

Kajian Pembuatan Karbon Aktif Batubara Sub-Bituminus (Coalite) dari PT Bukit Asam (Persero) Tbk untuk Memenuhi Spesifikasi Ekstraksi Logam Emas

¹Rilly Bintang Ramadhan, ²Solihin dan ³Linda Pulungan
^{1,2,3}Program Studi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari no.1 Bandung 40116
Email: rilly_br@gmail.com

Abstract. The process of making activated carbon to extract gold metal (Au) and silver (Ag) of ore is basically has its own characteristics to the carbon in leach (CIL). Activated carbon from coal sub-bituminous PT.BA with activation performed in this study has not been reached in accordance with the required characteristics for CIL process that is supposed to be iodine number of 700 mg / g and only reached a maximum of 493 mg / g. Likewise, the relative ash content that should not meet that 4% to 4.1188% results. While the other parameters have been reached as required. the highest iodine number of 493 mg / g achieved with variable temperature experiments at 900oC with -48 +100 mesh fraction for 1 hour with iodine number of 493 mg / g, and also have a percentage of loss during the activation process smallest 415%. Based on the study in making activated carbon using iodine number coalite to obtain up to 1000 mg / g required a specific study using the chemical activation process or physical activation with rotary kiln system.

Keywords : Activated Carbon, Proximat Test for Activated Carbon

Abstrak. Proses pembuatan karbon aktif untuk mengekstraksi logam emas (Au) dan perak (Ag) dari bijihnya pada dasarnya memiliki karakteristik tersendiri untuk proses *carbon in leach (CIL)*. Karbon aktif yang berasal dari batubara sub-bituminus PT.BA dengan aktivasi yang dilakukan dalam penelitian ini belum mencapai karakteristik sesuai dengan yang dipersyaratkan untuk proses CIL yaitu nilai iodin yang seharusnya 700 mg/g dan baru tercapai maksimal 493 mg/g. Demikian juga kadar abu relatif belum memenuhi yang seharusnya yaitu maksimal 4% dengan hasil 4,1188 %. Sedangkan parameter yang lainnya sudah tercapai sesuai yang dipersyaratkan. Nilai iodin tertinggi yaitu 493 mg/g yang dicapai dengan variabel percobaan pada suhu 900^oC dengan fraksi -48 +100 mesh selama 1 jam dengan nilai iodin sebesar 493 mg/g, dan juga memiliki persentase kehilangan selama proses aktivasi terkecil yaitu 45,15%. Berdasarkan kajian dalam membuat karbon aktif dengan menggunakan *coalite* untuk didapat nilai iodin hingga 1000 mg/g diperlukan kajian khusus dengan menggunakan proses aktivasi kimia atau aktivasi fisik dengan sistem rotary kiln.

Kata kunci : Karbon Aktif. Uji Proksimat untuk Karbon Aktif

A. Pendahuluan

Teknologi *Carbon In Leach (CIL)* dengan sistem pelindian menggunakan sianida (sianidasi) saat ini menjadi teknologi baku dalam pengolahan bijih emas. Pada awalnya, proses untuk ekstraksi emas (Au) dan perak (Ag) dari bijihnya adalah dengan memanfaatkan sistem sedimentasi (pengendapan) serbuk seng (Zn). Namun akhir-akhir ini proses konvensional tersebut sudah dianggap tidak efisien dan tidak selektif lagi, karena logam selain emas dan perak turut mengendap (Dayton, SH, 1987). Ketidakselektifan memperoleh kembali emas dengan pengendapan, saat ini perhatian tertuju pada sistem penyerapan (adsorpsi) menggunakan karbon aktif yang dalam ekstraksi emas dan perak pada proses pengolahan bahan galian tambang disebut *carbon in leach*.

