

SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : Universitas Trisakti
Sentra HKI Universitas Trisakti, LPPM Gedung M Lantai 11,
Kampus A, Jl. Kyai Tapa No.1, Grogol,
Jakarta Barat

Untuk Invensi dengan Judul : METODE PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI BATUBARA
DENGAN AKTIVASI $ZnCl_2$

Inventor : Suliestyah
Edy Jamal Tuheteru
Christin Palit
Indah Permata Sari

Tanggal Penerimaan : 23 Agustus 2022

Nomor Paten : IDS000007631

Tanggal Pemberian : 29 Februari 2024

Pelindungan Paten Sederhana untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 10 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 23 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.

Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu dan
Rahasia Dagang



Sri Lastami
Dra. Sri Lastami, S.T., M.IPL.
NIP. 196512311991032002

Deskripsi**METODE PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI BATUBARA
DENGAN AKTIVASI $ZnCl_2$** **5 Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berhubungan dengan proses pembuatan karbon aktif dari batubara. Lebih khusus lagi, invensi ini berhubungan dengan karbon aktif yang memiliki daya serap tinggi yang dibuat dari bahan baku batubara peringkat rendah, menggunakan aktivator kimia $ZnCl_2$, yang dapat digunakan sebagai adsorben.

Latar Belakang Invensi

Saat ini karbon aktif yang digunakan sebagai adsorben logam berat dalam limbah cair maupun gas pencemar udara dibuat dari bahan baku tempurung kelapa, sekam padi, bambu betung, dan ampas tebu, yang mana cadangannya terbatas.

Batu bara dengan peringkat rendah tersedia melimpah di Indonesia. Dalam penelitian ini menggunakan batubara peringkat rendah, dikarenakan batubara peringkat rendah ini kurang efektif jika digunakan sebagai bahan bakar.

Batu bara ini dapat dibuat menjadi karbon aktif, sehingga ada potensi pemanfaatan batu bara peringkat rendah sebagai bahan baku karbon aktif untuk digunakan sebagai adsorben logam berat dalam limbah cair. Pada penelitian ini menggunakan aktivator $ZnCl_2$ dikarenakan harganya yang relatif murah, dan sangat efektif menyerap air yang terikat dalam batubara, sehingga ketika dilakukan karbonisasi maka tidak akan terjadi tar yang menyumbat pori-pori yang terbentuk.

Invensi teknologi yang berkaitan dengan karbon aktif juga telah diungkapkan sebagaimana terdapat pada paten atas nama Arnold N. WennerbergThomas M. O'Grady Nomor US4082694A Tanggal 4 April 1978, dengan judul *Active carbon process and*

composition, dimana diungkapkan pembuatan karbon aktif dari batubara, namun invensi tersebut masih terdapat kekurangan karena dalam proses karbonisasi menggunakan temperatur tinggi 1400-1500°C selama 3 jam.

5 Invensi lainnya sebagaimana diungkapkan pada paten Nomor CN102583373A tanggal 10 Desember 2014 dengan judul *Method for preparing active carbon by using coal*, dimana diungkapkan pembuatan karbon aktif berbahan baku batubara, dengan karbonisasi suhu tinggi 800-950°C selama 5 jam.

10 Pada penelitian terdahulu, Kusdarini,dkk, pada jurnal Reaktor volume 17 nomor 2, Tahun 2017, telah melakukan penelitian dengan judul Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal H_3PO_4 , Kombinasi $H_3PO_4-NH_4HCO_3$, dan Termal. Karbonisasi dilakukan pada suhu 600°C
15 selama 2 jam, dihasilkan karbon aktif dengan bilangan iodin 1238,544 mg/g dan luas permukaan pori 86,213 m²/g. Pada invensi ini memiliki kelemahan yaitu menggunakan batubara bituminous yang berpotensi tinggi untuk digunakan sebagai bahan bakar.

Ika Monika, pada *Indonesian Mining Journal* Vol. 19, No.
20 3, Tahun 2016, telah melakukan penelitian berjudul Studi Potensi batubara Indonesia untuk Adsorben Natural Gas. Pembuatan karbon aktif dengan bahan baku batubara berukuran 200 mesh, proses aktivasi menggunakan KOH-NaOH, karbonisasi pada suhu 800°C selama 1,5 jam, menghasilkan karbon aktif
25 dengan bilangan iodin 1004 mg/g. Pada invensi ini kelemahannya adalah emnggunakan batubara berukuran sangat halus 200 mesh sehingga proses penggerusan lebih lama, selain itu menggunakan suhu tinggi 800°C.

