

**PENGARUH PERBANDINGAN JUMLAH
AKTIVATOR DAN PREKURSOR
TERHADAP BILANGAN *METHYLENE BLUE*
PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF
DARI BAGAS TEBU DENGAN AKTIVATOR H_3PO_4**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

oleh :

**ARIF MA'RIFATUL FARIDAH
0510920009-92**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH PERBANDINGAN JUMLAH
AKTIVATOR DAN PREKURSOR
TERHADAP BILANGAN *METHYLENE BLUE*
PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF
DARI BAGAS TEBU DENGAN AKTIVATOR H_3PO_4**

oleh :

**ARIF MA'RIFATUL FARIDAH
0510920009-92**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dra. Tutik Setianingsih, M.Si
NIP. 19691222 199402 2 001**

**Drs. Budi Kamulyan, M.Sc
NIP. 19630619 199002 1 001**

**Mangetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Sasangka Prasetyawan, MS
NIP. 19630404 198701 1 001**

LEMBAR PENYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Ma'rifatul Faridah
NIM : 0510920009-92
Jurusan : Kimia
Penulis skripsi berjudul :

**PENGARUH PERBANDINGAN JUMLAH
AKTIVATOR DAN PREKURSOR
TERHADAP BILANGAN *METHYLENE BLUE*
PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF
DARI BAGAS TEBU DENGAN AKTIVATOR H_3PO_4**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi saya adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub diisi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 23 September 2009
Yang menyatakan,

(Arif Ma'rifatul Faridah)
NIM. 0510920009

**PENGARUH PERBANDINGAN JUMLAH
AKTIVATOR DAN PREKURSOR
TERHADAP BILANGAN *METHYLENE BLUE*
PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF
DARI BAGAS TEBU DENGAN AKTIVATOR H_3PO_4**

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif dari bagas tebu. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji perbandingan jumlah aktivator dan prekursor bagas tebu terhadap bilangan *methylene blue*. Selain itu dilakukan pula karakterisasi gugus fungsi permukaan karbon aktif hasil sintesis pada kondisi optimum. Pembuatan karbon aktif dilakukan pada berbagai perbandingan jumlah aktivator (0,00-14,32 g/g). Temperatur karbonisasi $\pm 500\text{ }^\circ\text{C}$ selama 1 jam dengan aliran gas nitrogen pada kecepatan alir 230 mBar/menit. Setiap produk karbon aktif yang diperoleh dikarakterisasi dengan bilangan *methylene blue*. Konsentrasi larutan *methylene blue* sesudah adsorpsi ditentukan secara spektrofotometri UV-Vis. Karbon aktif dengan bilangan *methylene blue* tertinggi diidentifikasi secara spektrofotometri infra merah untuk menentukan jenis gugus fungsi permukaan karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan jumlah aktivator berpengaruh terhadap bilangan *methylene blue* yaitu meningkat pada saat perbandingan jumlah aktivator $\leq 4,10\text{ g/g}$ tetapi menurun $\geq 4,10\text{ g/g}$. Kondisi optimum pembuatan karbon dicapai pada perbandingan jumlah aktivator 4,10 g/g dengan nilai bilangan *methylene blue* $436,84 \pm 5,60\text{ mg/g}$ dan gugus fungsi permukaannya adalah hidroksil.

Kata kunci: bagas, karbon aktif, methylene blue

THE INFLUENCE OF ACTIVATOR AND PRECURSOR RATIO TOWARD METHYLENE BLUE NUMBER OF ACTIVATED CARBON PRODUCED FROM CANE BAGASSE WITH H₃PO₄ ACTIVATOR

ABSTRACT

In this research, activated carbon has been produced from cane bagasse. The purpose of this research is to study the influence of ratio of activator and precursor amount toward *methylene blue* number. In addition, characterization of functional groups of carbon surface was also performed, especially for carbon with the highest *methylene blue* number. The activated carbon was produced at various of activator and precursor ratio (0.00-14.32 g/g). The process of activated carbon produced used the carbonization temperature of 500 °C for 1 hour and nitrogen flow of 230 mBar/minute. Each activated carbon product was characterized to determine *methylene blue* number. Concentrations of *methylene blue* solution after adsorption were determined by UV-Vis spectrophotometry. Characterization of the functional group was conducted by infra red spectrophotometry, especially for the carbon with the largest *methylene blue* number. Results of the research showed that the ratio influenced *methylene blue* number, *i.e.* increased in range of ≤ 4.10 g/g and decreased in range of ≥ 4.10 g/g. The optimum condition was achieved at the ratio of 4.10 g/g with *methylene blue* number of 436.84 ± 5.60 mg/g and the functional groups of hydroxyl.

Key word: bagasse, activated carbon, methylene blue

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, hidayah dan ridho serta petunjuk-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam semoga tetap terucap dan tercurahkan kepada junjungan dan tauladan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang berjudul *Pengaruh Perbandingan Jumlah Aktivator dan Prekursor terhadap Bilangan Methylene Blue pada Pembuatan Karbon Aktif dari Bagas Tebu dengan Aktivator H_3PO_4* ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini lepas dari bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Dra. Tutik Setianingsih, M.Si dan Drs. Budi Kamulyan, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan II atas segala bimbingan, pengarahan dan kesabaran yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Atikah, Apt. M.Sc selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan selama kuliah.
3. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk melakukan penelitian di seluruh Laboratorium kimia
4. Dosen-dosen penguji, atas segala masukan dan saran yang diberikan kepada penulis untuk perbaikan naskah skripsi
5. Bapak, ibu, adik dan mbak tercinta, serta seluruh keluarga yang memberikan do'a, semangat, perhatian dan kasih sayang selama kuliah
6. Semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran diharapkan dari pembaca. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pemerhati kimia dan pembaca sekalian, khususnya penulis.

Malang, 23 September 2009
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSRTACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bagas Tebu	4
2.2 Karbon Aktif	5
2.3 Karbonisasi.....	7
2.4 Aktivasi.....	8
2.5 Penentuan Gugus Fungsi Karbon Aktif Secara Spektrofotometri Infra Merah	10
2.6 Bilangan <i>Methylene blue</i>	10
2.7 Hipotesis	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Bahan Penelitian.....	13
3.3 Alat Penelitian	13
3.4 Rancangan Penelitian.....	13
3.5 Tahapan Penelitian	13
3.6 Prosedur Penelitian	14
3.6.1 Preparasi sampel	14

3.6.2 Pembuatan karbon aktif pada berbagai perbandingan jumlah aktivator dan prekursor.....	14
3.6.3 Penentuan bilangan <i>methylene blue</i> secara spektrofotometri	14
3.6.3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum <i>methylene blue</i>	14
3.6.3.2 Penentuan persamaan regresi kurva baku <i>methylene blue</i>	14
3.6.3.3 Penentuan bilangan <i>methylene blue</i>	15
3.6.4 Penentuan pH	15
3.6.5 Identifikasi gugus fungsi permukaan karbon	15
3.7 Analisis Data	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Perbandingan Jumlah Aktivator dan Prekursor terhadap Bilangan <i>Methylene blue</i>	18
4.2 Hasil Karakterisasi Karbon Aktif secara Spektrofotometri Infra Merah	19
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan.....	22
5.2 Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 (a.) Hemiselulosa (b.) Lignin (c.) Selulosa	4
Gambar 2.2 Struktur permukaan karbon aktif	6
Gambar 2.3 Pori karbon aktif pada perbesaran (a.) 10 μm (b.) 3,0 μm (c.) 750 nm (d.) 3,75 μm	7
Gambar 2.4 Mekanisme kerja asam fosfat pada proses karbonisasi	9
Gambar 2.5 Struktur <i>methylene blue</i>	11
Gambar 4.1 Grafik hubungan bilangan <i>methylene blue</i> terhadap perbandingan jumlah aktivator H_3PO_4 dari karbon aktif hasil sintesis	18
Gambar 4.2 Spektra infra merah sampel karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan (Merck)	21
Gambar L.3 Kurva panjang gelombang maksimum <i>methylene blue</i>	35
Gambar L.4 Kurva baku larutan <i>methylene blue</i> dengan $y=ax$	36
Gambar L.7.1 Bagas tebu	45
Gambar L.7.2 Karbon aktif dengan perbandingan jumlah aktivator 4,10 (g/g)	45
Gambar L.7.3 Karbon aktif tanpa aktivator	45
Gambar L.7.4 Spektra sampel bagas tebu	46
Gambar L.7.5 Seperangkat alat karbonisasi	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Identifikasi spektrum infra merah gugus fungsi permukaan karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan Merck..... 19
Tabel 4.2	Identifikasi spektrum infra pada aromatisasi karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan Merck 20
Tabel 4.3	Identifikasi spektrum infra merah yang menunjukkan sisa hidrokarbon pada karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan Merck..... 20
Tabel L.2	Perhitungan konsentrasi larutan kurva baku <i>methylene blue</i> 33
Tabel L.3	Data absorbansi larutan <i>methylene blue</i> , konsentrasi 5 ppm pada berbagai panjang gelombang antara 510-700 nm..... 34
Tabel L.4	Data penentuan kurva baku larutan <i>methylene blue</i> pada berbagai konsentrasi 36
Tabel L.5	Pengaruh jumlah aktivator terhadap adsorpsi <i>methylene blue</i> pada karbon aktif 40
Tabel L.6.1	Analisa sidik ragam satu arah penentuan jumlah aktivator 43
Tabel L.6.2	Hasil uji BNT oleh pengaruh jumlah aktivator yang ditunjukkan sebagai perbandingan (g/g)..... 44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Skema Kerja.....	28
Lampiran 2 Pembuatan Larutan Dan Perhitungan.....	32
Lampiran 3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	34
Lampiran 4 Penentuan Kurva Baku Larutan.....	36
Lampiran 5 Pengolahan Data Adsorpsi.....	37
Lampiran 6 Uji Statistik.....	42
Lampiran 7 Gambar.....	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara agraris banyak menghasilkan produk pertanian. Disamping produk pertanian ternyata banyak juga limbah pertanian yang dihasilkan, sehingga jika tidak diantisipasi akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu caranya yaitu dengan memanfaatkan bahan sisa yang sudah tidak digunakan menjadi bahan yang berdaya guna dan bernilai jual.

Salah satu bahan sisa yang melimpah dan berpotensi untuk dimanfaatkan adalah bagas tebu. Bagas tebu ini merupakan limbah padat dari tebu yang sudah diperas (Hidayat, 1995). Bagas tebu dinilai sebagai limbah yang dapat mengganggu pernafasan karena bentuknya yang berupa serat atau serbuk, selain itu juga dapat mencemari lingkungan. Disamping kekurangan yang dimiliki, bagas tebu ternyata juga memiliki banyak kegunaan, diantaranya adalah sebagai pakan ternak (Prayuwidayati dan Widodo, 2008) atau sebagai media tumbuh tanaman pot (Wuryan, 2008). Bagas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai prekursor karbon karena kaya akan bahan organik, diantaranya selulosa 37,65 % dan lignin 22,09 % (Anwar, 2008).

Pada industri makanan dan minuman, karbon aktif digunakan untuk menyerap dan menghilangkan warna, bau, serta rasa tidak enak pada makanan dan minuman. Pada industri pengolahan air minum karbon aktif digunakan untuk menghilangkan zat pencemar air dan sebagai pelindung resin pada demineralisasi air. Selain itu karbon aktif digunakan untuk mendaur ulang pelarut misalnya metanol, etanol, dan etil asetat (Anwar, 2008).

