

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF TERAKTIVASI NaCl
DARI AMPAS TAHU**

SKRIPSI

oleh:

**LILIK HARTINI
NIM.10630041**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2014**

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF TERAKTIVASI NaCl
DARI AMPAS TAHU**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Sains (S.Si)**

**oleh:
LILIK HARTINI
NIM. 10630041**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF TERAKTIVASI NaCl DARI AMPAS
TAHU**

SKRIPSI

Oleh:
LILIK HARTINI
NIM. 10630041

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 8 September 2014

Pembimbing I

Pembimbing II

Eny Yulianti, M.Si.
NIP. 19760611 200501 2 006

Dr. H. Murinal Abidin, M. Ag
NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang



Eloic Samilah Hayati, M.Si.
NIP. 19790620 200604 2 002

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF TERAKTIVASI NaCl DARI AMPAS
TAHU**

SKRIPSI

Oleh:
LILIK HARTINI
NIM. 10630041

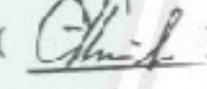
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal: 8 September 2014

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Penguji Utama | : Suci Amalia, M.Sc.
NIP. 19821104 200901 2 007 |
| 2. Ketua Penguji | : Ahmad Hanapi, M.Sc.
NIPT. 20140201 1 422 |
| 3. Sekretaris Penguji | : Eny Yulianti, M.Si.
NIP. 19760611 200501 2 006 |
| 4. Anggota Penguji | : Dr. H. Munirul Abidin, M.Ag.
NIP. 19720420 200212 1 003 |

()
()
()
()

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang



Elsak Kamillah Hayati, M.Si.

NIP. 19590620 200604 2 002

MOTTO

***Berjuang untuk masa depan
Semangat adalah kunci keberhasilan
Kesabaran dan keyakinan
Hal yang harus ditetapkan dalam hati
Tiada yang sulit untuk dilakukan
Karena sesungguhnya
Sesudah kesulitan itu ada kemudahan
Tetap bersyukur atas ni'mat yang diberikan***

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tiada kata yang mampu dihaturkan
Tiada bentuk yang layak ku berikan

Ku hanya mampu mempersembahkan karya kecil ini

Untuk orang tuaku yang tiada henti mendo'akanku

Yang selalu mendengar keluh kesahku

Yang selalu memberi dukungan baik moril maupun materil

Terima kasih ayah ibu

Untuk adikku dan keluarga besarku

Terima kasih atas do'a, motivasi dan dukungannya selama ini

Untuk para pembimbing, penguji serta dosen-dosen

Terima kasih atas bimbingan dan ilmu-ilmu yang diberikan

Untuk teman-teman angkatan '10

Terima kasih atas kebersamaan kita selama 4 tahun

Yang mampu memberikan warna-warni dalam hidup ini

Untuk orang-orang yang telah membantuku

Terima kasih telah meluangkan waktunya

Untukku

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lilik Hartini
NIM : 10630041
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang telah saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 8 September 2014
Yang membuat pernyataan,



Lilik Hartini
NIM. 10630041

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul **"Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu"**. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar S.Si di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang. Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu, iringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtarromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Eny Yulianti, M.Si dan Dr. H. Munirul Abidin, M.Ag selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dengan penuh kesabaran serta memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku dosen konsultan yang telah membimbing, mengarahkan dengan penuh kesabaran serta memotivasi dalam penyusunan skripsi ini
6. Suci Amalia, M.Sc dan Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan sarannya agar skripsi ini bisa menjadi lebih baik.
7. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan do'a, dukungan moral dan material sejak awal hingga akhir sampai terselesainya skripsi ini.
8. Segenap laboran dan staf administrasi kimia yang telah banyak membantu sehingga skripsi ini terselesaikan.

9. Teman-teman Jurusan Kimia 2010 (Khususnya Dewi Hafidhoh, Qonita Nurul Ula, Nur Laila dan Putri Rizkia) yang telah memotivasi, memberikan semangat, dan dukungan sampai terselesainya skripsi ini.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan bantuan selama penyusunan laporan hasil penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan penelitian ini masih jauh dari sempurna, sehingga demi memperoleh hasil yang lebih baik dan bermanfaat, penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak. Semoga laporan hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan bagi penulis khususnya dan semua pihak umumnya.

Malang, 8 September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN ORISINALITAS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ampas Tahu	9
2.1.1 Kandungan Ampas Tahu	10
2.1.2 Pemanfaatan Ampas Tahu	10
2.1.3 Ampas Tahu sebagai Adsorben	11
2.2 Karbon Aktif	12
2.3 Aktivasi	15
2.3.1 Aktivasi secara Kimia	15
2.3.2 Aktivasi secara Fisika	19
2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Aktivasi	19
2.4 Mekanisme Solvasi NaCl dalam Air	20
2.5 Adsorpsi	21
2.6 Penentuan Luas Permukaan dengan Analisis <i>Methylene Blue</i>	22
2.7 <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)	26
2.8 Pemanfaatan Ampas Tahu dalam Perspektif Islam	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	35
3.2 Alat dan Bahan	35
3.2.1 Alat	35
3.2.2 Bahan	35
3.3 Rancangan Penelitian	36
3.4 Tahapan Penelitian	37