Saibun Sitorus dan Meliani, pada Jurnal Pendidikan Kimia,
30 Vol.7, No.2, Tahun 2015, telah mempublikasikan penelitian yang berjudul Pemanfaatan Arang Aktif Dari Batubara Kotor (*Dirty Coal*) Sebagai Adsorben Ion Logam Mn(II) dan Ag(I). Pada penelitian ini karbon aktif dibuat dari batubara menggunakan

aktivasi asam pospat selama 24 jam, dan karbonisasi dilakukan pada suhu 800°C selama satu jam. Pada invensi ini kelemahannya adalah, meskipun telah menggunakan activator kimia asam pospat namun karbonisasinya masih memerlukan suhu tinggi 800°C.

5 Işılly Ozdemir, dkk, pada jurnal *Fuel Processing Technology*, volume 25 Tahun 2014, dengan penelitian berjudul *Preparation And Characterization Of Activated Carbon From Grape Stalk by zinc chloride activation*, telah membuat karbon aktif dari bahan baku tangkai anggur dengan aktivasi ZnCl₂
10 selama 34 jam. Karbonisasi pada suhu 700°C selama 2 jam, menghasilkan karbon aktif dengan bilangan iodin 900 mg/g. Pada invensi ini kelemahannya adalah bahan baku tangkai anggur tidak melimpah cadangannya sebagaimana batubara, dan karbonisasinya memerlukan suhu tinggi 700°C dengan hasil
15 bilangan iodin yang lebih rendah sebesar 900 mg/g.

Billy T H Guan, dkk, telah melakukan penelitian pembuatan karbon aktif yang dimuat pada jurnal *Int. J. Engg. Res. & Sci. & Tech*, volume 2 nomor 3 Tahun 2013, dengan judul *Physical Preparation Of Activated Carbon From Sugarcane Bagasse And Corn Husk And Its Physical And Chemical Characteristics*.
20 Karbon aktif dibuat dari bahan baku tongkol jagung dan ampas tebu, dengan aktivasi CO₂, karbonisasi pada 800°C selama 2 jam. Dihasilkan karbon aktif dengan bilangan iodin 730 mg/g. Pada invensi ini kelemahannya adalah bahan baku tongkol jagung dan
25 ampas tebu tidak memiliki cadangan sebanyak batubara. Selain itu juga karbonisasi diperlukan pada suhu tinggi 800°C dengan hasil bilangan iodin lebih rendah sebesar 730 mg/g.

Anggiyan Rijali, dkk, telah melakukan penelitian pembuatan karbon aktif yang dipublikasikan pada jurnal JOM FMIPA volume 2 nomor Tahun 2015. Karbon aktif dibuat dari bahan
30 baku bambu betung dengan aktivasi menggunakan uap air, dan karbonisasi pada suhu 900°C selama 1 jam, dihasilkan karbon

aktif dengan bilangan iodine 379 mg/g. Pada invensi ini kelemahannya adalah bahan baku bambu betung tidak memiliki cadangan yang melimpah seperti batubara. Selain itu karbonisasi memerlukan suhu tinggi 900°C dengan hasil bilangan iodine yang lebih rendah sebesar 379 mg/g.

Dita Anggarini, dkk, pada jurnal *Kimia Student Journal*, Volume 2, Nomor 1, Tahun 2013 mengemukakan tentang pembuatan karbon aktif dari bahan baku tempurung kelapa, dengan judul penelitian Studi Aktivasi Arang Dari Tempurung Kelapa Dengan Pengozonan. Dihasilkan karbon aktif dengan bilangan iodine 1053 mg/g. Pada invensi ini kelemahannya adalah bahan baku tempurung kelapa tidak memiliki cadangan yang melimpah seperti batubara.

