

# Dekolorisasi dan Deoilisasi Parafin menggunakan Adsorben Zeolit, Arang Aktif dan Produk Pirolisis Batu Bara

Bardi Murachman\*, Eddie Sandjaya Putra, Wulandary  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika 2, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

## Abstract

Indonesian wax production was reaching 50277 barrels in 2009. Although the wax production rate in Indonesia is quite high, it is still not enough to fulfill the demand. Therefore, Indonesia has to import wax from China. Unfortunately, Indonesian wax qualities, especially related to colour and hardness, are less compared with those from China. Local wax is more brownish yellow, soft and easily melted compared with the wax from China which is whiter, harder and difficult to melt.

Many research activities have been conducted to improve quality of local wax. Among of them is with the use of adsorption method with adsorbent. Various adsorbents can be used, including activated carbon, zeolite, and coal pyrolysis product. The present work aim was to find the ability of forementioned adsorbent in purpose to improve the quality of wax, i.e. colour and texture, by decolorization dan deoilization process. Adsorbent was added to the wax at 90°C and mixing was then conducted. Parameters under investigation were the influence of the ratio of wax to adsorbent and the optimum mixing time.

Based on reduction of oil content and colour intensity, the best wax -adsorbent ratio was 6 : 6 with a mixing time of 50 minutes. Zeolite gives the best adsorption properties and high effectivity in deoilization and decolorization process.

**Keywords** : adsorption, decolorization, deoilization, adsorbent, wax

## Abstrak

Produksi lilin di Indonesia mencapai 50.277 barrel pada tahun 2009. Walaupun produksi lilin di dalam negeri cukup tinggi, jumlah tersebut belum mencukupi permintaan dari masyarakat sehingga masih harus mengimport lilin dari Cina. Sayangnya, lilin dalam negeri kualitasnya lebih rendah dibandingkan lilin dari Cina. Lilin dalam negeri masih berwarna kuning kecoklatan, lunak dan mudah meleleh sedangkan lilin produksi Cina jauh lebih putih, keras dan lebih lama meleleh.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas lilin. Proses adsorpsi menggunakan adsorben merupakan salah satunya. Berbagai jenis adsorben dapat digunakan, seperti arang aktif, zeolite, maupun produk pirolisis batu bara. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan adsorpsi dari masing-masing adsorben tersebut dalam meningkatkan kualitas, warna dan struktur lilin, dengan cara dekolourisasi dan deoilisasi. Adsorben ditambahkan ke lilin pada suhu sekitar 90°C dan dilakukan pengadukan. Parameter yang dikaji dalam penelitian ini adalah pengaruh rasio lilin : adsorben dan waktu pengadukan optimum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio lilin : adsorben terbaik adalah 6:6 bila dilihat dari pengurangan kadar minyak dan kadar zat warna, dengan waktu pengadukan terbaik adalah 50 menit. Zeolit memberikan sifat penyerapan terbaik dan efektivitas tinggi dalam proses deoilisasi dan dekolourisasi.

**Kata kunci** : adsorpsi, dekolourisasi, deoilisasi, adsorben, lilin

## Pendahuluan

Kebutuhan lilin di Indonesia termasuk cukup tinggi, antara lain digunakan untuk penerangan, membuat, industri tekstil, keperluan ibadah, lipstik dan sebagainya. Produksi lilin di Indonesia mencapai sekitar 50.277 barrels atau sekitar  $8 \times 10^6$  liter pada tahun 2009. Saat ini, lilin dari Cina lebih diminati dibandingkan dengan lilin lokal karena lilin lokal berwarna

kuning kecoklatan, berkadar minyak tinggi, lebih lunak dan mudah meleleh sedangkan lilin dari Cina memiliki warna lebih putih dan bersih, berkadar minyak rendah, keras dan lebih tinggi suhu lelehnya.

Warna kecoklatan pada lilin dengan struktur yang lunak dan mudah meleleh merupakan masalah utama dalam pengolahan lilin karena adanya minyak selain parafin, antara lain senyawa aromatik dan resin. Usaha peningkatan kualitas lilin, warna maupun kadar minyak dilakukan dengan proses dekolourisasi dan deoilisasi. Pencarian adsorben yang paling efektif

\* Alamat korespondensi: bmurachman@chemeng.ugm.ac.id

dan ekonomis dalam proses dekolorisasi dan deoilisasi masih terus dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa proses adsorpsi dapat digunakan untuk dekolorisasi dan deoilisasi lilin, dengan memilih adsorben yang baik dan ramah lingkungan untuk proses dekolorisasi dan deoilisasi lilin kualitas rendah, serta mencari kondisi operasi seperti waktu kontak dan konsentrasi yang memberikan hasil optimal untuk prosesnya.

Lilin merupakan senyawa hidrokarbon yang ada pada suhu kamar berbentuk padat dan mempunyai titik lebur antara 90–200°C. Berdasarkan sifat fisisnya ada dua macam jenis lilin yaitu lilin parafin dan mikrokristalin. Lilin kristalin maupun mikrokristalin banyak digunakan untuk melapisi permukaan kertas, industri-industri farmasi dan kosmetik, pabrik ban, dan sebagainya (Kirk dan Othmer, 1953). Lilin mikrokristalin atau kadang disebut *amorphous* memiliki titik lebur sekitar 159 – 190°F. Sedangkan lilin parafin memiliki titik lebur sekitar 48°C (NIIR, 2005).