Karbon aktif pada proses CIL di atas, unsur utamanya dibentuk oleh karbon (C), sehingga bahan bakunya bisa digunakan batubara. Hal ini karena batubara

tersusun atas komponen utama karbon (C) sebagaimana bahan baku karbon aktif lainnya seperti tulang, biji kopi, tempurung kelapa, serbuk gergaji, kulit kacang dll. Penelitian pembuatan karbon aktif ini menggunakan batubara sub bituminus hasil karbonisasi (*coalite*) yang berasal dari Tanjung Enim, Sumatra Selatan. Proses pembuatan karbon aktif ini menggunakan metode aktivasi fisik. Karbon aktif dengan bahan baku batubara tersebut kemudian digunakan untuk mengekstraksi logam emas dan perak dari bijihnya dalam bentuk larutan emas sianida (AuCN).

Adapun tujuan penelitian ini, yaitu Membuat karbon aktif dengan nilai iodin sesuai dengan spesifikasi untuk pemurnian emas dan perak dimana bahan bakunya berasal dari batubara sub-bituminus dari PT Bukit Asam Tbk dengan menggunakan proses aktivasi fisik dan melakukan pengujian nilai iodin dan pengujian proksimat terhadap setiap karbon aktif yang telah dibuat untuk mengetahui karakterisasi karbon aktif hasil proses aktivasi fisik sebelum digunakan pada proses penyerapan logam emas dan perak.

B. Landasan Teori

Dewasai ini, penyerapan dengan menggunakan karbon aktif berkembang luas diantaranya dalam proses sianidasi pada skala industri pertambangan besar maupun pertambangan rakyat di Indonesia, khususnya pengolahan emas. Konsentrasi emas dalam ore sangat menentukan hasil produksi. Untuk Pengolahan Emas Karbon aktif yang dipergunakan dapat berasal dari arang batok kelapa, arang kayu dan batu bara karena kandungan karbon (C) yang melimpah. Akan tetapi, paling banyak dipakai adalah karbon aktif granular dari batubara. Walaupun kandungan karbon yang dimiliki oleh arang batok kelapa lebih besar akan tetapi arang batok kelapa tidak memiliki kekerasan (*bulk density*) yang cukup memadai dikarenakan pada saat proses *leaching* karbon aktif akan dihadapkan dengan proses pengadukan dimana emas akan terlarut dengan sianida tetapi batuan pembawanya seperti andesit tidak terlarut sehingga pada saat pengadukan karbon aktif tersebut akan bergesekan dan terkikis dengan batuan andesit tersebut. Sehingga karbon aktif tersebut akan menjadi sangat halus dan pemisahan terhadap karbon aktif yang mengandung emas akan menjadi sulit. dengan Dengan pengolahan tertentu yaitu proses aktivasi seperti perlakuan dengan tekanan dan suhu tinggi, dapat diperoleh karbon aktif yang memiliki permukaan dalam yang luas. Untuk kualitas baik, setiap kg karbon aktif memiliki daya adsorpsi emas hingga 8 - 16 g, namun kualitas karbon aktif yang tersedia dipasaran rata-rata hanya mampu mengadsorpsi berkisar 2 - 5 g emas untuk setiap kg-nya. Adsorpsi kompleks emas (khususnya ion disianoaurat (I)) pada karbon aktif merupakan dasar dari teknik modern untuk proses ekstraksi emas. Proses ini sangat efektif dan telah menjadi faktor utama dalam memperbaiki produktifitas industri tambang emas selama 25 tahun terakhir.

Dalam prosesnya pembuatan karbon aktif memiliki 3 tahapan

1. Proses pengecilan ukuran hingga didapat 5 fraksi
2. Proses karbonisasi
3. Dan proses aktivasi

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Karakteristik Batubara Sub - bituminus Sebelum Proses Aktivasi

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan karbon aktif adalah batubara yang berasal dari PT.BA ini bila diklasifikasikan termasuk batubara range sub –

bituminus. Selain itu, batubara berikut telah dilakukan karbonisasi terlebih dahulu sehingga disebut coalite. Walaupun batubara ini telah dikarbonisasi akan tetapi untuk kebutuhan ekstraksi emas masih belum memungkinkan untuk digunakan baik itu dari segi karakterisasi dan daya serapnya. Berikut ini adalah hasil analisis dari beberapa parameter terutama nilai iodine sebagai bahan baku Karbon Aktif untuk proses CIL:

