Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 6 No. 4 Desember 2011: 239-248

Percobaan Penyerapan Limbah Industri Menggunakan Karbon Aktif dari Batubara Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan

Experiment of Industrial Waste Absorption using Activated Carbon from Coal of Tanjung Tabalong, South Kalimantan

M. Ulum A. Gani dan Widodo

Puslit Geoteknologi - LIPI, Kompleks LIPI, Jln. Sangkuriang, Bandung 40135

Sari

Karbon aktif yang dibuat dari batubara Tanjung Tabalong diteliti kemampuan penyerapannya terhadap unsur organik dan anorganik dalam limbah industri. Batubara dikarbonisasi pada suhu 600^{o}C untuk menghasilkan semikokas, dan kemudian diaktivasi pada suhu 700^{o}C dalam waktu 120 menit dengan pereaksi aliran uap air. Kemampuan penyerapan karbon aktif terhadap *chemical oxygen demand* (COD) dilakukan menggunakan 2,5 g dan 9,0 g karbon aktif masing-masing untuk 250 ml dan 300 ml limbah COD. Waktu pengadukan setiap percobaan adalah 30, 60, dan 90 menit. *Atomic absorption spectrophotometer* (AAS) digunakan untuk menganalisis limbah COD. Hasil menunjukkan bahwa karbon aktif 2,5 g dapat menyerap limbah COD yang berkisar antara 6,9 - 67,5 %, sedangkan penggunaan 9 g dapat menyerap limbah COD yang berkisar antara 88,9 - 100 %. Makin tinggi karbon aktif dan makin lama waktu pengadukan yang digunakan dalam percobaan ini, semakin tinggi pula penyerapan limbah COD.

Kata kunci: karbonisasi, aktivasi, karbon aktif, limbah COD

Abstract

Activated carbon made from Tanjung Tabalong coal was investigated its absorption capability to organic and inorganic elements in industrial waste. Coal was carbonized at low temperature of 600^{o}C to produce semicoke, and then was activated at temperature of 700^{o}C with activation time of 120 minutes with water steam flow. The absorption capability of activated carbon to chemical oxygen demand (COD) was performed using 2.5 and 9.0 g activated carbon for 250 ml and 300 ml COD waste respectively. The agitation time of each experiment were 30, 60, and 90 minutes. Atomic absorption spectrophotometer (AAS) was used to analyze the COD waste. The result shows that 2.5 g activated carbon could absorb COD waste ranging from 6.9-67.5 %, while the utilization of 9 g could absorb COD waste ranging from 88.9 - 100 %. The more activated carbon and the longer time of agitation used in this experiment, the more the absorption of COD waste.

Keywords: *carbonization, activation, activated carbon, COD waste*

Pendahuluan

Limbah yang berasal dari beberapa industri telah diketahui berpotensi besar dapat mencemari lingkungan. Limbah tersebut biasanya berupa cairan, padatan, dan gas. Limbah cairan yang berasal dari industri itu berbahaya terutama karena dapat mengakibatkan gatal-gatal pada anggota tubuh manusia dan mencemari sumber air yang banyak digunakan untuk kehidupan masyarakat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan upaya untuk menghilangkan atau mengurangi pengotor yang terdapat di dalam limbah. Salah satu metode untuk menghilangkan pengotor tersebut adalah de-

Naskah diterima: 15 Maret 2011, revisi kesatu: 17 Maret 2011, revisi kedua: 18 April 2011, revisi terakhir: 05 Juli 2011

ngan metode penyerapan (Benefield, 1988). Bahan penyerap yang sering atau populer digunakan adalah karbon aktif (Smisek dan Cerny, 1970) yang bahan bakunya berasal dari batubara. Indonesia mempunyai potensi batubara yang cukup besar dan tersebar hampir di seluruh Indonesia. Berdasarkan data dari Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2008), pada umumnya sumber daya batubara Indonesia diperkirakan 104,757 milyar ton (Tabel 1), terdapat di Sumatra Selatan (Tabel 2) dan termasuk batubara peringkat rendah (Tabel 3).