Dekolorisasi adalah proses penghilangan warna pada lilin, sedangkan deoilisasi (*deoilng*) merupakan proses pemisahan atau pengambilan minyak yang berguna untuk memurnikan *slack wax* yang memiliki kadar minyak tinggi menjadi *petroleum wax* dengan kadar minyak rendah. Dekolorisasi dan deoilisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu : 1.) Dengan penambahan asam (Cara ini umumnya memakai asam sulfat yang membentuk lumpur. Bahan-bahan berwarna dalam bahan lumpur dan lilin dapat dipisahkan dengan disaring); 2.) Dengan pengkeringatan (*sweating*); dan 3). Dengan adsorpsi menggunakan adsorben tertentu.

Proses deoilisasi dan dekolorisasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan proses ketiga, yaitu proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses berkontakannya padatan dan campuran cairan, yang pada kondisi tersebut terdapat bagian cairan yang terjerap pada permukaan padatan yang mengakibatkan perubahan komposisi cairan yang tidak teradsorpsi (Brown, 1950). Daya adsorpsi dipengaruhi oleh lima faktor, yaitu jenis adsorbat (ukuran molekul

adsorbat dan kepolaran zat), karakteristik adsorben (kemurnian adsorben dan luas permukaan serta volume pori adsorben), tekanan dan suhu operasi serta interaksi potensial (Treybal, 1980). Apabila suatu bahan terlarut dalam proses adsorpsi, maka bahan tersebut akan terdistribusi pada kedua fase dengan perbandingan tertentu. Keseimbangan adalah suatu keadaan ketika kecepatan transfer massa suatu bahan dalam fase A ke fase B sama dengan kecepatan transfer massa bahan tersebut dari fase B ke fase A sehingga kecepatan adsorpsi sama dengan kecepatan desorpsi (Smith, 1970).

Berdasarkan mekanisme atau tenaga pemicunya, proses adsorpsi diklasifikasikan menjadi tiga proses, yaitu (Brown, 1950):

1. Adsorpsi secara fisik

Adsorpsi ini hanya terjadi di permukaan tanpa ada reaksi kimia yang terlibat. Adsorpsi fisik dapat terjadi jika diberikan *mechanical force* seperti pengadukan atau penggoyangan. Adsorpsi ini berlangsung cepat.

2. Adsorpsi secara kimia

Adsorpsi kimia terjadi karena reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben, dan terbentuk ikatan kovalen dengan ion. Adsorpsi ini bersifat *irreversibel* dan hanya membentuk lapisan tunggal. Umumnya proses ini terjadi pada suhu tinggi yaitu di atas suhu kritis adsorbat. Secara sederhana, proses ini digambarkan sebagai :



A dan B menempel pada katalis lalu bereaksi menghasilkan C. Kemudian C meninggalkan katalis dan mengikat fluida. Perbedaan antara adsorpsi fisik dan kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

3. Adsorpsi dengan pergantian ion

Pada adsorpsi ini, padatan memberikan sebuah ion kepada fluida untuk tiap ion yang diadsorpsinya. Misalnya pada pelunakan air (*water softening*), air yang mengandung ion  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  ditukar dengan ion  $Na^+$  yang dilepaskan oleh adsorben (resin polimer) sehingga ion  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  mengendap.

**Tabel 1.** Perbedaan antara adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia

No.	Parameter	Adsorpsi Fisik	Adsorpsi Kimia
1.	Adsorben	Semua jenis	Terbatas
2.	Adsorbat	Semua gas	Kecuali gas mulia
3.	Jenis ikatan	Fisika	Kimia
4.	Panas adsorpsi	5-10 kkal/gmol gas	10-100 kkal/gmol gas
5.	Temperatur adsorpsi	Di bawah temperatur kritis	Di atas temperatur kritis
6.	Energi aktivasi	Kurang dari 1 kkal/gmol	10-60 kkal/gmol
7.	Reversibilitas	Reversibel	Tidak selamanya reversibel
8.	Tebal lapisan	Banyak ( <i>multilayer</i> )	Satu ( <i>monolayer</i> )
9.	Kecepatan adsorpsi	Besar	Kecil
10.	Jumlah zat yang teradsorpsi	Sebanding dengan kenaikan tekanan	Sebanding dengan banyak inti aktif adsorben yang dapat bereaksi dengan adsorbat

Dalam penelitian ini yang berfungsi sebagai *adsorbate* adalah zat warna, sedangkan adsorben yang digunakan adalah hasil pirolisis batu bara, arang aktif, dan zeolit.

a. Hasil pirolisis batu bara

Pirolisis merupakan proses pembakaran pada suhu tinggi dengan sedikit oksigen yang digunakan untuk mendekomposisikan bahan organik secara kimia. Batu bara yang merupakan sedimen bahan organik (senyawa hidrokarbon rantai panjang) akan mengalami dekomposisi selama proses pirolisis dan menghasilkan tar, gas, dan kokas. Senyawa berupa resin, karbon dan mineral lain yang tidak terbakar yang terbentuk dari proses pirolisis akan mengotori (menjadi *impurities*) hasil pirolisis batu bara yang didapatkan (Akbar dan Ifan, 2011).

b. Arang aktif

Arang aktif merupakan arang yang telah diaktifkan. Tahap pengaktifan merupakan langkah yang sangat penting untuk mengubah arang biasa menjadi arang yang memiliki porositas tinggi dengan luas permukaan yang besar sehingga meningkatkan efektivitas proses penyerapan yang akan didapatkan (Jankowska dkk., 1991).

c. Zeolit

Zeolit merupakan senyawa alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium, dan barium yang memiliki struktur berpori. Secara alamiah, pori-pori zeolit dapat berfungsi sebagai adsorben. Untuk meningkatkan aktivitas adsorpsi, zeolite bisa diaktivasi terlebih dahulu, baik dengan bahan kimia maupun dengan cara fisis.