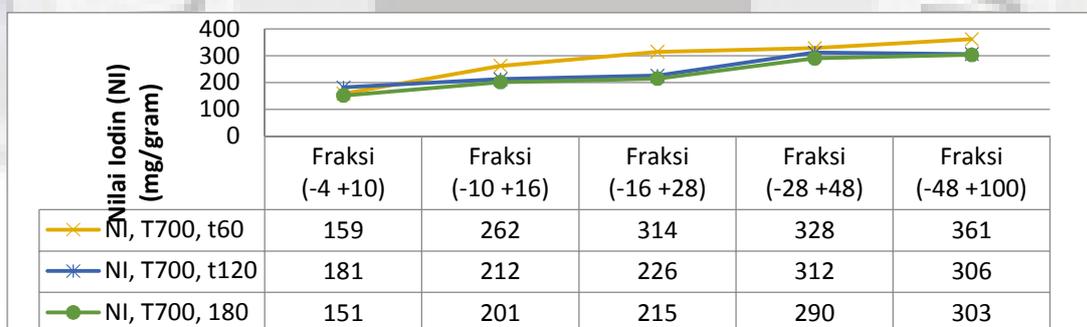
Tabel 1. Karakteristik Batubara Sub – Bituminus (Coalite) dari PTBA

Jenis Pengujian	Coalite
kadar air	6,40%
kadar abu	12,70%
karbon tertambat	64,54 %
daya serap	106 mg/g

Sumber : Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

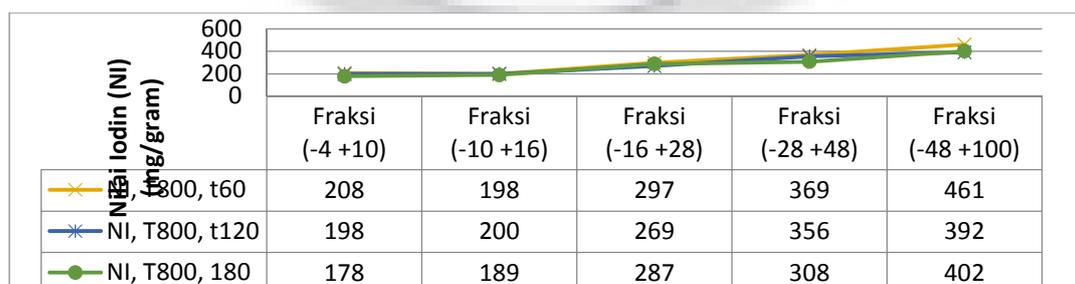
Kualitas Karbon Aktif Setelah Aktivasi

Pembuatan karbon aktif untuk proses ekstraksi emas melalui pemurnian dengan karbon (Carbon In Leach) dibutuhkan karbon aktif dengan kualitas seperti pada Tabel 1 dimana harus memiliki daya serap yang besar (>700 mg/g) sehingga dapat memudahkan penyerapan emas pada proses pemurnian juga diperlukan kekerasan yang cukup agar pada saat pemurnian karbon aktif tidak mudah hancur. Selain itu, hubungan antara karbon aktif dengan hasil pengujian proksimat adalah semakin besar persentase kadar air, abu, dan zat terbang pada karbon aktif tersebut maka akan semakin kecil juga nilai carbon pada batubara sehingga dapat menghambat daya serap dan membuat larutan emas tersebut jadi lebih sulit untuk diserap.