Selanjutnya Invensi yang diajukan ini dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan yang dikemukakan diatas dengan cara menggunakan bahan baku batubara peringkat rendah yang cadangannya melimpah, dengan permukaan batubara yang tidak terlalu halus yaitu 60 mesh, proses aktivasi menggunakan bahan kimia *Zink Chlorida* ($ZnCl_2$) yang harganya relatif murah, dan karbonisasi pada suhu yang lebih rendah yaitu pada 500°C selama 1 jam dan menghasilkan karbon aktif dengan bilangan iodine paling tinggi yaitu 1379-1393 mg/g,

Uraian Singkat Invensi

Tujuan utama dari invensi ini adalah untuk membuat karbon aktif dengan proses yang sederhana untuk mengatasi permasalahan yang telah ada sebelumnya, khususnya dalam bahan baku menggunakan batu bara peringkat rendah dengan menggunakan aktivasi kimia $ZnCl_2$.

dengan cara menghancurkan batubara peringkat rendah hingga diperoleh ukuran butiran 60 mesh, mengaktivasi batubara dengan cara mencampurkan batubara dengan $ZnCl_2$ pada rasio berat batubara: $ZnCl_2$ adalah 60-70:30-40, mengaduk campuran dan memanaskan pada suhu 80°C selama 3 jam, mengeringkan batubara

teraktivasi pada suhu 105°C selama 1 jam, mengkarbonisasi batubara yang telah teraktivasi dengan cara memanaskan dalam *furnace* kedap udara pada suhu 500°C dengan adanya aliran gas nitrogen dengan kecepatan 2 liter per menit selama 1 jam sehingga diperoleh karbon aktif, mendinginkan produk karbon aktif dengan tetap mengalirkan gas nitrogen kedalam *furnace* selama 1 jam, merendam produk karbon aktif dengan larutan HCl 0,25 M dengan rasio 1 gram karbon aktif : 2 ml HCl selama 16 jam, selanjutnya memisahkan karbon aktif dari larutan HCl dengan penyaringan, mencuci karbon aktif menggunakan air suling pada suhu 80-90°C sambil dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm sebanyak 2 kali pencucian, dan memisahkan karbon aktif hasil pencucian dari air suling dengan cara penyaringan. Selanjutnya karbon aktif dikeringkan pada suhu 105°C selama 4 jam untuk siap digunakan.

Uraian singkat gambar

Gambar 1 merupakan diagram alir metode pembuatan karbon aktif dari batubara dengan aktivasi ZnCl₂.

Gambar 2 merupakan foto karbon aktif berukuran 60 mesh

Gambar 3 merupakan hasil pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) yang menunjukkan morfologi pada permukaan batubara

Gambar 4 merupakan hasil pengujian SEM yang menunjukkan morfologi pada permukaan karbon aktif

Gambar 5 merupakan hasil pengujian FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*) yang menunjukkan gugus aktif pada

permukaan batubara, karbon aktif 70% batubara-30% ZnCl_2 dan karbon aktif 60% batubara-40% ZnCl_2

5 Uraian Lengkap Invensi

Invensi ini akan secara lengkap diuraikan dengan mengacu kepada rincian proses yang menyertainya.

Berdasarkan gambar 1, Sampel batubara peringkat rendah , yaitu batubara yang memiliki nilai kalor antara 4000 sampai 5900 kalori per gram yang telah dihancurkan dengan ukuran butiran batubara 60 mesh, diaktivasi dengan cara mencampurkan batubara dengan ZnCl_2 (kualitas teknis) pada rasio berat batubara: ZnCl_2 adalah 60-70:30-40, mengaduk campuran dan memanaskan pada suhu 80°C selama 3 jam, mengeringkan batubara teraktivasi pada suhu 105°C selama 1 jam, mengkarbonisasi batubara yang telah teraktivasi dengan cara memanaskan dalam *furnace* kedap udara pada suhu 500°C dengan adanya aliran gas nitrogen dengan kecepatan 2 liter per menit selama 1 jam sehingga diperoleh karbon aktif, mendinginkan produk karbon aktif dengan tetap mengalirkan gas nitrogen kedalam *furnace* selama 1 jam, merendam produk karbon aktif dengan larutan HCl 0,25 M dengan rasio 1 gram karbon aktif : 2 ml HCl selama 16 jam, selanjutnya memisahkan karbon aktif dari larutan HCl dengan penyaringan, mencuci karbon aktif menggunakan air suling pada suhu 80-90°C, sambil dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm sebanyak 2 kali pencucian, dan memisahkan karbon aktif hasil pencucian dari air suling dengan cara penyaringan. Selanjutnya karbon aktif dikerangkan pada suhu 105°C selama 4 jam untuk siap digunakan.

Gambar 1 menunjukkan Langkah-langkah yang dikerjakan pada metode pembuatan karbon aktif.

Penjelasan: Batubara yang digunakan adalah batubara kualitas rendah (lignit).