Karbon aktif dibuat melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi ditujukan untuk membentuk struktur pori karbon dan aktivasi untuk memperbesar luas permukaan karbon sehingga daya adsorpsinya menjadi lebih besar (Parker, 1984). Aktivasi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan aktivator tertentu, seperti KOH, ZnCl₂, dan H₃PO₄ (Lori *et al.*, 2008). Diantara bahan aktivator tersebut asam fosfat (H₃PO₄) adalah aktivator yang ramah lingkungan dan tidak beracun. Aktivator tersebut juga mudah digunakan kembali dengan mencucinya menggunakan air (Baquero *et al.*, 2003), karena kelarutan H₃PO₄ dalam air lebih tinggi yaitu 2340 g/100 mL (Perry dan Green,

1997) dibandingkan KOH yaitu 813 g/ 727 mL (Bassett *et al.*, 1991).

Karbon aktif dapat dikarakterisasi dengan bilangan fenol, iodin, *methylene blue*, molasis, dan tanin (Zhang *et al.*, 2007). Diantara beberapa karakterisasi tersebut yang baik digunakan untuk karakterisasi karbon aktif sebagai adsorben zat warna adalah bilangan *methylene blue* (Lori *et al.*, 2008). Ukuran *methylene blue* juga digunakan untuk mengestimasi kemesoporian adsorben (Omonmhenle *et al.*, 2006) pada daerah pori 15-28 Å (Zhang *et al.*, 2007). Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan karakterisasi melalui penentuan bilangan *methylene blue*.

Pada penelitian ini juga dilakukan karakterisasi gugus fungsi permukaan karbon. Hal ini penting karena menurut Khan (2003) jumlah dan tipe gugus fungsi pada permukaan karbon aktif berperan penting dalam proses adsorpsi. Gugus fungsi yang mengandung oksigen pada karbon aktif berperan penting dalam proses adsorpsi hidrofilik dan anionik atau kationik oleh karbon aktif (Jankowska *et al.*, 1991). Zat warna sendiri selain berstruktur aromatis juga mengandung gugus-gugus hidrofilik, bermuatan positif, atau negatif. Oleh karena itu, secara kimia gugus fungsi akan berpengaruh terhadap adsorpsi *methylene blue* sebagai adsorbat zat warna (Cokca, 2002).

Jagtuyen *et al.* (1994) telah menggunakan asam fosfat sebagai aktivator pada pembuatan karbon aktif dari batu bara muda dengan perbandingan jumlah aktivator dan prekursor antara 0,1-2,0 pada temperatur karbonisasi 550 °C. Dari penelitian tersebut diketahui luas permukaan serta volume pori karbon yang semakin meningkat dengan semakin meningkatnya perbandingan jumlah aktivator dan prekursor.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif dengan mengkaji perbandingan diatas 2,0.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjabaran latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah berikut:

1. Bagaimana pengaruh perbandingan jumlah aktivator H_3PO_4 terhadap bilangan *methylene blue* dan berapa nilai terbesarnya?
2. Bagaimana gugus fungsi permukaan karbon aktif pada bilangan *methylene blue* terbesar?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini meliputi:

1. Karbonisasi dilakukan pada temperatur $\pm 500\text{ }^{\circ}\text{C}$, lama karbonisasi 1 jam dengan aliran gas N_2 , 230 mBar/menit.
2. Bagas tebu yang digunakan berasal dari Pabrik Gula Kebon Agung Malang Jawa Timur.

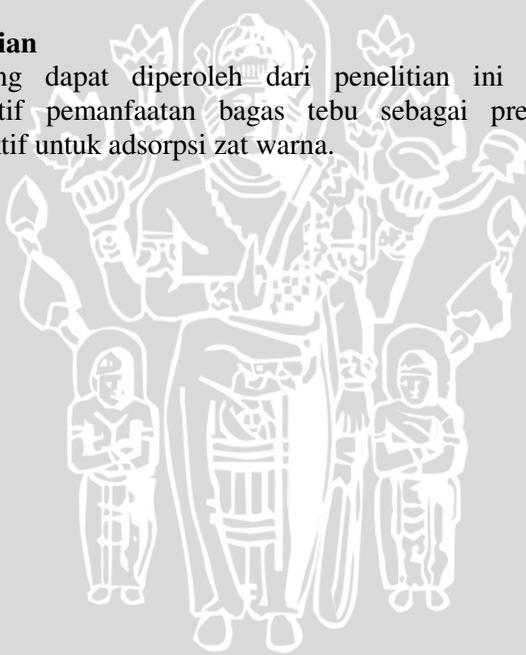
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji pengaruh perbandingan jumlah aktivator H_3PO_4 terhadap bilangan *methylene blue* dan mengetahui nilai terbesarnya.
2. Menentukan gugus fungsi apa saja yang terdapat pada permukaan karbon aktif dengan bilangan *methylene blue* terbesar.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan alternatif pemanfaatan bagas tebu sebagai prekursor pembuatan karbon aktif untuk adsorpsi zat warna.

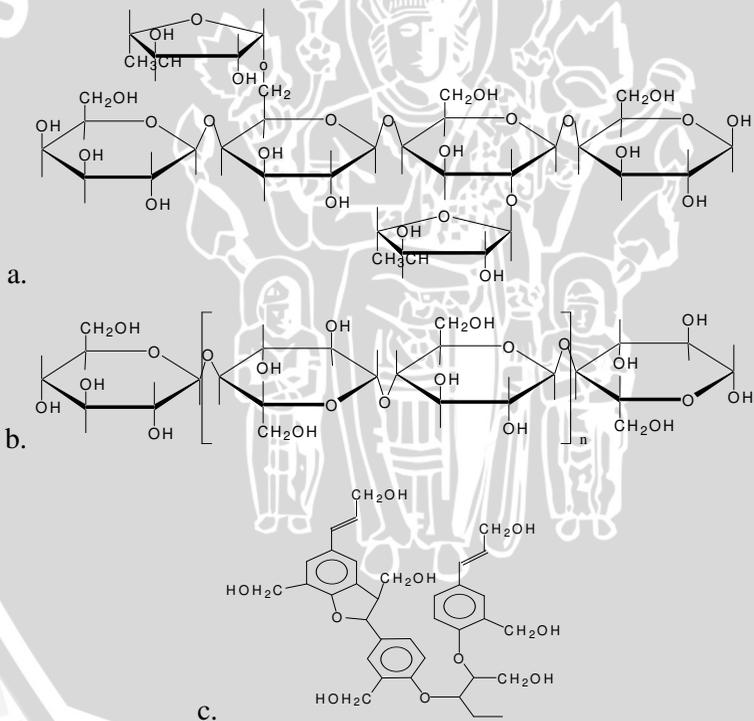


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bagas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai dapat dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di Pulau Jawa dan Sumatera (Anwar, 2008).

Gambar struktur senyawa organik yang sebagian besar terkandung dalam bagas tebu sebagai bahan baku utama dalam pembuatan karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 (a.) Hemiselulosa (b.) Selulosa (c.) Lignin (Mars dan Reinoso, 2006)

Ampas disebut pula dengan bagas tebu yang sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Bagas mengandung air 48-52 %, gula rata-rata 3,3 % dan serat rata-rata 47,7 %. Serat bagas tidak dapat larut dalam air karena sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosa dan lignin. Komposisi organik yang terkandung dalam bagas tebu yaitu selulosa 37,65 % dan lignin 22,09 % (Anwar, 2008). Sedangkan pada sumber lain kandungan organik bagas tebu adalah 50 % selulosa, 25 % hemiselulosa dan 25 % lignin (Pandey *et al.*, 2000) sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Sun *et al.* (2004) memuat data tentang kandungan bagas tebu yang berasal dari Portugal, dengan komposisi lignin dan polifenolik sebesar (44 %), polisakarida (39 %), diklorometana, etanol, dan kandungan air (17 %) serta kandungan abunya sebesar (1 %).

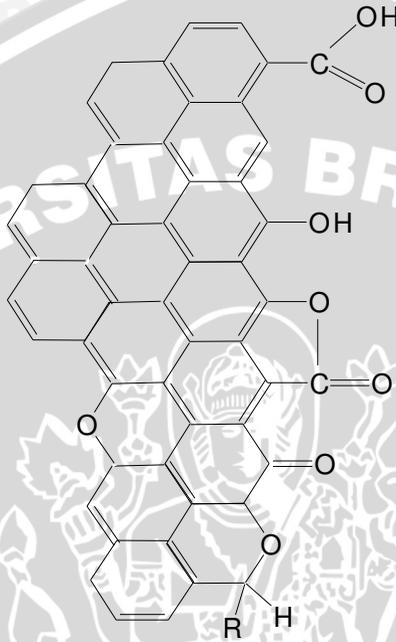
2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon berpori yang dikarbonisasi dan dioksidasi untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya. Karbon aktif yang dibuat melalui proses karbonisasi dari suatu material, dioksidasi pada temperatur 700-1000 °C. Hal ini dilakukan dengan pemanasan menggunakan gas karbondioksida, CO₂ dan terkadang dilakukan juga dengan penambahan bahan-bahan kimia anorganik untuk membantu proses degradasi dan dehidrasi. Struktur spesifik pada karbon akan memberikan daerah permukaan yang sangat luas, sehingga mampu menyerap senyawa dengan jumlah besar. Karbon aktif berdasarkan bentuk fisiknya digolongkan menjadi 3, yaitu: butiran (bentuk partikel yang tidak tetap dengan rentang 0,2-5,0 mm), bubuk (utamanya berukuran kurang dari 0,21 mm), pellet (berbentuk silinder yang berdiameter 0,8-5,0 mm). Karbon aktif berbentuk serbuk digunakan untuk menyerap fase cair atau untuk menyerap zat warna, sedangkan yang berbentuk butiran digunakan untuk menyerap uap atau untuk fase gas (Kroschwitz, 1990).

Berdasarkan ukuran porinya karbon diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: mikropori (< 20 Å), mesopori (20-500 Å), makropori (> 500 Å) (Tamai *et al.*, 1997). Karbon mesopori merupakan materi hasil rekayasa dengan luas permukaan besar. Umumnya karbon berpori yang dihasilkan adalah mikropori. Karbon mesopori memiliki keseragaman pori yang tinggi di daerah mesopori sehingga dapat digunakan dalam proses katalitik dan adsorpsi molekul yang berukuran besar (Jankowska

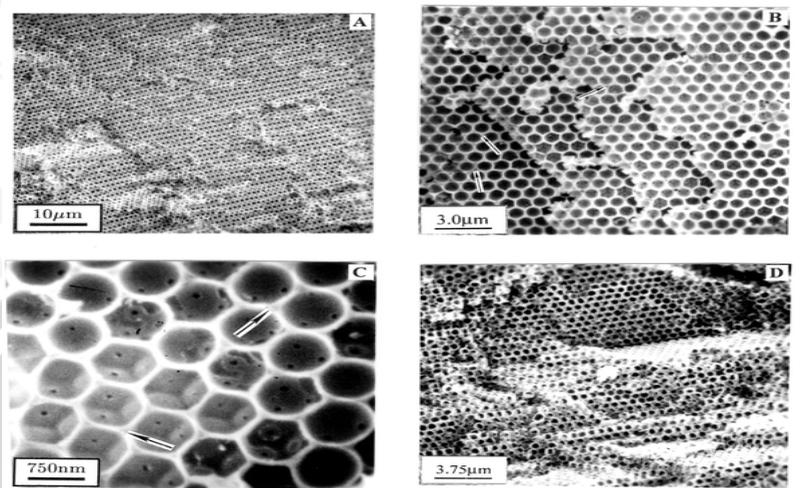
et al., 1991).