Sumber : Data Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

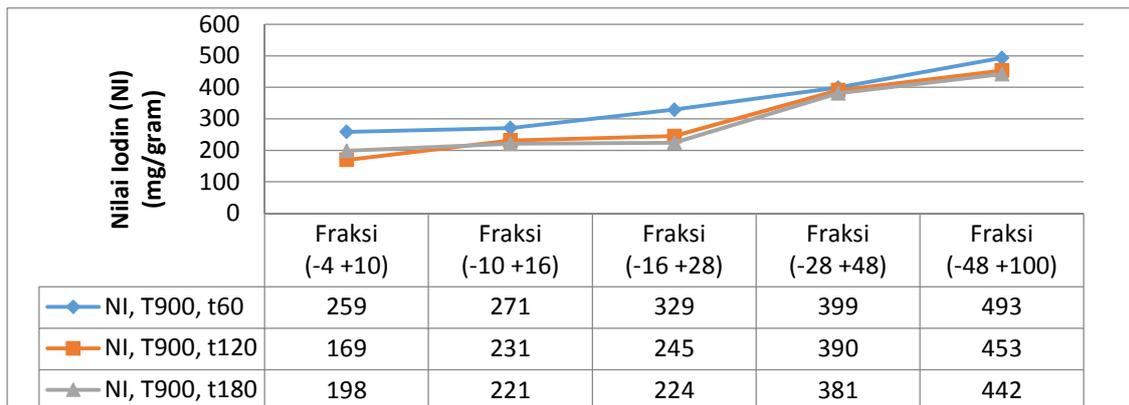
Gambar 1. Kurva Pengaruh Fraksi Terhadap Nilai Iodin Berdasarkan suhu 700°C dengan Waktu 1, 2 dan 3 Jam.



Sumber : Data Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

Gambar 2. Kurva Pengaruh Fraksi Terhadap Nilai Iodin Berdasarkan suhu 800°C

dengan Waktu 1, 2 dan 3 Jam.

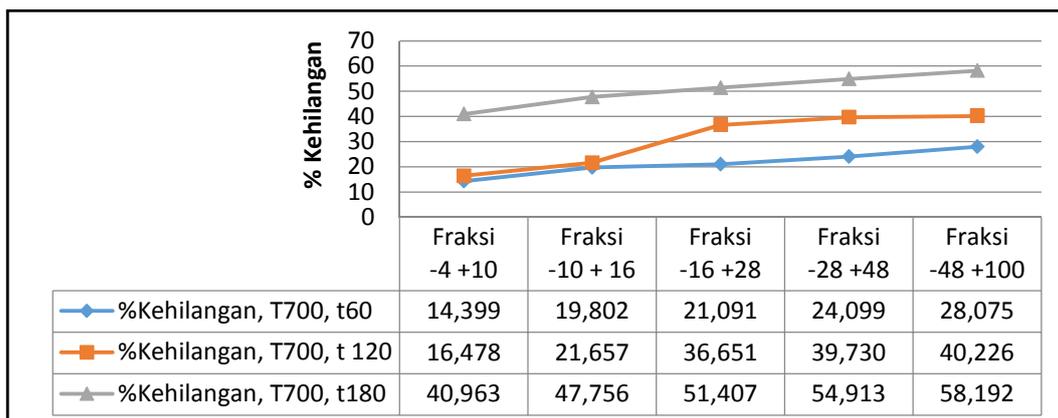


Sumber : Data Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

Gambar 3. Kurva Pengaruh Fraksi Terhadap Nilai Iodin Berdasarkan suhu 900°C dengan Waktu 1, 2 dan 3 Jam.