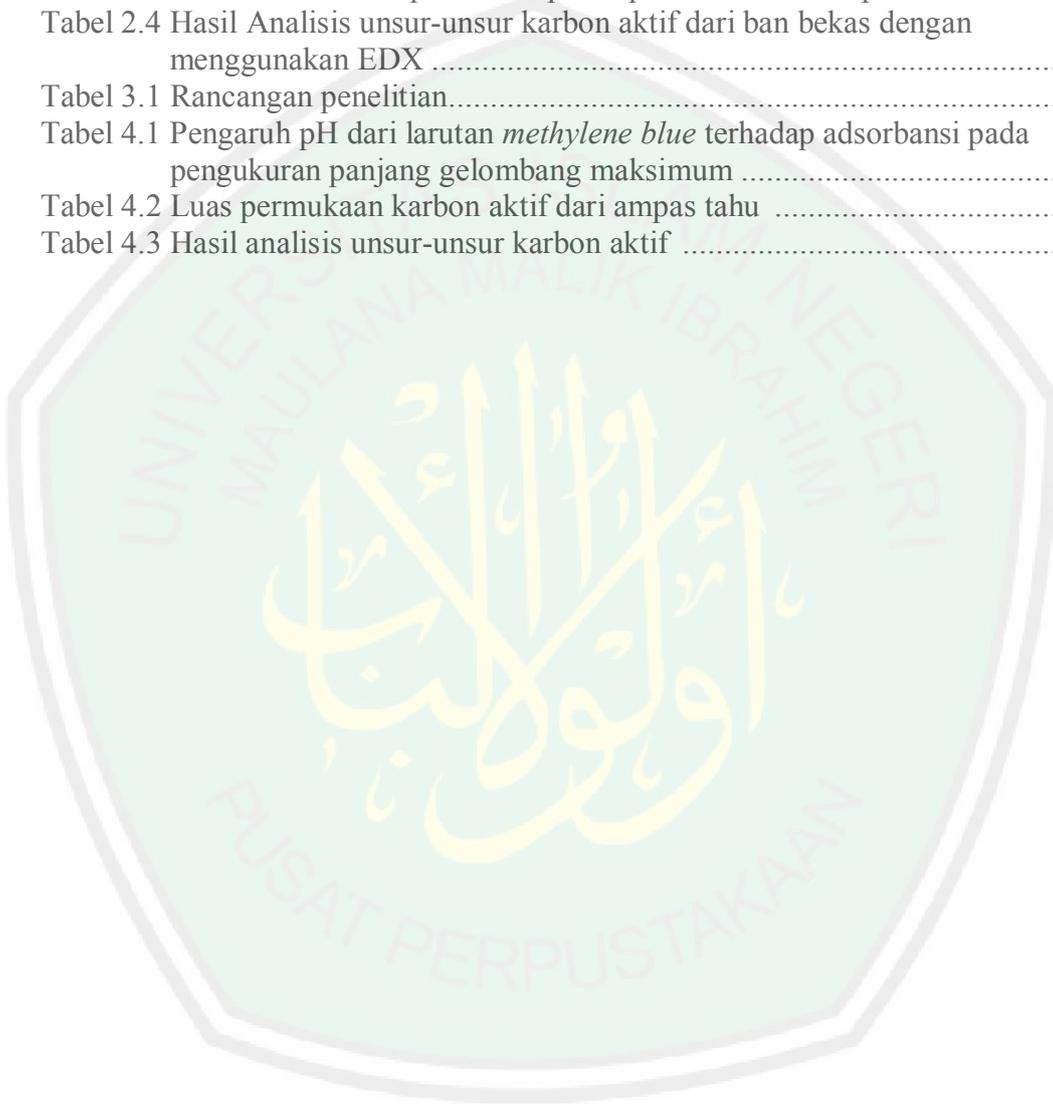
3.5 Pelaksanaan Penelitian	37
3.5.1 Preparasi Sampel	37
3.5.2 Analisis Kadar Air	37
3.5.3 Aktivasi dari Ampas Tahu Kering	38
3.5.4 Karbonisasi Ampas Tahu Teraktivasi NaCl.....	38
3.5.5 Pencucian dan Pengeringan Karbon Aktif dari Ampas Tahu	39
3.5.6 Penentuan Luas Permukaan pada Karbon Aktif dari Ampas Tahu dengan Analisis Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	39
3.5.6.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum <i>Methylene Blue</i>	39
3.5.6.2 Penentuan Waktu Operasional	39
3.5.6.3 Pembuatan Kurva Baku	40
3.5.6.4 Penentuan Luas Permukaan	40
3.5.7 Analisis Morfologi dan Komposisi Unsur Karbon Aktif dari Ampas Tahu yang Mempunyai Luas Permukaan Terbaik pada Analisis Adsorpsi <i>Methylene Blue</i> dan Beda Nyata dari Hasil Uji LSD dengan Menggunakan SEM-EDX	41
3.5.8 Analisis Data	41
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Preparasi Sampel.....	42
4.2 Analisis Kadar Air	42
4.3 Aktivasi dari Ampas Tahu Kering	44
4.4 Karbonisasi Ampas Tahu Teraktivasi NaCl.....	47
4.5 Pencucian dan Pengeringan Karbon Aktif dari Ampas Tahu.....	49
4.6 Penentuan Luas Permukaan pada Ampas Tahu Teraktivasi NaCl dengan Analisis Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	50
4.6.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum <i>Methylene Blue</i>	50
4.6.2 Penentuan Waktu Operasional	52
4.6.3 Pembuatan Kurva Baku	53
4.6.4 penentuan Luas Permukaan	54
4.7 Analisis Morfologi dan Komposisi Unsur Karbon Aktif dari Ampas Tahu yang Mempunyai Luas Permukaan Terbaik pada Analisis Adsorpsi <i>Methylene Blue</i> dan Beda Nyata dari Hasil Uji LSD dengan Menggunakan SEM-EDX	59
4.8 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam.....	63
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ampas tahu.....	9
Gambar 2.2 NaCl tersolvasi oleh air	21
Gambar 2.3 Struktur <i>methylene blue</i>	23
Gambar 2.4 Ilustrasi berkas electron SEM.....	27
Gambar 2.5 Hasil analisis SEM permukaan okara	27
Gambar 2.6 Permukaan RACF dengan perlakuan perbedaan konsentrasi NaCl	28
Gambar 2.7 Hasil uji SEM karbon aktif dengan konsentrasi aktivator NaCl 30 % dan Suhu Aktivasi 650 °C	29
Gambar 2.8 Fraktogram hasil analisa EDX dari karbon aktif yang dihasilkan pada konsentrasi aktivator NaCl 30 % dan suhu aktivasi 650 °C	30
Gambar 4.1 Kurva waktu operasional <i>methylene blue</i>	52
Gambar 4.2 Kurva baku <i>methylene blue</i>	53
Gambar 4.3 Terjadinya gaya dipol-dipol induksian antara molekul polar dengan nonpolar	56
Gambar 4.4 Grafik luas permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl	57
Gambar 4.5 Hasil analisis morfologi menggunakan sem pada perbesaran 2000 kali	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan unsur gizi dan kalori dalam ampas tahu.....	10
Tabel 2.2 Penggunaan dan kegunaan karbon aktif.....
Tabel 2.3 Warna-warna komplementer pada spektrum sinar tampak	24
Tabel 2.4 Hasil Analisis unsur-unsur karbon aktif dari ban bekas dengan menggunakan EDX	30
Tabel 3.1 Rancangan penelitian.....	36
Tabel 4.1 Pengaruh pH dari larutan <i>methylene blue</i> terhadap adsorbansi pada pengukuran panjang gelombang maksimum	51
Tabel 4.2 Luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu	57
Tabel 4.3 Hasil analisis unsur-unsur karbon aktif	62