Banyak peneliti yang meneliti dan mengembangkan persamaan-persamaan empiris yang berguna dalam mendekati mekanisme proses adsorpsi yang terjadi pada padatan adsorben. Beberapa model umum yang sering

digunakan dalam pendekatan proses adsorpsi adalah sebagai berikut:

- Persamaan Henry

Persamaan Henry dikembangkan berdasarkan keadaan kesetimbangan yang terjadi pada permukaan adsorben setelah proses adsorpsi berjalan dalam jangka waktu tertentu. Konsentrasi zat di permukaan adsorben akan konstan pada kondisi kesetimbangan dan dirumuskan dalam persamaan (Oscik, 1982):

$$X^s = K.X \tag{2}$$

- *Freundlich's Adsorption Isoterm*

*Freundlich's Adsorption Isoterm* dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa adsorpsi yang terjadi pada situs aktif adsorben bersifat heterogen (situs aktif akan mengikat berbagai ion yang berbeda). Persamaan adsorpsi yang dikemukakan oleh Freundlich dapat ditulis sebagai berikut (Kinniburgh, 1986):

$$a = k.X^{1/n} \tag{3}$$

- *Langmuir's Adsorption Isoterm*

Persamaan *Langmuir* dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa situs aktif pada permukaan adsorben masing-masing hanya akan mengikat satu molekul (baik terikat secara fisis maupun kimia) dan terjadi *monomolecular adsorption layer*. Persamaan *Langmuir* dirumuskan sebagai berikut :

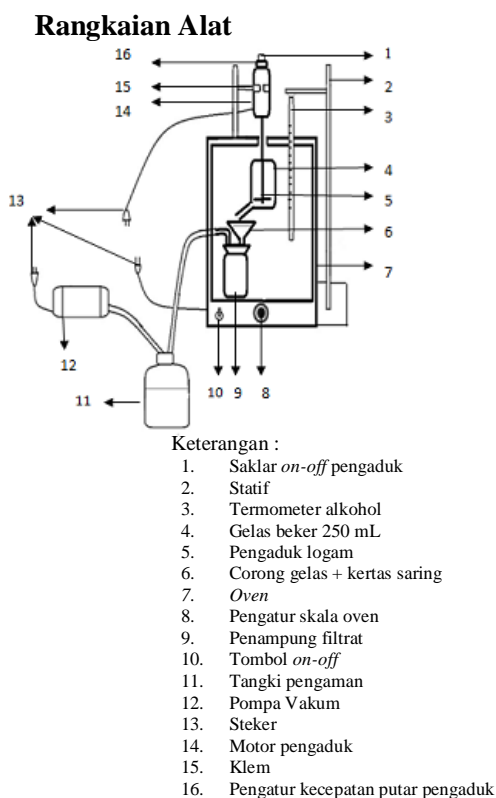
$$a = \frac{a_m \cdot k.X}{1 + k.X} \tag{4}$$

Penelitian deoilisasi dan dekolonisasi parafin ini menggunakan persamaan *Langmuir* untuk mendekati proses adsorpsi-komponen minyak dari parafin yang berkontribusi terhadap keberhasilan proses deoilisasi dan dekolonisasi dalam meningkatkan kualitas lilin.

## Metode Penelitian

### Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah lilin yang berasal dari perusahaan lilin di Cepu, Jawa Tengah. Bahan yang diperlukan sebagai adsorben adalah zeolit dan arang aktif yang diperoleh dari CV Bratachem, serta batu bara yang dipirolisis di Laboratorium Teknologi Minyak Bumi dan Gas Bumi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Sedangkan bahan yang diperlukan dalam pengaktifan zeolit adalah HCl (32%), *aquadest* yang diperoleh dari Laboratorium Teknologi Minyak Bumi dan Gas Bumi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.



**Gambar 1. Rangkaian Alat Percobaan Variasi Konsentrasi dan Waktu**

### Prosedur Penelitian

- Penghalusan ukuran zeolit, arang aktif, dan produk pirolisis batu bara.

Zeolit, arang aktif, dan batu bara hasil pirolisis didapatkan dari CV Bratachem yang masih berukuran besar. Masing-masing dihaluskan menggunakan *crusher* dan digiling serta diayak dengan *screener* berukuran -45 + 100 mesh.

- Pengaktifan zeolit.

Zeolit yang telah diayak direndam dengan HCl (32%) di dalam gelas beker. Perendaman ini dilakukan selama 24 jam. Kemudian zeolit tersebut direndam dengan *aquadest* sehingga diperoleh pH netral.

- Percobaan dengan variasi konsentrasi.