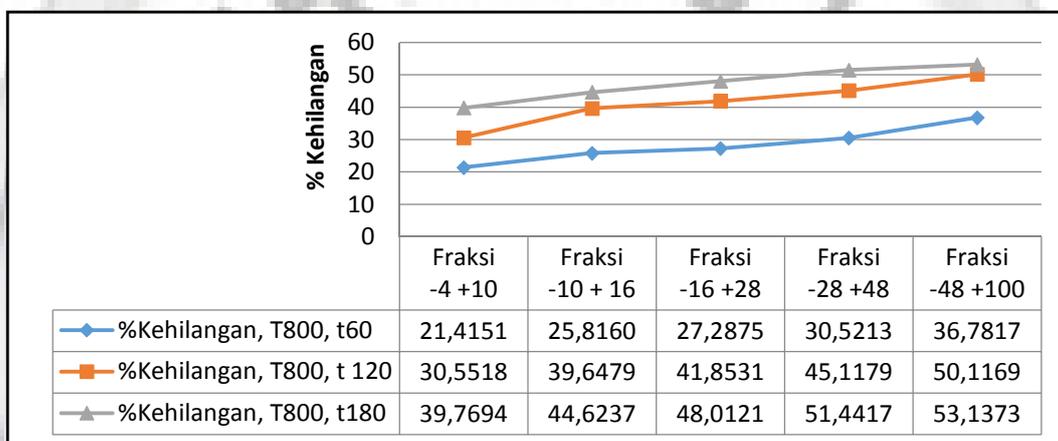
Berdasarkan kurva pada Gambar 1 sampai 3 diketahui bahwa proses pembentukan karbon aktif dipengaruhi oleh beberapa hal seperti semakin kecil fraksi (butir) karbon aktif maka akan membuat luas permukaan tersebut menjadi lebih luas sehingga dapat meningkatkan kualitas daya serap, suhu aktivasi dapat dilakukan hingga 900 °C untuk membuka pori – pori dari karbon aktif secara maksimal hanya saja jika suhu yang digunakan melebihi 900 °C kesempatan batubara menjadi abu akan bertambah besar, dan nilai daya serap yang diperoleh pun akan berkurang jika terlalu lama ataupun terlalu sebentar dalam proses pemanasan. Sehingga diperlukan waktu dan suhu yang tepat agar didapatnya nilai daya serap (nilai iodin) sesuai dengan fraksi yang diinginkan. Hal tersebut telah dibuktikan pada Gambar 3 bahwa pada Kurva tersebut didapat nilai iodin yang maksimal didapat pada fraksi -48 +100 dengan suhu 900 °C dalam waktu 1 jam. Hal ini disebabkan fraksi -48 +100 sudah memiliki luas permukaan yang tinggi dibandingkan fraksi lainnya. Oleh karena itu, pada saat dilakukan aktivasi menjadi karbon aktif fraksi tersebut memiliki pori – pori semakin banyak sehingga dapat meningkatkan luas permukaan sehingga daya serap pada kondisi tersebutpun didapat nilai iodin yang cukup tinggi dibandingkan karbon aktif lainnya.

Berbeda dengan Kurva yang ditunjukkan pada Gambar 1 bahwa nilai iodin yang ditunjukkan pada Kurva ini sangatlah kecil dibandingkan hasil aktivasi lainnya dan nilai yang paling kecil nilai iodinnya didapat pada kondisi fraksi -4 +10 dengan suhu 700 °C dalam waktu 3 jam. hal tersebut didapat bahwasannya batubara berfraksi -4 +10 memiliki luas permukaan lebih kecil dikarenakan ukurannya yang lebih besar dibandingkan fraksi lainnya. Kemudian ketika proses aktivasi dilakukan, pori pada batubara akan terbentuk hanya saja dengan suhu 700 °C pembentukan pori tidak akan secepat dengan menggunakan suhu 900 °C, sehingga akan didapat nilai iodin yang lebih rendah. Selain itu, waktu aktivasi yang mencapai 3 jam membuat batubara akan terbentuk pori yang lambat dengan kadar abu tidak akan cepat terlarutkan dengan mudah jika pembentukan pori lambat. Sehingga hal tersebut dapat membuat kandungan abu pada karbon aktif nya tinggi dengan pori yang yang lebih sedikit sehingga daya serap (nilai iodin) pada karbon aktif pada proses ini menjadi sangat kecil dibandingkan dengan nilai iodin pada proses aktivasi lainnya.