Struktur permukaan karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur permukaan karbon aktif (Lopez *et al.*, 2007)

Luas permukaan merupakan sifat fisika yang paling penting dari karbon aktif yang memungkinkan adanya adsorpsi. Ukuran pori karbon aktif merupakan pembatas ukuran molekul yang dapat diadsorpsi. Sifat asam atau basa karbon aktif disebabkan adanya gugus fungsi yang mengandung oksigen pada permukaan karbon. Keberadaan gugus fungsi tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan adanya fenomena adsorpsi hidrofilik dan anionik atau kationik oleh karbon aktif. Gugus fungsi karbon aktif terdapat pada Gambar 2.2. Struktur amorf yang dimiliki secara garis besar tidak memberikan pengaruh pada kapasitas adsorpsi karbon aktif. Daya adsorpsi atau kapasitas adsorpsi ditentukan oleh sifat porositas materi (Jankowska *et al.*, 1991). Pori karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pori karbon aktif pada perbesaran (a.) 10 μm (b.) 3,0 μm (c.) 750 nm (d.) 3,75 μm (Mochida *et al.*, 2006)

Karbon aktif perdagangan Merck memiliki karakteristik yaitu: volume pori spesifik 0,4549 cm^3/g , luas permukaan spesifik sebesar 868,8930 m^2/g (Arianto, 2005), dan jari-jari karbon adalah 60-250 nm (Othmer, *et al.*, 1978). Karbon aktif Mattpro memiliki pH antara 6-8 (Matten, 2009).

2.3 Karbonisasi

Karbonisasi adalah pembakaran tidak sempurna (tanpa oksigen) bahan yang mengandung karbon, biasanya pada temperatur 300-800 $^{\circ}\text{C}$. Pada umumnya karbonisasi dilakukan dengan *stationary oven* dan *rotary oven*. Dalam proses karbonisasi terjadi pula proses pirolisis yaitu pembakaran dengan pemutusan ikatan hidrokarbon sehingga proses pembukaan pori dapat terjadi (Jankowska *et al.*, 1991).

Proses karbonisasi meliputi dekomposisi termal dari material karbon, eliminasi spesies non karbon yang memproduksi karbon tertentu dan pembentukan struktur pori (Derbyshier, 1995). Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses karbonisasi antara lain adalah: temperatur akhir yang dicapai, waktu karbonisasi, laju kenaikan temperatur, dan tekanan udara pada saat pirolisis dilakukan. Temperatur pirolisis adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap sifat karbon. Faktor penting lainnya adalah laju kenaikan temperatur, apabila temperatur naik secara

cepat maka fase dekomposisi termal arang dan reaksi lanjutan hasil pirolisis akan saling tumpang tindih (overlap), sehingga kontrol terhadap pembentukan struktur pori menjadi lebih sulit (Jankowska *et al.*, 1991).

Pada pirolisis kayu menjadi karbon dengan temperatur > 100 °C ikatan hidrogen mulai putus, pada temperatur > 200 °C selulosa mulai putus menghasilkan tar dan senyawa volatil, temperatur > 450 °C semua senyawa volatil hilang (Levan, 1989).

Penggabungan antara reaksi kimia dan temperatur yang dilakukan pada saat karbonisasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan pori dimana aksi keduanya dapat meningkatkan luas dan jumlah situs karbon aktif. Tambahan zat kimia telah disarankan untuk bahan-bahan yang berasal dari tanaman (Mikhail dan Robens, 1983).

Pengotor yang dimungkinkan terdapat pada karbon dapat berasal dari air berupa kontaminan anorganik seperti logam-logam (Hg, Fe, Cr, Pb) dan non logam (Cl⁻, CN⁻, PO₄²⁻). Adapun kontaminan berupa makromolekul (protein, karbohidrat, minyak) dan senyawa organik (fenol, klorofenol, asam asetat) (Nuphy, 2009).

2.4 Aktivasi

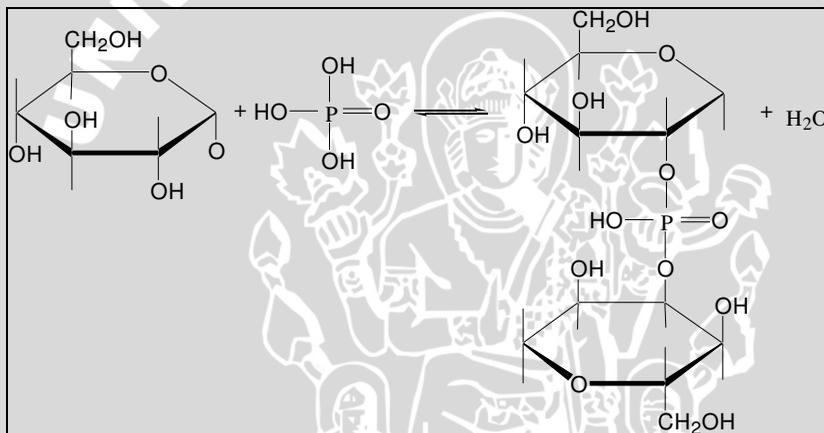
Aktivasi karbon adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memutus ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia yaitu luas permukaan karbon bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Praraja, 2008).

Pada umumnya karbon aktif dapat diaktivasi dengan dua cara, yaitu dengan cara aktivasi fisika dan kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan menggunakan gas yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Menurut Bansal (1988), proses ini biasanya berlangsung pada temperatur 800-1100 °C. Gas-gas yang sering digunakan antara lain uap air (H₂O), karbondioksida (CO₂) dan nitrogen (N₂). Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya dan menghilangkan konstituen yang mudah menguap serta membuang hidrokarbon-hidrokarbon yang ada pada arang (Jankowska *et al.*, 1991).

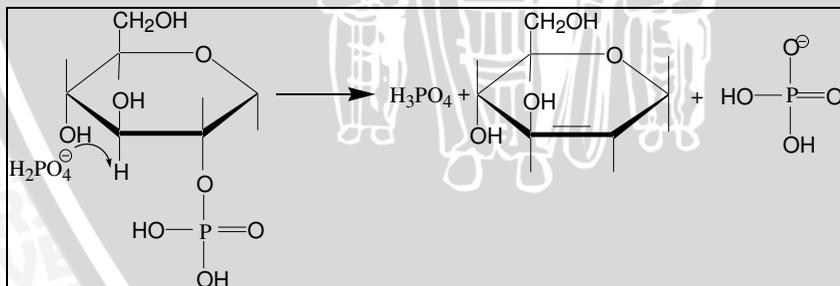
Proses aktivasi kimia dilakukan dengan menambahkan aktivator pada pembuatan karbon sebelum karbonisasi. Hal inilah yang biasa dikenal dengan metode *impregnasi*. Aktivasi dapat dilakukan dengan menggunakan aktivator tertentu, seperti KOH, ZnCl₂, dan H₃PO₄.

Aktivator berfungsi sebagai agen dehidrasi dan penghambat terbentuknya tar (Lori *et al.*, 2008). Semua aktivator adalah senyawa pendehidrasi yang mempengaruhi dekomposisi pirolisis, selain itu juga dapat menurunkan pembentukan asam asetat, metanol, dan mempertinggi hasil terbentuknya karbon (Manocha, 2003). Aktivasi kimia memberikan pengaruh pada proses pirolisis sehingga pembentukan tar dapat diminimalisir dan fase cair dari hasil destilasi juga berkurang (Delobel *et al.*, 1990). Selain itu produk karbonisasi juga bertambah dan temperatur yang diperlukan untuk pirolisis menjadi rendah (Hoque *et al.*, 2002).

Pembentukan ester fosfat dan eliminasinya pada proses karbonisasi terdapat pada Gambar 2.4.



a. $T < 450\text{ }^{\circ}\text{C}$: pembentukan ester fosfat pada selulosa



b. $T > 450\text{ }^{\circ}\text{C}$: eliminasi asam fosfat

Gambar 2.4 Mekanisme kerja asam fosfat pada proses karbonisasi (Jagtuyen dan Derbyshire, 1998)

Pirolisis pada kayu dengan aktivator asam fosfat terdapat efek serangan asam, yaitu menghidrolisa ikatan glikosida pada selulosa dan hemiselulosa dan memecah ikatan aril eter pada lignin. Hal itu terjadi pada pirolisis dengan temperatur $<150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pada pirolisis dengan temperatur $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $<450\text{ }^{\circ}\text{C}$, terjadi degradasi pada bagian selulosa dengan mendekomposisi zat-zat volatil. Pembentukan ester fosfat pada rantai selulosa yang mengganggu ikatan hidrogen dan memisahkan spesies organik mengakibatkan perbesaran struktur. Pada pirolisis dengan temperatur $>350\text{ }^{\circ}\text{C}$ terjadi penurunan volume mikropori secara terus menerus. Pada temperatur antara $450\text{--}550\text{ }^{\circ}\text{C}$ terjadi pembentukan struktur karbon. Pada temperatur $>550\text{ }^{\circ}\text{C}$ terjadi penurunan volume mesopori akibat kontraksi dinding sel. Pada temperatur antara $450\text{--}650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ketebalan dinding sel semakin tereduksi (Marsh dan Reinoso, 2006). Hal itu ditunjukkan pada Gambar 2.4.

Jagtøyen *et al.* (1994), telah melakukan penelitian tentang pembuatan karbon aktif dari batu bara muda dengan perbandingan asam fosfat dan prekursor yaitu antara 0,1-2,0, pada temperatur sekitar $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan dialiri gas nitrogen sekitar 30-90 menit, kemudian dikarbonisasi pada temperatur $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 60 menit. Karbon hasil sintesis dicuci dengan akuades hingga $\text{pH}=6$ dan dikeringkan dalam pengering vakum dengan temperatur $110\text{ }^{\circ}\text{C}$. Perbandingan aktivator dan prekursor sangat penting dalam perkembangan struktur pori karbon. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi perbandingan aktivator dan prekursor maka akan meningkatkan luas permukaan karbon (0,75 sampai 1,00) dengan nilai kondisi optimumnya $820\text{ m}^2/\text{g}$ dan kemesoporiannya pada $113\text{ m}^2/\text{g}$.

2.5 Penentuan Gugus Fungsi Karbon Aktif secara Spektrofotometri Infra Merah

Spektrofotometri infra merah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang $0,75\text{--}1.000\text{ }\mu\text{m}$ atau pada bilangan gelombang $13.000\text{--}10\text{ cm}^{-1}$. Radiasi elektromagnetik dikemukakan pertama kali oleh *James Clark Maxwell*, yang menyatakan bahwa cahaya secara fisis merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai vektor listrik dan vektor magnetik yang keduanya saling tegak lurus dengan arah rambatan. Spektrum elektromagnetik merupakan kumpulan spektrum dari berbagai panjang gelombang. Dasar spektroskopi infra merah dikemukakan oleh Hooke dan didasarkan atas

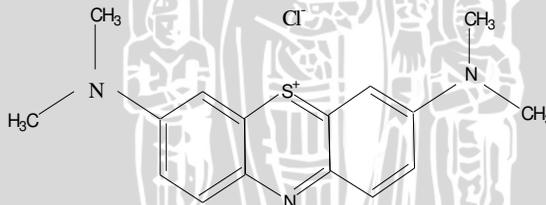
senyawa yang terdiri atas dua atom atau diatom. Energi yang dimiliki oleh sinar infra merah hanya cukup kuat untuk mengadakan perubahan vibrasi (Junaidi, 2009).

Menurut Al-Omair dan El-Syarkawi (2001), karbon aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat memberikan 3 serapan yaitu ikatan yang berhubungan dengan C—H aromatis (750 cm^{-1}), gugus karboksil bebas (1660 cm^{-1}), dan gugus O—H (2600 cm^{-1}) yang tumpang tindih dengan air.

2.6 Bilangan *Methylene Blue*

Bilangan *methylene blue* didefinisikan sebagai jumlah volume (cm^3) dari larutan *methylene blue* standart yang dipudarkan dengan 0,2 g dari karbon aktif (Jankowska *et al.*, 1991). Bilangan *methylene blue* merupakan indikator dari kemampuan mengadsorpsi suatu zat warna pada karbon aktif (Lori *et al.*, 2008). *Methylene blue* dengan rumus molekul $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$, merupakan molekul organik yang bersifat polar yang diserap pada permukaan suatu mineral. Menurut Hidayat (2008), *methylene blue* merupakan zat warna yang dapat menjadi polutan apabila konsentrasinya dalam perairan melebihi 10 ppm.

