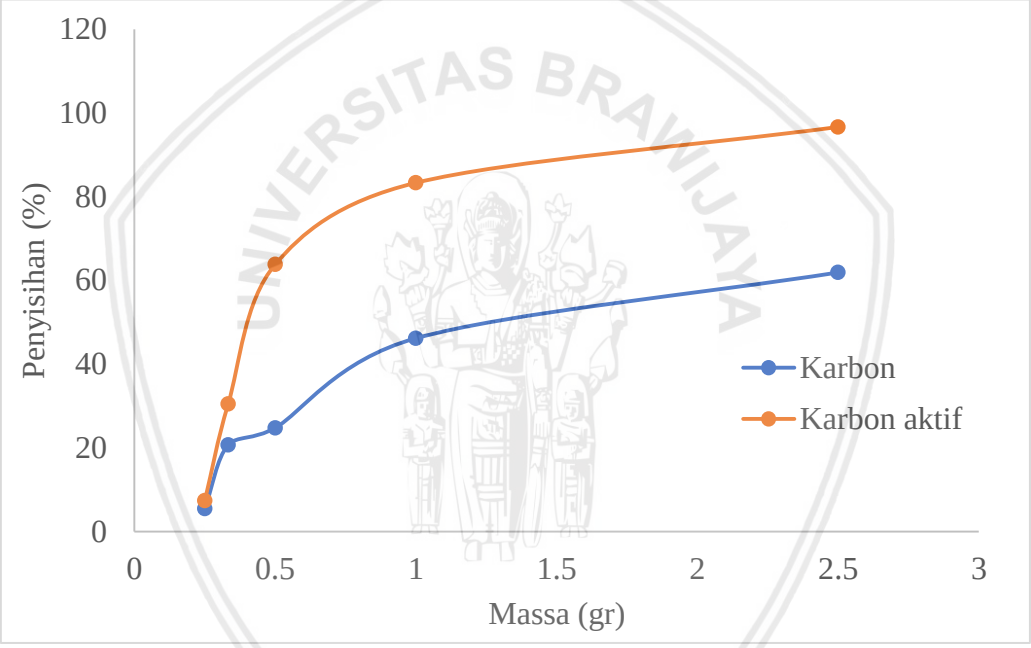
Sampel	**A efektif** Adsorpsi (m^2/g)	**A efektif** Desorpsi (m^2/g)	**V efektif** Adsorpsi (cc/g)	**V efektif** Desorpsi (cc/g)
Karbon	4.1482	3.6973	0.006	0.005
Karbon Aktif	28.3738	0.098814	0.035	0.098

Dari Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa karbon aktif yang digunakan sebagai adsorben lebih efektif dalam melakukan adsorpsi dibandingkan dalam melakukan desorpsi. Meskipun rata-rata volume pori karbon aktif pada saat adsorpsi yang lebih kecil yaitu sebesar

0,035 cc/g berbandingkan saat desorpsi sebesar 0,098 cc/g, namun nilai luas permukaan karbon aktif dalam melakukan adsorpsi jauh lebih besar dibandingkan saat melakukan desorpsi yaitu sebesar 28.3738 m^2/g berbanding 0.098814 m^2/g.

Pengaruh Massa Karbon dan Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr(VI)

Pada penelitian ini, dilakukan proses adsorpsi limbah sintesis penyamakan kulit yang mengandung ion Cr(VI) yang terbuat dari larutan $K_2Cr_2O_7$ dengan menggunakan karbon dan karbon aktif tempurung kelapa. Hasil percobaan adsorpsi Cr(VI) dengan berbagai variasi massa karbon ditunjukkan dalam grafik hubungan massa karbon dan karbon aktif tempurung kelapa terhadap penyisihan ion Cr(VI) sebagai berikut.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Jumlah Massa Karbon Terhadap Penyisihan Cr(VI)

Pada gambar 4.4 Menunjukan bahwa, semakin besar perbandingan massa karbon yang digunakan dalam proses adsorpsi maka persen penyisihan ion Cr(VI) akan semakin besar. Hasil adsorpsi terbaik didapatkan pada massa karbon 2,5 gram menghasilkan persen penyerapan yakni 61,9% untuk karbon tempurung kelapa dan 96,66% untuk karbon aktif tempurung kelapa. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya massa karbon yang digunakan sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan karbon tempurung kelapa sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion Cr(VI) juga bertambah dan efesiensi penyerapan pun meningkat (Refilda, 2001). Selain itu hasil adsorpsi menggunakan karbon aktif jauh lebih tinggi nilai penyisihannya dibandingkan dengan karbon tempurung kelapa, hal ini dapat dihubungkan dengan pengujian BET yang menyatakan luas permukaan

karbon aktif tempurung kelapa sebesar 70,89 (m^2/g). Dengan memiliki luas permukaan yang besar menandakan karbon aktif tempurung kelapa memiliki jumlah pori besar dan kemampuan adsorpsi yang baik (Cecen & Aktas,2012).

Sebaliknya pada massa karbon dan karbon aktif tempurung kelapa yang paling rendah sebesar 0,25 gram menghasilkan penyisihan logam Cr(VI) yang paling rendah pula yakni sebesar 5,42% dan 7,38% pada konsentrasi awal Cr(VI) 50 ppm. Hal ini disebabkan oleh jumlah partikel adsorben yang sedikit sehingga ketersediaan situs aktif dan jumlah rongga pori pada permukaan adsorben pun semakin berkurang yang mana tidak sebanding dengan jumlah partikel ion Cr(VI) yang akan diserap menghasilkan penyisihan yang rendah.

Mekanisme Adsorpsi pada Penyisihan Logam Cr(VI) oleh Karbon Aktif Tempurung kelapa

Mekanisme Adsorpsi yang dapat terjadi pada penelitian ini adalah adsorpsi jenis fisika (fisisorpis) dan juga terjadi karena adanya interaksi kuat antar ion Cr(VI) dan gugus fungsi pada permukaan karbon aktif tempurung kelapa yang berupa gaya elektrostatik. Dalam Adsorpsi fisika diameter pori, luas permukaan, dan volume pori karbon merupakan indikator penting yang sangat berperan dalam terjadinya adsorpsi permukaan adsorben mengalami interaksi oleh adsorben dan adsorbat yang diaktibatkan oleh adanya gaya *van der waals.* Oleh karena itu, semakin luas permukaan adsorben maka semakin luas tempat terjadinya adsorpsi, sehingga akan berdampak pada banyaknya Cr(VI) yang dapat teradsorpsi oleh karbon aktif tempurung kelapa.

Selain luas permukaan diameter pori adsorben juga berperan dalam adsorpsi fisika, ukuran diameter pori adsorben haruslah lebih besar dari ukuran diameter adsorbat yang akan diadsorpsi. Menurut Guertin dkk(2005) senyawa-senyawa anion Cr(VI) memiliki ukuran radius ionic antara 0,0325 - 0,052 nm. Nilai tersebut setara dengan 0,325 – 0,52 Å. Karena radius jari-jari merupakan setengah diameter, maka diameter anion Cr(VI) berkisar antara 0,65 – 1,04 Å. Dengan ukuran pori diameter rata-rata adsorben sebesar 1,7082e+000 nm menandakan ukuran diameter anion Cr(VI) lebih kecil dibandingkan dengan diameter pori rata-rata adsorben. Hal ini memungkinkan ion Cr(VI) yang dominan berbentuk $HCrO_4^-$ dapat berdifusi dan berinteraksi dengan adsorben pada permukaan pori karbon aktif dan akhirnya terjadi proses adsorpsi di dalamnya.

Mekanisme adsorpsi juga dipengaruhi oleh keberadaan gugus fungsi pada permukaan karbon aktif. Gugus fungsi berperan sebgai situs aktif yang dapat berinteraksi dengan ion Cr(VI), dimana salah satu gugus fungsi yang berperan penting dalam dalam porses adsorpsi

ini adalah gugus fungsi O-H (hidroksi/fenol) yang terdapat pada permukaan karbon aktif tempurung kelapa (Tanel 4.1) Gugus fungsi hidroksi/fenol ini dapat dikategorikan memiliki sifat asam berdasarkan sifat kimianya, sehingga menjadikannya sebagai sumber keasaman bagi karbon aktif tempurung kelapa (Shafeeyan dkk,2010) Sifat gugus fungsi dan karbon aktif tempurung kelapatersebut saling berhubungan dan sangat berpengaruh terhadap porses adsorpsi. Dimana menurut Bansal dan Goyal (2005), gugus fungsi yang bersifat asam mempunyai permukaan yang bersifat hidrofilik dan polar sehingga keberadaannya akan meningkatkan adsoprsi terhadap Cr(VI) yang merupakan senyawa kimia polar.