Karbonisasi adalah pemanasan yang dilakukan pada reaktor yang kedap udara sehingga tidak ada oksigen.

5 Pengeringan dilakukan pada *drying oven*.

Penyaringan dilakukan menggunakan kertas saring *whatman* nomor 42.

Karakterisasi karbon aktif meliputi luas permukaan, volume pori dan diameter pori, bilangan iodin, morfologi permukaan karbon aktif, dan gugus aktif pada permukaan karbon aktif. Luas permukaan, volume pori dan diameter pori diukur menggunakan serapan nitrogen pada metoda *Brunaur, Emmett, and Teller* (BET). Pengukuran bilangan iodin dilakukan menggunakan metode SII 0258-89 (SNI 06-3730-1995). Morfologi permukaan karbon aktif diamati menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Gugus aktif pada permukaan karbon aktif diamati menggunakan alat *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

15 Gambar 2 menunjukkan foto batubara yang telah diolah menjadi karbon aktif dengan ukuran 60 mesh.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada permukaan batubara karbon aktif hanya sedikit terdapat celah dan pori.

Gambar 4 menunjukkan adanya celah dan pori pada karbon aktif yang lebih banyak dibandingkan dengan celah dan pori pada permukaan batubara yang ditunjukkan pada Gambar 2. Adanya celah dan pori ini memungkinkan karbon aktif memiliki daya serap yang baik sebagai adsorben.

Gambar 5 merupakan hasil analisis *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) pada permukaan batubara, karbon aktif 70% batubara-30% $ZnCl_2$ dan karbon aktif 60% batubara-40% $ZnCl_2$ yang menunjukkan serapan infra merah pada pita lebar dan tajam pada bilangan gelombang 3200 - 3570 cm^{-1} dengan puncak $\pm 3564,60$ cm^{-1} yang menandakan pada permukaan karbon aktif

terdapat gugus hidroksi OH yang dapat mengikat ion logam. Pada bilangan gelombang $\pm 2870,20 \text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus fungsi metil (C-H) dan pada bilangan gelombang 1600 cm^{-1} terdapat gugus fungsi alkena (C=C) yang umumnya dapat ditemukan pada gugus fungsi karbon aktif. Pada bilangan gelombang $\pm 1251,85 \text{ cm}^{-1}$ terjadi peningkatan serapan akibat adanya gugus fenol. Sedangkan pada bilangan gelombang $\pm 822,67 \text{ cm}^{-1}$ pada karbon aktif terbentuk gugus fungsi karboksilat yang dapat berikatan dengan ion logam sehingga dapat mengurangi kadar logam dalam air limbah.

Tabel 1. Karakterisasi karbon aktif

Ukuran Karbon Aktif	60 mesh
Luas Permukaan (m^2/g)	583-667
Total Volume Pori (cc/g)	0,28-0,36
Radius Pori (nm)	1,1-1,17
Bilangan iodin (mg/g)	1379-1393

15

Pada tabel 1 tampak bahwa karbon aktif hasil penelitian telah memenuhi persyaratan karbon aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 dengan luas permukaan minimum $500 \text{ m}^2/\text{g}$ dan bilangan iodin minimum $750 \text{ mg}/\text{g}$.

20

Dari uraian diatas jelas bahwa hasil dari invensi ini dapat memberi manfaat bagi pengolahan limbah cair serta pemanfaatan batubara peringkat rendah untuk digunakan sebagai bahan baku karbon aktif, dan invensi ini benar-benar menyajikan suatu pengembangan proses khususnya pada pembuatan

karbon aktif berbahan baku batubara yang dapat digunakan sebagai adsorben yang baik.

Tabel 2. Adsorpsi logam menggunakan karbon aktif 70-30

Persentase adsorpsi ion logam oleh karbon aktif 70-30					
Jenis logam	Konsentrasi awal	Dosis Karbon aktif 70-30	Waktu treatment	pH	Persen serapan logam
Fe	45,2 ppm	2% berat	3 jam	2,1	98,5 %
Cu	44,6 ppm	2% berat	3 jam	2,1	94,2 %
Mn	18,5 ppm	2% berat	3 jam	2,1	36%

5

Tabel 3. Adsorpsi logam menggunakan karbon aktif 60-40

Persentase adsorpsi ion logam oleh karbon aktif 60-40					
Jenis logam	Konsentrasi awal	Dosis Karbon aktif 60-40	Waktu treatment	pH	Persen serapan logam
Fe	45,2 ppm	2% berat	3 jam	2,1	98,6 %
Cu	44,6 ppm	2% berat	3 jam	2,1	95,3 %
Mn	18,5 ppm	2% berat	3 jam	2,1	56%