Tabel 1. Potensi Sumber Daya Batubara Indonesia (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008)

Kualitas	Sumber Daya Batubara (Juta ton)					Jumlah %
	Hipotetik	Tereka	Tertunjuk	Terukur	Total	
Rendah	5.057,68	6.588,24	3.721,16	5.815,96	21.183,05	20,22
Sedang	27.764,43	18.888,21	10.941,82	11.956,19	69.550,65	66,39
Tinggi	1.708,18	6.187,47	1.069,29	4.056,61	13.021,50	12,43
Sangat Tinggi	90,11	482,93	5,80	422,81	1.001,64	0,96
Jumlah	34.620,40	32.146,79	15.738,08	22.251,57	104.756,84	100,00

Tabel 2. Distribusi Potensi Sumber Daya Batubara Indonesia (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008)

No	Daerah	Kualitas Batubara				Distribusi Potensi	
		Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Juta Ton	%
1	Nanggroe Aceh Darussalam	91,76	358,39	-	-	450,15	0,4297
2	Sumatera Utara	19,97	7,00	-	-	26,97	0,0257
3	Riau	1.613,75	103,26	50,53	-	1.767,54	1,6873
4	Sumatra Barat	-	369,24	321,92	41,00	732,16	0,6989
5	Jambi	51,13	1.724,17	293,77	-	2.069,07	1,9752
6	Bengkulu	21,92	6,67	169,37	0,69	198,65	0,1896
7	Sumatra Selatan	17.151,26	29.459,79	474,04	-	47.085,08	44,9470
8	Lampung	-	14,00	92,25	-	106,95	0,1021
9	Banten	-	10,34	2,97	-	13,31	0,0127
10	Jateng	0,82	-	-	-	0,82	0,0007
11	Jatim	-	0,08	-	-	0,08	0,0001
12	Kalimantan Barat	-	-	420,72	106,80	527,52	0,5036
13	Kalimantan Tengah	156,92	354,80	496,30	578,32	1.586,34	1,5143
14	Kalimantan Selatan	1.014,76	10.346,20	874,98	29,62	12.265,56	11,7086
15	Kalimantan Timur	1.056,65	26.457,77	9.803,89	219,68	37.537,99	35,8335
16	Sulawesi Selatan	-	216,44	14,68	-	231,12	0,2206
17	Sulawesi Tengah	1,98	-	-	-	1,98	0,0019
18	Maluku Utara	2,13	-	-	-	2,13	0,0020
19	Irian Jaya Barat	-	120,35	5,38	25,53	151,26	0,1444
20	Papua	-	2,16	-	-	2,16	0,0021
	Jumlah	21.183,05	69.550,65	13.021,50	1.001,64	104.756,84	100,000

Table 3. Distribusi Peringkat Sumber Daya Batubara Indonesia (Pusat Sumber Daya Geologi, 2008)

Peringkat	Distribusi (%)	Keterangan
Antrasit	0,96	Peringkat Tinggi
Bituminus	12,43	Peringkat Tinggi
Sub Bituminus	66,39	Peringkat Rendah
Lignit	20,22	Peringkat Rendah
Total	**100,00**	

Penelitian ini terdiri atas proses karbonisasi dan aktivasi serta percobaan kemampuan penyerapan karbon aktif. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 600^{o}C dan menghasilkan semikokas, sedangkan proses aktivasi dilakukan terhadap semikokas pada suhu 700^{o}C dengan waktu aktivasi 120 menit dan menghasilkan karbon aktif. Percobaan kemampuan penyerapan karbon aktif dilakukan terhadap limbah pabrik. Limbah yang berasal dari pabrik vaksin ternak menghasilkan larutan yang mengandung COD dan *total suspension solid* (TSS), tetapi uji kemampuan penyerapan karbon aktif terhadap limbah pabrik hanya dilakukan terhadap limbah yang mengandung (COD).

Tujuan Penelitian

Dalam penelitian dilakukan percobaan karbonisasi batubara Tanjung Tabalong pada temperatur 600^{o}C yang menghasilkan semikokas. Terhadap semikokas kemudian dilakukan aktivasi pada suhu 700^{o}C dengan waktu aktivasi 120 menit. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan karbon aktif sebagai bahan penyerap pada limbah industri vaksin ternak.

Parameter yang digunakan adalah 2,5 dan 9 g karbon aktif masing-masing untuk 250 ml dan 300 ml limbah COD dengan waktu pengadukan masing-masing 30, 60, dan 90 menit.