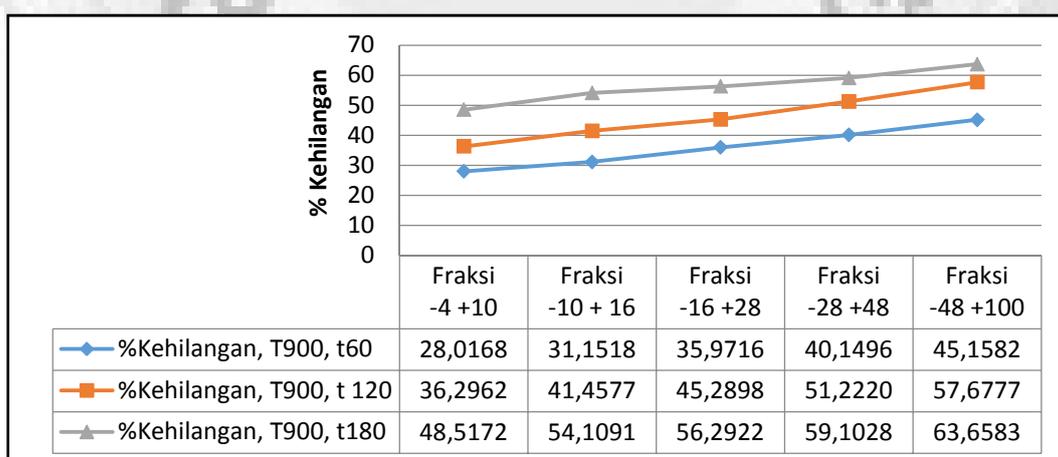
Sumber : Data Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

Gambar 4. Kurva Pengaruh Fraksi Terhadap Persen Kehilangan Berdasarkan suhu 700°C dengan Waktu 1, 2 dan 3 Jam.



Sumber : Data Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

Gambar 5. Kurva Pengaruh Fraksi Terhadap Persen Kehilangan Berdasarkan suhu 800°C dengan Waktu 1, 2 dan 3 Jam.



Sumber : Data Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira

Gambar 6. Kurva Pengaruh Fraksi Terhadap Persen Kehilangan Berdasarkan suhu 900°C dengan Waktu 1, 2 dan 3 Jam.

Jika dilihat berdasarkan hubungan persentase kehilangan berat dengan waktu aktivasi dan fraksi yang telah di ujikan dengan suhu yang beragam seperti pada Gambar 4 sampai Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu aktivasi batubara tersebut maka % kehilangan akan semakin meningkat hal ini dapat memberikan dasar bahwasannya suhu dan waktu yang maksimal adalah 900 °C dengan waktu 1 jam karna persentase kehilangan tidak sebesar selama 3 jam juga memiliki nilai iodin yang paling besar yang disebabkan kadar abu yang didapat lebih sedikit dibandingkan dengan hasil aktivasi selama 3 jam yang dapat mengurangi kadar karbon tertambat yang berdampak pada kecilnya daya serap.

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, hasil percobaan karbon aktif yang nilai iodinnya tinggi adalah yang diperoleh pada proses aktivasi dengan suhu 900 °C selama 1 jam pada fraksi -48 + 100 mesh. Berikut ini pada Tabel 2 adalah karakteristik karbon aktif untuk proses adsorpsi emas/perak (CIL).

Tabel 2. Perbandingan Sifat Karbon Aktif Hasil Pengujian dengan Karbon Aktif yang Dibutuhkan

Jenis Pengujian	Karbon Aktif Hasil Pengujian	Karbon Aktif yang Dibutuhkan
kadar air	2,5187 %	Max 5%
kadar abu	4,1188 %	Max 4%
karbon tertambat	88,5027 %	min 80%
daya serap	493 mg/g	> 700 mg/g