10

Sampel yang digunakan untuk pemanfaatan karbon aktif sebagai adsorben adalah limbah pertambangan berupa air asam tambang yang diambil dari lokasi penambangan batubara. Air asam tambang memiliki pH yang sangat rendah dan logam-logam terlarut terutama Fe, Cu dan Mn. Adsorpsi logam akan meningkat apabila karbon aktif diaplikasikan pada limbah cair dengan pH yang lebih tinggi.

Klaim

1. Suatu proses pembuatan karbon aktif dari bahan baku batubara menggunakan aktivasi kimia ZnCl_2 yang terdiri dari tahap-tahap:
- a. menghancurkan batubara hingga diperoleh ukuran butiran 60 mesh;
 - b. mengaktivasi batubara dengan cara mencampurkan batubara dengan ZnCl_2 pada rasio berat batubara: ZnCl_2 adalah 60-70:30-40,
 - c. mengaduk campuran dan memanaskan pada suhu 80°C selama 3 jam;
 - d. mengeringkan batubara teraktivasi pada suhu 105°C selama 1 jam;
 - e. mengkarbonisasi batubara teraktivasi dengan cara memanaskan dalam *furnace* kedap udara pada suhu 500°C dengan adanya aliran gas nitrogen dengan kecepatan 2 liter per menit selama 1 jam sehingga diperoleh karbon aktif;
 - f. mendinginkan karbon aktif dengan tetap mengalirkan gas nitrogen kedalam *furnace* selama 1 jam.
 - g. merendam karbon aktif dari dengan larutan HCl 0,25 M dengan rasio 1 gram karbon aktif : 2 ml HCl selama 16 jam;
 - h. memisahkan karbon aktif dari larutan HCl dengan penyaringan;
 - i. mencuci karbon aktif menggunakan air suling pada suhu $80-90^\circ\text{C}$ sambil dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm sebanyak 2 kali pencucian; dan
 - j. memisahkan karbon aktif hasil pencucian dari air suling dengan cara penyaringan;

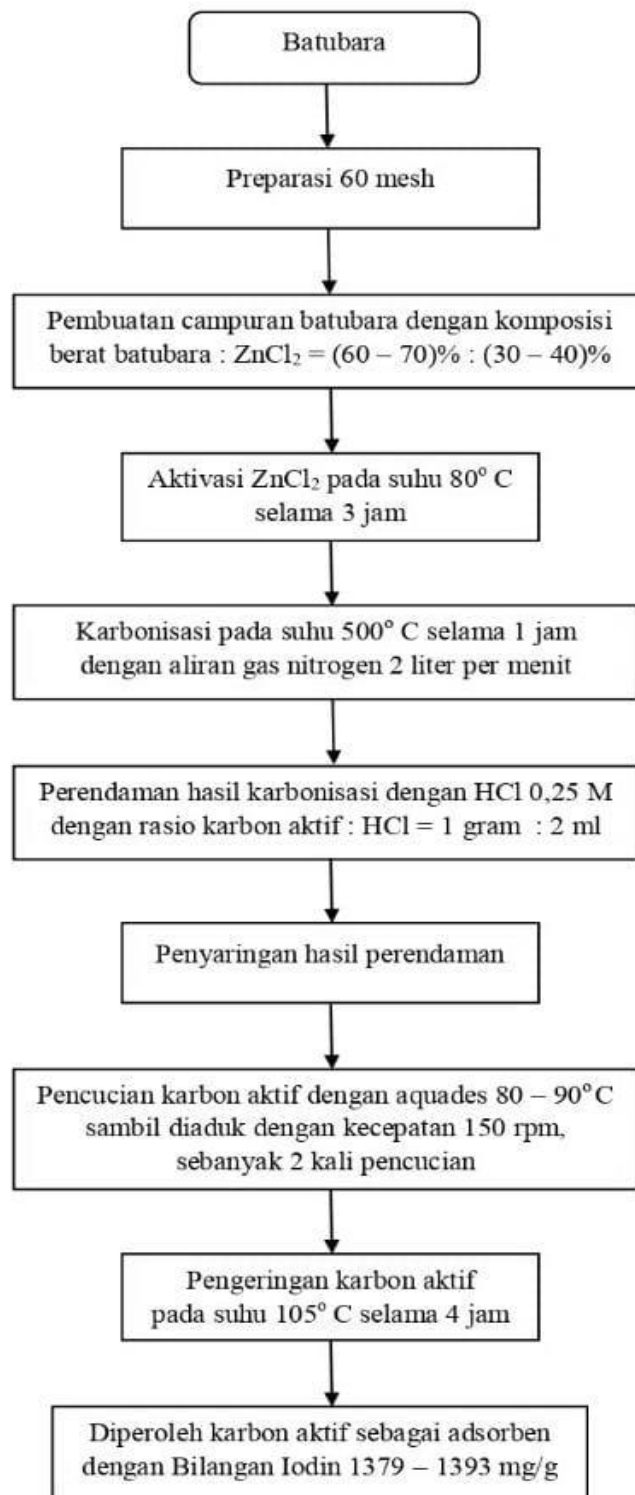
k. hasil penyaringan dikeringkan pada suhu 105°C selama 4jam sehingga diperoleh karbon aktif sebagai adsorben dengan bilangan iodin antara 1379-1393 mg/g.