Oven dalam rangkaian alat seperti Gambar 1 dihidupkan dan diatur skala pemanasannya pada 1,5 dan suhu pada 90°C. Sambil menunggu suhu 90°C tercapai, 30 gram lilin berkualitas rendah (*slack wax*) dan zeolit sebanyak 30 gram (variasi rasio lilin-adsorben = 6 : 6) ditimbang. Lilin kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker yang berada di dalam oven lalu ditunggu seluruh lilin meleleh untuk kemudian dimasukkan adsorben ke dalam lelehan lilin. Campuran diaduk selama 50 menit. Setelah pengadukan selesai, sumbatan pada gelas beker dibuka dan penyaringan dengan menggunakan kertas *Whatman 40* dilakukan dengan bantuan pompa vakum. Setelah penyaringan selesai, lilin dicetak pada wadah yang telah tersedia. Setelah hasil cetakan mengeras, maka hasil akhir lilin yang didapat ditimbang. Hal yang sama dilakukan untuk variasi rasio lilin-adsorben (6 : 3) ; (6 : 2) ; (6 : 1,5) ; (6 : 1,2) ; (6 : 1). Kemudian melakukan langkah yang sama untuk adsorben produk pirolisis batu bara dan arang aktif.

- Percobaan dengan variasi waktu.

Percobaan dengan variasi waktu dilakukan pada rasio konsentrasi lilin-adsorben yang memberikan hasil paling baik. Selanjutnya dilakukan langkah-langkah pekerjaan yang sama seperti pada variasi konsentrasi. Variasi waktu pengadukan yang dilakukan yaitu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 50 menit.

- Analisis dekolorisasi lilin.

Sebelum dianalisis, sampel lilin-lilin tersebut dipotong dan disamakan ukurannya. Sebagai pembandingan terhadap hasil lilin percobaan, dibuat beberapa lilin standar yang diperoleh dengan mencampurkan lilin ideal (lilin komersial) dengan lilin berkualitas rendah sehingga diperoleh 11 warna standar. Warna ke-1 adalah warna paling baik, yaitu murni lilin ideal, sedangkan warna ke-11 adalah warna terjelek yaitu lilin berkualitas rendah. Adapun perbandingan lilin ideal dengan lilin kualitas rendah yang dibutuhkan untuk pencampuran tersebut adalah (10:0); (9:1); (8:2); (7:3); (6:4); (5:5); (4:6); (3:7); (2:8); (1:9); (0:10). Analisis ini menggunakan

bantuan statistik dengan membandingkan warna lilin percobaan dengan warna lilin standar.

- Analisis deoilisasi lilin

Analisis deoilisasi dengan menggunakan alat standarisasi *Melting Point Apparatus*. Dengan mengambil sedikit (sekecil mungkin) sampel lilin untuk diuji, lalu ditutup dengan kaca yang berbentuk lingkaran. Kemudian menghidupkan tombol *on/off* untuk memanaskan sampel hingga sampel meleleh. Saat terjadi lelehan pertama kalinya, segera melakukan pembacaan suhu pada termometer alkohol yang ada pada alat tersebut. Suhu yang terbaca dicatat sebagai titik leburnya.

**Analisis Data**

Penentuan kadar zat warna standar dalam lilin:

$$P = \frac{A}{A + B} \cdot Q \tag{5}$$

Perhitungan warna lilin pada sampel dengan interpolasi :

$$\frac{R_1 - R_2}{S_1 - S_2} = \frac{R - R_2}{S - S_2} \tag{6}$$

Untuk penentuan kadar minyak pada lilin ditentukan dengan *melting point* yang dibandingkan dengan lilin standar:

$$Y = \frac{A}{A + B} \cdot Z \tag{7}$$

Penentuan kadar minyak pada lilin sampel dengan interpolasi:

$$\frac{X_1 - X_2}{T_1 - T_2} = \frac{X - X_2}{T - T_2} \tag{8}$$

Linierisasi persamaan *Langmuir* untuk mendekati mekanisme adsorpsi yang menyertai proses deoilisasi dan dekolonisasi:

$$\frac{X}{a} = \frac{1}{a_m \cdot k} + \frac{1}{a_m} \cdot X \tag{9}$$

Dengan  $a_m$  dan  $k$  adalah konstanta.

Menggunakan data  $X$  dan  $a$  hasil penelitian, nilai  $a_m$  dan  $k$  dapat dicari dengan menggunakan regresi linear.

$$y = A + Bz \tag{10}$$

Dengan

$$B = \frac{n \sum zy - \sum z \sum y}{n \sum z^2 - (\sum z)^2} \tag{10}$$

$$A = \frac{\sum y - B \sum z}{n} \tag{11}$$

dengan :

$$z = X \tag{12}$$

$$y = \frac{X}{a} \tag{13}$$

$$B = \frac{1}{a_m}, \quad a_m = \frac{1}{B}$$

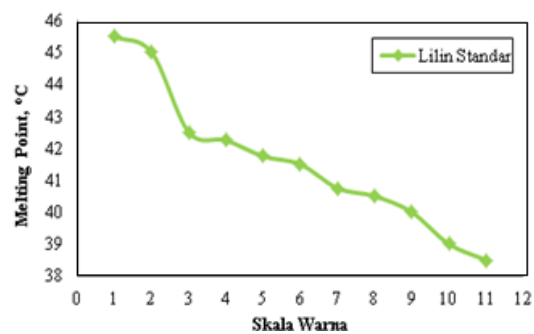
$$B = \frac{1}{a_m}; \quad a_m = \frac{1}{B} \tag{14}$$