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Reaksi disosiasi NaCl	20
Persamaan 3.1 Penentuan kadar air	38
Persamaan 3.2 Penentuan luas permukaan karbon aktif.....	40
Persamaan 4.1 Reaksi pelarutan NaCl dalam Air.....	46
Persamaan 4.2 Reaksi AgNO ₃ dengan HCl	50
Persamaan 4.3 Persamaan regresi linier.....	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema kerja penelitian	74
Lampiran 2	Skema kerja	75
Lampiran 3	Perhitungan dan pembuatan reagen dan larutan	79
Lampiran 4	Berat yang dihasilkan dalam tiap tahap pembuatan karbon aktif dan pH	84
Lampiran 5	Perhitungan kadar air	85
Lampiran 6	Data pengukuran absorbansi.....	86
Lampiran 7	Perhitungan luas permukaan pada karbon aktif	87
Lampiran 8	Hasil uji statistika pada luas permukaan karbon aktif dengan konsentrasi NaCl	98
Lampiran 9	Data hasil analisis spektrofotometer UV-Vis	100
Lampiran 10	Hasil analisis SEM-EDX.....	112
Lampiran 12	Dokumentasi penelitian	116

ABSTRAK

Hartini, L. 2014. **Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Dr. H. Munirul Abidin, M.Ag; Konsultan: Rif'atul Mahmudah, M.Si

Kata Kunci: Ampas tahu, karakterisasi, karbon aktif, NaCl

Ampas tahu merupakan residu hasil penyaringan susu kedelai pada proses pembuatan tahu. Ampas tahu yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu cukup melimpah. Melimpahnya ampas tahu akan menyebabkan pencemaran lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara maksimal karena kandungan bahan-bahan organik yang terdapat dalam ampas tahu akan terdegradasi setelah 12 jam pada saat dihasilkan dari pembuatan tahu. Salah satu upaya untuk memanfaatkan ampas tahu adalah dengan menjadikannya sebagai bahan dasar dalam pembuatan karbon aktif karena kandungan serat ampas tahu berkisar 50 %.

Proses pembuatan karbon aktif dalam penelitian ini melalui 4 tahapan yaitu proses pengeringan ampas tahu selama 7 hari dibawah matahari, proses aktivasi kimia menggunakan aktivator larutan NaCl dengan variasi konsentrasi 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 %, proses karbonisasi ampas tahu teraktivasi NaCl pada suhu 500 °C dan pencucian karbon aktif dari ampas tahu dengan menggunakan HCl 1 M. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator terhadap luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu menggunakan metode adsorpsi methylene blue dan dilanjutkan uji ANOVA one way dan uji LSD dengan taraf uji 1 %. Hasil karbon aktif yang mempunyai luas permukaan terbaik pada adsorpsi methylene blue dan berbeda nyata dari hasil uji LSD (*Least Significance Different*) dilakukan analisis morfologi dan analisis komposisi unsur-unsur yang terkandung dalamnya dengan menggunakan SEM-EDX (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray).

Hasil penelitian menunjukkan variasi konsentrasi NaCl sebagai aktivator berpengaruh terhadap luas permukaan karbon aktif. Luas permukaan terbaik dihasilkan saat diaktivasi dengan aktivator larutan NaCl 10 % adalah 18,9357 m²/g. Analisis SEM menunjukkan bahwa karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % pori-pori yang terbentuk lebih banyak dan membentuk rongga-rongga pori-pori dengan kedalaman yang lebih besar bila dibandingkan dengan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %. Hasil analisis EDX menunjukkan bahwa komposisi unsur yang terdapat pada permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % meliputi unsur C 88,90 %, unsur O 10,08 %, unsur Al 0,36 %, unsur Mg 0,16 % dan unsur Ca 0,50 % sedangkan komposisi karbon aktif teraktivasi NaCl 0 % meliputi unsur C 87,38 %, unsur O 10,31 %, unsur Mg 0,77 % dan unsur Ca 1,54 %.

ABSTRACT

Hartini, L. 2014. Characterization of Activated Carbon Activated NaCl from Soybean Curd Residue. Thesis. Chemistry Department, Science and Technology Faculty of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Eny Yulianti, M.Si; Supervisor II: Dr. H. Munirul Abidin, M.Ag; Consultant: Rifatul Mahmudah, M.Si

Keywords: Soybean curd residue, characterization, activated carbon, NaCl

Soybean curd residue is soy milk residue screening results in the process of making out. Soybean curd residue are generated in the manufacturing process quite abundant. The soybean curd residue will cause environmental pollution if not fully utilized. Because of this case, it contents of organic materials contained in the tahu will be degraded after 12 hours at the time resulting from the making of *tahu*. One of the attempts to utilize soybean curd residue is to make it as a base material in the manufacture of activated carbon for fiber content ranges from 50 % soybean curd residue.

The process of manufacture of activated carbon in this study through the 4 stages: drying process of the dreg out for 7 days under the sun, chemical activation process using a solution of NaCl with various activator concentrations of 0 %, 5%, 10 %, 15 %, 20 %, and 25 %, carbonization process of tahu with NaCl activated at a temperature of 500 °C and activated carbon leaching from dreg of tahu by using HCl 1 M. To know the effect of activator concentration on the surface area of the activated carbon adsorption using methylene blue method and proceed one-way ANOVA and LSD test with a test level of 1 %. The results of activated carbon has the best surface area on the adsorption of methylene blue and significantly different from the results of LSD test performed morphological analysis and composition analysis of the elements contained therein by using SEM-EDX.

The results showed variation in the concentration of NaCl as an activator effect on the surface area of activated carbon. The best surface area produced when activated by the activator solution of 10 % NaCl is 18.9358 m²/g. SEM analysis showed that activated carbon activated NaCl 10 % pores formed more and cavities forming pores with greater depth when compared with activated carbon activated NaCl 0 %. The results of EDX analysis showed that the composition elements of the surface activated carbon activated NaCl 10 % includes elements C 88.90 %, 10.08 % O elements, the elements Al 0.36 %, 0.16 % of the elements Mg and Ca element composition of 0.50 % while the composition elements of the surface activated carbon activated NaCl 0 % elements include C 87.38 %, 10.31 % O elements, the elements Mg 0.77 % and 1.54 % Ca elements.