Warna *methylene blue* disebabkan oleh perpanjangan sistem konjugasi. Hal ini dapat terjadi karena sistem konjugasi akan mengecilkan jarak antara tingkat energi dasar dan tingkat energi eksitasi (Sykes, 1989).



Gambar 2.5 Struktur *methylene blue*

Methylene blue berbentuk padatan segi empat dengan dimensi volume $17,0 \times 7,6 \times 3,25\text{ \AA}$ (Hang and Brindley, 1970). *Methylene blue* berwarna hijau pekat berbentuk bubuk, titik didih $20\text{ }^\circ\text{C}$, titik leleh $190\text{ }^\circ\text{C}$ (Kenee *et al.*, 1965).

Methylene blue disebut juga dengan *swiss blue*, mempunyai berat molekul $319,85\text{ gram/mol}$, tiap gram-nya dapat terlarut dalam 25 mL air atau dalam 65 mL alkohol (Scott, 2007). Bilangan *methylene*

blue menggambarkan kemesoporian dari suatu karbon (Lori *et al.*, 2008) pada daerah ukuran pori antara 15-28 Å (Zhang *et al.*, 2007).

Molekul *methylene blue* merupakan senyawa yang diserap dengan memungkinkan adanya pertukaran kation. Penyerapan *methylene blue* dinyatakan dalam g/100 g (Cokca, 2002), sedangkan menurut Lori *et al.* (2008) dinyatakan dalam mg/g.

2.7 Hipotesis

Perbandingan jumlah aktivator akan berpengaruh terhadap luas permukaan dan volume pori karbon sehingga akan berpengaruh pula terhadap nilai bilangan *methylene blue*.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Januari-19 Juni 2009 yang bertempat di Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: sampel bagas tebu dari pabrik, asam fosfat pekat (H_3PO_4) 85 %, $b_j = 1,685 \text{ g/ml}$ (teknis), *methylene blue* ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

3.3 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan adalah: 1 set alat karbonisasi-aktivasi, shaker listrik, alat-alat gelas, oven, desikator, spektrofotometer UV-Vis merek UV-1601 Shimadzu, spektrofotometer infra merah merek Shimadzu.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan variabel penelitian perbandingan (berat/berat) jumlah aktivator dan bagas tebu, yaitu: 0,00; 2,05; 4,10; 6,20; 8,18; 10,23; 12,27 dan 14,32 (g/g). Kondisi optimum didasarkan pada bilangan *methylene blue* terbesar.

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi sampel
2. Pembuatan karbon aktif pada berbagai perbandingan jumlah aktivator
3. Karakterisasi
4. Penentuan pH karbon aktif hasil sintesis
5. Penentuan gugus fungsi permukaan karbon aktif hasil sintesis

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Preparasi sampel

Bagas tebu kering dari pabrik tebu diayak pada ayakan 40 mesh dan yang lolos diayak pada ayakan 100 mesh. Sampel yang tertahan pada ayakan 100 mesh dihomogenasi.

3.6.2 Pembuatan karbon aktif pada berbagai perbandingan jumlah aktivator

Sebanyak 7,00 g bagas kering hasil preparasi pada sub bab 3.6.1 ditambah dengan larutan asam fosfat pekat (85 %) yang berisi 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 mL asam fosfat, disertai penambahan akuades hingga volume larutan mencapai 70 mL dan diaduk untuk menghomogenkan campuran. Setelah itu campuran didiamkan selama 1 malam, kemudian dievaporasi dalam tabung karbonisasi dengan dialiri gas N₂ dengan kecepatan 230 mBar/menit pada temperatur ± 200 °C selama 30 menit, setelah itu dilanjutkan dengan karbonisasi ± 500 °C selama 1 jam. Produk karbon didinginkan dan dicuci dengan air panas kemudian dengan air dingin hingga pH pencuci sama dengan pH akuades. Produk hasil pencucian dikeringkan pada temperatur ± 110 °C hingga berat konstan. Produk karbon diayak pada ayakan 200 mesh dan yang lolos diayak dengan ayakan 250 mesh. Produk yang dikarakterisasi adalah yang tertahan pada ayakan 250 mesh.

3.6.3 Penentuan bilangan *methylene blue* secara spektrofotometri

3.6.3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum *methylene blue*

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan cara mengukur absorbansi larutan *methylene blue* 5 ppm pada panjang gelombang 510-700 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data absorbansi digunakan untuk membuat kurva hubungan antara absorbansi dan pajang gelombang (λ) untuk menentukan λ_{\max} (pada Lampiran 3 L.3).

3.6.3.2 Penentuan persamaan regresi kurva baku *methylene blue*

Untuk penentuan kurva baku, larutan *methylene blue* dengan sederetan konsentrasi (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 dan 5,5 ppm), diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 664,5 nm (Lampiran 4 Tabel L.4). Hasil pengukuran dibuat kurva hubungan antara konsentrasi (ppm) sebagai sumbu x dengan absorbansi sebagai sumbu y sehingga diperoleh

persamaan regresi linier (Lampiran 4 Gambar L.4).

3.6.3.3 Penentuan bilangan *methylene blue*

Karbon hasil sintesis sebanyak 0,0800 g ditambah 50 mL larutan *methylene blue* 0,80 g/L (800 ppm) dalam erlenmeyer 250 mL dan dikocok selama 1 jam pada temperatur 25 °C dengan kecepatan 125 rpm. Setelah itu campuran disaring dan filtrat diukur pada panjang gelombang 664,5 nm bersama-sama dengan larutan *methylene blue* sebelum adsorpsi. Data yang diperoleh (Lampiran 5 Tabel L.5), diolah dengan persamaan regresi untuk mendapatkan konsentrasi sisa. Data konsentrasi sisa digunakan untuk menghitung bilangan *methylene blue* pada Lampiran 5.

3.6.4 Penentuan pH karbon aktif hasil sintesis (ASTM D 3838-80)

Sampel karbon aktif hasil sintesis ditimbang 1,00 g dan ditambahkan akuades yang sudah dipanaskan sebanyak 11 mL ke dalam gelas beker. Kemudian sampel dipanaskan menggunakan *hot plate* sampai mendidih. Selanjutnya sampel disaring dalam keadaan panas dan filtrat yang sudah didinginkan pada temperatur kamar segera diukur pH-nya dengan pH meter.

3.6.5 Identifikasi gugus fungsi permukaan karbon

Sampel karbon aktif hasil sintesis dibuat pelet dicampur dengan KBr *spektrograde*, kemudian diukur dengan spektrofotometer infra merah pada bilangan gelombang 400-4500 cm^{-1} . Hal yang sama dilakukan pula untuk bagas tebu.

3.7 Analisis Data

Data bilangan *methylene blue* dianalisis secara statistik (dengan uji F dan BNT), sedangkan data spektra infra merah dicocokkan dengan data referensi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan karbon aktif dengan prekursor bagas tebu. Sebelum digunakan untuk penelitian sampel digiling dan diayak pada 40-100 mesh. Pengayakan dilakukan untuk menyeragamkan ukuran partikel. Homogenisasi untuk menyeragamkan penyebaran distribusi ukuran partikel. Hal itu karena ukuran partikel mempengaruhi luas permukaan partikel dan luas permukaan mempengaruhi reaksi pada saat karbonisasi.

Pengeraman campuran prekursor dan larutan asam fosfat selama 1 malam bertujuan untuk memaksimalkan masuknya asam fosfat dalam rongga-rongga serat bagas dengan harapan proses aktivasi pada saat karbonisasi lebih efektif. Pemanasan dengan aliran gas nitrogen pada temperatur $\pm 200\text{ }^{\circ}\text{C}$, dilakukan untuk memaksimalkan proses evaporasi. Aliran gas nitrogen bertujuan untuk mengoptimalkan karbonisasi pada temperatur $\pm 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan mencegah oksidasi karbon yang terbentuk oleh oksigen yang menghasilkan gas monoksida, menurut reaksi berikut ini (Sharpe, 1986):



Selain itu gas nitrogen juga berfungsi mencegah dekomposisi bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O yang dapat mengganggu proses karbonisasi. Reaksinya dapat dilihat pada reaksi 4.2.

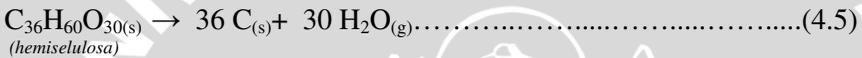
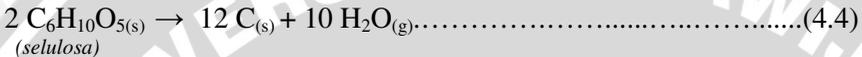


Karbonisasi dilakukan pada temperatur $\pm 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Jagtoyen *et al.* (1994) bahwa temperatur karbonisasi optimum terjadi pada temperatur 500-550 $^{\circ}\text{C}$ yang menghasilkan karbon ukuran pori daerah mesopori, jika temperatur diatas 500 $^{\circ}\text{C}$ daerah permukaan karbon tidak dapat meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya temperatur mengakibatkan asam ortofosfat mengalami dehidrogenasi. Pada temperatur diatas 400 $^{\circ}\text{C}$ terjadi polimerisasi dan eliminasi air sehingga menyebabkan pembentukan asam metafosfat (HPO_3)_n.

Saat karbonisasi terjadi proses pirolisis bahan organik membentuk karbon. Analog reaksi pada gula sebagai berikut (King *et al.*, 1977).



Maka pembentukan karbon dari bagas yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin dapat ditunjukkan dengan reaksi sebagai berikut:



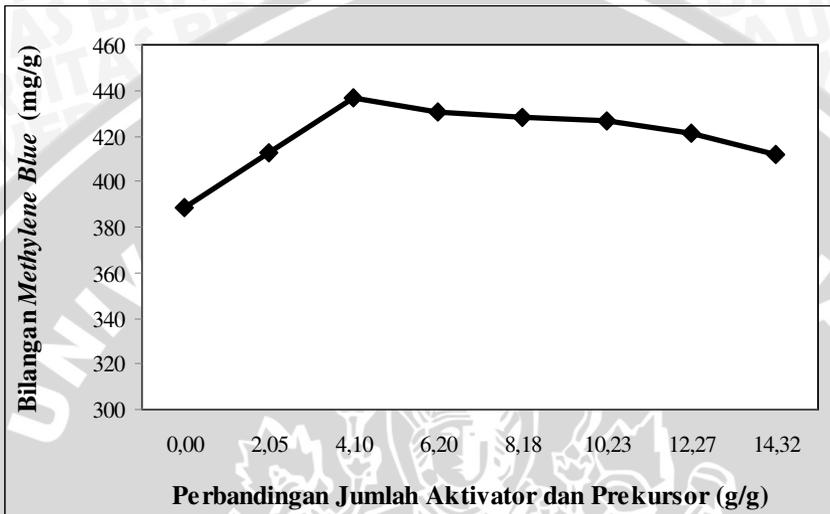
Karbon aktif hasil sintesis dicuci dengan air panas dengan tujuan untuk menghilangkan ion fosfat dan ion H⁺. Air panas digunakan sebagai pencuci karena asam fosfat mudah larut dalam air panas. Kelarutan asam fosfat dalam air sebesar 2340 g/100 mL (Perry dan Green, 1997).

4.1 Pengaruh Perbandingan Jumlah Aktivator dan Prekursor terhadap Bilangan *Methylene Blue*

Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang pengaruh perbandingan jumlah aktivator terhadap bilangan *methylene blue*. Karakterisasi dengan zat warna *methylene blue* dilakukan untuk mengetahui ukuran pori karbon pada daerah pori antara 15-28 Å. Data hasil penentuan bilangan *methylene blue* terdapat pada Lampiran 5 Tabel L.5 dan digambarkan pada Gambar 4.1.