Jenis muatan (positif atau negatif) yang dimiliki permukaan karbon juga berpengaruh pada porses adsorpsi. Jenis muatan pada permukaan karbon dipengaruhi oleh pH laurtan, yang secara tidak langsung mengatur kesetimbangan asam – basa dari berbagai gugus fungsi di permukaan karbon aktif. Apabila pH berada pada kondisi asam, maka adsorpsi yang terjadi berupa adsorpsi senyawa anion dikarenakan permukaan karbon bermuatan positif. Sedangkan bila pH larutan berupa basa maka adsorpsi yang terjadi berupa adsorpsi senyawa kation dikarenakan permukaan karbon aktif menjadi bermuatan negative (Gueye dkk,2014).

Penelitian ini menggunakan pH 2 pada proses adsorpsinya. Hal ini dikarenakan , pada kondisi pH yang asam jumlah ion H^+ semakin banyak. Ion H^+ yang semakin banyak akan memprotonasi gugus fungsi permukaan karbon menjadi positif (Miretzky dan Cirelli, 2010). Gugus fungsi yang berperan dalam adsorpsi ini akan terprotonasi dan kemudian akan berikatan dengan logam Cr(VI) dalam anion $HCrO_4^-$. Kondisi pH yang asam menyebabkan meningkatnya interaksi elektrostatik antara gugus aktif permukaan karbon yang telah terprotonasi dengan ion $HCrO_4^-$ (Attia, dkk. 2014).

Dalam keadaan asam tersebut, gugus fungsi hidroksil/fenol yang belum terprotonasi pada permukaan karbon dan karbon aktif tempurung kelapa akan terprotonasi oleh ion H^+ menurut persamaan reaksi (4-2)(Parlayici dkk,2015)

$$CA\text{-}OH + H^+ \leftrightarrow CA\text{-}OH_2^+ \quad (4\text{-}1)$$

Dimana CA-OH merupakan gugus fungsi hidroksil/fenol yang belum terprotonasi pada permukaan karbon, sedangkan CA- OH_2^+ merupakan gugus fungsi hidroksil/fenol yang telah terprotonasi pada permukaan akrbon.

Gugus fungsi hidroksil/fenol yang terprotonasi akan berinteraksi dengan logam Cr(VI) dalam bentuk anion hidrogen kromat ($HCrO_4^-$) melalui ikatan ionik yang terbentuk karena adanya gaya tarik elektrostatik yang mana mekanisme interaksi yang terjadi ditunjukkan melalui persamaan rekasi (4-3) (Gueye dkk,2013)

$$CA\text{-}OH_2^+ + HCrO_4^- \leftrightarrow CA\text{-}OH_2CrO_4^- + H^+ \quad (4\text{-}2)$$

BAB V
PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai penyisihan Cr(VI) menggunakan karbon dan karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivasi fisika diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Massa adsorben berpengaruh pada penyisihan ion Cr(VI) , dimana semakin besar massa awal karbon dan karbon aktif yang digunakan, maka penyisihan ion Cr(VI) juga semakin besar. Masaa adsorben optimum untuk adsorpsi ion Cr(VI) pada penelitian ini adalah 2,5 gram dimana didapatkan persen penyisihan 96,66% pada karbon tempurung kelapa yang telah diaktivasi.
2. Aktivasi fisika karbon tempurung kelapa menghilangkan mineral-mineral anorganik pada karbon tempurung kelapa, dimana hal ini dapat dilihat dari menurunnya kadar abu pada kedua karbon yakni 11,88% pada karbon tempurung kelapa kelapa dan 8,56% pada karbon aktif tempurung kelapa

Saran

1. Perlu dilakukan *treatment* pada karbon tempurung kelapa yang baru dibeli berupa pencucian karbon
2. Perlu dilakukan metode aktivasi yang lain seperti metode aktivasi kimia sebagai perbandingannya

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Abdulkareem, A.S. 2014. *Production of Activated Carbon from Watermelon Peel.* International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 2.

Attia,Dahlia., 2014, Assessment of lipid peroxidation and p53 as a biomarker of carcinogenesis among workers exposed to formaldehyde in cosmetic industry, Toxicology and Industrial Health 1-9, Sagepublication

Baird, Rodger B. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd edition.*American Public Health Association. USA : Washington.

Bansal, RC. Goyal, M. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. Taylor & Francis Group, LLC.

Buekens, A., H. Keirsse, J. Schoeters and A. Verbeeck. 1985. Production of Actived Carbon from Euphorbia Tiraculli, Brussel

CEFIC. 1986. *Test Methods For Activated Carbon ASTM* : Race Street Philadephia PA, USA.

Cheremisinoff, Nicholas P. 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Boston: N&P Limited.

Cecen, Ferhan dan Ozgur Aktas. 2011. *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment: Integration of Adsorption and Biological Treatment*. Weinheim: Wiley-VCH.

Danarto, Y.C. dan Samun, T. 2008. *Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI). Ekuilibrium,* 7(1) : 13-16

Darmawan S. 2008. Sifat arang aktif tempurung kemiri dan pemanfaatannya sebagai penyerap emisi formaldehida papan serat berkerapatan sedang. [tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Dewi, I, A. 2015. Pemanfaatan Geopolimer Dari Kaolin Sebagai Adsorben Untuk Mengolah Air Gambut. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru.

Doyle, M.P., Erickson, M.C. 2006. Closing The Door On The Fecal Coliform Assay. Microbe 1

Ewansiha, J. U., Garba, S. A., Mawak, J. D., dan Oyewole, O. A. 2012. *Antimicrobial Activity of Cymbopogon citratus (Lemon Grass) and It's Phytochemical Properties. Frontiers in Science*. 2(6):214-220

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

F. Raposo, M.A. De La Rubia, R. Borja. 2009. *Methylene blue number as useful indicator to evaluate the adsorptive capacity of granular activated carbon in batch mode: Influence of adsorbate/adsorbent mass ratio and particle size.* Journal of Hazardous Materials.165 291–299.

Ganesh, Bala P. 2016. *Preparation of Activated Carbon from Watermelon peel (CITRUS LANATUS) and preliminary studies on its characteristics.* International Journal of Advanced Engineering Technology and Innovative Science Volume 2, Issue 3, Page No: 51-53.

Guertin, P.A. 2005. *Semiquantitative Assessment of Hindlimb Movement Recovery without Intervention in Adult Paraplegic Mice*. Spinal Cord (43) : 162- 166

Hassler, J.W., 1951, Activated Carbon, Chemical Publ. Co. Inc., Broklyn, New York

H. Jankowska, Swiatkowski, A., Chorna, J. 1991. "Active Carbon". Horwood. London.

Jenkins, H.D.B, Thakur, K.P. 1979. *Reappraisal of Thermocheical Radii for Complex Ions.* Warwick: University of Warwick

J. Ludvik . 2000. *Chrome Management in the Tanyard.* US/RAS/92/120/11-51 : UNIDO.

Kementerian Pertanian. 2015. Statistik Produksi Holtikultura Tahun 2014. Direktorat Jenderal Holtikultura , Kementerian Pertanian.

Kementrian Lingkungan Hidup. 1995. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 1995 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta : Indonesia.

Kinoshita,K. 1988. Carbon Electhrochemical and Physicochemical Properties.New York: John Wiley & Sons.

Manocha, S. M., 2003, "Porous Carbons." Sadhana Vol. 28 bagian 1&2.

Maryono, et al. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar: Makassar.

Miretzky, P., and Cirelli, A.F., 2010. Cr(VI) and Cr(III) removal from aqueous solution by raw and modified lignocellulosic materials: a review. Journal of Hazardous Material. 180: 1-9.

