

Kajian Pembuatan Karbon Aktif dari Batubara untuk Memenuhi Spesifikasi Ekstraksi Bijih Emas di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara

¹Fakhrie Novriansyah, ²Solihin, ³Ika Monika

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

Email: ¹Fakhrie.Novriansyah@gmail.com

Abstract. Characteristics of activated carbon that can be used in gold purification is activated carbon having an iodine number of 900mg / g - 1200mg / g where the higher the iodine number the more it will be and the stronger the adsorption capacity of the activated carbon to gold, aromatic function of the aromatic enough to determine the ability of the activated carbon absorption itself. Preparation of activated carbon for gold ore purification with low rank coal raw material, done by chemical activation method and also physics, where activation of chemical with activating agent of H₃PO₄ with variation of concentration 1, 1.5, 2, 2.5M with soaking time for 8 hours, which is then reactivated physically by heating and inert gas N₂ with temperature variations 600, 700, 800°C, for heating time also varied at 1, 2, 3 hours. Characteristic of activated carbon is iodine number analysis to know the absorption of activated carbon and FTIR to know functional group of activated carbon. The results showed that the optimal activated carbon used for gold ore purification was activated carbon made with concentration of 2 M sample with temperature 800°C for 3 hours having functional group with O-H, C = C and C = O bonds.

Keywords: Characteristics of Active Carbon, Iodine Numbers, Functional Groups

Abstrak. Karakteristik dari karbon aktif yang dapat digunakan dalam pemurnian emas adalah karbon aktif yang memiliki bilangan iodin dari 900mg/g – 1200mg/g dimana semakin tinggi bilangan iodinnya maka akan semakin banyak dan semakin kuat daya serap karbon aktif tersebut terhadap emas, selain itu juga harus memiliki gugus fungsi aromatik yang cukup banyak untuk menentukan kemampuan daya serap karbon aktif itu sendiri. Pembuatan karbon aktif untuk pemurnian bijih emas dengan bahan baku batubara peringkat rendah, dilakukan menggunakan metode aktivasi secara kimia dan juga fisika, dimana aktivasi secara kimia dengan *activating agent* H₃PO₄ dengan variasi konsentrasi 1, 1.5, 2, 2.5M dengan lama perendaman selama 8 jam, yang selanjutnya di aktivasi kembali secara fisika dengan cara pemanasan dan dialiri gas inert N₂ dengan variasi suhu 600, 700, 800°C, untuk waktu pemanasan juga di variasikan pada 1, 2, 3 jam. Karakteristik karbon aktif yang dilakukan adalah analisis bilangan iodin untuk mengetahui daya serap dari karbon aktif dan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dari karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif yang optimal digunakan untuk pemurnian bijih emas adalah karbon aktif yang dibuat dengan konsentrasi sampel 2 M dengan suhu 800°C selama 3 jam yang memiliki gugus fungsi dengan ikatan O-H, C=C dan C=O.

Kata Kunci: Karakteristik Karbon Aktif, Bilangan Iodin, Gugus Fungsi

A. Pendahuluan

Saat ini, Indonesia memproduksi sekitar 4% dari produksi emas global, setengahnya berasal dari pertambangan raksasa Grasberg, tambang emas terbesar di dunia, di wilayah barat Pulau Papua. Tambang ini, yang diyakini memiliki cadangan emas terbesar di dunia yaitu 67,4 juta ons (KESDM 2015). Dalam pemurnian emas sendiri banyak metode yang dapat digunakan seperti pemurnian emas menggunakan asam nitrat, aqua regia, metode elektrolisa, maupun pemurnian dengan menggunakan karbon aktif disebut CIP dan CIL.

Karbon aktif merupakan karbon amorf dari pelat-pelat datar disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya, dengan luas permukaan berkisar antara 300 m²/g hingga 3500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal sehingga mempunyai sifat

sebagai *adsorbent*, yaitu kemampuan untuk mengadsorpsi berbagai zat atau komponen (Meilita Taryana, 2002). Karbon aktif sendiri dapat terbuat dari batubara, tempurung kelapa, kayu lunak, bonggol jagung, ampas penggilingan tebu, dll.

Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Badan Geologi Nasional memperkirakan Indonesia masih memiliki 28,4 miliar ton cadangan batubara yang belum dieksplorasi dan 128 miliar ton sumberdaya, sebagian besar berada di Kalimantan Timur dan Sumatera Selatan (KESDM 2017). Namun upaya eksplorasi batubara kerap terkendala status lahan di daerah-daerah tempat cadangan batubara sebagian besar berada di kawasan hutan konservasi.