Berdasarkan hasil uji statistik pada Lampiran 6 Tabel L.6.1 diketahui bahwa perbandingan jumlah aktivator berpengaruh terhadap nilai bilangan *methylene blue*, karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan $\alpha = 5\%$ (derajat kesalahan 5%). Sedangkan pada uji BNT Tabel L.6.2 diketahui bahwa ada perberbedaan nyata antara bilangan *methylene blue*, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum dicapai pada perbandingan jumlah aktivator 4,10 g/g. Nilai bilangan *methylene blue* pada kondisi tersebut sebesar $436,84 \pm 5,60$ mg/g.

Grafik hubungan bilangan *methylene blue* terhadap perbandingan jumlah aktivator H_3PO_4 dari karbon aktif hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik hubungan bilangan *methylene blue* terhadap perbandingan jumlah aktivator H_3PO_4 dan prekursor dari karbon aktif hasil sintesis

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan perbandingan antara bilangan *methylene blue* terhadap perbandingan jumlah aktivator dan prekursor bagas tebu. Perbandingan jumlah aktivator $\leq 4,10$ g/g bilangan *methylene blue* semakin meningkat, artinya proses pembentukan pori pada daerah ukuran pori 15-28 Å (mikropori besar-mesopori kecil) semakin meningkat dan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi semakin meningkat. Hal itu disebabkan penambahan jumlah aktivator yang semakin banyak sehingga karbonisasi semakin efektif dan pembentukan volume pori semakin meningkat, karena asam fosfat diperkirakan berperan sebagai *template* atau cetakan pori. Menurut Lori *et al.* (2008), aktivator asam fosfat berfungsi sebagai *dehydrating agent*, yaitu zat atau senyawa penyokong lepasnya air pada saat karbonisasi. Karbonisasi yang efektif akan menyebabkan aromatisasi semakin sempurna. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya ikatan hidrokarbon dan lepasnya air. Hal ini pun sesuai dengan yang disebutkan oleh Benaddi *et al.* (1993) bahwa pada karbonisasi terjadi proses aromatisasi, disertai dengan lepasnya air.

Perbandingan jumlah aktivator dan prekursor dari $\geq 4,10$ g/g nilai bilangan *methylene blue* menurun. Hal itu berarti bahwa proses pembentukan pori pada daerah ukuran pori antara 15-28 Å (mikropori besar-mesopori kecil) semakin tidak efektif dan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi semakin berkurang. Adanya asam fosfat yang diperkirakan sebagai *template* menyebabkan terjadinya peningkatan ukuran pori, karena jumlah aktivator yang ditambahkan semakin banyak maka ukuran pori yang terbentuk semakin besar, akibatnya dinding pori akan semakin tipis dan mudah rapuh. Hal ini berpotensi menyebabkan rusaknya dinding karbon pada saat pencucian, sehingga akan menyebabkan penurunan ukuran rongga pori karbon.

4.2 Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Hasil Sintesis secara Spektrofotometri Infra Merah

Karakterisasi karbon hasil sintesis secara spektrofotometri infra merah dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi permukaan pada karbon. Hal ini penting karena dengan mengetahui gugus fungsi permukaan karbon maka dapat ditentukan jenis adsorbat apa yang dapat diadsorpsi secara efektif oleh karbon. Pada Tabel 4.1 menunjukkan gugus fungsi permukaan karbon aktif hasil sintesis dengan bilangan *methylene blue* tertinggi yang dibandingkan dengan karbon aktif perdagangan Merck yaitu berupa gugus hidroksil (O–H) dan karbonil (C=O) yang terkait fenol. Hal ini berarti bahwa karbon aktif yang dihasilkan cenderung bersifat asam.

Tabel 4.1 Identifikasi spektrum infra merah gugus fungsi permukaan karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan Merck

Nomor Pita	AC-Perdagangan Merck	AC-hasil sintesis	Pembanding dari Referensi*	
	ν (cm ⁻¹)	ν (cm ⁻¹)	ν (cm ⁻¹)	Keterangan
1	3363,62 (l)	3389,66 (l)	3550-3200 (k)	O–H ulur fenol
8	-	676,00	769-650	O–H tekuk fenol (<i>out of plane</i>)
4	-	1160,10(k)	1260-1000 (k)	C–O ulur fenol

Data pada Tabel 4.2 diketahui bahwa terjadi aromatisasi karbon aktif saat karbonisasi yang ditunjukkan oleh adanya ikatan C=C pada no. pita 2, 3 dan 7.

Tabel 4.2 Identifikasi spektrum infra merah pada aromatisasi karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan Merck

Nomor Pita	AC-Perdagangan Merck	AC-hasil sintesis	Pembanding dari Referensi*	
	ν (cm^{-1})	ν (cm^{-1})	ν (cm^{-1})	Keterangan
2&3	-	1573,81(s) & 1468,69	1600-1585(s) & 1500-1400	C=C ulur aromatis fenol
7	-	707,83(k)	707-699(k)	C=C tekuk aromatis fenol, (<i>out of plane</i>)

Selain itu karakterisasi dengan spektrofotometer infra merah juga untuk mengetahui masih ada tidaknya sisa *template* pada karbon aktif sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Identifikasi spektrum infra merah yang menunjukkan sisa hidrokarbon pada karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan Merck

Nomor Pita	AC-Perdagangan Merck	AC-hasil sintesis	Pembanding dari Referensi*	
	ν (cm^{-1})	ν (cm^{-1})	ν (cm^{-1})	Keterangan
tidak ada puncak	-	-	3000	C-H ulur aromatis
5	-	1061,74(k)	1300-1000 (k)	C-H tekuk aromatis <i>mononuclear</i> (<i>in plane</i>)
6&9	420,45	749,29 & 498,56	900-675(k) & 600-420	C-H tekuk aromatis <i>polynuclear</i> (<i>out of plane</i>)

Keterangan:

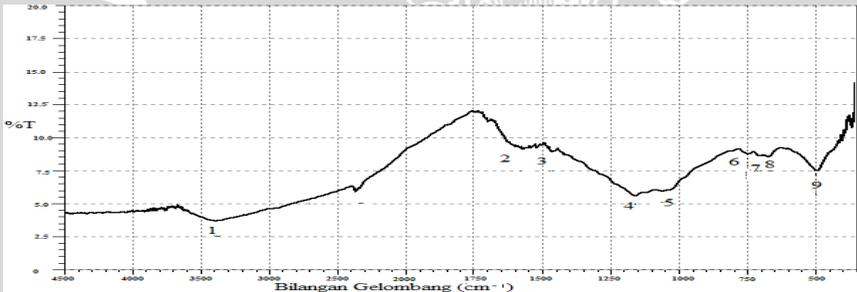
k = kuat, s = sedang, l = lemah (* sumber Silverstein *et al.*, 2005)

Pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa karbon aktif hasil sintesis

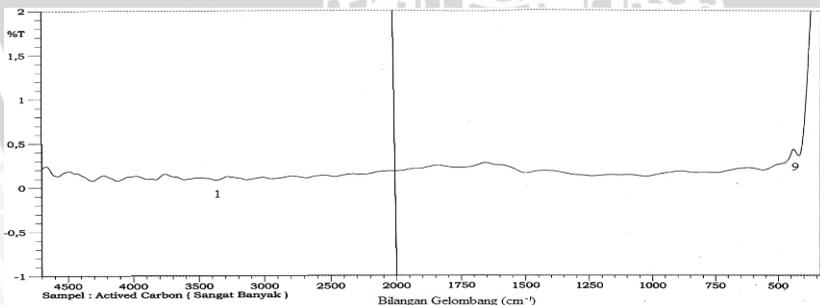
mengandung sisa hidrokarbon sebagai akibat karbonisasi yang belum sempurna sehingga dapat mempengaruhi adsorpsi *methylene blue* sebagai zat warna oleh karbon aktif.

Hal ini didukung oleh penentuan pH karbon aktif hasil sintesis yang cukup rendah, yaitu 2,44. Pada keasaman tersebut diperkirakan berasal dari pelepasan H^+ dari gugus hidroksil, OH dari karbon aktif hasil sintesis maupun asam fosfat yang terdapat dalam pori karbon. Dengan demikian permukaan karbon aktif cenderung bersifat asam. Adanya sifat dari karbon aktif hasil penelitian ini, maka dalam aplikasinya sesuai untuk adsorben kation atau senyawa polar.

Identifikasi spektra infra merah ini hanya dilakukan pada sampel karbon yang memberikan nilai bilangan *methylene blue* terbesar yang digunakan untuk karakterisasi ini. Gambar spektrum infra merah hasil karakterisasi dengan spektrofotometer infra merah terdapat pada Gambar 4.2.



(a.) Spektra karbon aktif dengan perbandingan jumlah aktivator 4,10 (g/g)



(b.) Spektra infra merah karbon perdagangan (Merck)

Gambar 4.2 Spektra infra merah sampel karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan (Merck)

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Perbandingan jumlah aktivator berpengaruh terhadap bilangan *methylene blue* yaitu meningkat pada perbandingan $\leq 4,10$ g/g tetapi menurun pada perbandingan $\geq 4,10$ g/g. Kondisi optimum karbon aktif hasil sintesis dicapai pada perbandingan 4,10 g/g dengan bilangan *methylene blue* 436,84 mg/g.
2. Gugus fungsi permukaan karbon aktif hasil sintesis dengan bilangan *methylene blue* terbesar adalah gugus hidroksil.

5.2 Saran

Pada penelitian ini karbon aktif hasil sintesis masih banyak terkandung sisa gugus hidrokarbon, oleh karena itu sangat disarankan untuk melakukan sintesis karbon dengan variabel lain yaitu variasi lama pemanasan dan temperatur agar diperoleh karbon yang lebih baik ditinjau dari luas permukaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Omair, M.A. and E.A. El-Sharkawy, 2001, **Removal of Heavy Metals Via Adsorption on Activated Carbon Synthesised from Solid Waste**, Chemistry Departement, Saudi Arabia.
- Anwar, S., 2008, **Ampas Tebu**, Universitas Brawijaya, Malang.
- Arianto, B., 2005, **Pengaruh Jumlah *Template* Natrium Silikat terhadap Karakter Karbon Aktif Mesopori**, Tugas Akhir Sarjana Sains FMIPA UNIBRAW, Malang.
- ASTM, 1990, **Standard Test Method for pH of Activated Carbon**, Designation: D 3838-80.
- Bansal, R.C., 1998, **Active Carbon**, Dekker, New York.
- Baquero, M.C., L. Giraldo, J.C. Moreno, S. Garcia, A.M. Alonso and J.M.D. Tacson, 2003, **Activation Carbon by Pyrolysis of Coffee bean husks in presence of Phosphoric Acid**, J. Anal. Applied Pyrol., 70 (2): 779-784.
- Basset, J., R.C. Denney, G.H. Jeffery and J. Mendham, 1991, **Vogel's Textbook of Quantitative Inorganik Analysis Including Elementary Instrumental Analisis**, Longman Group UK Limited, London.
- Benaddi, H., J.N. Rouzaud, J. Conard, D. Legras and F. Beguin, 1993, **Influence of The Atmosphere in The Chemical Activation of Wood**, Societe PICA, France, pp. 396-397 .
- Delobel, R., L. Bras and N. Ouassou, 1990, **Fire Retardance of Polypropylene by Diammonium Pyrophosphate Pentaerythriol: Spectroscopic Charaterization of Protective Coating**, Polym Degrad Stabil: 30:41.
- Derbyshier, F., 1995, **Porosity in Carbons "Characterization and Applications"**, Edward Arnold, London, p.227.