Osman Üner , Ünal Geçgel & Yüksel Bayrak. 2016. *Adsorption of Methylene Blue by an Efficient Activated Carbon Prepared from Citrullus lanatus Rind: Kinetic, Isotherm, Thermodynamic, and Mechanism Analysis*. Water Air Soil Pollut 227 :247.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Osman Üner , Ünal Gecgel , Yüksel Bayrak. 2015. *Preparation and characterization of mesoporous activated carbons from waste watermelon rind by using the chemical activation method with zinc chloride.* Arabian Journal of Chemistry : Turkey.

Prasetyo, Y. 2011. Scanning Electron Microscope dan Optical Emission Spectroscope.http://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/sca nningelectron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopeoes/Tanggal akses 11 Mei 2019.

Raharjo, S. 1997. Pembuatan Karbon Aktif dari Serbuk Gergajian Pohon Jati dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya.

Refilda., Rahmiana Zein., Rahmayeni, 2001, Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-logam Berat Pada Air Limbah, Skripsi., Padang: Universitas Andalas.

Reynolds. 1982. *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*, Texas A&M University, Brook/Cole Engineering Division, California.

Sembiring, T.S. dan Sinaga, T.S. 2003.*Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan : Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Smisek, M., 2007, *Active Carbon*, Elsevier Publishing Company, London.

SNI. (1995). *Arang Aktif Teknis.* SNI 06-3730-1995.

Sudirjo, M., 2006, Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kacang Tanah (Arachis Hypogeae) dengan Aktivator Asam Sulfat, Laporan Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang.

Swiatkowski, A., 1998, Adsorption and Its Application and Enviromental Protection Studies in Surface Science and Catalysis, Elsivier, Belanda.

Teng, H., dan Yeh, T. S,. 1998. *Preparation of Activated Carbon From Bituminous Coals with Zinc Chloride Activation.* Ind., Chem. Eng. *Res.*, 37, 58-65.

Thermo Fischer.2018. Total Chromium & Hexavalent Chromium Measurement Cambridge: MIT Press . https://www.thermofisher.com/id/en/home/industrial/ environmental/ environmental-learning-center/contaminant-analysis-information/anion-analysis/total-chromium-hexavalent-chromium-analysis.html (diakses 13 Maret 2019)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tilman, D. 1981. Wood Combution : Principles, Processes and Economics, Academics. Press Inc, New York.

Viswanathan, P. Indra Neel and T. K. Varadarajan. 2009. *Methods of Activation and Specific Applications of Carbon Materials.* Indian Institute of Technology Madras. Chennai : India.

Wang, T.H., Tan SX dan Liang CH. 2009. *Preparation and characterization of activated carbon from wood via microwave-induced $ZnCl_2$ activation*. *Carbon* 47: 1880-1883

Widjanarko, P.I., Widiantoro, Soetaredjo, L.F.E., Ismadji, S. 2006. *Kinetika Adsorbsi Zat Warna Congo Red dan Rhodamine B dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Ampas Tebu*. Surabaya : Universitas Widya Mandala.

Yang, Ralph T. 2003. *Adsorbents: Fundamentals and Application.* Michigan: Wiley-Intersience

Zulfa, Aditya. 2011. Uji Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Zeolit Alam Malang Dan Lampung. Jurusan Teknik Kimi Fakultas Teknik. Jakarta: Universitas Indonesia.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 1
DATA PERHITUNGAN

1. Perhitungan $K_2Cr_2O_7$ 50 ppm

Massa $K_2Cr_2O_7$ yang dibutuhkan untuk membuat larutan kerja Cr(VI) 50 ppm sebanyak 1L.

Massa atom relative (Ar)

Ar K =39,0983 g/gmol

Ar Cr =51,9961 g/gmol

Ar O =15,9994 g/gmol

Massa molekul relative (Mr)

Mr $K_2Cr_2O_7$ =(2 x Ar K) + (2 x Ar Cr) + (7 x Ar O)

=(2 x 39,0983 g/gmol) + (51,9961 g/gmol) + (7 x 15,9994 g/gmol)

=294,1846 g/gmol

Konsentrasi larutan kerja Cr(VI) =50 ppm (50 mg/L)

Volume larutan kerja Cr(VI) = 1 L

Massa $K_2Cr_2O_7$ untuk 50 ppm = (Mr $K_2Cr_2O_7$: (2 x Ar Cr)) x Massa Cr

= (294,1846 g/gmol : (2 x 51,9961 g/gmol)) x 50 mg

=0,1415 gr

2. Pembuatan Larutan H_2SO_4 2M

Volume H_2SO_4 98% wt yang dibutuhkan untuk membuat larutan H_2SO_4 2 M

Densitas H_2SO_4 98% wt = 1,84 kg/L

Molecular Weight of H_2SO_4 = 98,08 g/mol

Perhitungan

Molaritas laarutan H_2SO_4 98% wt

M H_2SO_4 =((Densitas x 10 x %wt H_2SO_4): *Molecular Weight of* H_2SO_4) X 100

=((1,84 kg/L x 10 x 98%) : 98,08 g/mol) x 100

= 18,39 M

Pengenceran Larutan H_2SO_4 98% wt menjadi 2 M

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

18,39 M x V_1= 1 M x 100 mL

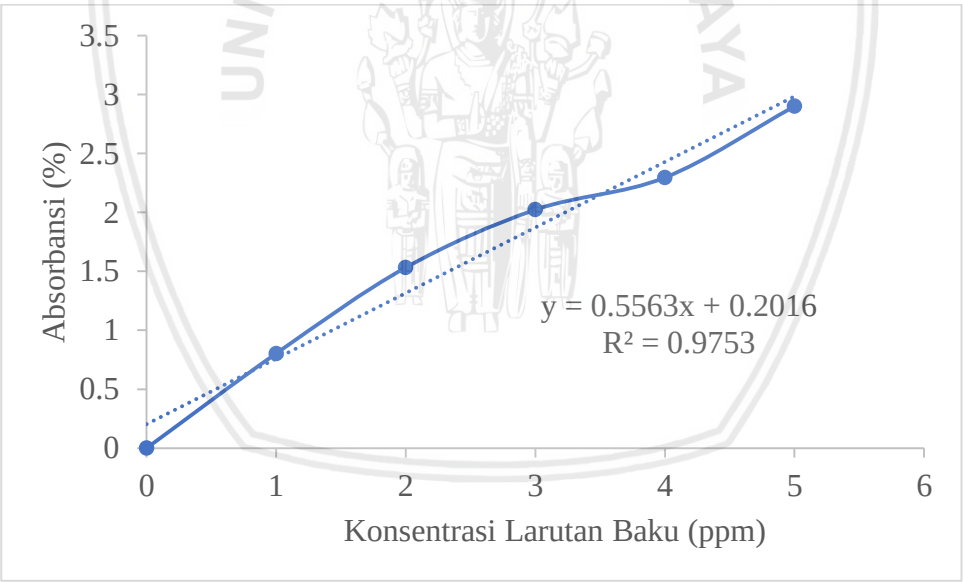
V_1 = 54,38 mL

3. Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi Cr(VI) dibuat menggunakan larutan Cr(VI) dengan konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm pada panjang gelombang 542,8 nm yang di peroleh dari absorbansi optimum. Kurva kalibrasi ini akan digunakan untuk mendapatkan persamaan linear konsentrasi Cr(VI) terhadap absorbansi yang muncul dan nantinya akan digunakan untuk menghitung konsentrasi akhir Cr(VI) yang diuji.

Tabel 4.1 Data Absorbansi pada penentuan Kurva Kalibrasi

No	Konsentrasi Cr(VI) (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	1	0.803
3	2	1.532
4	3	2.023
5	4	2.296
6	5	2.900



Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Cr(VI)

Berdasarkan gambar 4.1 didapatkan persamaan kalibrasi Cr(VI) y=0,5563x + 0,2016 dengan nilai R^2 = 0,9753. Persamaan linear tersebut digunakan untuk mengetahui konsentrasi Cr(VI) (y) dari nilai adsorbansi (x) yang diperoleh pada pengujian Spektofotometer UV-Vis.