$$A = \frac{1}{a_m k}; \quad k = \frac{1}{a_m A} \tag{15}$$

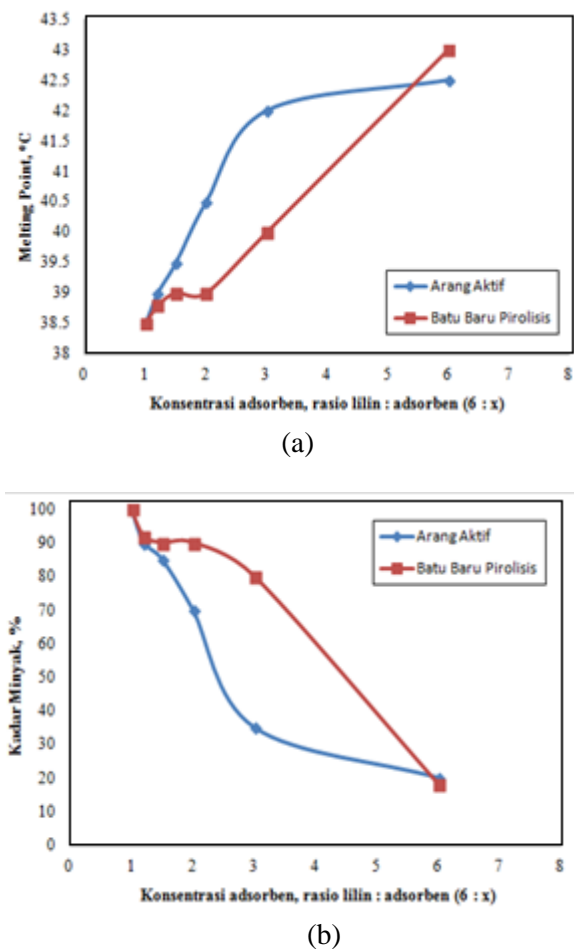
**Hasil dan Pembahasan**

**Deoilisasi**

Deoilisasi (pengurangan kadar minyak) terjadi setelah ditambahkan berbagai jenis adsorben ke dalam campuran lilin. Pengurangan kadar minyak dalam lilin ditunjukkan dengan naiknya suhu *melting point* lilin. Ketika minyak jenis aromatik, yang memiliki *melting point* lebih rendah, terjerap di dalam adsorben menyebabkan naiknya komposisi parafin dalam lilin, sehingga lilin akan memiliki *melting point* lebih tinggi. Hasil deoilisasi yang diperoleh dengan menggunakan ketiga jenis adsorben (arang aktif, zeolit, dan batu bara pirolisis) dapat dilihat pada Gambar 3 – 6. Sedangkan hasil pengujian lilin standar yang digunakan sebagai pedoman dalam penentuan kadar minyak ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian *Melting Point* Lilin Standar dalam Berbagai Kosentrasi Minyak.

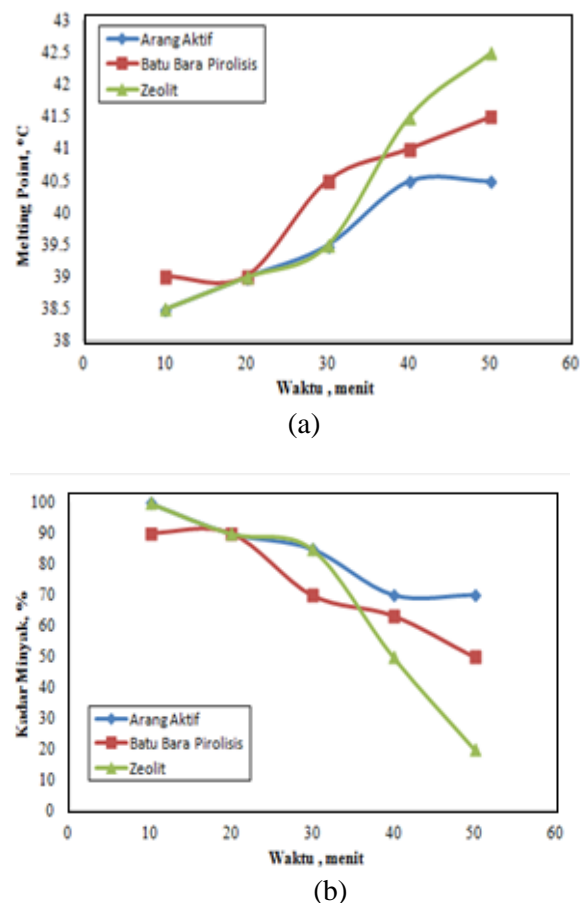


**Gambar 3.** Pengaruh Konsentrasi Adsorben dalam Lilin terhadap (a) *Melting Point*, (b) Kandungan Minyak dalam Lilin.

Gambar 2 menunjukkan bahwa bertambahnya komposisi lilin berkualitas rendah (*slack wax*) dalam campuran lilin (lilin kualitas tinggi + lilin kualitas rendah) menyebabkan *melting point* lilin turun. Hal ini disebabkan oleh besarnya kandungan minyak pada *slack wax* yang memiliki *melting point* jauh lebih rendah dibandingkan parafin murni. Hal ini ditunjukkan pula dengan perbandingan terhadap lilin standar dengan skala warna yang lebih tinggi (komposisi lilin berkualitas rendah besar), *melting point* lilin campuran yang dihasilkan akan rendah.