- Hang, P.J. and G.W. Brindley, 1970, **Methylene Blue Adsorption by Clay Minerals. Determination of Surface Areas and Cation Exchange Capacities (Clay-Organic Studies XVIII)**, J. Clay and Clay Minerals, Vol.18, pp. 203-212.
- Hidayat, N., 1995, **Bagas Limbah Pabrik Gula Jadi Media Tanam yang Bagus untuk Budidaya Jamur Tiram**, Agrobis, www.wuryan.com, Diakses tanggal 10 Januari 2009.
- Hoque, M., M. Ota and S. C. Bhattacharya, 2002, **Activated Charcoal from Coconun Shell Using ZnCl₂ Activation**, Biomass and Bioenergy 22, pp. 397-400.
- Jagtoyen, M., B. McEnaney, J. Stencil, M. Thwaites and F. Derbyshire, 1994, **Activated Carbons from Bituminous Coals by Reaction with H₃PO₄ : Influence of Coal Cleaning**, University of Kentucky Center for Applied Energy Research, Lexington, pp. 505-511.
- Jagtoyen, M. and F. Derbyshire, 1998, **Activated Carbons from Yellow Poplar and White Oak by H₃PO₄ Activation**, University of Kentucky Center for Applied Energy Research, 3572 Iron Works Pike, Lexington, 36 (7-8): 1085-1097.
- Jankowska, H., A. Swiatkowski and J. Choma, 1991, **Active Carbon**, Hawood, London, pp. 29-85.
- Junaidi, W., 2009, **Spektrofotometri Infra Red atau Infra Merah**, www.wawan.com, Diakses tanggal 20 Agustus 2009
- Kenee, J.P., E.J. Land and A.J. Swallow, 1965, **Pulse Radiolysis**, Acad Press, pp. 227.
- Khan, A.Y., 2003, **Titanium Dioxide Coated Activated Carbon Deregenerative Technology for Water Recovery**, Thesis Presented to Graduated University, India.
- King, G.B., E.C. William and M. B. William, 1977, **College Chemistry 7th**, Van Nostrand Company, New York, pp.507,136.

- Kroschwitz, J. I., 1990, **Concise Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**, John Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Levan, S.L., 1989, **Thermal Degradation**, US Forest Products Laboratory, USA, pp. 271-273.
- Lopez , C.C., G. Camargo, L. Giraldo and J.C. Moreno Pirajan, 2007, **Design of and Adsorbent Employing Activated Carbon Fiber to Remove Lead**, Eclét. Quím. v.32 n.3 São sPaulo 2007.
- Lori, J.A., A.O. Lawal and E.J. Ekanem, 2008, **Adsorption Charateristics of Active Carbon from Pyrolysis of Bagasse, Sorghhhum, and Millet Straw in Ortho Phosphoric Acid**, Departemen of Chemistry, Nigeria.
- Manocha, S.M., 2003, **Porous Carbons**, Departement of Material Science, India, pp. 335-348.
- Marsh, H. and F.R. Reinoso, 2006, **Activated Carbon**, Elsevier.
- Matten, 2009, **Mattpro** (G100-12/8x30 mesh, Matten), <http://www.mattenplant.com>, Diakses tanggal 14 Juni 2009.
- Mikhail, R.S. and E. Robens, 1983, **Microstructure and Thermal Analysis of Solid Surface**, John Wiley and Sons, Chichester, pp. 13.
- Mochida, I., S.H. Yoon and W. Qiao, 2006, **Catalysts in Syntheses of Carbon and Carbon Precursors**, J. Braz. Chem. Soc. vol.17 no.6.
- Nuphy, 2009, **Adsorpsi Karbon Aktif**, www.Nuphy.com, Diakses tanggal 28 Juli 2009.
- Omonmhenle, S.I., A.E. Ofojama, and F.E. Okieimen, 2006, **Sorption of Methylene Blue by Unmodified and Citric Acid Modified Sawdust**, J. Chem. Soc. Nig., 31 (1-2): 161-164.

- Pandey, A., C.R. Soccol, P. Nigam and V.T. Soccol, 2000, **Laboratorio De Processos Biotecnologicos**, Departamento de Engenharia Quimica, Universidade Federal do Parana (UFPR), CEP81531-970, Curitiba-PR, Brazil.
- Parker, S.P., 1984, **Mc.Graw-Hill Dictionary of Science and Technology**, Mc. Graw Hill Book Company, New York pp.563.
- Perry, R.H. and D.W. Green, 1997, **Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th ed**, Mc. Graw Hill Co, Inc., North America.
- Praraja, A., 2008, **Karbon Aktif**, www.arifinpraraja.com, Diakses tanggal 15 Juni 2009.
- Prayuwidayati, H. dan Y. Widodo, 2008, **Penggunaan Bagas Tebu Teramoniasi dan Terfermentasi dalam Ransum Ternak Domba**, Universitas Lampung, www.akademik.unisri.ac.id, Diakses tanggal 11 Februari 2009.
- Scott, P., 2007, **Optical Absorption of Methylene Blue**, <http://omlc.ogi.edu/spectra/mb/index.html>, Diakses pada tanggal: 1 Januari 2009.
- Silverstein, R.M., F.X. Webster and D.J. Kierole, 2005, **Spectrometric Identification of Organic Compounds, 7th ed**, John Willey and Sons, Inc., USA.
- Sharpe, A.G., 1986, **Inorganic Chemistry**, 2nd ed, Longman, Singapore, pp. 307.
- Sykes, P., 1989, **Penuntun Mekanisme Reaksi Kimia Organik**, edisi ke-6. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. hal 18.
- Sun, J., G. Wu and Q. Wang, 2004, **The Effects of Carbonization Time on The Properties and Structure of Pan-Based Activated Carbon Hollow Fiber**, College of Material Science & Engineering, Donghua University, Yan an West Road 1882, China .E-mail: junfensun@sohu.com.

Tamai, H.M.I., S. Kajoma H. and Yasuda, 1997, **Preparation of Mesoporous Activated Carbon Vibers and Their Adsorption**, Center Osaka Gas CO. Ltd, Osaka. 554 .

Wuryan, 2008, **Media Tanpa Tanah dan Pemupukan pada Tanaman Hias Anthurium Pot**, www.wuryan.com, Diakses tanggal 17 Maret 2009.

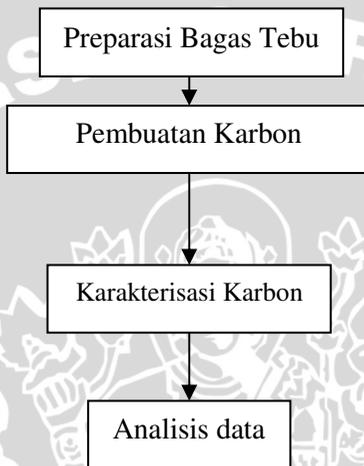
Zhang, W., Q.G. Chang , W.D. Liu , B.J. Li , W.X. Jiang , L.J. Fu and W.C. Ying, 2007, **Selecting Activated Carbon for Water and Wastewater Treatability Studies**, East China University of Chemical Technology, Shanghai (China), vol.2.



Lampiran 1

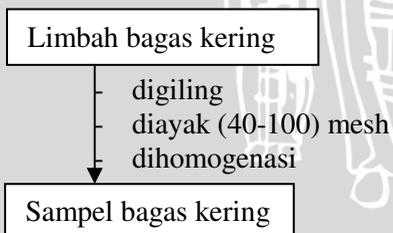
SKEMA KERJA

L.1.1 Diagram Alir Penelitian

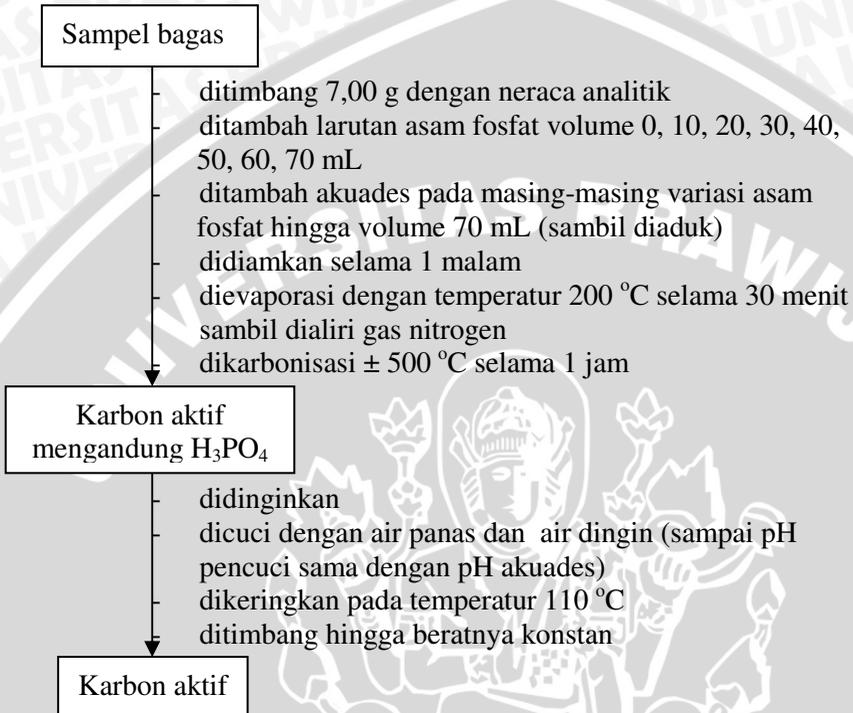


L.1.2 Preparasi Limbah Bagas Tebu dan Pembuatan Karbon Aktif

L.1.2.1 Preparasi Sampel

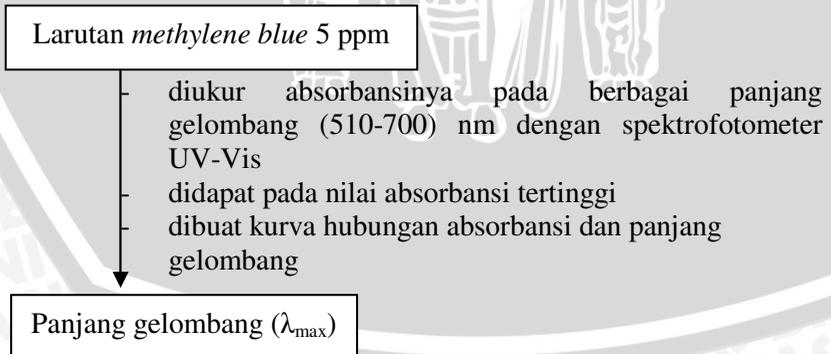


L.1.2.2 Pembuatan Karbon Aktif pada Berbagai Perbandingan Jumlah Aktivator

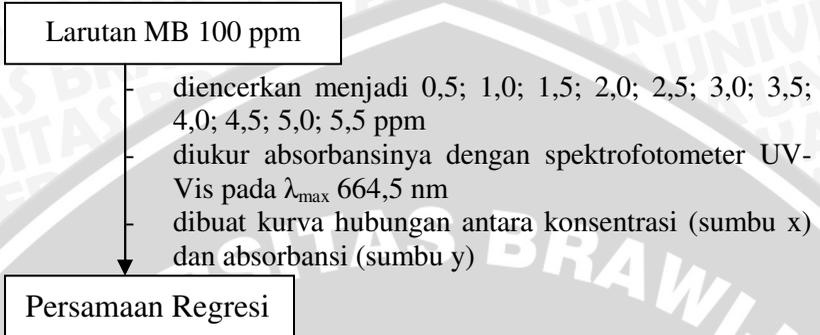


L.1.3 Penentuan Konsentrasi Sisa *Methylene Blue* secara Spektrofotometri

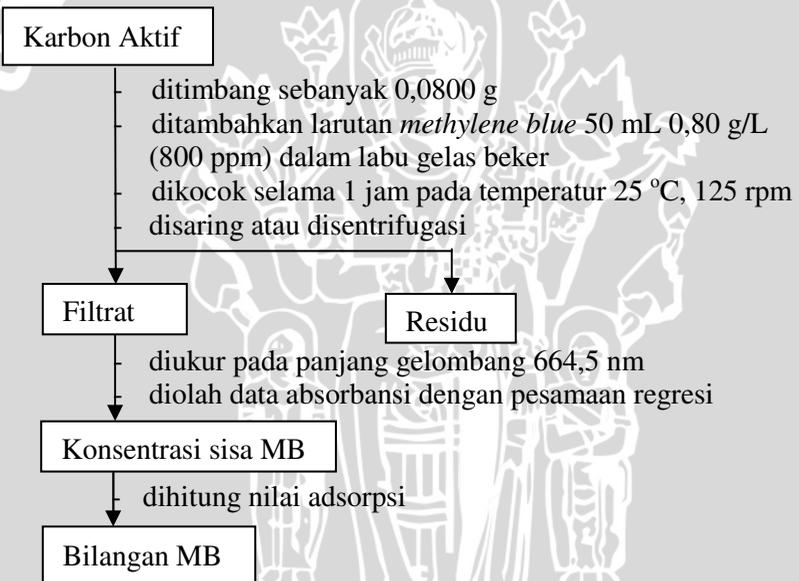
L.1.3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{\max})