Sumber : Hasil Penelitian di Puslitbang Tekmmira dan Penelitian tim Picagold

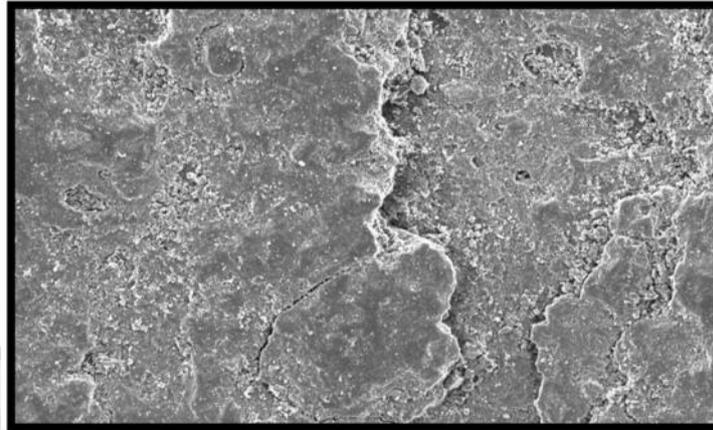
proses CIL. Proses penyerapannya tidak sebesar sebagaimana sesuai yang dipersyaratkan yaitu 700 mg/g. Maka oleh karenanya dari beberapa literatur yang diperoleh dan beberapa laporan hasil percobaan untuk mencapai nilai iodin > 700 mg/g dapat dicapai baik proses aktivasi fisik menggunakan alat dan tabung aktivasi yang berputar (rotary kiln) atau dapat juga dilakukan dengan proses aktivasi kimia. Hal ini terjadi karena aktivasi fisik dengan rotary kiln akan membuat *coalite* terpanaskan dan teraliri oleh uap secara menyeluruh sehingga aktivasi akan lebih maksimal dibandingkan dengan akticiasi fisik dengan menggunakan sistem *fixed horizontal combustion* dimana batubara tidak teraliri oleh uap secara menyeluruh secara serentak. Sedangkan batubara yang dilakukan aktivasi kimia akan didapat hasil yang maksimal dikarenakan larutan kimia tersebut setelah tercampur dengan *coalite* dan dipanaskan maka unsur – unsur pengotor akan terlarut menjadi TAR pada larutan kimia tersebut atau beberapanya akan teruapkan menjadi uap air dan mengalir keluar bersamaan dengan gas hidrogen yang digunakan untuk membersihkan batubara dari pengotornya.

Untuk menunjang analisa diatas pengujian analisis scanning electron microscop (SEM) dilakukan sebelum dan sesudah batubara (*coalite*) dilakukan aktivasi pada masing – masing fraksi untuk melihat gambaran pori dan pengotor yang mengisi pori.

Pada Gambar 7 tergambar struktur pori *coalite* sebelum diaktivasi dengan pembesaran 1000 X. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa pori – pori masih terisi / belum terbuka dan diselimuti olah tar yang belum hilang saat karbonisasi hal tersebut terbukti setelah dilakukan pengujian iodin yang masi rendah yaitu 106 mg/g. Dengan

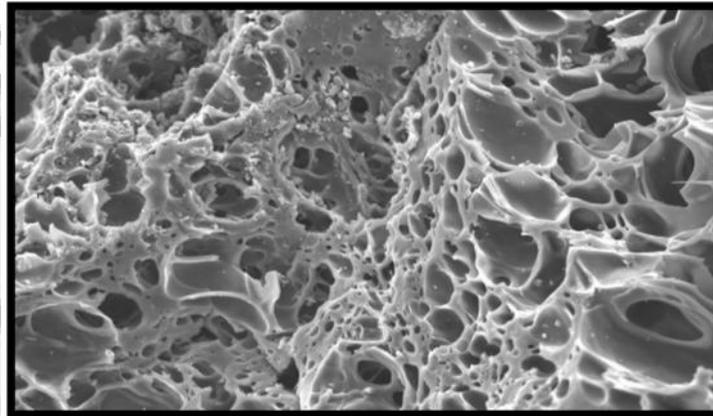
Dengan memiliki

kondisi seperti itu maka proses penyerapan akan kecil.



Gambar 7. Foto SEM Coalite

Pada Gambar 11 terlihat struktur pori hasil aktivasi dengan fraksi (-48 +100) didapat bahwa lubang pori sudah terbuka & bersih (hampir tidak ada tar & bahan lain), penyebaran pori hingga 65% dengan Ukuran pori berkisar 2 – 7 μm , memiliki nilai iodin sebesar 493 mg/g. Sehingga proses aktivasi pada fraksi ini dapat dikatakan cukup berhasil meskipun blum memenuhi spesifikasi untuk proses CIL



Gambar 11. Karbon Aktif Fraksi Halus (-48+100)