Dengan keterdapatannya di Indonesia yang cukup melimpah salah satu metode diversifikasi pemanfaatan batubara adalah sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif, hal ini karena memiliki rantai karbon panjang sebagaimana bahan baku karbon aktif lainnya. Selain itu karbon aktif komersial belum banyak diproduksi di Indonesia, lebih khusus lagi karbon aktif batubara untuk memenuhi spesifikasi ekstraksi / pemurnian logam emas dari bijihnya, sehingga kebutuhan import masih tinggi.

Dari uraian sebagaimana di atas, untuk penelitian ini diharapkan dapat membuat karbon aktif dengan bahan dasar dari batubara yang memenuhi spesifikasi karbon aktif untuk pemurnian bijih emas. Sehingga oleh karenanya dapat memenuhi pasokan karbon aktif di Indonesia, serta dapat mengurangi kebutuhan impor karbon aktif dalam negeri dan juga dapat memberikan nilai tambah pada pemanfaatan batubara.

B. Landasan Teori

Definisi Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pembentukan batu bara berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang sudah menjadi fosil dan mengendap selama jutaan tahun. Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam lima kelas (rank) : antrasit, bituminus, sub-bituminus, lignit dan gambut.

1. Antrasit adalah kelas batu bara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (*luster*) metalik, mengandung antara 86% - 98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.
2. Bituminus mengandung 68 - 86% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. Kelas batu bara yang paling banyak ditambang di Australia.
3. Sub-bituminus mengandung sedikit karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
4. Lignit atau batu bara coklat adalah batu bara yang sangat lunak yang mengandung air 35-75% dari beratnya.
5. Gambut, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah

Definisi Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-

pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25 - 1000% terhadap berat karbon aktif. (Darmawan, A.D. 2008)

Proses pembuatan karbon aktif dibagi menjadi dua tahapan utama, yaitu proses karbonisasi dan proses aktivasi.

1. Karbonisasi

Karbonisasi adalah suatu proses dimana unsur-unsur oksigen dan hidrogen dihilangkan dari karbon dan akan menghasilkan rangka karbon yang memiliki struktur tertentu. Hassler berpendapat bahwa untuk menghasilkan arang yang sesuai untuk dijadikan karbon aktif, karbonisasi dilakukan pada temperatur lebih dari 600⁰C 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. Pada suhu pemanasan sampai 170⁰C terjadi penghilangan air, pada suhu sekitar 275⁰C terjadi dekomposisi karbon dan terbentuk hasil seperti tar, methanol, fenol dan lain-lain. Hampir 80% unsur karbon yang diperoleh pada suhu 400-600⁰C (Smisek, M. dan Cerny, S. 1970). Produk dari hasil proses karbonisasi memiliki daya adsorpsi yang kecil. Hal ini disebabkan pada proses karbonisasi suhunya 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, S. J. W, 1951).

2. Aktivasi Kimia dan Fisika

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

- a. 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.
- b. Aktivator mencegah senyawa organik bereaksi dengan oksigen yang akan bereaksi dengan kristalit oksigen.
- c. 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.
- d. Aktivasi dapat berupa aktivasi fisik dimana digunakan gas-gas inert seperti uap air (*steam*), CO₂ dan N₂. sedangkan pada aktivasi kimia, digunakan aktivator yang berperan penting untuk meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara mengusir senyawa non karbon dari pori-pori. (Hassler, S. J. W, 1951).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam penelitian ini setelah diperoleh karbon aktif baru di lihat spesifikasinya apakah memenuhi spesifikasi untuk pemurnian bijih emas atau tidak, dengan cara menguji bilangan iodin dan FTIR. Bilangan iodin merupakan jumlah miligram iodium yang mampu diserap oleh satu gram karbon aktif, bilangan iodin juga dapat didefinisikan sebagai kemampuan per gram karbon aktif dalam menyerap per milligram zat anorganik. Sehingga semakin tinggi nilai iodin, maka semakin tinggi kemampuan karbon aktif dalam menyerap zat anorganik ini pada hal emas.