4. Hasil Pengamatan Pengaruh Variasi Massa Karbon dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa terhadap Penyisihan Logam Cr(VI)

Panjang gelombang yang digunakan pada spektofotometer UV-Vis adalah 542,8

Persamaan Linear pada kurva kalibrasi , y= 0,5563x + 0,2016

Dimana, x= Konsentrasi

y= absorbansi

Faktor pengenceran = 100 kali

Massa karbon dan karbon aktif tempurung kelapa divariasikan sebesar 0,25; 0,33; 0,5; 1; 2,5 gram

Massa(gram)	Panjang Gelombang	
	Karbon	Karbon Aktif
0,25	0,417	0,409
0,33	0,392	0,358
0,5	0,377	0,286
1	0,327	0,240
2,5	0,291	0,209

Perhitungan massa 2,5 gram karbon tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}291 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,16 ppm

Konsentrasi = 0,16070466 ppm x 100

= 16,07 ppm

Perhitungan massa 2,5 gram karbon aktif tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}209 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,014 ppm

Konsentrasi = 0,014ppm x 100

= 1,4 ppm

Perhitungan massa 1 gram karbon tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0,2016}{0,5563}$$

$$x = \frac{0,327 - 0,2016}{0,5563}$$

X = 0,226 ppm

Konsentrasi = 0,226ppm x 100

= 22,6 ppm

Perhitungan massa 1 gram karbon aktif tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0,2016}{0,5563}$$

$$x = \frac{0,240 - 0,2016}{0,5563}$$

X = 0,07 ppm

Konsentrasi = 0,07ppm x 100

= 7 ppm

Perhitungan massa 0,5 gram karbon tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0,2016}{0,5563}$$

$$x = \frac{0,377 - 0,2016}{0,5563}$$

X = 0,316 ppm

Konsentrasi = 0,316ppm x 100

= 31,6 ppm

Perhitungan massa 0,5 gram karbon aktif tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}286 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,152 ppm

Konsentrasi = 0,152ppm x 100

= 15,2 ppm

Perhitungan massa 0,33 gram karbon tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}392 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,333 ppm

Konsentrasi = 0,333ppm x 100

= 33,3 ppm

Perhitungan massa 0,33 gram karbon aktif tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}358 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,292 ppm

Konsentrasi = 0,292ppm x 100

= 29,2 ppm

Perhitungan massa 0,25 gram karbon aktif tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}417 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,389 ppm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Konsentrasi = 0,389 ppm x 100

= 38,9 ppm

Perhitungan massa 0,25 gram karbon tempurung kelapa

y= 0,5563x + 0,2016

sehingga,

$$x = \frac{y - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

$$x = \frac{0{,}409 - 0{,}2016}{0{,}5563}$$

X = 0,3972 ppm

Konsentrasi = 0,3972x 100

= 29,72 ppm

5. Perhitungan Persen Penyisihan Cr(VI dengan Variabel Massa Karbon

Massa Karbon (gram)	Hasil Adsorpsi Karbon (ppm)	Hasil Adsorpsi Karbon Aktif (ppm)
0,25	39,72	38,9
0,333	33,3	29,2
0,5	31,6	15,2
1	22,6	7
2,5	16	1.4

Diketahui Konsentrasi awal Cr(VI) adalah 42 ppm dari uji uv-vis pada larutan sampel

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon dengan massa 0,25 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = \left(\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal}\right) x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = \left(\frac{42 - 39{,}72}{42}\right) x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 5,42857143%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon dengan massa 0,333 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = \left(\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal}\right) x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 33{,}3}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 20,7142857%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon dengan massa 0,5 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 31{,}6}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 24,7619048%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon dengan massa 1 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 22{,}6}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 46,1904762%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon dengan massa 2,5 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 16}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 61,9047619%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon aktif dengan massa 0,25 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 38{,}9}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 7,38095238%

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon aktif dengan massa 0,333 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 29{,}2}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 30,4761905%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon aktif dengan massa 0,5 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 38{,}9}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 63,8095238%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon aktif dengan massa 1 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 38{,}9}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 83,3333333%

Perhitungan persen penyisihan pada adsorpsi karbon aktif dengan massa 2,5 gram menggunakan persamaan

$$Persen\ penyisihan = (\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Adsorpsi}}{Konsentrasi\ awal})\ x\ 100\%$$

$$Persen\ penyisihan = (\frac{42 - 38{,}9}{42})\ x\ 100\%$$

Persen penyisihan = 96,6666667%

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 2

DOKUMENTASI KEGIATAN

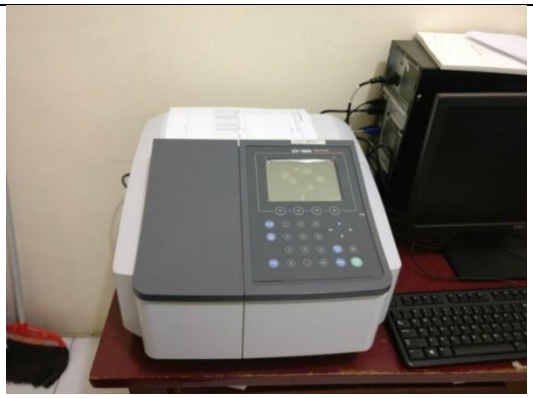
No	Kegiatan	Keterangan
1.	Aktivasi karbon tempurung kelapa secara Fisika selama 2 jam dengan suhu 600°C	
2.	Adsorpsi Cr(VI) dengan variasi massa 0,25, 0,333, 0,5, 1, dan 2,5 gram dengan konsentrasi Cr(VI) 50 ppm dan volume 25 ml	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.	Pengiriman Sampel karbon tertahan 60 mesh lolos 30 mesh Untuk Uji Ftir, XRF dan Bet	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.	Pengujian konsentrasi Cr(VI) setelah Adosorpsi dilakukan dengan UV-Vis dimana pengukuran dilakukan berdasarkan panjang gelombang yang dihasilkan	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 3

UJI BET

1. Hasil Pengujian *Average Pore Size* untuk Karbon Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date: Sel Jul 23 2019 **Operator:** operator
Filename: 44 Pts Full isotherm - St4_20190712_082134.qcuPhysIso

Analysis Information

Sample
ID karbon_jeremi **Weight** 0,0553g
Description
Analysis
Data ID {02af7dda-a177-40f5-8e01-88f097f4ad1c}
Operator operator **Date** 2019.07.12 **Duration** 159,25min
Instrument St 4 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001] **Firmware** 1.04
Comments
Ambient Temp. 36,3762°c **Void Volume Mode** NOVA mode **Cell ID** 82
Cell Type 9mm with rod **Thermal Delay** 600sec **Po Mode** Continuous
Adsorbate
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,013g/mol **Cross Section Area** 16,2Å²/mol
Non-ideality 6,58e-005 1/torr **Bath Temperature** 77,35K
Degas information
Type Vacuum Degassing
Operator
Description

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration no
Temp. Comp yes
Thickness Method deBoer
Adsorbate Model
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,0134g **Cross Section Area** 16,2Å²/molec
Bath Temperature 77,35K

Average Pore Size results
Average Pore radius 1,9105e+000nm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Hasil Pengujian *Average Pore Size* untuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date:	Sel Jul 23 2019	**Operator:**	operator
Filename:	44 Pts Full isotherm - St1_20190715_150415.qcuPhysIso		

Analysis Information

Sample

ID	KA_janjeremi	**Weight**	0,1143 g
Description			

Analysis

Data ID	{434dafd6-3c9f-403c-8fb1-647bf8f685c4}				
Operator	operator	**Date**	2019.07.15	**Duration**	193,333 min
Instrument	St 1 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001]			**Firmware**	1.04
Comments					
Ambient Temp.	37,2474 °C	**Void Volume Mode**	NOVA mode	**Cell ID**	12
Cell Type	9mm with rod	**Thermal Delay**	600 sec	**Po Mode**	Continuous

Adsorbate

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,013 g/mol	**Cross Section Area**	16,2 Å²/mol
Non-ideality	6,58e-005 1/torr	**Bath Temperature**	77,35 K		

Degas information

Type	Vacuum Degassing
Operator	
Description	

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration	no				
Temp. Comp	yes				
Thickness Method	deBoer				

Adsorbate Model

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,0134 g	**Cross Section Area**	16,2 Å²/molec
Bath Temperature	77,35 K				

Average Pore Size results

Average Pore radius 1,7082e+000 nm

3. Hasil Pengujian *Total Pore Volume* untuk Karbon Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date:	Sel Jul 23 2019	**Operator:**	operator
Filename:	44 Pts Full isotherm - St4_20190712_082134.qcuPhysIso		