Hasil pengujian lilin dengan variasi rasio lilin-adsorben pada Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya jumlah adsorben maka *melting point* lilin yang didapatkan akan semakin tinggi (3(a)). Naiknya *melting point* menandai adanya penurunan kadar minyak dalam campuran lilin setelah dilakukan proses penyerapan (3(b)). Kedua adsorben yang digunakan menunjukkan kecenderungan penurunan kadar minyak yang serupa. Dengan berkurangnya kadar minyak

dalam lilin, waktu penyalan lilin akan semakin panjang. Kualitas lilin yang lebih tinggi ini membuat lilin hasil penyerapan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi daripada lilin sebelum diolah.



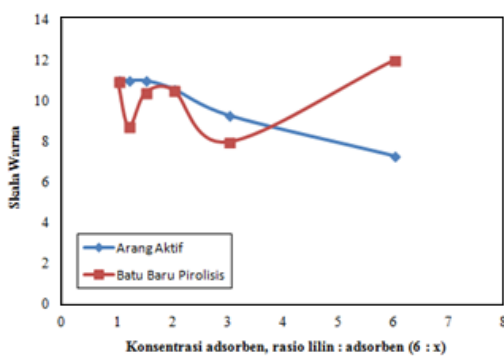
**Gambar 4.** Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap (a) *Melting Point*, (b) Kadar Minyak dalam Lilin

Variasi waktu pengadukan dilakukan untuk melihat lama waktu penyerapan yang harus diberikan untuk memastikan proses penyerapan dapat berlangsung dengan baik. Konsentrasi adsorben yang digunakan yaitu rasio lilin-adsorben 6 : 3. Gambar 4 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu pengadukan, *melting point* lilin yang dihasilkan akan semakin meningkat (4(a)), seiring dengan menurunnya kadar minyak pada lilin hasil pengolahan (4(b)). Ketiga adsorben menunjukkan kecenderungan hasil yang serupa. Dari Gambar 4(a) dan 4(b) terlihat pula bahwa zeolit mampu memberikan hasil penyerapan yang terbaik dibandingkan adsorben arang aktif dan hasil pirolisis batu bara pada waktu pengadukan 50 menit yang ditunjukkan dengan penurunan kadar minyak yang paling besar. Perbedaan kadar minyak awal

sampel pada Gambar 4(b) terjadi karena ketidak-homogenan kandungan minyak pada *slack wax* (lilin kualitas rendah) bahan baku yang digunakan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa penambahan adsorben maupun perpanjangan waktu pengadukan dapat menaikkan efektivitas proses deoilisasi. Untuk proses deoilisasi didapatkan kondisi operasi yang memberikan hasil yang signifikan pada rasio lilin-adsorben 6 : 6 dan waktu pengadukan 50 menit.

**Dekolorisasi**

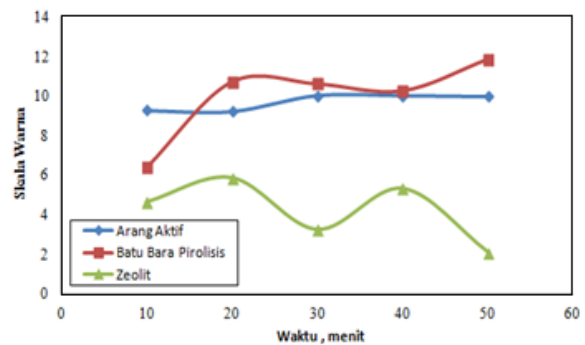
Dekolorisasi merupakan proses penghilangan warna. Dekolorisasi lilin merupakan upaya, selain deoilisasi, untuk menaikkan nilai jual lilin dengan menjernihkan warna lilin sehingga produk lilin terlihat bersih dan lebih menarik. Penjerapan dengan adsorben yang dilakukan terhadap lilin dapat memberikan efek deoilisasi sekaligus dekolorisasi. Hasil dekolorisasi yang diperoleh dengan menggunakan ketiga jenis adsorben (arang aktif, zeolite, dan batu bara pirolisis) dapat dilihat pada Gambar 5— 6.



**Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Adsorben dalam Lilin terhadap Skala Warna.**

Skala warna pada Gambar 5 melambangkan warna yang diberikan oleh sampel lilin setelah dekolorisasi (adsorpsi) dilakukan. Skala warna yang tinggi menunjukkan kadar zat warna yang tinggi pada lilin dan sebaliknya. Hasil dekolorisasi lilin dengan menggunakan adsorben arang aktif dan batu bara pirolisis menunjukkan kecenderungan yang berbeda antara kedua