Kajian Pustaka

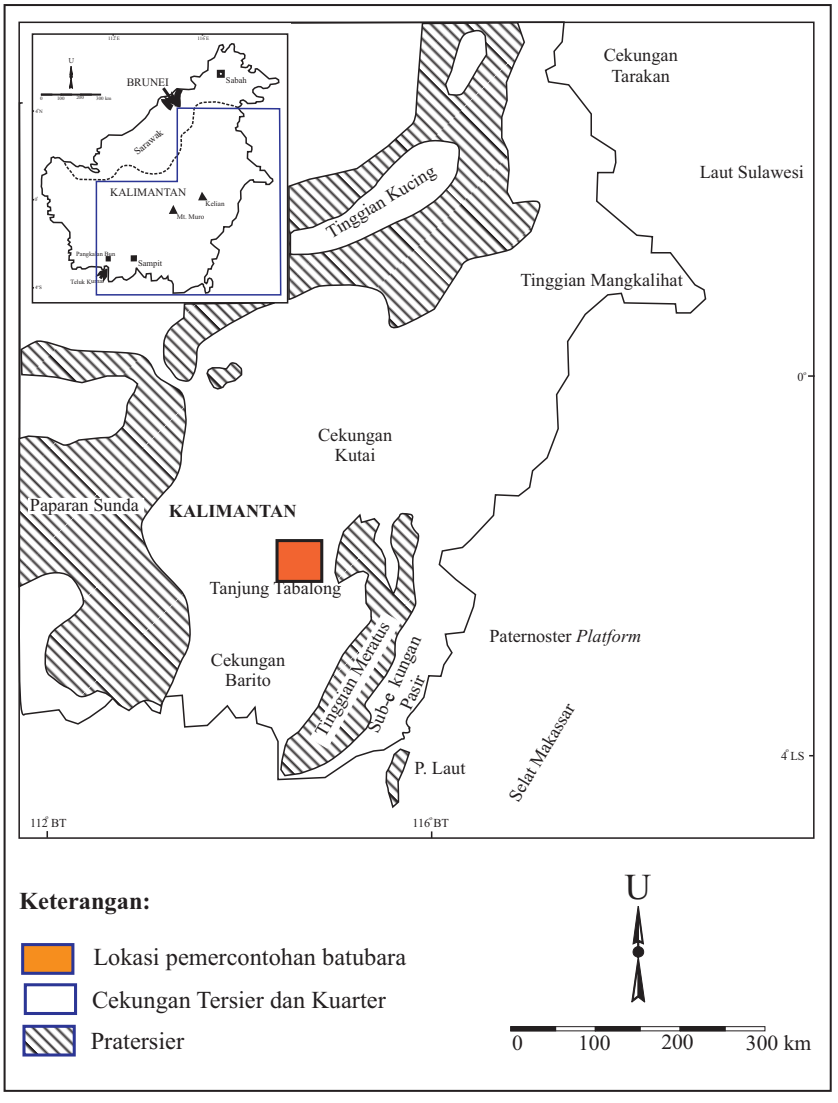
Karbon aktif merupakan arang padat yang telah diproses lebih lanjut, sehingga memiliki sifat daya serap. Kemampuan serap ditimbulkan karena terbentuknya pori-pori pada arang tersebut akibat proses karbonisasi yang dilanjutkan dengan proses aktivasi (Bansal, 1988). Karakteristik karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan kondisi pembuatannya, baik secara aktivasi kimia maupun aktivasi fisika (Ningrum drr., 2008). Penggunaan karbon aktif lainnya adalah sebagai *decolourizing* (penghilang warna), *deodorizing* (penghilang bau), *water purification* (penjernihan/pemurnian air), dan *waste treatment* (pengolahan limbah cair atau gas) (Smisek dan Cerny, 1970). Fungsi utama karbon aktif dalam berbagai industri adalah sebagai media penyerap, sehingga dengan demikian perlu dilakukan penelitian daya serap yang dinyatakan dengan angka *iodine number* (Kurniawan, 2004) dan pemanfaatan karbon aktif yang berasal dari batubara. Batubara yang digunakan adalah yang berasal dari Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan. Hasil percobaan pembuatan karbon aktif dianalisis dengan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) untuk mengetahui daya serap karbon aktif tersebut terhadap percontoh limbah industri yang digunakan.

Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan untuk percobaan ini adalah batubara dan air limbah. Batubara diambil dari daerah Tanjung Tabalong, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, yang termasuk ke dalam Cekungan/Subcekungan Barito dalam suatu sistem Cekungan Kutai (Gambar 1). Subcekungan Barito bagian barat dibatasi oleh Paparan Sunda, sebelah utara oleh Tinggian Kucing dan Tinggian Mangkalihat, dan sebelah timur dipisahkan dengan Subcekungan Pasir oleh Tinggian Meratus. Stratigrafi umum daerah penyelidikan terlihat pada Gambar 2.

Batuan dasar dari Subcekungan Barito adalah batuan Pratersier yang termasuk dalam Satuan Batuan Vulkanik Kasale yang dikorelasikan dengan Formasi Haruyan berumur Kapur Akhir. Di atasnya diendapkan secara tidak selaras Formasi Tanjung berumur Eosen yang kemudian secara berurutan diendapkan secara selaras Formasi Berai berumur Oligo-Miosen, dan di atasnya kemudian diendapkan formasi Warukin berumur Miosen. Dari Formasi-formasi di atas, yang bertindak sebagai formasi pembawa-batubara adalah Formasi Tanjung.



Gambar 1. Daerah Cekungan Kalimantan (Dinarna, 2000).

Umur		Formasi	Litologi	Lingkungan Pengendapan
TERSIER	Miosen	Warukin		Delta
	Oligosen	Montalat / Berai		Laut Dangkal
	Eosen	Tanjung		Delta
Pratersier				

Gambar 2. Stratigrafi Daerah Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan (Dinarna, 2000).

Sementara air limbah berasal dari pabrik vaksin ternak PT MEDION yang mengandung (COD) dan (TSS). Dalam penelitian kemampuan penyerapan karbon aktif terhadap limbah pabrik hanya dilakukan terhadap limbah COD.

Alat

Alat yang digunakan adalah tungku aktivasi *(combustion tunnel carbolite),* terdiri atas pipa silinder yang dilengkapi dengan labu pemanas air yang berfungsi untuk membuat uap air pengaktivasi (Gambar 3).

Gambar 3. Tungku Aktivasi (*Combustion Tunnel Carbolite*).

Untuk mengetahui kualitas batubara Tanjung Tabalong, maka dilakukan analisis proksimat yang bertujuan untuk mengetahui kadar air, kandungan abu, zat terbang, karbon tertambat, serta penentuan nilai kalor.

Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan dengan standar ASTM, terdiri atas analisis kadar air lembap, kandungan abu, zat terbang, dan karbon tertambat. Kadar air lembap ditentukan dengan cara menghitung selisih berat percontoh batubara yang dipanaskan pada suhu 105 - 110ºC selama ± 1 jam. Untuk kadar abu sejumlah tertentu percontoh, batubara di bakar pada suhu 750 - 800ºC sampai pengabuan sempurna. Kadar abu ditentukan dengan cara menghitung bobot abu dibagi bobot percontoh sedangkan kadar zat terbang ditentukan dengan cara menghitung selisih berat percontoh yang dipanaskan pada suhu 900ºC selama 7 menit tanpa oksidasi pada keadaan standar, kemudian dikoreksi terhadap nilai air lembap. Penentuan zat terbang ini berdasarkan *British Standard* 1016. Kadar karbon padat dihitung dari selisih kadar air lembap, abu, dan zat terbang dari 100 % batubara total.

Penentuan Nilai Kalor

Nilai kalor ditentukan dengan cara membakar percontoh batubara di dalam *bom calorimeter* pada kondisi standar. Kalor yang dihasilkan dihitung dari perubahan suhu sebelum dan sesudah pembakaran. Cara ini berdasarkan *British Standard* 1016. Pada percobaan ini nilai kalor sudah diketahui, yaitu 5.772 kal/g.

Prosedur Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan dua tahapan yaitu proses karbonisasi dan aktivasi (Ningrum drr., 2008). Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 600^{o}C yang menghasilkan semikokas, sedangkan proses aktivasi dilakukan terhadap semikokas pada suhu 700^{o}C dengan waktu aktivasi 120 menit sehingga menghasilkan karbon aktif.

Proses Karbonisasi

Dalam tahap karbonisasi, bahan baku dipanaskan tanpa udara dan penambahan zat kimia. Tujuan karbonisasi adalah untuk menghilangkan zat terbang dan gas-gas lain yang ada dalam batubara (Bansal, 1988). Proses karbonisasi dilakukan pada temperatur 600ºC. Karbonisasi adalah suatu proses menghilangkan unsur-unsur oksigen dan hidrogen dari batubara yang akan menghasilkan rangka karbon yang memiliki struktur porositas tertentu Parameter utama yang menentukan kualitas produk karbonisasi adalah kondisi termal dan sifat fisik bahan dasar (Edward dan Cook, 1972). Produk karbonisasi adalah berupa arang (semikokas) yang mempunyai kapasitas adsorbsi dan luas permukaan kecil. Hal ini karena pada proses karbonisasi suhu rendah, sebagian dari tar yang dihasilkan berada didalam pori di antara kristal dan permukaannya, sehingga mengakibatkan daya adsorbsi terhalang (Speight, 1994).

Proses Aktivasi

Proses aktivasi dapat dilakukan secara fisis dan kimiawi. Aktivasi secara fisis dilakukan dengan cara mengeluarkan produk tar melalui pemanasan dengan uap air, atau pemanasan dalam suatu aliran

gas *inert*, sedangkan aktivasi secara kimiawi dilakukan melalui ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang sesuai (misalnya selenium oksida), atau melalui sebuah reaksi kimia (Hassler, 1974).

Pada proses aktivasi ini, teknik percobaan yang digunakan adalah pengaktifan secara fisis dengan uap air pada suhu 700°C dan waktu aktivasi 120 menit. Batubara yang digunakan adalah batubara semikokas sebagai hasil karbonisasi dari batubara Formasi Tanjung, Tabalong, Kalimantan Selatan.

Batubara semikokas hasil proses karbonisasi digerus dan diayak sampai berukuran partikel - 14 + 120 *mesh*, kemudian dimasukkan ke dalam pipa tungku aktivasi dan dipanaskan dengan aliran uap air pada suhu 700°C dan waktu aktivasi 120 menit. Setelah proses aktivasi selesai, karbon aktif ditimbang untuk menentukan perolehan dan kehilangan berat karbon aktif.

Prosedur Pengujian Karbon Aktif

Parameter Percobaan

Untuk menguji kemampuan daya serap karbon aktif hasil percobaan, digunakan limbah dari pabrik vaksin ternak yang mengandung COD dari tiga macam tempat pengambilan yaitu: Limbah A *(Input)*, Limbah B (Proses), dan Limbah C *(Output)*.

Parameter percobaan yang digunakan adalah:
- Berat 2,5 g karbon aktif untuk 250 ml limbah
- Berat 9 g karbon aktif untuk 300 ml limbah
- Waktu pengadukan 30, 60, dan 90 menit.

Prosedur Pengujian

Cairan limbah sebanyak 250 ml dimasukkan ke dalam gelas kimia yang mengandung 2,5 g karbon aktif, selanjutnya diaduk selama 30, 60, dan 90 menit, kemudian disaring. Larutan hasil saringan diuji atau dianalisis. Cara yang sama dilakukan pada karbon aktif 9 g dengan 350 ml limbah yang mengandung COD.

Hasil Percobaan

Berdasarkan hasil percobaan analisis proksimat yang meliputi kadar air lembab, kandungan abu, zat terbang, karbon tertambat, serta nilai kalor batubara untuk karbon aktif diperoleh hasil sebagaimana tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Proksimat dan Nilai Kalor Batubara untuk Karbon Aktif

Analisis (Adb)	Hasil Analisis
Air lembab (%)	17,40
Abu (%)	1,01
Zat terbang (%)	40,63
Karbon tertambat (%)	40,96
Nilai kalor cal/g	5.772

Karbonisasi dilakukan pada temperatur 600ºC dengan hasil berupa arang yang mempunyai kapasitas adsorbsi dan luas permukaan kecil. Hasil analisis karbonisasi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Karbonisasi

Analisis	Hasil Analisis (%)
Air	8,32
Abu	1,31
Zat terbang	38,02
Karbon tertambat	52,35

Produk hasil proses karbonisasi hanya memiliki daya adsobrsi yang kecil. Hal ini karena pada proses karbonisasi suhu rendah, sebagian dari tar yang dihasilkan berada didalam pori di antara kristal dan permukaannya, sehingga mengakibatkan daya adsorbsi terhalang.

Pada proses aktivasi ada beberapa material komponen yang hilang. Perbandingan berat antara batubara hasil proses aktivasi dengan batubara sebelum proses aktivasi disebut persen perolehan proses aktivasi, sedangkan proses kehilangan adalah perbandingan berat antara batubara yang hilang setelah proses aktivasi dengan berat batubara sebelum proses aktivasi (Tabel 6).

Analisis limbah COD dengan parameter masing-masing:
- Berat 2,5 g karbon aktif untuk 250 ml limbah
- Berat 9 g karbon aktif untuk 300 ml limbah
- Waktu pengadukan 30, 60, dan 90 menit.

Tabel 6. Perolehan dan Kehilangan Karbon Aktif

No	Cawan	Waktu (mnt)	Brt Cawan (g)	Brt Cawan +Percontoh sblm akti-vasi (g)	Semi-kokas (g)	Brt Cawan +Percontoh stlh akti-vasi (g)	Brt karbon (g)	Pero-le-han (%)	kehi-langan (%)	Bilangan Iodin (ml/g)
1	1	120	17,7003	20,3974	2,6091	18,8089	1,0206	39,12	60,00	324,19
	II	120	18,1820	21,1194	2,9374	18,6677	0,4857	16,53	83,46	326,23
	III	120	16,9876	20,1389	3,1510	17,1251	0,1372	4,354	95,65	325,24
2	I	120	17,7863	20,866 0	3,0797	19,3193	1,5330	49,78	50,22	315,32
	II	120	17,4010	20,2894	2,8884	17,9788	0,5778	20	80,00	314,67
	III	120	18,8586	21,4843	2,6257	18,9013	0,0427	1,63	98,37	326,14
3	I	120	18,1823	21,0437	2,8614	19,9915	1,8092	63,23	36,77	215,23
	II	120	16,9882	20,0436	3,0554	18,3333	1,3451	44,02	55,98	324,25
	III	120	19,1242	21,7533	2,6291	19,2435	0,1193	4,54	95,46	327,43
4	I	120	17,7864	20,4936	2,7072	19,4605	1,6741	61,84	38,16	214,78
	II	120	18,8598	21,2453	2,3855	19,8228	0,9630	40,37	59,63	325,25
	III	120	13,3485	15,8051	2,4566	13,4616	0,1131	4,6	4,6	326,14

Hasil analisis COD dan pH pada larutan limbah pabrik vaksin ternak ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis COD dan pH pada Larutan Limbah

No.	Kode Contoh	Hasil Analisis	
		pH	COD (mg/l)
1	A (*Input*)	6,94	305
2	B (Proses)	7,33	409
3	C (*Output*)	7,39	55

Hasil percobaan penyerapan karbon aktif 2,5 dan 9 g terhadap 250 dan 300 ml limbah COD dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel 4) yang dikaitkan dengan klasifikasi Internasional Batubara (*International Petroleum Co LTD*, 1979), dengan rasio karbon tertambat dengan zat terbang sebesar 1,008; batubara Tanjung Tabalong Kalimantan Selatan diklasifikasikan sebagai batubara *Bituminous High Volatile* (Tabel 10).

Pada proses karbonisasi pori-pori menjadi lebih besar namun kapasitas penyerapan masih rendah, karena sebagian pori-pori ini masih tertutup oleh hidrokarbon, tar, dan senyawa lainnya. Untuk memperbesar pori-pori dilakukan proses aktivasi (Hassler, 1974), sehingga senyawa-senyawa yang menutupi akan hilang dan memperbesar lubang pori-pori tersebut. Karbon aktif yang dibuat de-

Tabel 8. Penyerapan 250 ml Limbah COD dalam 2,5 g Karbon Aktif

Sumber Limbah	Massa Karbon Aktif	Waktu Pengadukan	COD (mg/l)	% COD	pH	Kenaikan pH
A (250ml)	2,5 g	0	305	0	6,9	0
		30	284	6,9	7,7	0,6
		60	264	13,4	7,8	0,9
		90	230	24,6	7,7	0,8
B (250ml)	2,5 g	0	409	0	7,3	0
		30	329	19,5	7,5	0,2
		60	293	28,4	7,5	0,2
		90	282	31,1	7,6	0,3
C (250ml)	2,5 g	0	55	0	7,4	0
		30	23	58,2	7,4	0
		60	25	54,5	7,5	0,1
		90	18	67,3	7,8	0,4

Tabel 9. Penyerapan 300 ml Limbah COD dalam 9 g Karbon Aktif

Sumber Limbah	Massa Karbon Aktif	Waktu Pengadukan	COD (mg/l)	% COD	pH	Kenaikan pH
A (250ml)	2,5 g	0	305	0	6,9	0
		30	282	7,5	7,5	0,6
		60	113	62,9	7,4	0,5
		90	96	68,5	7,3	0,4
B (250ml)	2,5 g	0	409	0	7,3	0
		30	160	60,9	7,6	0,3
		60	79	80,7	7,6	0,3
		90	53	87	7,5	0,2
C (250ml)	2,5 g	0	55	0	7,4	0
		30	25	54,5	7,8	0,4
		60	19	65,5	7,9	0,5
		90	15	72,7	7,9	0,5

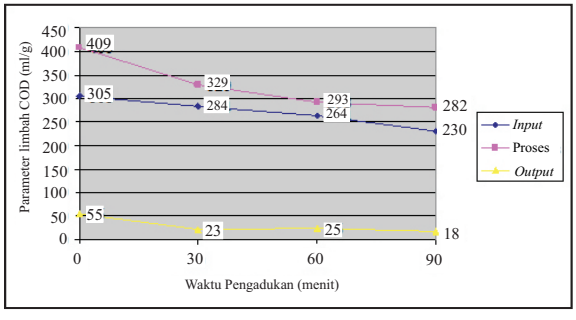
Tabel 10. Klasifikasi Internasional Batubara (International Petroleum Co. LTD., 1979)

Kelas	Rasio	Tipe Batubara
1	92	*Coke*
2	24	*Anthracite*
3	4,3	*Semi Bituminous*
4	2,8	*Bituminous Low Volatile*
5	1,9	*Bituminous Medium Volatile*
6	1,3	*Bituminous High Volatile*
7	0,4	*Lignite*

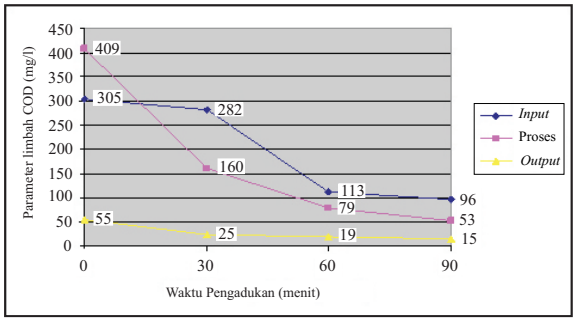
ngan menggunakan suhu tinggi dan waktu aktivasi yang lama menghasilkan daya serap yang tinggi (Kurniawan, 2004). Pada proses aktivasi perolehan karbon aktif yang terendah 1,63 % dengan kehilangan tertinggi 98,37 % dan perolehan yang tertinggi 63,23 % dengan kehilangan terendah 4,6 % (Tabel 6). Perolehan karbon aktif terendah terjadi karena adanya aliran uap yang terlalu cepat, sehingga kemungkinannya akan terjadi oksidasi dan terbakar. Di samping itu juga aliran uap air

tidak sempat berinteraksi baik dengan bahan semikokas yang ada dalam pipa, dan tidak dapat menghilangkan hidrokarbon, tar, dan senyawa lainnya yang ada dalam pori-pori bahan semikokas (Hassler, 1974). Sebaliknya aliran uap air yang lambat akan membutuhkan waktu aktivasi yang terlalu lama.

Karbon aktif hasil proses aktivasi mempunyai kemampuan daya serap yang masih rendah dan hal ini ditunjukkan oleh *iodine number* karbon aktif sebesar 325,25 ml/g (Tabel 6) dibandingkan karbon aktif impor dengan *iodine number* sekitar 1000 ml/g. Penyerapan karbon aktif 2,5 g dan 9 g terhadap limbah COD masing-masing sebesar 250 dan 300 ml dengan waktu pengadukan 30, 60, dan 90 menit (Gambar 4 dan 5).



Gambar 4. Grafik hubungan waktu pengadukan dengan 2,5g. karbon aktif terhadap parameter limbah COD.



Gambar 5. Grafik hubungan waktu pengadukan dengan 9g. karbon aktif terhadap parameter limbah COD.

Hasil percobaan daya serap limbah COD tersebut menunjukkan bahwa makin lama waktu pengadukan dan semakin berat karbon aktif yang digunakan, maka semakin besar pengurangan limbah.

Dengan waktu pengadukan yang lebih lama, maka larutan limbah yang mengandung COD bisa melewati pori-pori lebih lama. Ini berarti semakin banyak pori-pori yang bisa dilewati, maka semakin besar kontak larutan limbah dengan karbon aktif, sehingga larutan limbah yang diserap karbon aktif semakin banyak (Dubini,1966).

Semakin besar massa karbon aktif yang digunakan, maka akan lebih banyak pula karbon aktif tersebut menyerap kandungan COD yang ada dalam limbah yang ditunjukkan oleh nilai optimal penyerapan limbah dengan massa karbon aktif 2,5 dan 9 g, masing-masing dapat menyerap limbah sebesar 67,3 dan 87,0 %.

Simpulan

Berdasarkan hasil bahasan tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Batubara Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan, sebagai bahan baku untuk pembuatan karbon aktif diklasifikasikan sebagai batubara peringkat *Bituminous High Volatile* berdasarkan rasio karbon tertambat dengan zat terbang.
2. Proses karbonisasi memperbesar pori-pori, tetapi masih mempunyai daya serap yang kecil.
3. Proses aktivasi terhadap batubara semikokas hasil karbonisasi lebih memperlebar pori-pori tetapi masih mempunyai daya serap yang rendah yang ditunjukkan oleh nilai *iodine number* yang rendah sebesar 325 ml/g dibandingkan dengan *iodine number* karbon aktif impor sebesar 1.000 ml/g.
4. Perolehan karbon aktif dipengaruhi oleh aliran uap air, semakin cepat aliran uap air maka akan terjadi oksidasi, sehingga sebagian karbon aktif terbakar sedangkan kalau terlalu lambat akan memakan waktu lama di saat proses percobaan. Perolehan karbon aktif yang terendah adalah 1,63 % (kehilangan yang tertinggi 98,37 %) dan perolehan yang tertinggi adalah 63,23 % (kehilangan yang terendah 4,6 %).
5. Makin lama waktu pengadukan dan semakin besar massa karbon aktif yang digunakan, maka semakin besar COD yang dapat diserap pada limbah yang ditunjukkan oleh hasil optimal pada pemakaian massa karbon aktif 2,5 dan 9 g dengan hasil masing-masing sebesar 67,3 dan 87,0 %.

Ucapan Terima Kasih—Dengan tersusunnya makalah ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Teknologi Mineral dan Batubara (tekMIRA) atas kesempatan dan izin yang diberikan dalam melakukan penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sukarja, S.T. atas bantuan dan kerjasama selama penelitian dilaksanakan.

Acuan

Bansal, RC., 1988. *Active Carbon.* Marcel Dekker, Inc, New York, 230h.

Benefield., 1988. *Process Chemistry for Water and Waste Water Treatment*. Prentice Hall Inc, New Jersey, 361h.

Edwards, G.E. dan Cook, A.C., 1972. The Design of Blends for The Production of Metallurgi Coke with Particular Reference to Long Term Aspects of Using New South Wales Coals, *Proceedings of Australian I.M.M* ., 244, h.1-10.

Dinarna, T.A., 2000. *Eksplorasi Cekungan Batubara di Daerah Haruwai dan Sekitarnya, Kabupaten Tabalong, Propinsi Kalimantan Selatan.* Subdit Eksplorasi Batubara dan Gambut, Kumpulan Hasil Kegiatan Lapangan DSM - 2000, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung, h.1-1-1-13, Http://www.psdg.bgl.esdm.go.id/kolokium 2000/ Mak Haruwai.pdf.

Dubini, M.M., 1966. *Porous Structure and Adsorption Properties of Active Carbon*. Institute of Physical Chemistry, USSR Academy of Science Moscow, 275h.

Hassler, S.J.W., 1974. *Purification with Activated Carbon Industrial, Commercial, Environmental.* Chemical Publishing, Co. Inc., New York, 390h.

International Petroleum Co. LTD., 1979. *Coal Quality Parameters and Their Influence in Coal Utilization.* New York, h.1-6

Kurniawan, D., 2004. *Pengamatan Pengaruh Peringkat Batubara terhadap Daya Serap (iodine) Karbon Aktif.* Skripsi, Universitas Islam Bandung (UNISBA), Bandung, h.1-20

Ningrum, S.N., Suganal, dan Monika, I., 2008. Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Batubara Adaro Untuk Mengurangi Limbah Industri Obat Unggas. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses 2008*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, h. J-059-1-J-059-6

Pusat Sumber Daya Geologi, 2008. *Peta Sumber Daya dan Cadangan Batubara di Indonesia.* Badan Geologi, Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral, Bandung.

Smisek, M. dan Cerny, S., 1970. *Activated Carbon Manufacture, Properties and Application.* Institute of Physical Chemistry, Czechoslovak Academy of Sciennce, Prague, Elselvier Publishing Company, Amsterdam, 479h.

Speight, J.G., 1994. *The Chemistry and Technology of Coal.* Second Edition, Marcel Dekker, Inc, New York, 384h.