Analysis Information

Sample

ID	karbon_jeremi	**Weight**	0,0553 g		
Description					

Analysis

Data ID	{02af7dda-a177-40f5-8e01-88f097f4ad1c}				
Operator	operator	**Date**	2019.07.12	**Duration**	159,25 min
Instrument	St 4 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001]			**Firmware**	1.04
Comments					
Ambient Temp.	36,3762 °c	**Void Volume Mode**	NOVA mode	**Cell ID**	82
Cell Type	9mm with rod	**Thermal Delay**	600 sec	**Po Mode**	Continuous

Adsorbate

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,013 g/mol	**Cross Section Area**	16,2 Å²/mol
Non-ideality	6,58e-005 1/torr	**Bath Temperature**	77,35 K		

Degas information

Type	Vacuum Degassing
Operator	
Description	

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration	no				
Temp. Comp	yes				
Thickness Method	deBoer				

Adsorbate Model

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,0134 g	**Cross Section Area**	16,2 Å²/molec
Bath Temperature	77,35 K				

Total Pore Volume results

Total Pore Volume	9,5967e-003 cc/g
for pores smaller than	20,09 nm (radius)
at relative pressure	0,94965

4. Hasil Pengujian *Total Pore Volume* untuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date:	Sel Jul 23 2019	**Operator:**	operator
Filename:	44 Pts Full isotherm - St1_20190715_150415.qcuPhysIso		

Analysis Information

Sample

ID	KA_janjeremi	**Weight**	0,1143 g		
Description					

Analysis

Data ID	{434dafd6-3c9f-403c-8fb1-647bf8f685c4}				
Operator	operator	**Date**	2019.07.15	**Duration**	193,333 min
Instrument	St 1 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001]			**Firmware**	1.04
Comments					
Ambient Temp.	37,2474 °C	**Void Volume Mode**	NOVA mode	**Cell ID**	12
Cell Type	9mm with rod	**Thermal Delay**	600 sec	**Po Mode**	Continuous

Adsorbate

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,013 g/mol	**Cross Section Area**	16,2 Å²/mol
Non-ideality	6,58e-005 1/torr	**Bath Temperature**	77,35 K		

Degas information

Type	Vacuum Degassing
Operator	
Description	

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration	no				
Temp. Comp	yes				
Thickness Method	deBoer				

Adsorbate Model

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,0134 g	**Cross Section Area**	16,2 Å²/molec
Bath Temperature	77,35 K				

Total Pore Volume results

Total Pore Volume	6,0548e-002 cc/g
for pores smaller than	20,79 nm (radius)
at relative pressure	0,95140

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5. **Hasil Pengujian *Multi Point BET* untuk Karbon Tempurung Kelapa**

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Quantachrome TouchWin v1.2

Report date: Sen Jul 22 2019 **Operator:** operator

Filename: 44 Pts Full isotherm - St4_20190712_082134.qcuPhysIso

Analysis Information

Sample

ID karbon_jeremi **Weight** 0,0553 g

Description

Analysis

Data ID {02af7dda-a177-40f5-8e01-88f097f4ad1c}

Operator operator **Date** 2019.07.12 **Duration** 159,25 min

Instrument St 4 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001] **Firmware** 1.04

Comments

Ambient Temp. 36,3762 °C **Void Volume Mode** NOVA mode **Cell ID** 82

Cell Type 9mm with rod **Thermal Delay** 600 sec **Po Mode** Continuous

Adsorbate

Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,013 g/mol **Cross Section Area** 16,2 Å²/mol

Non-ideality 6,58e-005 1/torr **Bath Temperature** 77,35 K

Degas information

Type Vacuum Degassing

Operator

Description

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration no

Table - Isotherm Isotherm

Relative Pressure, P/Po	Volume Adsorbed @STP cc/g
0.0247332	0.335414
0.0699159	0.925844
0.115580	1.34752
0.159402	1.75629
0.203336	1.97202
0.247389	2.18128
0.290032	2.34629
0.331625	2.52949
0.374903	2.69281
0.422601	2.87828
0.466889	3.05393
0.510482	3.25890
0.551192	3.42617
0.597074	3.72745
0.640928	3.95027
0.684018	4.05320
0.732536	4.28624
0.777140	4.53995
0.820301	4.75778
0.863270	5.00480
0.910000	5.48445
0.949652	6.18878
0.910973	5.81299
0.871073	5.50061
0.829211	5.35485

6. Hasil Pengujian *Multi Point BET* untuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date:	Sel Jul 23 2019	**Operator:**	operator
Filename:	44 Pts Full isotherm - St1_20190715_150415.qcuPhysIso		

Analysis Information

Sample

ID	KA_janjeremi	**Weight**	0,1143 g		
Description					

Analysis

Data ID	{434dafd6-3c9f-403c-8fb1-647bf8f685c4}				
Operator	operator	**Date**	2019.07.15	**Duration**	193,333 min
Instrument	St 1 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001]			**Firmware**	1.04
Comments					
Ambient Temp.	37,2474 °c	**Void Volume Mode**	NOVA mode	**Cell ID**	12
Cell Type	9mm with rod	**Thermal Delay**	600 sec	**Po Mode**	Continuous

Adsorbate

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,013 g/mol	**Cross Section Area**	16,2 Å²/mol
Non-ideality	6,58e-005 1/torr	**Bath Temperature**	77,35 K		

Degas information

Type	Vacuum Degassing
Operator	
Description	

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration	no				

Adsorbate Model

Name	Nitrogen	**Molecular Weight**	28,0134 g	**Cross Section Area**	16,2 Å²/molec
Bath Temperature	77,35 K				

BET Multi-point BET results

Isotherm Branch	Adsorption
Slope	47.0745
Intercept	2.05098
Correlation coeff., r	0.993224
C constant	23.9522
Surface area	70.8902 m²/g

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

7. **Hasil Pengujian BJH Pore Size Distribution Adsorption untuk Karbon Tempurung Kelapa**

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date: Sel Jul 23 2019 **Operator:** operator
Filename: 44 Pts Full isotherm - St4_20190712_082134.qcuPhysIso

Analysis Information

Sample
ID karbon_jeremi **Weight** 0,0553g
Description
Analysis
Data ID {02af7dda-a177-40f5-8e01-88f097f4ad1c}
Operator operator **Date** 2019.07.12 **Duration** 159,25min
Instrument St 4 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001] **Firmware** 1.04
Comments
Ambient Temp. 36,3762°C **Void Volume Mode** NOVA mode **Cell ID** 82
Cell Type 9mm with rod **Thermal Delay** 600sec **Po Mode** Continuous
Adsorbate
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,013g/mol **Cross Section Area** 16,2Å²/mol
Non-ideality 6,58e-005 1/torr **Bath Temperature** 77,35K
Degas information
Type Vacuum Degassing
Operator
Description

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration no
Thickness Method deBoer
P-tags below 0.35 ignored **Moving Pt. Average** off
Adsorbate Model
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,0134g **Cross Section Area** 16,2Å²/molec
Bath Temperature 77,35K

BJH Pore Size Distribution Adsorption results

Surface Area 4.14842 m²/g
Pore Volume 0.00635865 cc/g
Pore radius Dv(r) 2.44422 nm

Table - BJH Pore Size Distribution Adsorption

radius nm	Pore Volume cc/g	Pore Surf. Area m²/g	dV(r) cc/nm/g	dS(r) m²/nm/g	dV(log r) cc/g	dS(log r) m²/g
1.61126	4.417625e-04	5.483446e-01	2.603936e-03	3.232176e+00	9.651825e-03	1.198048e+01
1.78562	8.598888e-04	1.016670e+00	2.334860e-03	2.615175e+00	9.591847e-03	1.074341e+01
1.97642	1.375995e-03	1.538933e+00	2.548527e-03	2.578933e+00	1.158787e-02	1.172613e+01
2.18744	1.771333e-03	1.900395e+00	1.800840e-03	1.646527e+00	9.062793e-03	8.286208e+00
2.44422	2.564472e-03	2.549385e+00	2.697404e-03	2.207166e+00	1.516276e-02	1.240701e+01
2.76316	3.116304e-03	2.948806e+00	1.604967e-03	1.161691e+00	1.019826e-02	7.381600e+00
3.14623	3.313429e-03	3.074115e+00	4.667754e-04	2.967207e-01	3.376450e-03	2.146349e+00
3.67006	3.841030e-03	3.361631e+00	8.436757e-04	4.597608e-01	7.112311e-03	3.875851e+00
4.38198	4.410987e-03	3.621768e+00	7.138042e-04	3.257905e-01	7.182232e-03	3.278074e+00
5.34496	4.876435e-03	3.795931e+00	4.128260e-04	1.544731e-01	5.061844e-03	1.894064e+00
6.80518	5.388348e-03	3.946379e+00	2.855096e-04	8.390950e-02	4.447793e-03	1.307179e+00
9.60524	6.358655e-03	4.148416e+00	2.548651e-04	5.306793e-02	5.562235e-03	1.158167e+00