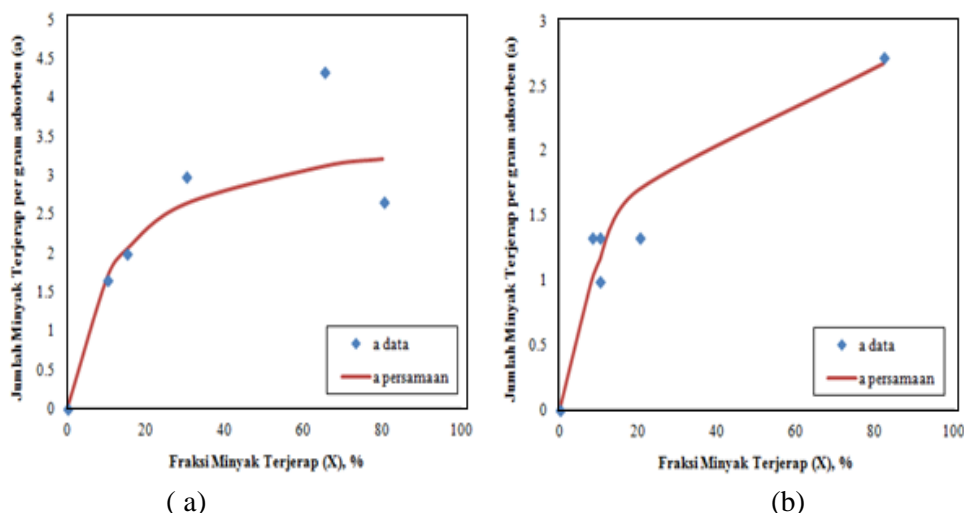
adsorben. Untuk adsorben arang aktif, terlihat bahwa dengan bertambahnya jumlah arang aktif, skala warna dan kadar zat warna yang dihasilkan akan semakin turun. Penurunan ini menunjukkan lilin hasil pengolahan memiliki warna yang lebih jernih sehingga mencapai tujuan dilakukannya dekolorisasi. Namun, untuk adsorben batu bara hasil pirolisis, warna lilin yang didapatkan justru lebih jelek dibanding dengan keadaan sebelum diolah, sebagaimana terlihat pada rasio lilin-adsorben di atas 6 : 3. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya komponen resin dan karbon di dalam lilin akibat proses desorpsi zat pengotor dari adsorben batu bara pirolisis. Jumlah pengotor yang terdesorpsi ke lilin akan bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah adsorben sehingga warna lilin tercemar oleh pengotor baru.



**Gambar 6. Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap Skala Warna.**

Pada dekolorisasi dengan variasi waktu pengadukan, terlihat bahwa pengurangan skala warna lilin tidak signifikan, terutama untuk batu bara hasil pirolisis. Kecenderungan berbeda yang terjadi pada adsorben batu bara pirolisis disebabkan oleh kandungan pengotor di dalam adsorbennya sendiri yang telah mengurangi kejernihan lilin yang dihasilkan. Dari Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa variasi waktu pengadukan tidak banyak mempengaruhi proses dekolorisasi. Efektivitas proses dekolorisasi relatif hanya dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah adsorben, sedangkan bertambahnya waktu pengadukan tidak meningkatkan efektivitas dekolorisasi yang dilakukan.

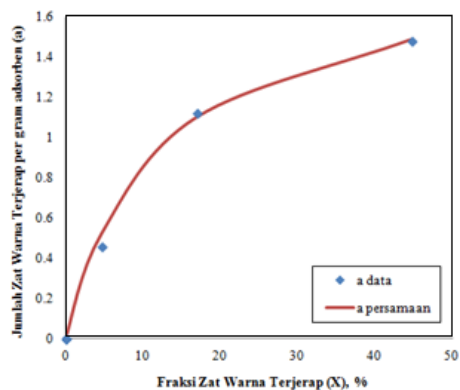




Gambar 7. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Pendekatan Model *Langmuir* pada Proses Deoilisasi Menggunakan Adsorben (a) Arang Aktif, (b) Batu Bara Pirolisis.

Dari hasil penelitian terhadap proses deoilisasi dan dekolorisasi lilin ini, dapat disimpulkan bahwa zeolit merupakan adsorben pengolahan lilin yang paling bagus dibanding adsorben lain. Penggunaan zeolit memberikan pengurangan kadar minyak dan zat warna hingga 80% (skala warna yang dihasilkan mendekati 1 dimana merupakan skala warna untuk lilin berkualitas tinggi yang putih bersih) pada rasio lilin-adsorben 6 : 6 dan waktu pengadukan 50 menit. Adsorben arang aktif telah menunjukkan kecenderungan deoilisasi dan dekolorisasi yang serupa dengan adsorben zeolit namun dengan efektivitas penyerapan yang lebih rendah. Adapun adsorben batu bara hasil pirolisis cukup efektif digunakan untuk proses deoilisasi, namun tidak efektif digunakan untuk dekolorisasi karena zat pengotor yang terkandung di dalam batu bara pirolisis justru mencemari lilin yang akan dihasilkan. Oleh karena itu, untuk menggunakan batu bara hasil pirolisis sebagai adsorben deoilisasi sekaligus dekolorisasi diperlukan *pretreatment* penghilangan pengotor terlebih dahulu sebelum digunakan.

Peristiwa deoilisasi dan dekolorisasi yang terjadi pada lilin yang ditambahkan adsorben didekati dengan model *Langmuir Adsorption Isoterm*. Data proses deoilisasi dan dekolorisasi yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mencari konstanta  $a_m$  dan  $k$  pada model *Langmuir*. Perbandingan hasil penyerapan oleh adsorben, baik untuk deoilisasi maupun dekolorisasi, dari model *Langmuir Adsorption Isoterm* dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 8. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Pendekatan Model *Langmuir* pada Proses Dekolorisasi Menggunakan Adsorben Arang Aktif.