D. Kesimpulan

Bedasarkan hasil percobaan sebagaimana dijelaskan pada BAB terdahulu maka dapat disimpulkan beberapa hal tersebut:

1. Karbon aktif yang berasal dari batubara sub – bituminus PT.BA dengan aktifasi yang dilakukan dalam penelitian ini belum mencapai karakteristik sesuai dengan yang dipersyaratkan untuk proses CIL yaitu nilai iodin yang seharusnya 700 mg/g dan baru tercapai maksimal 493 mg/g. Demikian juga kadar abu relatif belum memenuhi yang seharusnya yaitu 4% dengan hasil 4,1188 %. Sedangkan parameter yang lainnya sudah tercapai sesuai yang dipersyaratkan.
2. Sesuai dengan butir 1 diatas nilai iodin tertinggi yaitu 493 mg/g yang dicapai

dengan variabel percobaan pada suhu 900^oC dengan fraksi -48 +100 mesh selama 1 jam dengan nilai iodin sebesar 493 mg/g, dan juga memiliki persentase kehilangan selama proses aktivasi terkecil yaitu 45,15%.

Daftar Pustaka

- Baker, F.S., C.E. Miller, A.J. Repik., dan E.D. Tollens. 1997. Activated Carbon. Di dalam D.M. Rutven. Encyclopedia of Sparation Technology, Volume 1 (A Kirk Othmer Encyclopedia). John Wiley and Sons, New York.
- Hassler, J.W. 1974. Purification with Activated Carbon Industrial, Commercial and environmental. Chemical Publishing, Co. Inc., New York.
- Kirk, R.E., dan D.F. Othmer. 1963. Encyclopedia of Chemical Technology. The Interscience Inc., New York.
- Marsh, Harry dan Rodriguez, Fransisco. 2006. "Activated Carbon". Elsevier Science & Technology Books. Francis.
- Mc. Dougall, G.J, 1991, The Phisical Nature and Manufacture of Activated Carbon, J S. Afr. Inst. Min. Metall, Vol. 91, No. 4 (April), pp. 109-12.
- Milan. Smisek, 1970, "Manufacture of active carbon", Applications of active carbon Chapters 2 and 5 in Active Carbon Milan Smisek and Slovoj Cerny, Editors Elsevier Amsterdam-London-New York pp 42 & 256-257.
- Rumbino, Yusuf, 2002, "Kajian Kemungkinan Penggunaan Karbon Aktif Batubara Bayah Sebagai Media Penyerap Logam Cd, Cu dan Mn" , Tesis Bidang Khusus Teknologi Pemanfaatan Batubara, Program Pasca Sarjana Rekayasa Pertambangan, Institut Teknologi Bandung
- Smisek, M., 1970. Active Carbon. Elsevier Publishing Company, New York.
- Speight, J.G., 1994. The Chemistry and Technology of Coal. Second Edition, Marcel Dekker, Inc, New York, 384h.
- Surya, Dendy. 2008. "Geologi Tanjung Enim". Teknik Pertambangan ITB : Bandung.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, The Geology of Indonesia. Martinus Nyhoff. The Haque Netherland.
- Van Vliet, B.M., 1985, Comparative Efficacy of extractive and thermal regeneration of activated carbon, Proceeding of the 14th IWSA, International Congress, Zurich.
- Anonym. 1994. ASTM D 2866 – 94: Standard Test Methode for Determination of Iodin Number of Activated Carbon. United State : ASTM International
- Anonym. 2009. ASTM D 2867 – 09: Standard Test Methode for Moisture of Activated Carbon. United State : ASTM International
- Anonym. 1994. ASTM D 4607 – 94: Standard Test Methode for Total Ash Content of Activated Carbon. United State : ASTM International
- Anonym. 1994. ASTM D 5832 – 94: Standard Test Methode for Volatile Matter Content of Activated Carbon. United State : ASTM International
- Anonym. 1974. AWWA B604-74. 1974. AWWA STANDARD for GRANULAR ACTIVATED CARBON. 1st Edition. United States: American Water Works Assn., Inc.