8. Hasil Pengujian BJH Pore Size Distribution Desorption untuk Karbon Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date: Sel Jul 23 2019 **Operator:** operator
Filename: 44 Pts Full isotherm - St4_20190712_082134.qcuPhysIso

Analysis Information

Sample
ID karbon_jeremi **Weight** 0,0553 g
Description
Analysis
Data ID {02af7dda-a177-40f5-8e01-88f097f4ad1c}
Operator operator **Date** 2019.07.12 **Duration** 159,25 min
Instrument St 4 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001] **Firmware** 1.04
Comments
Ambient Temp. 36,3762 °C **Void Volume Mode** NOVA mode **Cell ID** 82
Cell Type 9mm with rod **Thermal Delay** 600 sec **Po Mode** Continuous
Adsorbate
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,013 g/mol **Cross Section Area** 16,2 Å²/mol
Non-ideality 6,58e-005 1/torr **Bath Temperature** 77,35 K
Degas information
Type Vacuum Degassing
Operator
Description

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration no
Thickness Method deBoer
P-tags below 0.35 ignored **Moving Pt. Average** off
Adsorbate Model
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,0134 g **Cross Section Area** 16,2 Å²/molec
Bath Temperature 77,35 K

BJH Pore Size Distribution Desorption results

Surface Area 3.69673 m²/g
Pore Volume 0.00526602 cc/g
Pore radius Dv(r) 1.78373 nm

Table - BJH Pore Size Distribution Desorption

radius nm	Pore Volume cc/g	Pore Surf. Area m²/g	dV(r) cc/nm/g	dS(r) m²/nm/g	dV(log r) cc/g	dS(log r) m²/g
1.62821	3.840584e-04	4.717540e-01	2.658197e-03	3.265168e+00	9.959309e-03	1.223341e+01
1.78373	1.009635e-03	1.173179e+00	3.755967e-03	4.211356e+00	1.541528e-02	1.728429e+01
1.95803	1.475020e-03	1.648539e+00	2.556548e-03	2.611349e+00	1.151796e-02	1.176485e+01
2.15249	1.826684e-03	1.975291e+00	1.699820e-03	1.579400e+00	8.418307e-03	7.821931e+00
2.38835	2.292319e-03	2.365212e+00	1.758176e-03	1.472294e+00	9.658961e-03	8.088398e+00
2.67449	2.827937e-03	2.765751e+00	1.742198e-03	1.302827e+00	1.071704e-02	8.014275e+00
2.99967	3.153601e-03	2.982884e+00	9.496882e-04	6.331959e-01	6.552333e-03	4.368708e+00
3.39122	3.187872e-03	3.003096e+00	7.785671e-05	4.591670e-02	6.070943e-04	3.580394e-01
3.92509	3.466416e-03	3.145026e+00	4.438469e-04	2.261589e-01	4.002863e-03	2.039629e+00
4.64764	3.888418e-03	3.326624e+00	5.161858e-04	2.221280e-01	5.509737e-03	2.370981e+00
5.63270	4.338999e-03	3.486612e+00	3.909327e-04	1.388082e-01	5.052568e-03	1.794012e+00
7.17972	4.635674e-03	3.569254e+00	1.528110e-04	4.256743e-02	2.510789e-03	6.994117e-01
9.88987	5.266022e-03	3.696728e+00	1.811936e-04	3.664225e-02	4.083287e-03	8.257512e-01

9. Hasil Pengujian BJH Pore Size Distribution Adsorption untuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Quantachrome TouchWin v1.2

Report date: Sel Jul 23 2019 **Operator:** operator
Filename: 44 Pts Full isotherm - St1_20190715_150415.qcuPhysIso

Analysis Information

Sample
ID KA_janjeremi **Weight** 0,1143 g
Description
Analysis
Data ID {434dafd6-3c9f-403c-8fb1-647bf8f685c4}
Operator operator **Date** 2019.07.15 **Duration** 193,333 min
Instrument St 1 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001] **Firmware** 1.04
Comments
Ambient Temp. 37,2474 °C **Void Volume Mode** NOVA mode **Cell ID** 12
Cell Type 9mm with rod **Thermal Delay** 600 sec **Po Mode** Continuous
Adsorbate
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,013 g/mol **Cross Section Area** 16,2 Å²/mol
Non-ideality 6,58e-005 1/torr **Bath Temperature** 77,35 K
Degas information
Type Vacuum Degassing
Operator
Description

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration no
Thickness Method deBoer
P-tags below 0.35 ignored **Moving Pt. Average** off
Adsorbate Model
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,0134 g **Cross Section Area** 16,2 Å²/molec
Bath Temperature 77,35 K

BJH Pore Size Distribution Adsorption results

Surface Area 28.3738 m²/g
Pore Volume 0.0348959 cc/g
Pore radius Dv(r) 2.18712 nm

Table - BJH Pore Size Distribution Adsorption

radius nm	Pore Volume cc/g	Pore Surf. Area m²/g	dV(r) cc/nm/g	dS(r) m²/nm/g	dV(log r) cc/g	dS(log r) m²/g
1.60208	1.957104e-03	2.443200e+00	1.317780e-02	1.645084e+01	4.857717e-02	6.064253e+01
1.77297	7.412278e-03	8.596908e+00	2.822671e-02	3.184113e+01	1.151190e-01	1.298600e+02
1.97261	1.263455e-02	1.389169e+01	2.534943e-02	2.570143e+01	1.150349e-01	1.166323e+02
2.18712	1.911479e-02	1.981750e+01	2.905712e-02	2.657109e+01	1.462058e-01	1.336970e+02
2.43527	2.182463e-02	2.204300e+01	9.915941e-03	8.143598e+00	5.554447e-02	4.561663e+01
2.74068	2.424510e-02	2.380933e+01	7.171049e-03	5.233043e+00	4.519672e-02	3.298212e+01
3.14291	2.623850e-02	2.507784e+01	4.269206e-03	2.716722e+00	3.083855e-02	1.962420e+01
3.64487	2.813089e-02	2.611622e+01	3.523978e-03	1.933662e+00	2.952187e-02	1.619912e+01
4.28242	2.969001e-02	2.684437e+01	2.112371e-03	9.865314e-01	2.077766e-02	9.703699e+00
5.25674	3.113360e-02	2.739360e+01	1.192510e-03	4.537074e-01	1.437023e-02	5.467358e+00
6.66785	3.299364e-02	2.795151e+01	1.154106e-03	3.461706e-01	1.763271e-02	5.288877e+00
9.00894	3.489589e-02	2.837382e+01	6.195209e-04	1.375347e-01	1.272587e-02	2.825164e+00

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

10. Hasil Pengujian BJH Pore Size Distribution Desorption untuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa

LABORATORIUM TEKNIK KIMIA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Quantachrome TouchWin v1.2

Report date: Sel Jul 23 2019 **Operator:** operator
Filename: 44 Pts Full isotherm - St1_20190715_150415.qcuPhysIso

Analysis Information

Sample
ID KA_janjeremi **Weight** 0,1143 g
Description
Analysis
Data ID {434dafd6-3c9f-403c-8fb1-647bf8f685c4}
Operator operator **Date** 2019.07.15 **Duration** 193,333 min
Instrument St 1 on NOVA touch 4LX [s/n:17018063001] **Firmware** 1.04
Comments
Ambient Temp. 37,2474 °C **Void Volume Mode** NOVA mode **Cell ID** 12
Cell Type 9mm with rod **Thermal Delay** 600 sec **Po Mode** Continuous
Adsorbate
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,013 g/mol **Cross Section Area** 16,2 Å²/mol
Non-ideality 6,58e-005 1/torr **Bath Temperature** 77,35 K
Degas information
Type Vacuum Degassing
Operator
Description