الملخص

هارتين ل. ٢٠١٤. توصيف الكربون نشط المنشط الصوديوم كلوريد من الثمالة التوفو. أطروحة. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف الأول: ايني يولينتي الماجستير، و المشرف الثاني الدكتور الحج منير العابدين الماجستير، مستشار: رفعة المحموده

كلمات البحث: الثمالة التوفو، وتوصيف، الكربون المنشط، الصوديوم كلوريد

الثمالة التوفو هو حليب الصويا نتائج فحص بقايا في عملية صنع بها. النفايات التوفو ولدت في عملية التصنيع معرفة وفيرة جدا. سوف وفرة من التوفو تسبب التلوث البيئي إذا لم تستخدم بشكل كامل بسبب محتوى المواد العضوية الواردة في التوفو سيتم تدهورت بعد ١٢ ساعة في الوقت الناتج من تصنيع يعرفون. واحدة من المحاولات للاستفادة من التوفو هو جعلها بمثابة المادة الأساسية في صناعة الكربون المنشط لنطاقات محتوى الألياف من النفايات التوفو ٥٠٪.

عملية تصنيع الكربون المنشط في هذه الدراسة من خلال المراحل ٤ من اللب عملية تجفيف لمدة ٧ أيام تحت الشمس، عملية التنشيط الكيميائي باستخدام محلول كلوريد الصوديوم مع تركيزات المنشط مختلفة من ٠٪، ٥٪، ١٠٪، ١٥٪، ٢٠٪، و ٢٥٪، عملية الكربنة التوفو كلوريد الصوديوم تفعيلها عند درجة حرارة ٥٠٠ °C والمفعلين الرشح الكربون من اللب بها باستخدام حمض الهيدروكلوريك ١ م لتحديد تأثير تركيز المنشط على المساحة السطحية للامتصاص الكربون المنشط اللب خارج باستخدام الميثيلين طريقة الأزرق والمضي قدما في اتجاه واحد أنوفا و LSD اختبار مع اختبار مستوى ١٪. نتائج من الكربون المنشط لديها مساحة على امتصاص الميثيلين الأزرق الأفضل وتختلف كثيرا عن نتائج اختبار LSD إجراء التحليل والتركيبة الصرفي تحليل العناصر الواردة فيه باستخدام SEM-EDX.

أظهرت النتائج تباين في تركيز كلوريد الصوديوم وتأثير منشط على مساحة من الكربون المنشط. المنطقة أفضل سطح تنتج عندما تفعيلها من خلال حل المنشط من ١٠٪ كلوريد الصوديوم هي ١٨.٩٣٥٨ م^٢ / ز. وأظهر تحليل SEM أن الكربون المنشط تنشيط المسام ١٠٪ كلوريد الصوديوم شكلت أكثر وتجاويف تشكيل المسام مع زيادة عمق بالمقارنة مع تنشيط الكربون المنشط ٠٪ كلوريد الصوديوم. وأظهرت نتائج التحليل EDX أن تكوين الكربون المنشط تنشيط يشمل ١٠٪ كلوريد الصوديوم عناصر C ٨٨.٩٠٪، ١٠.٠٨٪ عناصر O، العناصر Al ٠.٣٦٪، ٠.١٦٪ من عناصر المغنيسيوم والكالسيوم عنصر تكوين ٠.٥٠٪ في حين أن الكربون ٠٪ كلوريد الصوديوم تنشيط وتشمل العناصر النشطة C ٨٧.٣٨٪، ١٠.٣١٪ عناصر O، عناصر المغنيسيوم ٠.٧٧٪ و ١.٥٤٪ على عناصر الكالسيوم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ampas tahu merupakan residu yang tertinggal dari proses penyaringan kedelai pada pembuatan tahu (Gao, dkk., 2013). Di Jepang ampas tahu dikenal dengan okara. Ampas tahu yang dihasilkan pada proses pembuatan tahu sekitar 1,1 kg dari setiap kilogram kedelai yang diolah menjadi tahu (Khare, dkk., 1995 dalam Li, dkk., 2013). Pada tahun 2007 produksi ampas tahu yang dihasilkan di Indonesia cukup melimpah yaitu sebanyak 745,53 ribu ton (BPS, 2007). Melimpahnya ampas tahu akan menyebabkan pencemaran lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara maksimal karena kandungan bahan-bahan organik yang terdapat dalam ampas tahu akan terdegradasi, yang menyebabkan timbulnya gas-gas seperti gas amoniak yang akan mengeluarkan bau tidak sedap. Padahal Allah telah melarang makhluknya untuk membuat kerusakan di muka bumi yang dijelaskan dalam Alqur'an surat al-A'raaf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya : “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik” (QS. al-A'raaf: 56).

Ayat diatas menjelaskan bahwasanya Allah melarang umat manusia berbuat kerusakan di muka bumi karena Dia telah menjadikan manusia sebagai kholifah di muka bumi. Larangan berbuat kerusakan ini mencakup semua bidang, termasuk dalam hal muamalah, seperti mengganggu penghidupan dan sumber-sumber penghidupan orang lain. Dalam surat al A'raaf ayat 56 juga menjelaskan bahwasanya rahmat Allah selalu dekat dengan orang-orang yang berbuat kebaikan. Salah satu amal kebaikan yang dapat dilakukan yaitu melestarikan lingkungan dengan cara memanfaatkan ampas tahu sebagai adsorben.

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Saragih, 2008). Adsorben dapat digunakan untuk memurnikan udara dan gas, memurnikan pelarut, penghilangan bau dalam pemurnian minyak nabati dan gula, penghilangan warna produk-produk alam dan larutan (Lynch, 1990), serta untuk penyerap zat warna. Pemanfaatan ampas tahu sebagai adsorben maka akan menambah nilai guna dari ampas tahu dan akan mengurangi pencemaran lingkungan. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam Alqur'an surat ali-Imran ayat 191 yang menjelaskan bahwa Allah tidak menciptakan segala sesuatu di muka bumi ini tidak berarti dan sia-sia, bahkan semua ciptaan-Nya adalah hak, yang mengandung hikmah-hikmah yang agung dan maslahat-maslahat yang besar (Al-Maraghi, 1993).