Tabel 1. Perlakuan Terhadap Sampel dan Bilangan Iodinenya setelah Aktivasi Fisika dan Kimia

| Kosentrasi (Molaritas) | Perlakuan Sampel | | Bilangan Iodin (mg/g) |
|------------------------|------------------|-------------|-----------------------|
| | Suhu (°C) | Waktu (jam) | |
| 1 M | 600 | 1 | 593.4482 |
| | | 2 | 653.8617 |
| | | 3 | 714.2752 |
| | 700 | 1 | 645.1982 |
| | | 2 | 750.1671 |
| | | 3 | 855.1360 |
| | 800 | 1 | 696.9482 |
| | | 2 | 765.6482 |
| | | 3 | 834.3481 |
| 1,5 M | 600 | 1 | 684.1763 |
| | | 2 | 709.6664 |
| | | 3 | 735.1565 |
| | 700 | 1 | 731.4290 |
| | | 2 | 814.4594 |
| | | 3 | 897.4897 |
| | 800 | 1 | 778.6817 |
| | | 2 | 826.5794 |
| | | 3 | 874.4770 |
| 2 M | 600 | 1 | 725.4327 |
| | | 2 | 765.9559 |

| | | | | |
|-----|-------|-----|----------|----------|
| | 700 | 3 | 806.4791 | |
| | | 1 | 785.4774 | |
| | | 2 | 867.5600 | |
| | 800 | 3 | 949.6425 | |
| | | 1 | 845.5221 | |
| | | 2 | 875.2562 | |
| | 2,5 M | 600 | 3 | 904.9903 |
| | | | 1 | 719.7182 |
| | | | 2 | 735.1741 |
| 700 | | 3 | 750.6299 | |
| | | 1 | 749.0675 | |
| | | 2 | 839.5403 | |
| 800 | | 3 | 930.0130 | |
| | | 1 | 813.0371 | |
| | | 2 | 853.6958 | |
| | | 3 | 894.3545 | |

Sumber: Hasil Perhitungan Bilangan Iodin, 2017

Setelah perhitungan iodine number dilakukan analisis proksimat

Tabel 2. Hasil Uji *Inherent Moisture*

| NO | Kode Sampel | Berat cawan kosong (gr) | Beraw cawan + Isi (gr) | Berat cawan + isi setelah pemanasan (gr) | IM (%) |
|----|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------------|--------|
| 1 | IOD 1 M, 600°C 1jam | 30.1095 | 30.3599 | 30.3466 | 5.3115 |
| | | 28.0261 | 28.2765 | 28.2634 | 5.2136 |
| 2 | IOD 1,5 M, 700°C 1jam | 30.6102 | 30.8610 | 30.8376 | 9.3301 |
| | | 30.3837 | 30.6367 | 30.6135 | 9.1700 |
| 3 | IOD 2 M, 800°C 1jam | 29.2234 | 29.4737 | 29.4522 | 8.5897 |
| | | 30.6746 | 30.9247 | 30.9043 | 8.1567 |
| 4 | Karbonisasi | 29.4576 | 29.7081 | 29.6959 | 4.8703 |
| | | 27.2523 | 27.5042 | 27.4920 | 4.8432 |

Tabel 3. Hasil Uji *Volatile Matter*

| NO | Kode Sampel | Berat cawan kosong (gr) | Beraw cawan + Isi (gr) | Berat cawan + isi setelah pemanasan (gr) | VM (%) |
|----|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------------|---------|
| 1 | IOD 1 M, 600°C 1jam | 13.1588 | 13.4089 | 13.3562 | 21.0716 |
| | | 13.2731 | 13.5234 | 13.4708 | 21.0148 |
| 2 | IOD 1,5 M, 700°C 1jam | 13.8447 | 14.0951 | 14.0481 | 18.7700 |
| | | 14.4808 | 14.7318 | 14.6845 | 18.8446 |
| 3 | IOD 2 M, 800°C 1jam | 13.8798 | 14.0302 | 14.0052 | 16.6223 |
| | | 13.6632 | 13.9152 | 13.8727 | 16.8651 |
| 4 | Karbonisasi | 13.2904 | 13.5411 | 13.4854 | 22.2178 |
| | | 12.6524 | 12.9036 | 12.8478 | 22.2134 |