Data Reduction Parameters

Thermal Transpiration no
Thickness Method deBoer
P-tags below 0.35 ignored **Moving Pt. Average** off
Adsorbate Model
Name Nitrogen **Molecular Weight** 28,0134 g **Cross Section Area** 16,2 Å²/molec
Bath Temperature 77,35 K

BJH Pore Size Distribution Desorption results

Surface Area 0.0988137 m²/g
Pore Volume 8.80162e-05 cc/g
Pore radius Dv(r) 1.78146 nm

Table - BJH Pore Size Distribution Desorption

radius nm	Pore Volume cc/g	Pore Surf. Area m²/g	dV(r) cc/nm/g	dS(r) m²/nm/g	dV(log r) cc/g	dS(log r) m²/g
1.61909	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
1.78146	8.801619e-05	9.881373e-02	4.737756e-04	5.318969e-01	1.941644e-03	2.179839e+00
1.96621	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
2.15927	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
2.37033	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
2.63203	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
2.96854	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
3.39688	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
3.92500	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
4.60423	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
5.60401	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
7.03977	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
9.64771	8.801619e-05	9.881373e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 4

UJI FT-IR

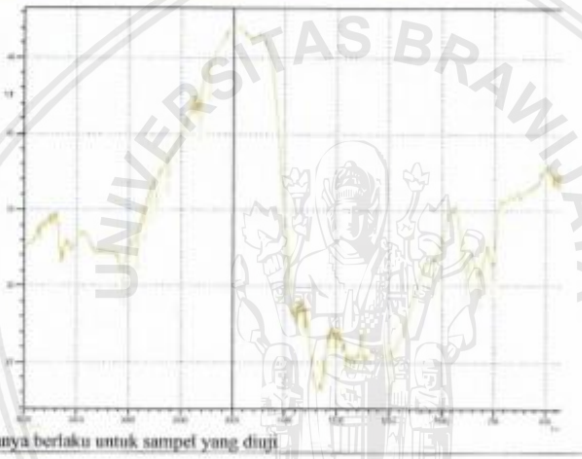
1. **Hasil Pengujian FT-IR untuk Karbon Tempurung Kelapa**

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
Jalan Semarang 5, Malang 65145
Telp. 0341-551312 (psw 200)/ 574895/ 08510000088
E-mail : laboratoriumsentralum@yahoo.co.id
Website : central-laboratory.um.ac.id

LAPORAN HASIL UJI
LSUM.LHU.F.00472.2019

Customers	: **Jan Jeremy - UB**
Contact Customer	: 081519546022 / email : indahsakinap@gmail.com
Methods	: IK.F.1
Test Equipment	: FT IR
Received Date	: Juni 27, 2019
Order Number	: LHU.P.00744.2019
SPECIMEN DESCRIPTION	
Condition of Samples	: Sampel serbuk hitam dalam plastik klip
Sample Code	: F 625
Material Name	: Karbon FTIR
Measurement time	: Juli 08, 2019
OPERATOR, ANALYZER &SUPERVISOR	
Analyzer	: Mailinda A.H., S.Si
Supervisor	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
RESULTS	
Remark	:



*Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji

Malang, 10 Juli 2019

Mengetahui,
Manajer Teknis

Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
NIP. 196605281991032001

Menyetujui
a.n Dekan
Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM

Nahdi, S.Si, M.T, Ph.D
NIP. 197208152005011001

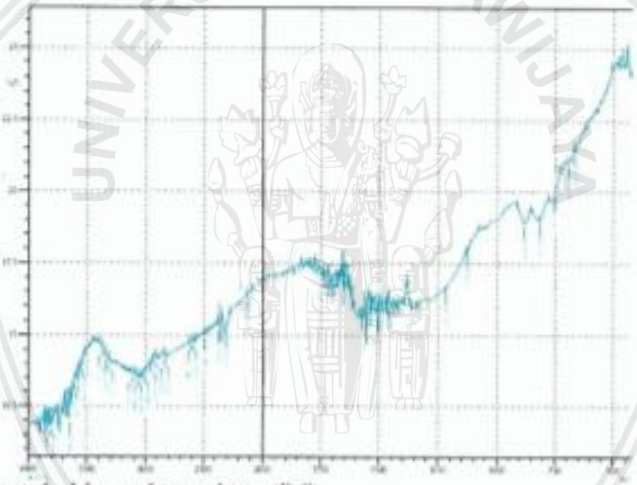
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Hasil Pengujian FT-IR untuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
Jalan Semarang 5, Malang 65145
Telp. 0341-551312 (pesw 200); 574895; 085106001088
E-mail : laboratoriumsentralum@yahoo.co.id
Website : central-laboratory.um.ac.id

LAPORAN HASIL UJI
LSUM.LHU.F.00473.2019

Customers	: **Jan Jeremy - UB**
Contact Customer	: 081519546022 / email : indahsakinap@gmail.com
Methods	: IK.F.1
Test Equipment	: FT IR
Received Date	: Juni 27, 2019
Order Number	: LHU.P.00744.2019
SPECIMEN DESCRIPTION	
Condition of Samples	: Sampel serbuk hitam dalam plastik klip
Sample Code	: F 626
Material Name	: Karbon aktif FTIR
Measurement time	: Juli 08, 2019
OPERATOR, ANALYZER &SUPERVISOR	
Analyzer	: Maslinda A.H., S.Si
Supervisor	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
RESULTS	
Remark	:



*Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji

Malang, 10 Juli 2019

Mengetahui,
Manajer Teknis

Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
NIP. 196605281991032001

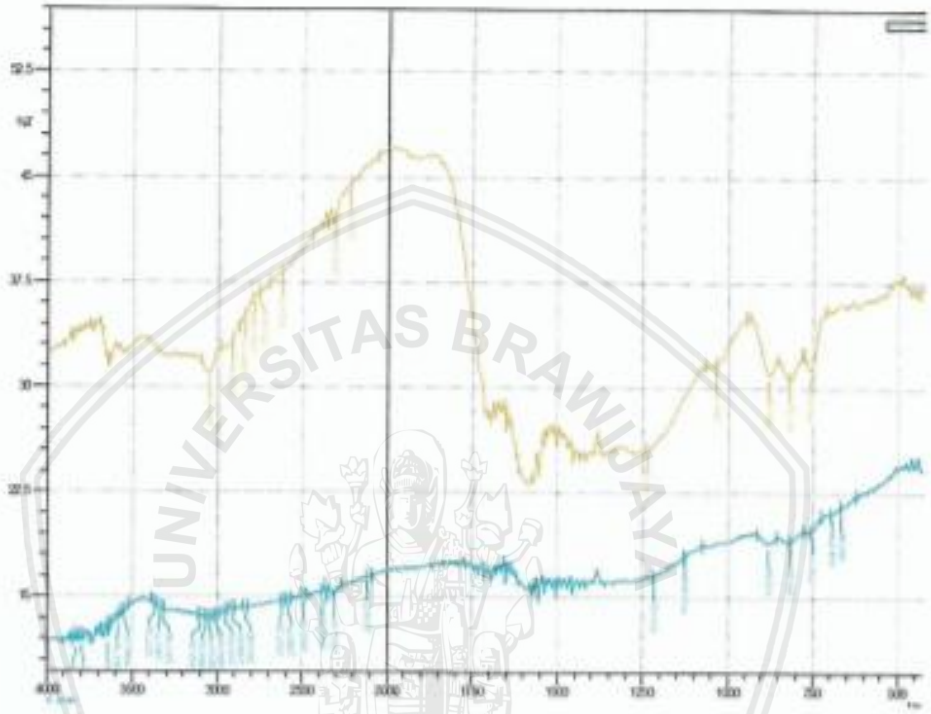
Menyetujui
a.n Dekan
Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM

Nandang Mufti, S.Si, M.T, Ph.D
NIP. 197208152005011001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. Hasil Pengujian FT-IR Gabungan Karbon dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
Jalan Semarang 5, Malang 65145
Telp. 0341-551312 (pesw 200); 574805; 08510601088
E-mail : labotoriumsentralum@yahoo.co.id
Website : central-laboratory.um.ac.id