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِيلاً سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka". (QS. ali Imran: 191)

Penelitian tentang ampas tahu sebagai adsorben telah dilakukan. Penelitian Gao, dkk. (2013) menyatakan bahwa ampas tahu dapat digunakan sebagai adsorben pada zat warna *Reactive Brilliant Blue KN-R* (RBB). Penelitian Gao, dkk. (2013) diperkuat oleh Shimofuruya, dkk. (2011) yang menyatakan bahwa ampas tahu dapat mengabsorpsi *methyl orange* 97 % pada kondisi optimum yaitu pada dosis 20 mg/mL dengan waktu pengadukan selama 16 menit dan pada pH 3. Hasil penelitian Nohong (2010) juga menunjukkan bahwa limbah tahu dapat mengadsorpsi logam krom 100 % dan besi 95,53 % dalam limbah air lindi TPA pada kondisi optimum yaitu pada dosis adsorben 1000 mg/100 mL dengan waktu kontak 150 menit.

Berdasarkan kajian di atas dapat dinyatakan bahwa ampas tahu cukup efektif dalam mengadsorpsi limbah baik itu limbah logam maupun limbah zat warna, tetapi untuk menghasilkan hasil yang optimum dibutuhkan dosis yang relatif tinggi dan waktu kontak yang lama. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif untuk meningkatkan efektifitas ampas tahu sebagai adsorben agar didapatkan hasil yang optimum dengan dosis yang relatif rendah dan waktu kontak yang cepat salah satunya dengan cara pembuatan karbon aktif dari ampas tahu.

Karbon aktif merupakan arang yang dihasilkan dari proses pengaktifan dengan menggunakan aktivator sehingga akan memperluas permukaan karbon dengan membuka pori-pori yang tertutup yang mana akan meningkatkan daya

adsorbsinya lebih tinggi (Nirwan, 2005). Karbon aktif mempunyai kelebihan yaitu dapat didesorpsi kembali, sehingga karbon aktif yang telah didesorpsi dapat digunakan kembali. Selain itu, karbon aktif juga banyak digunakan dalam dunia industri yaitu sebagai katalis dan adsorben.

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan proses karbonisasi yang dilanjutkan dengan proses aktivasi. Aktivasi merupakan proses untuk memperbesar porositas dan *surface area*. Proses ini menghilangkan sebagian besar jari-jari pori yang telah terbentuk, sehingga luas permukaan pada pori semakin meningkat. Aktivasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu aktivasi secara fisika dan aktivasi secara kimia (Rahmawati, dkk., 2010).

Aktivasi secara fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 , sedangkan aktivasi secara kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia (Sembiring dan Sinaga, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan aktivator seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Aktivator dapat menyebabkan membengkaknya adsorben dan membuka struktur dari selulosa. Selama aktivasi bahan kimia yang digunakan berfungsi sebagai penstabil dan memastikan adsorben tidak mengempis kembali. Dalam proses aktivasi akan menghasilkan poros adsorben penuh dengan aktivator, aktivator tersebut selanjutnya dikeluarkan sebelum proses adsorpsi (Mu'jizah, 2010).

Proses aktivasi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah konsentrasi aktivator yang digunakan. NaCl merupakan aktivator yang dapat digunakan dalam proses aktivasi. Konsentrasi NaCl dalam proses aktivasi dapat mempengaruhi volume pori. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl, maka semakin bertambah banyak mineral yang teradsorpsi, sehingga menyebabkan volume pori adsorben cenderung besar (Kusuma dan Utomo, 1970).

Penelitian tentang NaCl sebagai aktivator pada proses pembuatan karbon aktif sudah dilakukan. Mu'jizah (2010) menggunakan NaCl sebagai aktivator pada pembuatan karbon aktif dari biji kelor. Pemilihan NaCl sebagai aktivator karena NaCl lebih ekonomis, mudah didapatkan, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diperoleh mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diaktivasi menggunakan KCl, CaCl₂, MgCl₂.6H₂O, Na₂CO₃, K₂CO₃, H₂SO₄ dan ZnCl₂ (Gimbal, dkk., 2009). Proses aktivasi dengan NaCl dilakukan sebelum proses karbonisasi dengan menggunakan variasi konsentrasi NaCl 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 % dan 40 % setelah proses aktivasi dikarbonisasi pada suhu 500 °C. Pemilihan suhu 500 °C karena pada suhu 500 °C proses pelepasan energi berakhir dan terjadi pembentukan karbon pada suhu 400 °C dan pada suhu 500 °C terjadi proses pemurnian karbon, meskipun pembentukan *tar* masih terus berlangsung (Sembiring dan Sinaga, 2003). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa karakterisasi karbon aktif terbaik berada pada konsentrasi NaCl 30 % dengan memiliki daya serap 575 mg/g. Mirwan (2005) melakukan penelitian tentang pembuatan karbon aktif aktivator menggunakan

NaCl dengan variasi konsentrasi NaCl 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 % dan variasi perendaman NaCl 5 jam, 10 jam, 15 jam, dan 20 jam. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa karbon aktif terbaik yang dihasilkan yaitu pada konsentrasi NaCl 15 % dengan waktu perendaman 10 jam.

Mulek (2005) melakukan penambahan larutan NaCl pada pembuatan karbon aktif tempurung kelapa dengan tiga kali perlakuan yaitu : tanpa perendaman dengan larutan NaCl, perendaman dengan larutan NaCl 30 % selama 12 jam sebelum karbonisasi, perendaman larutan NaCl 30 % selama 12 jam setelah karbonisasi. Karbon aktif dengan karakter terbaik diperoleh dari tempurung kelapa yang direndam dengan larutan NaCl sebelum karbonisasi (ukuran mesh 60-80).

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan kajian kemampuan adsorpsi karbon aktif dari ampas tahu. Ampas tahu yang dihasilkan dari industri tahu dipreparasi terlebih dahulu kemudian dilakukan aktivasi kimia dengan menggunakan NaCl variasi konsentrasi antara 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 %. Ampas tahu yang sudah teraktivasi dengan NaCl selanjutnya dikarbonisasi pada suhu 500 °C. Hasil karbonisasi direndam dengan HCl dan dinetralkan dengan aquades sampai bebas ion Cl⁻. Karbon aktif dari ampas tahu dikarakterisasi dengan ditentukan luas permukaan karbon aktif menggunakan analisis adsorpsi *methylene blue* untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator pada karbon aktif dari ampas tahu. Hasil analisis luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu dilakukan uji ANOVA *one way* yang dilanjutkan dengan uji SLD pada taraf uji 1% menggunakan program

SPSS 16. Hasil uji LSD pada taraf uji 1 % yang mempunyai beda nyata (signifikansi < 1 %) dilakukan analisis morfologi dan kandungan unsur yang ada pada permukaan karbon aktif dengan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersy X-ray* (SEM-EDX).