5

10

Abstrak**Metode Pembuatan Karbon Aktif dari Batubara
dengan Aktivasi $ZnCl_2$**

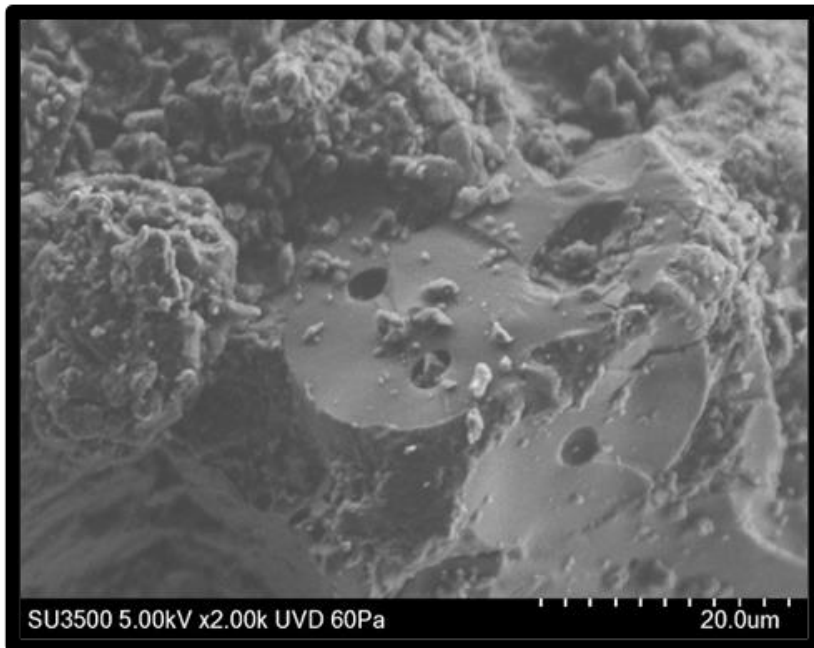
5 Invensi ini mengenai karbon aktif yang dibuat dari
batubara peringkat rendah, dengan ukuran butiran batubara 60
mesh, menggunakan aktivator $ZnCl_2$ dengan perbandingan antara
60-70 % berat batubara dan 30-40% berat $ZnCl_2$, proses
karbonisasi berlangsung pada temperatur $500^\circ C$ selama 1 jam
10 dengan aliran gas nitrogen pada kecepatan 2 liter per menit.
Untuk mencapai pH netral dan bebas Cl, karbon aktif dicuci
menggunakan aquades panas $80-90^\circ C$ sambil dikocok menggunakan
shaker dengan kecepatan 150 rpm. Karbon aktif ini memiliki
bilangan iodin antara 1379-1393 mg/g dan luas permukaan antara
15 583-667 m^2/g . Hasil pengujian SEM menunjukkan adanya celah dan
pori yang lebih banyak dibandingkan batubara bahan baku, dan
hasil pengujian dengan FTIR menunjukkan adanya alkena, dan
gugus-gugus aktif hidroksil, fenol, dan karboksilat yang
dapat mengikat ion logam. Produk karbon aktif ini sangat
20 efektif digunakan sebagai adsorben untuk menyerap ion-ion
logam berat dalam limbah cair , di antaranya limbah
pertambangan berupa air asam tambang. Meskipun limbah cair
memiliki pH rendah, adsorpsi logam oleh karbon aktif sangat
efektif terhadap logam Fe dan Cu.