1. Muncul puncak pada panjang gelombang 3010-3095 & 675-995 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H Alkena yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
2. Muncul puncak pada panjang gelombang 3010-3100 & 690-900 cm^{-1} yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
3. Muncul puncak pada panjang gelombang 1610-1680 cm^{-1} untuk sampel kode sampel F 625 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C Alkena yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
4. Muncul puncak pada panjang gelombang 1500-1600 cm^{-1} untuk sampel kode F 625 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C cincin aromatik yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 5

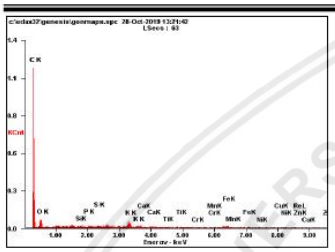
UJI SEM EDX

1. Hasil Pengujian SEM EDX untuk mengetahui kandungan Karbon Tempurung Kelapa

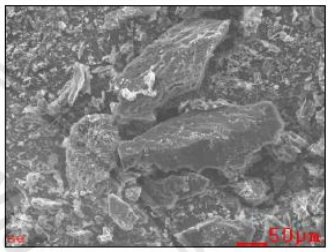
Microanalysis Report — EDAX SL — *10/28/2019*

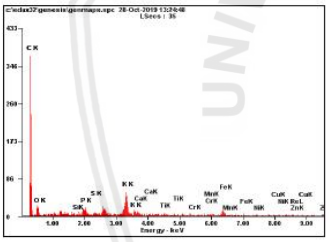
Prepared for: *LSUMP 839*

Prepared by: *Laboratorium Sentral FMIPA UM* — *B544*

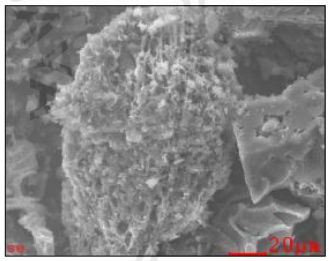


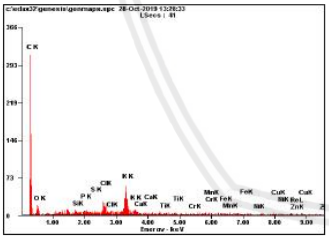
Element	Wt%	At%
CK	81.42	87.25
OK	14.34	11.53
SiK	00.00	00.00
PK	00.00	00.00
SK	00.00	00.00
KK	02.09	00.69
CaK	00.29	00.09
TiK	00.00	00.00
CrK	00.00	00.00
MnK	00.00	00.00
FeK	01.87	00.43
NiK	00.00	00.00
CuK	00.00	00.00
ZnK	00.00	00.00
ReL	00.00	00.00
Matrix	Correction	ZAF



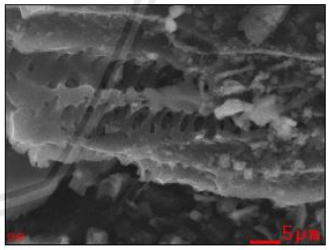


Element	Wt%	At%
CK	72.38	85.23
OK	11.36	10.05
SiK	00.00	00.00
PK	01.02	00.46
SK	00.28	00.13
KK	05.76	02.08
CaK	00.58	00.20
TiK	00.53	00.16
CrK	00.17	00.05
MnK	00.13	00.03
FeK	02.96	00.75
NiK	00.74	00.18
CuK	00.82	00.18
ZnK	01.82	00.39
ReL	01.44	00.11
Matrix	Correction	ZAF





Element	Wt%	At%
CK	80.04	88.41
OK	09.83	08.15
SiK	00.00	00.00
PK	00.00	00.00
SK	00.00	00.00
ClK	02.29	00.86
KK	07.16	02.43
CaK	00.00	00.00
TiK	00.00	00.00
CrK	00.00	00.00
MnK	00.00	00.00
FeK	00.68	00.16
NiK	00.00	00.00
CuK	00.00	00.00
ZnK	00.00	00.00
ReL	00.00	00.00
Matrix	Correction	ZAF



2. Hasil Pengujian SEM EDX untuk mengetahui kandungan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

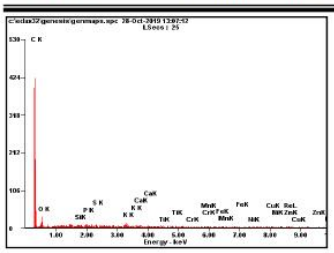
Microanalysis Report

Prepared for: *LSUMP 839*

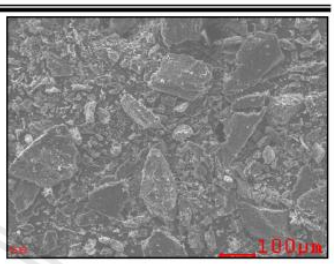
Prepared by: *Laboratorium Sentral FMIPA UM*

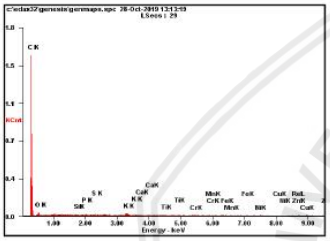
10/28/2019

B543

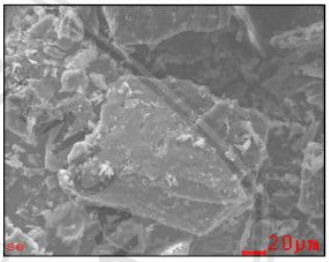


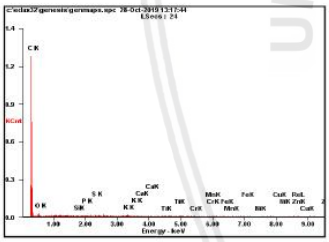
Element	Wt%	At%
CK	84.15	91.29
OK	08.95	07.29
SiK	00.35	00.16
PK	00.15	00.06
SK	00.15	00.06
KK	01.40	00.47
CaK	00.28	00.09
TiK	00.31	00.09
CrK	00.00	00.00
MnK	00.00	00.00
FeK	00.00	00.00
NiK	00.52	00.11
CuK	00.83	00.17
ZnK	00.00	00.00
RuL	02.91	00.20
Matrix	Correction	ZAF



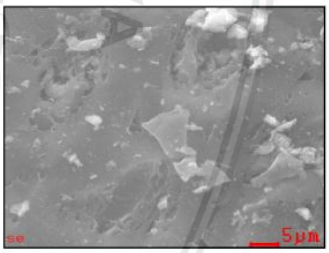


Element	Wt%	At%
CK	92.55	95.05
OK	05.73	04.42
SiK	00.09	00.04
PK	00.10	00.04
SK	00.04	00.02
KK	01.06	00.33
CaK	00.00	00.00
TiK	00.21	00.05
CrK	00.00	00.00
MnK	00.10	00.02
FeK	00.12	00.03
NiK	00.00	00.00
CuK	00.00	00.00
ZnK	00.00	00.00
RuL	00.00	00.00
Matrix	Correction	ZAF





Element	Wt%	At%
CK	91.13	95.71
OK	04.46	03.52
SiK	00.07	00.03
PK	00.22	00.09
SK	00.17	00.07
KK	00.59	00.19
CaK	00.12	00.04
TiK	00.10	00.03
CrK	00.00	00.00
MnK	00.00	00.00
FeK	00.21	00.05
NiK	00.29	00.06
CuK	00.35	00.07
ZnK	00.00	00.00
RuL	02.30	00.16
Matrix	Correction	ZAF



LAMPIRAN III
RIWAYAT HIDUP

Josia Caberto Paluki Silitonga, lahir di Lhouksumawe, 31 Maret 1997, merupakan anak dari Ayah Posma Silitonga dan Ibu Conny Paulina Berjuang Ita Hutabarat. Mengampu pendidikan dasar di SD Strada Van Lith II, pendidikan menengah pertama di SMPK 5 BPK Penabur, dan pendidikan menengah atas di SMAK 7 BPK Penabur lulus tahun 2015. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2019. Memiliki pengalaman menjadi Ketua Pelaksana kepanitiaan Chemical Engineering League pada tahun 2017 .

Malang, Desember 2019

Penulis

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA