

## Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit untuk Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai

Agi Yulianti <sup>a</sup>, Taslimah <sup>a\*</sup>, Sriatun <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Inorganic Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

\* Corresponding author: [taslimah@live.undip.ac.id](mailto:taslimah@live.undip.ac.id)

### Article Info

#### Keywords:

activated charcoal;  
oil palm shell;  
blanching; used  
cooking oil

#### Kata kunci:

arang aktif;  
tempurung kelapa  
sawit; pemucatan;  
minyak goreng sisa  
pakai

### Abstract

The production of activated charcoal of oil palm shell with HCl, NaOH and ZnCl<sub>2</sub> as activator has been conducted to know their ability to blanch the used cooking oil. Active charcoal production was begun with the banning of coconut shell using a minimum of oxygen stove. Subsequently, the obtained charcoal was chemically activated by immersion in HCl, NaOH and ZnCl<sub>2</sub> (1M) solutions for 10 hours respectively. Characterization of the results was including the water content test, ash content and FTIR spectrophotometry. The adsorption capacity of the activated charcoal was determined against the residual cooking oil with a temperature variation from 30°C to 110°C with 20°C intervals and variation of adsorption contact time from 15 minutes to 105 minutes at intervals of 15 minutes. It was concluded that NaOH activated charcoal was the most effective activated charcoal for adsorption of used cooking oil by increasing the bleaching power from 10.19% before activation to 34.104% after activation at 30°C and contact time of 75 min.

### Abstrak

Pembuatan arang aktif tempurung kelapa sawit dengan aktivator HCl, NaOH dan ZnCl<sub>2</sub> telah dilakukan untuk mengetahui daya pemucatannya terhadap minyak goreng sisa pakai. Pembuatan arang aktif diawali dengan pengarangan tempurung kelapa sawit menggunakan tungku minimal oksigen (TMO). Arang yang diperoleh selanjutnya diaktivasi secara kimia melalui perendaman dalam larutan HCl, NaOH dan ZnCl<sub>2</sub> (1M) selama 10 jam. Karakterisasi hasil meliputi uji kadar air, kadar abu dan spekrofotometer FTIR. Daya adsorpsi arang aktif ditentukan terhadap minyak goreng sisa pakai dengan variasi temperatur dari 30°C hingga 110°C dengan selang 20°C dan variasi waktu kontak adsorpsi dari 15 menit hingga 105 menit dengan selang waktu 15 menit. Disimpulkan bahwa arang teraktivasi NaOH merupakan arang aktif yang paling efektif untuk adsorpsi minyak goreng sisa pakai dengan peningkatan daya pemucatan dari 10,19% sebelum aktivasi menjadi 34,1040% setelah aktivasi pada temperatur 30°C dan waktu kontak 75 menit.

### 1. Pendahuluan

Meningkatnya jumlah produksi kelapa sawit dapat menghasilkan limbah padat berupa tempurung kelapa sawit. Setiap hektar kebun kelapa sawit dapat menghasilkan 2-5 ton tempurung per tahun. Jumlah yang cukup banyak ini menyebabkan limbah tempurung kelapa sawit memiliki potensi sebagai polutan di daerah

sekitar pabrik kelapa sawit. Tempurung kelapa sawit tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan komponen anorganik [1]. Selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan senyawa dengan kandungan karbon tinggi sehingga dapat digunakan sebagai material awal arang aktif.

Arang aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu karbonisasi (pengarangan) dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pengarangan dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya [2]. Proses karbonisasi berlangsung pada temperatur 400–600°C. Aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara penghilangan hidrokarbon, gas-gas, air dan memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Proses aktivasi arang aktif dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu aktivasi termal dan aktivasi kimiawi. Aktivasi termal dilakukan dengan mengontakkan arang hasil karbonisasi dengan udara beroksigen tinggi atau dipanaskan pada temperatur tinggi antara 700–1100°C sehingga volume pori dan luas permukaan produk meningkat [3]. Proses aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang hasil karbonisasi dalam bahan-bahan kimia seperti: hidroksida logam alkali, asam klorida, asam sulfat, garam fosfat dan khususnya  $ZnCl_2$  untuk melarutkan pengotor-pengotor dalam pori-pori arang aktif sehingga luas permukaan, ukuran pori lebih besar dan gugus fungsi arang aktif bertambah [4].

Disamping itu perkembangan zaman menyebabkan pergeseran pola makan masyarakat Indonesia dari tradisional (rebus) menjadi lebih modern (goreng) sehingga konsumsi minyak goreng meningkat. Tingginya harga minyak goreng menyebabkan tidak semua masyarakat menggunakan minyak untuk sekali menggoreng, khususnya pada masyarakat menengah kebawah sering kali minyak goreng dipakai berulang-ulang. Pemakaian minyak berulang-ulang menyebabkan rusaknya asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh, munculnya persenyawaan peroksida dan teroksidasinya pigmen tokoferol minyak menjadi kroman 5,6 kuinon sehingga minyak berwarna coklat, adanya air dari bahan yang kita goreng menyebabkan minyak dapat terhidrolisis menjadi asam lemak bebas dan gliserol [5] selain itu terlarutnya sisa bahan-bahan gorengan dalam minyak. Adanya bahan-bahan tersebut memberikan indikasi penurunan mutu minyak dan berbahaya bagi kesehatan. Agar dapat mengurangi zat-zat yang berbahaya bagi tubuh sehingga minyak aman untuk di konsumsi kembali, perlu dilakukan perlakuan terhadap minyak goreng sisa pakai. Salah satu cara perlakuan yang mudah dan sederhana adalah dengan menggunakan arang aktif sebagai adsorben.

Beberapa penelitian tentang pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa telah dilakukan dengan memanfaatkan limbah tempurung kelapa untuk pembuatan arang aktif melalui tahap karbonisasi dan tahap aktivasi. Aktivator yang digunakan adalah  $H_2SO_4$  dan  $H_3PO_4$ , produk arang aktif yang dihasilkan mempunyai kadar air 3,43% dan 3,35% dengan kadar abu 0,58% dan 0,62% untuk arang jawa dan untuk arang kalimantan dengan kadar air 6,18% dan 6,11% dengan kadar abu 1,10% dan 0,98% [6]. Arang aktif dari tempurung kelapa memiliki daya pemucatan terhadap

minyak goreng sisa pakai sebesar 18% [7]. Arang aktif dari tempurung kelapa memiliki kadar abu mencapai 6,49% [8]. Penelitian yang dilakukan dengan variasi temperatur karbonisasi 300°C, 350°C, 400°C dengan aliran konstan nitrogen didapatkan hasil adsorpsi yang tinggi pada temperatur 400°C [9]. Tempurung kelapa sawit memiliki kemiripan dan perbedaan dengan tempurung kelapa. Perbedaan yang mencolok yaitu pada kekerasan tempurung dan kadar karbon murni. Tempurung kelapa sawit memiliki tempurung lebih keras dan kadar karbon murni lebih tinggi, sehingga arang aktif tempurung kelapa sawit diduga memiliki kualitas yang lebih bagus dari arang aktif tempurung kelapa.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa sawit dengan aktivator HCl, NaOH dan  $ZnCl_2$ . Penggunaan aktivator HCl dan  $ZnCl_2$  karena aktivator tersebut memiliki kemampuan yang lebih besar dalam melarutkan pengotor dalam arang seperti K, Na, Mg, Ca, Mn dan Fe dibanding dengan aktivator lain seperti  $H_2SO_4$  [10], sehingga luas permukaan, ukuran pori lebih besar dan gugus fungsi arang aktif bertambah [4]. Penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah penanganan limbah padat industri kelapa sawit dengan menghasilkan produk baru yang lebih bermanfaat dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi, yaitu sebagai arang aktif dan dapat memberikan informasi jenis aktivator yang paling efektif untuk aktivasi arang aktif.

## 2. Metodologi

### Pembuatan dan aktivasi arang dari Tempurung Kelapa Sawit

Tempurung kelapa sawit dibakar dalam suatu kaleng pada tungku minimal oksigen (TMO). Pada tungku minimal oksigen terdapat satu ventilasi pada bagian bawah sebagai tempat masuknya bahan bakar dan keluar masuknya oksigen. Tempurung kelapa sawit yang akan diarangkan ditempatkan dalam kaleng dan pada bagian bawah kaleng diberi 4 lubang. Pengarangan dilakukan selama  $\pm 8$  jam dan setiap 15 menit dilakukan pengontrolan nyala pembakar.

Arang tempurung kelapa sawit yang telah berukuran 100 mesh direndam dalam larutan (bervariasi) HCl 1M, NaOH 1M,  $ZnCl_2$  1M selama 10 jam dengan perbandingan rasio 1 : 2. Kemudian larutan tersebut di saring. Selanjutnya dilakukan pencucian menggunakan akuades hingga pH 7. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 110°C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator.

### Karakterisasi arang aktif yang dihasilkan

Analisis arang aktif yang dihasilkan meliputi kadar air, kadar abu dan spektrofotometer FTIR.

### Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai – penentuan temperatur Optimum

Arang aktif sebanyak 0,25 gram didispersikan dalam 10 mL minyak yang ditempatkan dalam gelas beker. Campuran dipanaskan pada temperatur 70°C dan

diaduk konstan menggunakan pengaduk magnetik stirer dengan waktu kontak selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kertas saring. Perlakuan yang sama diulang dengan variasi temperatur 30, 50, 90, 110°C dan ditentukan kondisi optimum dengan pengukuran absorbansi filtrat yang diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai – penentuan waktu kontak optimum

Arang aktif sebanyak 0,25 gram didispersikan dalam 10 mL minyak yang ditempatkan dalam gelas beker. Campuran dipanaskan pada temperatur optimum dan diaduk konstan menggunakan pengaduk magnetik stirer dengan waktu kontak 15 menit. Campuran tersebut dipisahkan dengan disaring. Perlakuan yang sama diulang dengan variasi waktu kontak 30, 45, 60, 75, 90, 105 menit dan ditentukan kondisi optimum dengan pengukuran absorbansi filtrat yang diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai pada Kondisi Optimum Adsorpsi

Arang sebelum aktivasi sebanyak 0,25 gram didispersikan dalam 10 mL minyak yang ditempatkan dalam gelas beker. Campuran dipanaskan pada temperatur optimum dan diaduk konstan menggunakan pengaduk magnetik stirer pada waktu kontak optimum. Campuran tersebut dipisahkan dengan disaring. Perlakuan yang sama diulang untuk arang aktif perdagangan dan ditentukan absorbansi filtrat yang diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Pembuatan dan aktivasi Arang dari Tempurung Kelapa Sawit

Proses pembuatan arang tempurung kelapa sawit adalah dengan pengarang tempurung kelapa sawit kering menggunakan tungku minimal oksigen (TMO) selama  $\pm$  8 jam bertujuan untuk mendapatkan pembakaran arang yang sempurna. Arang yang dihasilkan masih mengandung pengotor, sehingga perlu perlakuan untuk melarutkan pengotor tersebut.

Proses aktivasi arang dilakukan secara kimia. Arang yang telah berukuran 100 mesh direndam dengan variasi aktivator yaitu larutan NaOH, HCl dan ZnCl<sub>2</sub>. Pada proses aktivasi, larutan tersebut akan melarutkan zat-zat pengotor dalam arang seperti mineral-mineral anorganik dan tar, sehingga menyebabkan semakin besar pori dan meningkatnya luas permukaan arang aktif [11], hal ini akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari arang aktif.

#### Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat kimia arang aktif yang akan mempengaruhi kemampuan adsorpsi arang aktif sebagai suatu adsorben. Berikut ini data pengukuran kadar air arang aktif tempurung kelapa sawit:

Tabel 1. Data pengukuran kadar air arang aktif tempurung kelapa sawit

Aktivator (1M)	Kadar Air (%)	Kadar Air (%) SNI
Tanpa Aktivator	4,3137	Maksimum 15
NaOH	3,1394	
HCl	2,3577	
ZnCl <sub>2</sub>	2,6479	

Dari data pada tabel 1 terlihat bahwa arang sebelum aktivasi memiliki kadar air yang lebih tinggi dibanding arang setelah diaktivasi. Penurunan kadar air menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin terbuka, sehingga luas permukaan arang aktif semakin meningkat. Dari pengujian diperoleh bahwa arang aktif dengan aktivator HCl memiliki kadar air terkecil yaitu sebesar 2,3577%.

#### Kadar Abu

Reaktivitas arang aktif tempurung kelapa sawit sebagai adsorben dipengaruhi oleh kadar abu. Kadar abu yang dihasilkan merupakan pengotor arang aktif, sehingga semakin rendah kadar abu maka kualitas arang aktif semakin baik. Berikut ini data pengukuran kadar abu arang aktif tempurung kelapa sawit:

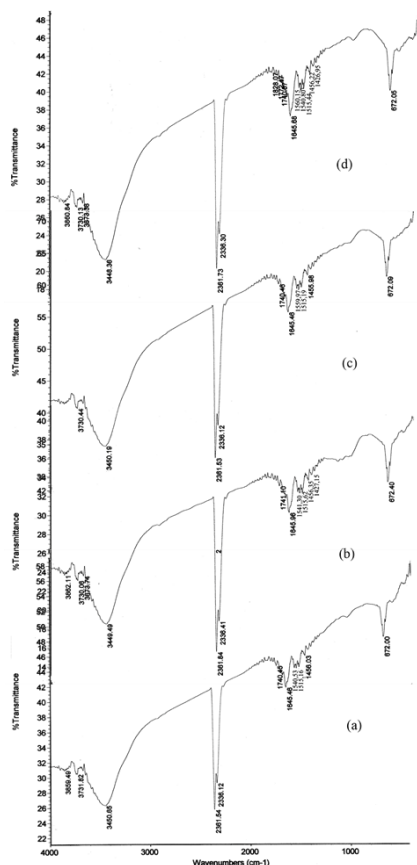
Tabel 2. Data pengukuran kadar abu arang aktif tempurung kelapa sawit

Aktivator (1M)	Kadar Abu (%)	Kadar Abu (%) SNI
Tanpa aktivator	3,2864	Maksimum 10
NaOH	1,6476	
HCl	1,3425	
ZnCl <sub>2</sub>	2,7792	

Dari data pada tabel 2 terlihat bahwa arang sebelum diaktivasi memiliki kadar abu lebih tinggi dibanding arang setelah diaktivasi. Dari pengujian diperoleh bahwa arang aktif dengan aktivator HCl memiliki kadar abu terkecil yaitu sebesar 1,3425%.

#### Spektra FTIR

Karakterisasi sampel dengan menggunakan metode spektrofotometri infra merah bertujuan untuk menentukan gugus fungsi yang ada dalam sampel. Karakterisasi dilakukan terhadap arang sebelum aktivasi dan arang setelah aktivasi, pola spektra hasil pengukuran disajikan pada gambar 1:



Gambar 1. Spektra FTIR arang aktif: a. Sebelum aktivasi, b. Teraktivasi ZnCl<sub>2</sub>, c. Teraktivasi NaOH dan d. Teraktivasi HCl

Pada gambar 1 terlihat bahwa pola spektra arang aktif sebelum dan sesudah aktivasi memiliki pola yang mirip. Dari ketiga aktivator yang digunakan, HCl merupakan aktivator yang paling bagus untuk mengaktivasi arang aktif, pori-pori arang aktif lebih terbuka dan dimungkinkan gugus fungsi yang semula tertutup oleh pengotor dengan adanya aktivasi HCl menyebabkan gugus fungsi tersebut lebih terbuka. Hal ini menyebabkan kuantitas gugus fungsi yang muncul pada arang aktif lebih banyak.

**Temperatur Optimum Pemucatan Minyak Goreng**

Penentuan temperatur optimum pemucatan minyak goreng sisa pakai dilakukan pada kisaran temperatur 30-110°C dengan selang 20°C. Daya pemucatan masing-masing adsorben dengan variasi temperatur adsorpsi disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Daya pemucatan arang aktif terhadap minyak goreng sisa pakai dengan variasi temperatur adsorpsi

Arang teraktivasi	Temperatur (°C)	% Daya Pemucatan
HCl	30	26,5896
	50	28,0347
	70	32,9480
	90	28,3237
	110	32,3699

NaOH	30	32,0809
	50	28,3237
	70	28,6127
	90	31,5029
	110	32,9480
ZnCl <sub>2</sub>	30	30,0578
	50	28,6127
	70	30,0578
	90	29,4798
	110	29,1908

Dari data pada tabel 4 terlihat bahwa temperatur mempengaruhi adsorpsi minyak goreng sisa pakai oleh arang aktif. Proses adsorpsi yang terjadi diduga mengikuti pola persamaan adsorpsi polimolekuler dan teori adsorpsi kapiler. Dari pemucatan minyak goreng sisa pakai diperoleh temperatur optimum adsorpsi untuk arang teraktivasi HCl, NaOH dan ZnCl<sub>2</sub> adalah 70°C, 30°C dan 30°C dengan daya pemucatan masing-masing sebesar 32,9480%, 32,0809% dan 30,0578%.

**Waktu Kontak Optimum Pemucatan Minyak Goreng**

Daya pemucatan arang aktif sebagai fungsi waktu disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Daya pemucatan arang aktif terhadap minyak goreng sisa pakai dengan variasi waktu kontak adsorpsi

Arang teraktivasi	Waktu kontak (menit)	% Daya Pemucatan
HCl	15	30,9249
	30	32,9480
	45	33,5260
	60	36,1272
	75	32,6590
	90	33,8150
	105	32,9480
NaOH	15	28,9017
	30	32,0809
	45	32,6590
	60	33,2370
	75	34,1040
	90	32,0809
ZnCl <sub>2</sub>	105	34,3931
	15	25,4335
	30	30,0578
	45	32,3699
	60	30,3468
	75	29,7688
90	33,2370	
105	32,3699	

Dari data pada tabel 4 terlihat bahwa waktu kontak mempengaruhi adsorpsi minyak goreng sisa pakai oleh arang aktif. Dari pemucatan minyak goreng sisa pakai diperoleh waktu kontak optimum adsorpsi untuk arang teraktivasi HCl, NaOH dan ZnCl<sub>2</sub> adalah 60 menit, 75 menit dan 90 menit dengan daya pemucatan masing-masing sebesar 36,1272%, 34,1040% dan 33,2370%.

Setelah diperoleh temperatur dan waktu kontak optimum adsorpsi, selanjutnya dilakukan adsorpsi minyak goreng sisa pakai dengan adsorben arang sebelum aktivasi dan arang aktif perdagangan,

bertujuan sebagai pembanding untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif perdagangan dan arang tempurung kelapa sawit sebelum dan setelah aktivasi. Hasil pengukuran disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Daya pemucatan arang tempurung kelapa sawit, arang teraktivasi HCl, NaOH, ZnCl<sub>2</sub> dan arang aktif perdagangan terhadap minyak goreng sisa pakai pada temperatur dan waktu kontak optimum adsorpsi

T optimum (°C)	t optimum (menit)	% Daya Pemucatan				
		Arang tanpa aktivasi	Arang setelah aktivasi			Arang aktif perdagangan
			HCl	ZnCl <sub>2</sub>	NaOH	
70	60	12,1387	36,1272	-	-	17,3419
30	75	10,1911	-	-	34,1040	17,6300
30	90	11,8497	-	33,2370	-	18,7861

Dari data pada tabel 6 terlihat bahwa daya pemucatan arang aktif perdagangan dan arang sebelum aktivasi lebih kecil dari arang setelah diaktivasi dengan HCl, NaOH dan ZnCl<sub>2</sub>. Dilihat dari temperatur optimum adsorpsinya maka penggunaan aktivator NaOH lebih menguntungkan dibanding arang teraktivasi HCl dan ZnCl<sub>2</sub>.

#### 4. Kesimpulan

Arang yang dihasilkan dapat digunakan sebagai adsorben. Aktivasi arang tempurung kelapa sawit dengan HCl, NaOH dan ZnCl<sub>2</sub> dapat meningkatkan daya pemucatan terhadap minyak goreng sisa pakai.

Arang teraktivasi NaOH merupakan arang aktif yang paling efektif untuk adsorpsi minyak goreng sisa pakai dengan peningkatan daya pemucatan dari 10,1911% menjadi 34,1040% pada temperatur 30°C dan waktu kontak 75 menit.

#### 5. Daftar Pustaka

[1] Tjutju Nurhayati, Tempurung Kelapa Sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan Pyrolegneous/Asap Cair, in: Departemen Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2005.

[2] Helena Jankowska, Andrzej Świątkowski, Jerzy Choma, Active carbon, Ellins Horwood, 1991.

[3] Muhammad Arif Pratama, Penurunan Kadar Deterjen Pada Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Yang Diikuti Reaktor Activated Carbon, in: Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2003.

[4] Muslim, Karakterisasi Karbon Aktif dari Green Coke dengan Perlakuan Kimia (NaOH), in: Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 1995.

[5] S. Ketaren, Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan, in, Universitas Indonesia Press, Jakarta, 1986.

[6] A. Budiono, Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk

Adsorpsi Fenol, in: Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.

[7] Ani Prihartini, Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai dengan Karbon Aktif, in: Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.

[8] E. F. Jaguaribe, L. L. Medeiros, M. C. S. Barreto, L. P. Araujo, The performance of activated carbons from sugarcane bagasse, babassu, and coconut shells in removing residual chlorine, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 22, (2005) 41-47

[9] M. A. Rahman, M. Asadullah, M. M. Haque, M. A. Motin, M. B. Sultan, M. A. K. Azad, Preparation and characterization of activated charcoal as an adsorbent, Journal of Surface Science and Technology, 22, 3/4, (2006) 133-140

[10] Arthur Israel Vogel, G. Svehla, Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis, Longman Scientific & Technical, 1987.

[11] Indah Subadra, Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator (NH<sub>4</sub>)HCO<sub>3</sub> dan Aplikasinya sebagai Adsorben dalam Proses Penjernihan Virgin Coconut Oil, in: Jurusan Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2005.