Data untuk pendekatan proses adsorpsi (baik dekolorisasi maupun deoilisasi) dengan model *Langmuir Adsorption Isoterm* pada Gambar 7 dan 8 hanya menggunakan data variasi konsentrasi adsorben, dengan alasan model *Langmuir* dikembangkan berdasarkan keadaan seimbang (dengan waktu pengadukan selama 50 menit yang digunakan untuk percobaan variasi konsentrasi adsorben, proses adsorpsi diasumsikan sudah mencapai keadaan seimbang). Untuk pendekatan proses dekolorisasi pada Gambar 8, hanya data dengan adsorben arang aktif yang digunakan karena data dengan batu-bara hasil pirolisis terpengaruh oleh pengotor-pengotor yang terdapat pada adsorbennya sendiri dan menyebabkan ketidak-akuratan dalam pengambilan data zat warna (Gambar 5). Pada Gambar 7 dan 8 dapat terlihat bahwa model *Langmuir Adsorption Isoterm* berhasil mendekati peristiwa deoilisasi dan dekolorisasi lilin yang diteliti. Model *Langmuir* dapat memberikan nilai



$a$  (jumlah zat yang terjerap per massa adsorben) yang mendekati hasil penelitian. Kecenderungan grafik yang didapatkan juga sesuai dengan hasil penelitian. Semakin besar jumlah zat (minyak atau zat warna) yang berkurang dari sampel lilin setelah proses penjerapan, maka semakin banyak kandungan zat terjerap dalam masing-masing adsorben. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model *Langmuir Adsorption Isoterm* dapat digunakan untuk mendekati proses adsorpsi pada deoilisasi dan dekolorisasi lilin.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Proses dekolorisasi dan deoilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan adsorben yang tepat.
- Adsorben zeolit, batu bara hasil pirolisis, dan arang aktif dapat digunakan untuk dekolorisasi maupun deoilisasi lilin.
- Zeolit dapat memberikan hasil yang paling optimal pada proses dekolorisasi yaitu pada menit ke-50 dengan warna mendekati 1 (ideal).
- Zeolit memberikan hasil yang optimal dalam proses deoilisasi yang diindikasikan dengan *melting point* lilin 42,5°C dengan pengurangan kadar minyak sebanyak 80%.
- Batu bara pirolisis mengandung beberapa senyawa pengotor yang justru berpindah (terdesorpsi) ke lilin saat jumlahnya bertambah, sehingga warna yang didapat tidak bagus.
- Waktu pengadukan pada rentang waktu 10-50 menit tidak terlalu berpengaruh dalam meningkatkan keputihan lilin.
- Model *Langmuir Adsorption Isoterm* dapat digunakan untuk mendekati proses deoilisasi dan dekolorisasi lilin dengan adsorben.

### Daftar Notasi

$a$  = Jumlah zat (minyak atau zat warna) yang teradsorpsi oleh 1 gram adsorben  
 $a_m$  = Jumlah zat maksimal (jenuh) yang dapat teradsorpsi oleh permukaan dari 1 gram adsorben  
 $A$  = Massa lilin kualitas rendah  
 $B$  = Massa lilin kualitas tinggi  
 $k$  = konstanta *Langmuir*

$K$  = konstanta Henry  
 $P$  = Fraksi zat warna pada lilin standar  
 $Q$  = Fraksi zat warna pada lilin kualitas rendah  
 $R$  = Fraksi zat warna pada lilin sampel  
 $R_1$  = Fraksi zat warna pada lilin standar 1  
 $R_2$  = Fraksi zat warna pada lilin standar 2  
 $S$  = Skala warna pada lilin sampel  
 $S_1$  = Skala warna pada lilin standar 1  
 $S_2$  = Skala warna pada lilin standar 2  
 $T$  = Suhu melting point pada lilin sampel  
 $T_1$  = Suhu melting point pada lilin standar 1  
 $T_2$  = Suhu melting point pada lilin standar 2  
 $X$  = Fraksi minyak yang terjerap oleh adsorben untuk sampel lilin  
 $X_1$  = Fraksi minyak pada lilin standar 1  
 $X_2$  = Fraksi minyak pada lilin standar 2  
 $Y$  = Fraksi minyak pada lilin standar  
 $Z$  = Fraksi minyak pada lilin kualitas rendah

### Daftar Pustaka

- Akbar dan Ifan, M., 2011. Penentuan Kadar Pengotor dalam Kokas Secara X-Ray Fluorescence di PT. INALUM, hal. 5-10, USU Institutional Repository, Sumatera Utara.
- Bahl, B.S., 1994. *Essentials of Physical Chemistry*, S.Chand & Company LTD, New Delhi.
- Brown, G.G., 1950. *Unit Operations*, pp. 398-399, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., dan Choma, J., 1991. *Active Carbon*, pp. 11-12; 38, Ellis Horwood Limited, England.
- Kinniburgh, D.G., 1986. *General Purpose Adsorption Isotherms*, *Environ. Sci. Technol.* 20, 895-904.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F., 1953, *Encyclopedia Of Chemical Technology*, vol 10, pp. 211-227, The Interscience Encyclopdia, Inc., New York.
- NIIR of Consultants & Engineers, 2005, *Distillation and Refining of Petroleum Product*, pp. 178-202, NIIR, India.
- Oscik, J., 1982. *Adsorption*, Ellis Horwood Limited, John Wiley & Sons, England.
- Pararaja, A., 2008, *Karbon Aktif*, <http://smk3ae.wordpress.com/2008/05/26/karbon-aktiftinjauan-literatur>.
- Smith, J.M., 1970, *Chemical Engineering Kinetics*, 2<sup>nd</sup> ed., pp. 287-294, McGraw-Hill Book Company, Kogakusha, Tokyo.
- Tinah, 2007, *Koefisien Perpindahan Massa Volumetris pada Dekolorisasi Lilin Bekas dengan Proses Adsorpsi*, pp. 1-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Treybal, R.E., 1980. *Mass Transfer Operations*, 3th ed., pp. 565-584, McGraw-Hill Book Company, New York.