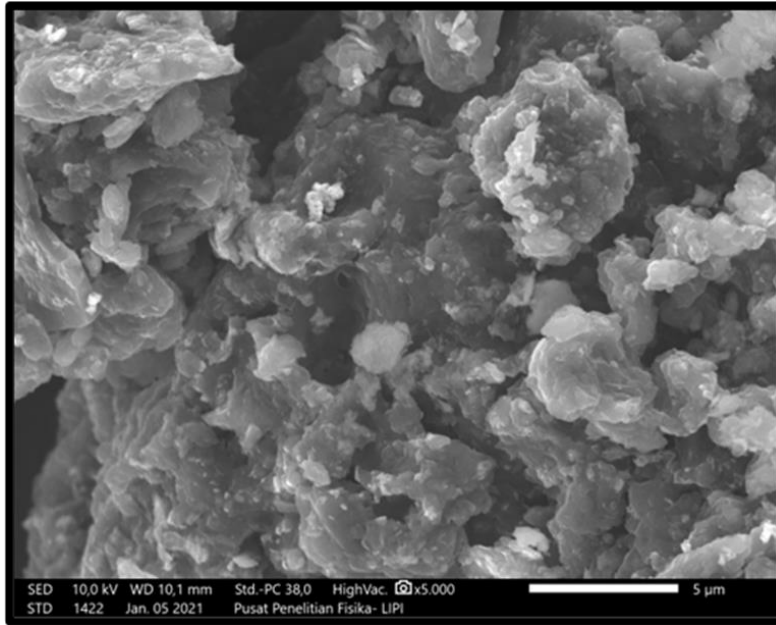
Gambar 1



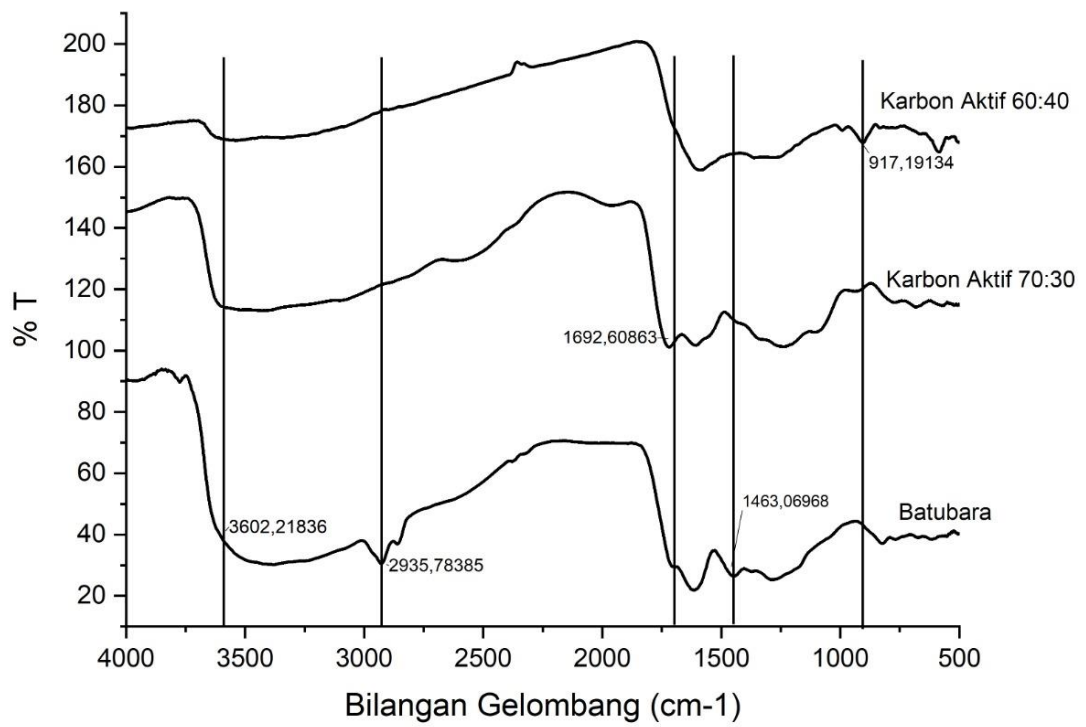
Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5