Hasil penelitian ini diharapkan ampas tahu dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai adsorben dengan waktu kontak yang cepat dan dosis yang rendah, sehingga dapat meningkatkan nilai guna ampas tahu sebagai adsorben yang ekonomis dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator terhadap luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator terhadap morfologi dan komposisi unsur-unsur yang ada pada permukaan karbon aktif dari ampas tahu yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator terhadap luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu.

2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator terhadap morfologi dan komposisi unsur-unsur yang ada pada permukaan karbon aktif dari ampas tahu yang dihasilkan.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah ampas tahu dari *home industry* tahu Aisyah yang berada di desa Rebalas kecamatan Grati kabupaten Pasuruan.
2. Aktivator yang digunakan adalah NaCl dengan variasi konsentrasi 0 %, 5 %, 10 %, 15%, 20 % dan 25 %.
3. Karakterisasi yang dilakukan dengan penentuan luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu dengan adsorpsi *methylene blue*.
4. Karakterisasi morfologi dan komposisi unsur yang berada pada permukaan dilakukan dengan menggunakan SEM-EDX pada karbon aktif dari ampas tahu teraktivasi NaCl terbaik dan karbon aktif dari ampas tahu yang mempunyai beda nyata pada saat uji LSD 1 % .

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan ampas tahu dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai adsorben dengan waktu kontak yang cepat dan dosis yang rendah, sehingga dapat meningkatkan nilai guna ampas tahu sebagai adsorben.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan residu yang tertinggal dari proses penyaringan kedelai pada pembuatan tahu (Gao, dkk., 2013). Ampas tahu dalam keadaan baru tidak berbau. Bau busuk pada ampas tahu datang secara berangsur sejak 12 jam sesudah ampas tahu dihasilkan (Suprapti, 2005). Bau busuk yang ditimbulkan pada ampas tahu disebabkan karena degradasi protein pada ampas tahu sehingga menimbulkan gas amoniak. Hal tersebut akan menyebabkan tekstur ampas tahu menjadi lembek dan berair, dalam keadaan demikian ampas tahu mudah menjadi sumber berbagai penyakit dan menyebabkan pencemaran lingkungan (Hanafiah, 2007).



Gambar 2.1 Ampas tahu

Penanganan limbah padat tahu agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, maka dapat ditangani dengan cara sebagai berikut (Sarwono dan Saragih, 2001) :

- 1) Kotoran hasil pembersihan kedelai berupa tanah, kerikil, potongan-potongan tangkai, dan kotoran lainnya ditampung, lalu dibuang ke tempat pembuangan sampah
- 2) Limbah padat berupa kulit biji kedelai dan ampas tahu ditangani secara terpisah karena dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan dapat diolah menjadi tempe gembus atau oncom.

2.1.1 Kandungan Ampas Tahu

Kedelai mengandung protein, pada saat diolah menjadi tahu sebagian proteinnya akan menjadi produk tahu dan sisanya akan terikut ke limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu yaitu pada limbah padat (ampas tahu) dan limbah cair (Suprapti, 2005). Kandungan gizi yang terdapat pada ampas tahu ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan unsur gizi dan kalori dalam ampas tahu

Unsur gizi	Kadar dalam 100 g ampas tahu
Energi	393 kal
Air	4,9 g
Protein	17,4 g
Lemak	5,9 g
Karbohidrat	67,5 g
Mineral	4,3 g
Kalsium	19 g
Fosfor	29 g
Zat besi	4 mg
Vitamin A	0 mg
Vitamin B	0,2 mg

Sumber : Fakultas kedokteran UI, 1992 didalam Surapti, 2005

2.1.2 Pemanfaatan Ampas Tahu

Pemanfaatan ampas tahu sebagai substitusi makanan olahan selama ini hanya terbatas sebagai cemilan dalam bentuk “tempe gembus“ sebagian lagi

digunakan sebagai pakan ternak atau dibuang. Dilihat dari nilai gizi ampas tahu masih mempunyai kandungan protein yang cukup dan kandungan seratnya juga cukup tinggi. Kandungan zat gizi ampas tahu yang masih cukup tinggi dan terdapat dalam jumlah yang banyak memberikan peluang yang sangat besar untuk dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai ekonomis (Handarsari, 2010). Limbah padat berupa ampas tahu dapat digunakan untuk membuat tempe enjes, oncom dan tepung kedelai. Tepung kedelai dapat berfungsi sebagai pengganti tepung terigu (20%) pada pembuatan kue kering/biskuit (Suprapti, 2005). Pemanfaatan ampas tidak hanya dimanfaatkan sebagai produk pangan, sekarang ini ampas tahu mulai dimanfaatkan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah.

2.1.3 Ampas Tahu sebagai Adsorben

Ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena mempunyai kandungan protein yang memiliki daya serapan dari asam-asam amino yang membentuk *zwitter ion* (bermuatan dua) (Darmono, 1995). Selain itu, ampas tahu juga mempunyai bagian permukaan berbentuk seperti persimon dan berbentuk seperti batang dengan beberapa lubang didalamnya, sehingga dengan bentuk tersebut ampas tahu dapat digunakan sebagai adsorben. Hal tersebut diperkuat dengan analisis BET pada luas permukaan ampas tahu. Hasil analisis BET pada luas permukaan ampas tahu sebesar 8155 cm²/g (Gao, dkk., 2013).

Penelitian tentang penggunaan ampas tahu sebagai adsorben telah dilakukan. Gao, dkk. (2013) menggunakan okara sebagai adsorben untuk menghilangkan zat warna *Reactive Brilliant Blue KN-R* (RBB). Shimofuruya, dkk. (2011) menggunakan okara sebagai adsorben pada *methyl orange* dengan

menggunakan variasi pH, dosis, dan waktu pengadukan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa okara dapat mengabsorpsi *methyl orange* 97 % pada kondisi optimum yaitu pada dosis 20 mg/ml dengan waktu pengadukan selama 16 menit dan pada pH 3.