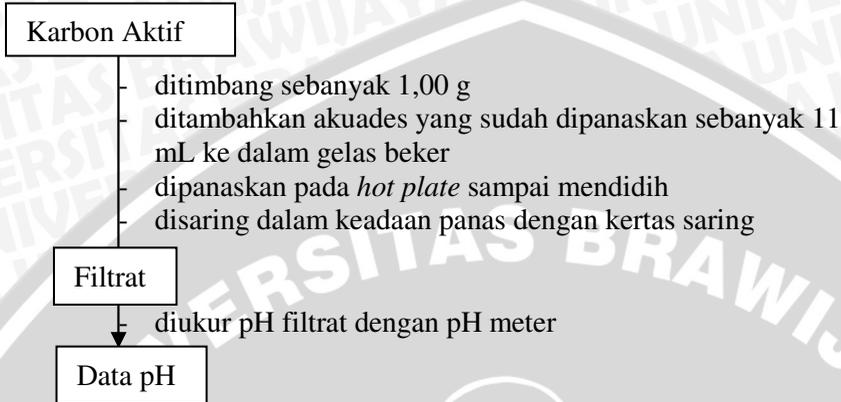
L.1.3.2 Penentuan persamaan regresi kurva baku *methylene blue*



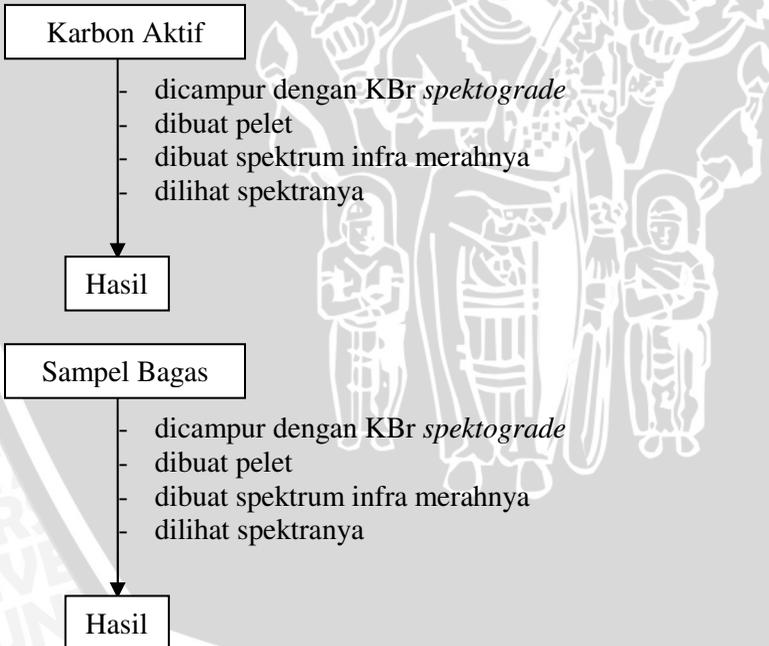
L.1.3.3 Penentuan bilangan *methylene blue*



L.1.4 Penentuan pH Karbon Aktif Hasil Sintesis



L.1.5 Identifikasi Gugus Fungsi Permukaan Karbon Aktif Hasil Sintesis



Lampiran 2

PEMBUATAN LARUTAN DAN PERHITUNGAN

L.2.1 Perhitungan Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 800 ppm

Serbuk *methylene blue* ditimbang sebanyak 0,8000 g dan dilarutkan dalam beaker glass dengan akuades 50 mL. Larutan dipindahkan dalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan sampai tanda batas. Larutan dipindahkan ke dalam wadah gelap dan disimpan di tempat yang gelap.

Cara Perhitungan:

$$800 \text{ ppm} = 800 \text{ mg/L}$$

$$\frac{800 \text{ mg}}{1\text{L}} = \frac{\text{massa}}{1\text{L}}$$

$$\text{massa} = 800 \text{ mg} = 0,8000 \text{ g}$$

L.2.2 Perhitungan Pembuatan Larutan untuk Kurva Baku *Methylene Blue*

Larutan *methylene blue* dipipet sebanyak 62,50 mL yang dipindahkan ke dalam labu ukur 500 mL menggunakan buret, lalu diencerkan sampai tanda batas. Larutan dipindahkan ke dalam wadah gelap dan disimpan di tempat yang gelap.

Cara Perhitungan:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$800 \text{ ppm} \times 62,50 = M_2 \times 500 \text{ mL}$$

$$M_2 = 100 \text{ ppm}$$

Keterangan :

M_1 = Konsentrasi larutan *methylene blue* awal (ppm)

M_2 = Konsentrasi larutan *methylene blue* akhir (ppm)

V_1 = Volume larutan *methylene blue* awal yang dipipet (mL)

V_2 = Volume hasil pengenceran (mL)

Tabel L.2 Perhitungan konsentrasi larutan kurva baku *methylene blue*

M_1 (ppm)	V_1 (mL)	M_2 (ppm)	V_2 (mL)
100	0,25	0,50	50
100	0,50	1,00	50
100	0,75	1,50	50
100	1,00	2,00	50
100	1,25	2,50	50
100	1,50	3,00	50
100	1,75	3,50	50
100	2,00	4,00	50
100	2,25	4,50	50
100	2,50	5,00	50
100	2,75	5,50	50

Lampiran 3

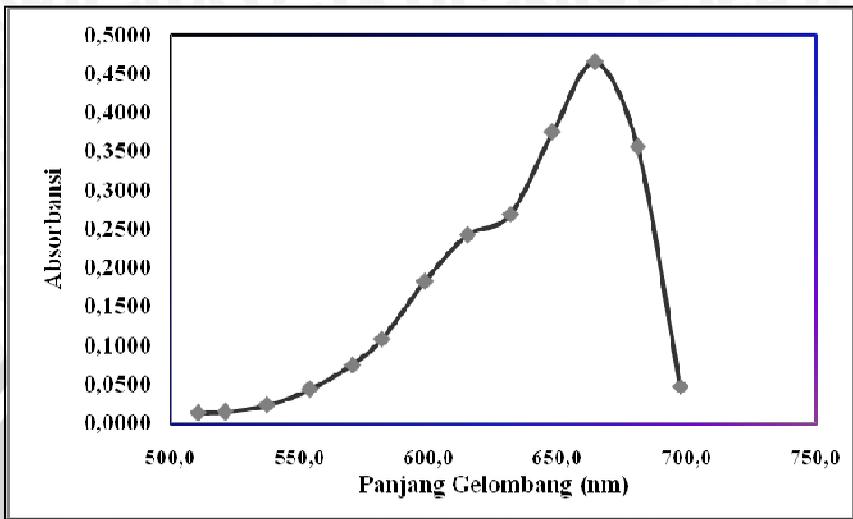
PENENTUAN PANJANG GELOMBANG MAKSIMUM

L.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene Blue*

Larutan 5 ppm dengan spektrofotometri UV-Vis diukur pada berbagai panjang gelombang, dengan data pada Tabel L.3.1.

Tabel L.3 Data absorbansi larutan *methylene blue*, konsentrasi 5 ppm pada berbagai panjang gelombang antara 700-510 nm

Panjang Gelombang	Absorbansi
697,5	0,0469
681,0	0,3567
664,5	0,4655
648,0	0,3752
631,5	0,2682
615,0	0,2418
598,5	0,1826
582,0	0,1085
570,5	0,0751
554,0	0,0436
537,5	0,0231
521,0	0,0146
510,5	0,0129



Gambar L.3 Kurva panjang gelombang maksimum *methylene blue*

Dari data tersebut diperoleh panjang gelombang maksimum larutan *methylene blue* sebesar 664,5 nm.

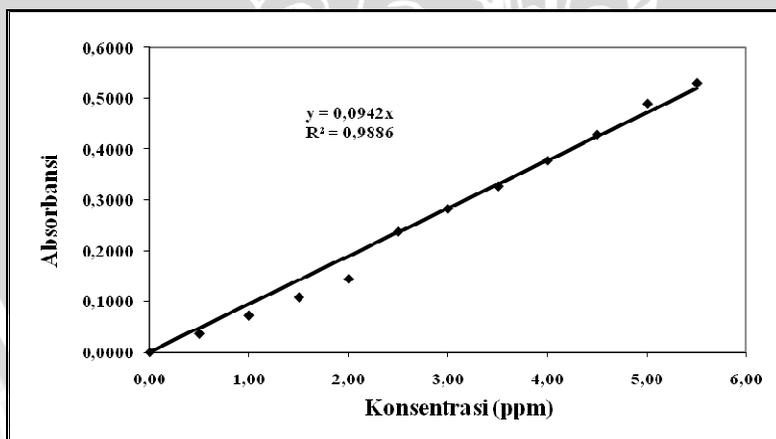
Lampiran 4

PENENTUAN KURVA BAKU LARUTAN

L.4 Penentuan Kurva Baku Larutan *Methylene Blue*

Tabel L.4 Data penentuan kurva baku larutan *methylene blue* pada berbagai konsentrasi

C_{sesung} (ppm)	Absorbansi			A_{rata}
	1	2	3	
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,5	0,0351	0,0365	0,0368	0,0361
1,0	0,0701	0,0730	0,0736	0,0722
1,5	0,1052	0,1095	0,1104	0,1084
2,0	0,1402	0,1460	0,1472	0,1445
2,5	0,2208	0,2415	0,2493	0,2372
3,0	0,2723	0,2755	0,2985	0,2821
3,5	0,3029	0,3373	0,3390	0,3264
4,0	0,3646	0,3843	0,3822	0,3770
4,5	0,4125	0,4341	0,4381	0,4282
5,0	0,4800	0,4923	0,4951	0,4891
5,5	0,5225	0,5339	0,5334	0,5299



Gambar L.4 Kurva baku larutan *methylene blue* $y = ax$

Lampiran 5

PENGOLAHAN DATA ADSORPSI

L.5 Penentuan Bilangan *Methylene blue* (MB)

L.5.1 Perhitungan konsentrasi *methylene blue* sisa

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Absorbansi sampel } 0,00 \text{ (g/g)} &= 0,3346 \\ \text{Slope} &= 0,0942 \\ \text{Konsentrasi Lar. MB awal (C}_{\text{awal}}) &= 800 \text{ ppm} \\ \text{fp} &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{50\text{mL}}{1\text{mL}} = 50\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}\text{C}_{\text{ukur MB}} &= \frac{\text{Absorbansi MB}}{\text{Slope}} \\ &= \frac{0,3346}{0,0942} = 3,5518 \text{ ppm} \\ \text{C}_{\text{MB sisa}} &= \text{C}_{\text{ukur}} \times \text{fp} \\ &= 3,5518 \text{ ppm} \times 50 = 177,5906 \text{ ppm}\end{aligned}$$

L.5.2 Perhitungan konsentrasi ukur *methylene blue* awal

Dari data kurva baku diketahui nilai absorbansi pada konsentrasi 4 ppm sebesar 0.3770