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Abu

| NO | Kode Sampel | Berat cawan kosong (gr) | Beraw cawan + Isi (gr) | Berat cawan + isi setelah pemanasan (gr) | ASH (%) |
|----|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------------|---------|
| 1 | IOD 1 M, 600°C 1jam | 11.1692 | 11.4190 | 11.1904 | 8.4868 |
| | | 10.9100 | 11.1602 | 10.9313 | 8.5132 |
| 2 | IOD 1,5 M, 700°C 1jam | 11.1272 | 11.3770 | 11.1448 | 7.0456 |
| | | 9.0997 | 9.3499 | 9.1173 | 7.0344 |
| 3 | IOD 2 M, 800°C 1jam | 9.8239 | 10.0735 | 9.8413 | 6.9712 |
| | | 10.3515 | 10.6018 | 10.3688 | 6.9117 |
| 4 | Karbonisasi | 9.3051 | 9.5549 | 9.3298 | 9.8879 |
| | | 11.0494 | 11.2994 | 11.0742 | 9.9200 |

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pembuatan karbon aktif untuk memenuhi spesifikasi pemurnian bijih emas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Batubara yang digunakan sebagai bahan pembuatan karbon aktif adalah batubara peringkat rendah dengan kadar air 16.65%, kadar abu 11.4%, zat terbang 40.03% dan *fix carbon* 31.92%.
2. Metode pembuatan karbon aktif untuk pemurnian bijih emas adalah metode aktivasi kimia dengan *activating agent* H₃PO₄ dengan konsentrasi 1M, 1,5M, 2M, dan 2,5M yang selanjutnya diaktivasi secara fisika pada suhu 600, 700, 800°C dengan variasi waktu 1, 2, 3 jam.
3. Karakteristik karbon aktif yang optimal digunakan untuk pemurnian bijih emas adalah karbon aktif yang memiliki bilangan iodin 949.6425 mg/g dan memiliki

gugus fungsi dengan ikatan C=O, C=N dan C=C. Data dihasilkan dari konsentrasi 2M pada suhu pemanasan 700⁰C dengan waktu 3 jam

E. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Melakukan penelitian pembuatan karbon aktif untuk pemurnian bijih emas dengan bahan baku dengan nilai karbon yang lebih tinggi, misalnya menggunakan bahan baku batubara bituminus.
2. Pembuatan karbon aktif dengan skala yang lebih besar untuk keperluan analisis parameter lain, misalnya untuk analisis kekerasan karbon aktif.
3. Pada saat aktivasi secara fisika disarankan menggunakan wadah yang tertutup rapat untuk mengurangi tingkat pyrolisis pada saat pembakaran berlangsung.
4. Sangat direkomendasikan pemanasan dengan menambahkan gas inert seperti N₂ pada saat pemanasan untuk menaikkan daya serap dari karbon aktif itu sendiri.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2014, "Buku Panduan PT Bukit Asam Persero Tbk Tanjung Enim", PT Bukit Asam Persero Tbk.
- Atkins, R.C., Carey, F.A, 1997, "Organic Chemistry: A Brief Course", McGraw-Hill, New York.
- China Coal Pellet Activated Carbon, "Spesifikasi Karbon Aktif Komersial".
- Dabrowski, A., et.al., 2005, "Adsorption of Phenolic Compounds by Activated Carbon a Critical Review", Chemosphere.
- Hebden, 1981; Miller, 2011, "Gasification Technology", Americanenergy independence.com.
- Hendra, Adjuwana, dkk., 1989, "Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologis", Institut Pertanian Bogor.
- Hopkins, M.E., Simon, et.al., 1974, "Coal Resources of Illinois Vol.:Industrial Minerals", ReInk Books.
- International Committee for Coal Petrology, 1963, "International Handbook of Coal Petrography", Center National de la Recherche Scientifique.
- Meyer, R.A, 1977, "Coal Desulfurization, Inc.", New York and Bassel.
- Nieman, Holler, et.al., 1998, "Principle of Instrumental Analysis".
- Petrobono, J.F(ed.), 1985, "Coal Mining, Petroleum Extension Services", Austin, Texas.
- Prijono, Achmad, dkk., 1992, "Pengertian Batubara", ptba.co.id/en/nowledge/index/6/pengertian-batubara.
- Pujiyanto, 2010, "Pembuatan Karbon Aktif Super Dari Batubara dan Tempurung Kelapa", Universitas Indonesia, Depok.
- Ridwan, Abrar, 2009, "Peningkatan Kualitas Produksi Karbon Aktif Batubara Indonesia Sebagai Adsorben", Universitas Muhammadiyah Riau.
- Saragih, S.A, 2008, "Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Absorbent", Universitas Indonesia, Depok.
- Shanxi Xinhua Environmental Protection Co.,Ltd., "Spesifikasi Karbon Aktif Komersial".
- Smisek Milan, Cerny Slavoj, 1970, "Active Carbon", Amsterdam-London-New York : Elsevier Publishing Company.