Nohong (2010), limbah padat tahu dapat digunakan sebagai adsorben pada logam krom, kadmiun dan besi dalam 100 mL air lindi tempat pembuatan akhir (TPA) dengan menggunakan variasi berat limbah tahu (0, 100, 300, 500, 700 dan 1000 mg) dan waktu kontak limbah tahu (0, 30, 60, 90, 120 dan 150 menit). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah tahu dapat mengadsorpsi logam krom 100 % dan besi 95,53 % pada kondisi optimum yaitu pada dosis adsorben 1000 mg/100 mL dengan waktu kontak 150 menit, sedangkan kemampuan maksimum limbah tahu dalam mengadsorpsi logam kadmiun tidak diperoleh.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan karbon yang mempunyai rumus kimia C dan berbentuk amorf, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari karbon yang diberi perlakuan khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300–2000 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben (Salamah, 2008).

Bahan baku pembuatan karbon aktif dapat berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi karbon aktif, antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung,

tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Karbon aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi karbon aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi. Adapun penggunaan karbon aktif secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penggunaan dan kegunaan karbon aktif

No	Penggunaan	Kegunaan
1.	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa
2.	Minuman keras dan ringan	Penghilangan warna, bau pada minuman
3.	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah
4.	Pembersihan air	Penghilangan warna, bau, penghilangan resin
5.	Budi daya udang	Permurnian, penghilangan ammonia, nitrit fenol dan logam berat
6.	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna
7.	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut
8.	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap
9.	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil klorida, vinil asetat
10.	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau

Sumber : Sembiring dan Sinaga, 2003

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan proses dehidrasi, karbonisasi dan dilanjutkan dengan proses aktivasi material karbon yang biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Proses karbonisasi dilakukan dengan pembakaran dari material yang mengandung karbon dan dilakukan tanpa adanya kontak langsung dengan udara (Marsh, 2006). Proses karbonisasi juga dikenal dengan pirolisis yang didefinisikan sebagai suatu tahapan dimana material organik awal ditransformasikan menjadi sebuah material yang semuanya berbentuk karbon

(Hugh, 1993). Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana proses ini akan mengubah produk atau material karbon menjadi adsorben (Parker, 1993).

Pembuatan karbon aktif berlangsung 3 tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi (Juliandini dan Yulinah, 2008).

a. Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105 °C selama 24 jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku, kemudian diukur kadar air.

b. Proses Karbonisasi

Karbonisasi adalah peristiwa pirolisis, dimana terjadi proses dekomposisi komponen atau pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Suhu di atas 170 °C akan menghasilkan CO, CO₂ dan asam asetat, pada suhu 275 °C dekomposisi menghasilkan *tar*, metanol dan hasil samping lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada suhu 400-600 °C. Selama proses ini unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom yang terbebaskan membentuk kristal grafit. Proses karbonisasi akan menghasilkan tiga komponen pokok, yaitu karbon, *tar*, dan gas (CO₂, CO, CH₄, H, dll). Untuk memperoleh karbon aktif yang baik, perlu adanya pengaturan dan pengontrolan selama proses karbonisasi yaitu; kecepatan pertambahan temperatur, tinggi suhu akhir, dan lama karbonisasi. Tahap karbonisasi akan menghasilkan karbon yang mempunyai struktur pori lemah. Oleh karena itu, karbon masih memerlukan perbaikan struktur porinya melalui proses aktivasi.

c. Proses Aktivasi

Kemampuan adsorpsi adsorben sangat ditentukan oleh luas permukaan (porositas) dan volume pori-pori dari adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan menyerap yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil.

Pada umumnya untuk memperoleh karbon aktif diperlukan dua tahap perlakuan yang meliputi pengarangan dan aktivasi. Aktivasi karbon merupakan cara yang sering digunakan untuk meningkatkan daya adsorpsi suatu adsorben dengan cara memperluas permukaan karbon aktif (Eckenfelder, 1989 didalam Aisyah, 2010).

2.3 Aktivasi

Aktivasi merupakan proses untuk memperbesar porositas dan *surface area*. Proses ini menghilangkan sebagian besar jari-jari pori yang telah terbentuk. Aktivasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika (Rahmawati, dkk., 2010).

2.3.1 Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi secara kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia (Sembiring dan Sinaga, 2003). Aktivasi secara kimia memiliki beberapa keuntungan antara lain memerlukan temperatur yang rendah, menghasilkan hasil (*yield*) yang lebih tinggi dan mikropori dapat dikontrol (Rodenas, dkk., 2003)

Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan aktivator seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida

(NaCl). Aktivator dapat menyebabkan membengkaknya pada adsorben dan membuka struktur dari selulosa. Selama aktivasi, bahan kimia yang digunakan sebagai penstabil dan memastikan adsorben tidak mengempis kembali. Dalam proses aktivasi akan menghasilkan poros adsorben penuh dengan aktivator, aktivator tersebut selanjutnya dikeluarkan sebelum proses adsorpsi (Mu'jizah, 2010).

Aktivator tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan *tar*, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003).

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral yang kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian, sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan akan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, dkk., 1991).

Bahan mineral yang sering digunakan sebagai aktivator salah satunya adalah NaCl. NaCl digunakan sebagai aktivator karena karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diperoleh mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diaktivasi

menggunakan KCl, CaCl₂, MgCl₂.6H₂O, Na₂CO₃, K₂CO₃, H₂SO₄ dan ZnCl₂ (Gimba, dkk., 2009) selain itu juga, harga lebih murah dibandingkan garam yang lainnya dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Konsentrasi larutan NaCl dalam proses aktivasi berpengaruh terhadap volume pori karbon. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl maka semakin bertambah banyak mineral yang teradsorpsi sehingga volume pori karbon cenderung bertambah besar karena garam ini dapat berfungsi sebagai *dehydrating agent* dan membantu menghilangkan endapan yang dihasilkan pada proses karbonisasi (Kusumo dan Utomo, 1970).