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Absorbansi larutan baku } 4 \text{ ppm} &= 0,3770 \\ \text{Slope} &= 0,0942 \\ \text{Konsentrasi Lar. MB awal (C}_{\text{awal}}) &= 800 \text{ ppm} \\ \text{fp} &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{100\text{mL}}{0,5\text{mL}} = 200\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} C_{\text{ukur lart standar 4 ppm}} &= \frac{\text{Absorbansi Lart.s tan dar 4 ppm}}{\text{slope}} \\ &= \frac{0,3770}{0,0942} \\ &= 4,0020 \text{ ppm} \\ C_{\text{ukur awal}} &= C_{\text{ukur lart standar 4 ppm}} \times \text{fp} \\ &= 4,0020 \text{ ppm} \times 200 \\ &= 800,4246 \text{ ppm} \end{aligned}$$

L.5.3 Perhitungan konsentrasi *methylene blue* teradsorpsi

$$\begin{aligned} C_{\text{adsorpsi}} &= C_{\text{ukur awal}} - C_{\text{MB sisa}} \\ &= (800,4246 - 177,5906) \text{ ppm} \\ &= 622,8340 \text{ ppm} \end{aligned}$$

L.5.4 Perhitungan penentuan bilangan *methylene blue*

$$Q = (V/m) \times (C_i - C_e)$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= 0,05 \text{ L} \\ \text{Massa karbon aktif (W)} &= 0,08 \text{ g} \\ C_{\text{adsorpsi}} (C_i - C_e) &= C_{\text{ukur awal}} - C_{\text{MB sisa}} \\ &= 622,8340 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{(0,05 \text{ L})}{0,08 \text{ g}} \times 622,8340 \text{ mg/L} \\ &= 389,2713 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

L.5.5 Perhitungan penentuan perbandingan jumlah aktivator asam fosfat

Diketahui: Massa (W) jenis larutan H_3PO_4 = 1,685 g/mL
Volume (V) larutan H_3PO_4 = 10 mL
Kadar H_3PO_4 = 85 % (b/b)
Massa (W) bagas tebu = 7,00 g

Sehingga:

Perbandingan jumlah aktivator H_3PO_4 dan prekursor bagas tebu adalah:

$$\begin{aligned} W_{H_3PO_4} / W_{\text{bagas tebu}} &= \text{Kadar } H_3PO_4 \times W_{\text{lar. } H_3PO_4} / W_{\text{bagas tebu}} \\ &= \% \times (\rho_{\text{lar. } H_3PO_4} \times V_{\text{lar. } H_3PO_4}) / W_{\text{bagas tebu}} \\ &= 0,85 \times (1,685 \text{ g/mL} \times 10 \text{ mL}) / 7,00 \text{ g} \\ &= 2,05 \text{ g/g} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka diketahui nilai perbandingan jumlah aktivator dan prekursor sebagai berikut:

$V_{\text{lar. } H_3PO_4}$ (mL)	$W_{\text{bagas tebu}}$ (g)	$W_{\text{as.fosfat}} \cdot W_{\text{bagas}}$ (g/g)
0	7,00	0,00
10	7,00	2,05
20	7,00	4,10
30	7,00	6,20
40	7,00	8,18
50	7,00	10,23
60	7,00	12,27
70	7,00	14,32

Tabel L.5 Pengaruh jumlah aktivator terhadap adsorpsi *methylene blue* pada karbon aktif
Sampel 1

$W_{as.fosfat} : W_{bagas}$ (g/g)	Absorbansi	fp	Slope	C_{ukur} (ppm)	C_{MBSisa} (ppm)	$C_{ukur\ awal}$ (ppm)	$C_{adsorpsi}$ (ppm)	Volume (L)	$W_{C-aktif}$ (g)	Qc MB (mg/g)
0,00	0,3346	50	0,0942	3,5518	177,5906	800,4246	622,8340	0,05	0,08	389,2713
2,05	0,2630	50	0,0942	2,7922	139,6099	800,4246	660,8148	0,05	0,08	413,0092
4,10	0,2031	50	0,0942	2,1563	107,8163	800,4246	692,6083	0,05	0,08	432,8802
6,20	0,1957	50	0,0942	2,0779	103,8957	800,4246	696,5289	0,05	0,08	435,3306
8,18	0,2165	50	0,0942	2,2984	114,9224	800,4246	685,5023	0,05	0,08	428,4389
10,23	0,2182	50	0,0942	2,3168	115,8413	800,4246	684,5834	0,05	0,08	427,8646
12,27	0,2418	50	0,0942	2,5668	128,3381	800,4246	672,0865	0,05	0,08	420,0540
14,32	0,2596	50	0,0942	2,7554	137,7721	800,4246	662,6526	0,05	0,08	414,1578

Sampel 2

$W_{as.fosfat} : W_{bagas}$ (g/g)	Absorbansi	fp	Slope	C_{ukur} (ppm)	C_{MBSisa} (ppm)	$C_{ukur\ awal}$ (ppm)	$C_{adsorpsi}$ (ppm)	Volume (L)	$W_{C-aktif}$ (g)	Qc MB (mg/g)
0,00	0,3413	50	0,0942	3,6229	181,1436	800,4246	619,2810	0,05	0,08	387,0506
2,05	0,2636	50	0,0942	2,7983	139,9161	800,4246	660,5085	0,05	0,08	412,8178
4,10	0,1792	50	0,0942	1,9027	95,1356	800,4246	705,2890	0,05	0,08	440,8056
6,20	0,2257	50	0,0942	2,3965	119,8231	800,4246	680,6015	0,05	0,08	425,3759
8,18	0,2197	50	0,0942	2,3328	116,6376	800,4246	683,7870	0,05	0,08	427,3669
10,23	0,2248	50	0,0942	2,3867	119,3330	800,4246	681,0916	0,05	0,08	425,6822
12,27	0,2362	50	0,0942	2,5080	125,3977	800,4246	675,0269	0,05	0,08	421,8918
14,32	0,2745	50	0,0942	2,9135	145,6745	800,4246	654,7501	0,05	0,08	409,2188

Rata-rata Bilangan *Methylene blue*

$W_{\text{as.fosfat}} \cdot W_{\text{bagas}}$ (g/g)	Q ₁	Q ₂	Q _{rata}	SD	% Kesalahan
0,00	389,27	387,05	388,16	1,5702	0,2860
2,05	413,01	412,82	412,91	0,1354	0,0232
4,10	432,88	440,81	436,84	5,6041	0,9071
6,20	435,33	425,38	430,35	7,0390	1,1566
8,18	428,44	427,37	427,90	0,7580	0,1253
10,23	427,86	425,68	426,77	1,5432	0,2557
12,27	420,05	421,89	420,97	1,2995	0,2183
14,32	414,16	409,22	411,69	3,4924	0,5999

Lampiran 6

UJI STATISTIK

I. Uji Statistik Bilangan *Methylene Blue*

$$\begin{aligned}\text{Faktor koreksi (FK)} &= \frac{(\text{Totalulangan})^2}{\text{jumlahseluruhobservasi}} \\ &= \frac{(6711,22)^2}{16} = 2815026,64\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Kuadrat Total (JKT)} &= (389,27)^2 + (413,01)^2 + \\ &\quad (421,89)^2 + \dots + \\ &\quad (409,22)^2 - 2724045,77 \\ &= 2818388,47 - 2815026,64 \\ &= 3361,82\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Kuadrat Perlakuan} &= \frac{\sum (\text{jumlahhasilperlakuan})^2}{n} - \text{FK} \\ &= \frac{(776,32)^2 + (825,83)^2 + \dots + (823,37)^2}{2} - 2815026,64 \\ &= 2818288,188 - 2815026,64 = 3261,54\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Kuadrat galat (JKG)} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 3361,82 - 3261,54 \\ &= 100,28\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuadrat Total Perlakuan (KTP)} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{DBPerlakuan}} = \frac{3261,54}{7} \\ &= 465,93\end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Total Galat (KTG)} = \frac{\text{JKGalat}}{\text{DBGalat}} = \frac{100,28}{9} = 11,14$$

$$F_{\text{Hitung}} = \frac{KT_{\text{Perlakuan}}}{KT_{\text{Galat}}} = \frac{465,93}{11,14} = 41,82$$

F Tabel (f_1, f_2) = (4,10) pada taraf nyata 5 % = 3,48

Tabel L.6.1 Analisis sidik ragam satu arah penentuan jumlah aktivator

Sumber keragaman	db (p-1)	JK	KT	F	F
				Hitung	Tabel
Perlakuan (p-1)	7	3261,54	465,93	41,82	3,48
Galat p (n-1)	9	100,28	11,14		
Total	16				

$$H_0 = P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$$

$$H_1 = P_1 \neq P_2 \neq P_3 \neq P_4 \neq P_5$$

$F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka terima H_1 dan menolak H_0 , berarti ada perbedaan yang nyata dalam perlakuan variasi jumlah aktivator sehingga perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan yang berbeda 5 %..

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{(0,05)} &= t_{(0,05/2, \text{dbG})} \sqrt{\frac{2KTG}{n}} \\ &= 2,228 \times \sqrt{\frac{2 \times 11,14}{2}} \\ &= 7,44 \end{aligned}$$

Tabel L.6.2 Hasil uji BNT oleh pengaruh jumlah aktivator yang ditunjukkan sebagai perbandingan (g/g)

$W_{\text{as.fosfat}}:W_{\text{bagas}}$ (g/g)	Q_{rata}	0,00	2,05	4,10	6,20	8,18	10,23	12,27	14,32
		388,16	412,91	436,84	430,35	427,90	426,77	420,97	411,69
0,00	388,16	0,00	24,75*	48,68*	42,19*	39,74*	38,61*	32,81*	23,53*
2,05	412,91		0,00	23,93*	17,44*	14,99*	13,86*	8,06	1,23
4,10	436,84			0,00	6,49	8,94*	10,07*	15,87*	25,15*
6,20	430,35				0,00	2,45	3,58	9,38*	18,66*
8,18	427,90					0,00	1,13	6,93	16,21*
10,23	426,77						0,00	5,80	15,09*
12,27	420,97							0,00	9,28*
14,32	411,69								0,00

Keterangan :

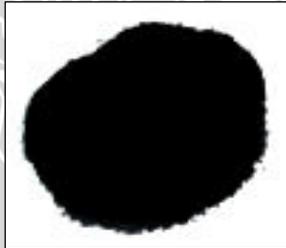
* = beda nyata pada taraf 5%

Lampiran 7

GAMBAR



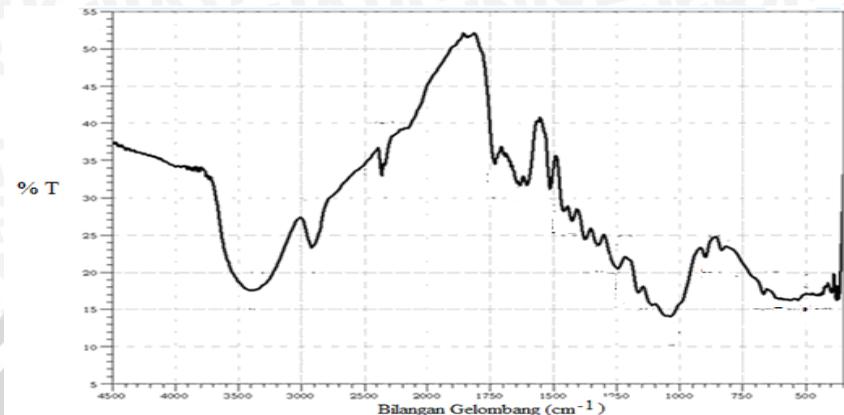
Gambar L.7.1 Bagas tebu



Gambar L.7.2 Karbon aktif dengan perbandingan jumlah aktivator 4,10 (g/g)



Gambar L.7.3 Karbon aktif tanpa aktivator



Gambar L.7.4 Spektra sampel bagas tebu



Gambar L.7.5 Seperangkat alat karbonisasi

Keterangan:

1. Tabung gas nitrogen
2. Kran pembuka/penutup tabung gas nitrogen
3. *Flowmeter*
4. Tungku karbonisasi (*electric furnace*)
5. Tabung tempat sampel
6. Regulator