Penelitian tentang NaCl sebagai aktivator pada bahan dasar pembuatan karbon aktif sudah dilakukan. Mu'jizah (2010) menggunakan NaCl sebagai aktivator pada pembuatan karbon aktif dari biji kelor. Proses aktivasi dengan NaCl dilakukan sebelum proses karbonisasi dengan menggunakan variasi konsentrasi NaCl 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, dan 40 %. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakterisasi karbon aktif terbaik berada pada konsentrasi 30 % dengan memiliki daya serap 575 mg/g. Mirwan (2005) melakukan penelitian tentang pembuatan karbon aktif aktivator menggunakan NaCl dengan variasi konsentrasi NaCl 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 % dan variasi perendaman NaCl 5 jam, 10 jam, 15 jam, dan 20 jam. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa karbon aktif terbaik yang dihasilkan yaitu pada konsentrasi NaCl 15 % dengan waktu perendaman 10 jam.

Penelitian Mulek (2005) tentang studi penambahan larutan NaCl pada pembuatan karbon aktif tempurung kelapa dengan tiga kali perlakuan yaitu : tanpa

perendaman dengan larutan NaCl, perendaman dengan larutan NaCl 30 % selama 12 jam sebelum karbonisasi, perendaman larutan NaCl 30 % selama 12 jam setelah karbonisasi. Karbon aktif dengan karakter terbaik diperoleh dari tempurung kelapa yang direndam dengan larutan NaCl sebelum karbonisasi (ukuran mesh 60-80) dengan karakter yaitu : bilangan iodium $579,86 \pm 1,582$ mg/g, berat jenis $1,02 \pm 0,008$ g/cm, kadar abu $1,04 \pm 0,038$ %, dan kadar air sebesar $0,12 \pm 0,01$ %.

Aisyah, dkk. (2010) menggunakan NaCl sebagai aktivator untuk menurunkan angka peroksida dan asam lemak bebas (FFA) pada proses *bleaching* minyak goreng bekas oleh karbon aktif polong buah kelor (*Moringa Oliefera Lamk*). Proses aktivasi dengan NaCl dilakukan sebelum proses karbonisasi dengan menggunakan konsentrasi 15 % dan 30 %. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa setiap tahap pemurnian minyak goreng bekas mampu menurunkan angka peroksida dimana penurunan terbesar tercapai pada proses *bleaching*. Hasil penurunan angka peroksida berturut-turut minyak goreng bekas, *despicing*, netralisasi dan *bleancing* 650 °C pada konsentrasi NaCl 30 % yaitu 6,80 meq/Kg, 6,45 meq/Kg, 4,81 meq/Kg dan 0,25 meq/Kg. Sedangkan penurunan kadar FFA pada tahap pemurnian minyak goreng yang terbaik yaitu pada tahap netralisasi disusul dengan tahapan *bleancing* 650 °C pada konsentrasi NaCl 30 %. Hasil penurunan angka peroksida berturut-turut minyak goreng bekas, *despicing*, netralisasi dan *bleancing* 650 °C pada konsentrasi NaCl 30 % yaitu 0,35 % FFA; 0,28 % FFA; 0,16 % FFA dan 0,05 % FFA.

2.3.2 Aktivasi Secara Fisika

Aktivasi secara fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO₂ (Sembiring dan Sinaga, 2003). Aktivasi secara fisika bertujuan untuk mempertinggi volume, memperluas diameter pori yang terbentuk selama karbonisasi dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru (Swiatkowski, 1998). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbondioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada karbon sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi-produksi *tar* atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor karbon.

2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Aktivasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi adalah sebagai berikut (Tutik dan Faizah, 2001):

1. Waktu perendaman

Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa *tar*. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama.

2. Konsentrasi aktivator

Daya serap karbon aktif semakin kuat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi dari aktivator yang ditambahkan. Penambahan aktivator memberikan pengaruh yang kuat untuk mengikat senyawa-senyawa *tar* keluar melewati mikro pori-pori dari karbon aktif sehingga permukaan dari karbon aktif tersebut semakin

lebar atau luas yang mengakibatkan semakin besar daya serap karbon aktif tersebut.

3. Ukuran bahan

Makin kecil ukuran bahan makin cepat perataan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan sempurna, sehingga akan memperbesar daya serap terhadap adsorbat pada proses adsorpsi. Pada pirolisis tempurung kelapa 2-3 mm.

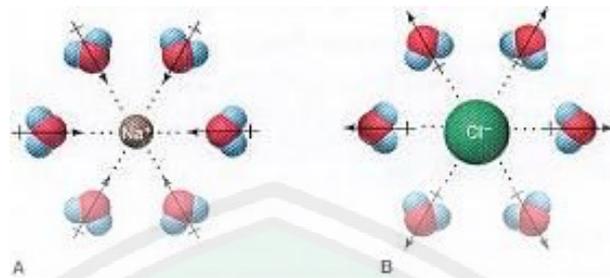
2.4 Mekanisme Solvasi NaCl dalam Air

Solvasi merupakan proses dimana ion atau molekul dikelilingi oleh molekul pelarut yang memiliki susunan tetentu. Natrium klorida (NaCl) apabila dilarutkan dengan air akan mengalami solvasi karena air merupakan pelarut polar yang mempunyai dwikutub sehingga dapat menstabilkan ion-ion NaCl dalam larutan melalui interaksi ion-dipol (Chang, 2005).

Mekanisme solvasi NaCl dalam air yaitu apabila NaCl yang larut dalam air, ion-ion yang berdekatan akan memisah dan akan dikelilingi oleh molekul air. Tahap pertama NaCl akan mengalami disosiasi dapat terjadi pada Persamaan 2.1.



Setelah NaCl mengalami disosiasi, pada tempat yang berdekatan dari suatu ion positif, molekul-molekul air yang mengelilingi terorientasi sedemikian rupa sehingga ujung negatif dari dipol akan mengarah ke muatan positif dari NaCl. Sementara itu, molekul-molekul air yang mengelilingi ion negatif, ujung positifnya akan mengarah pada muatan negatif (Brady, 2000).



Gambar 2.2 (a) Ion natrium tersolvasi oleh molekul-molekul air (b) Ion natrium tersolvasi oleh molekul-molekul air (Wulan, 2012)

Lapisan dari molekul-molekul air yang terorientasi dan mengelilingi suatu ion akan menetralkan ion tersebut. Lapisan ini juga berguna untuk menahan ion-ion yang muatannya berlawanan untuk saling menarik dari jarak jauh dalam larutan (Brady, 2000).

2.5 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses dimana suatu komponen bergerak dari satu fasa menuju permukaan suatu fasa yang lain, terutama fasa kedua adalah zat padat (Weber, 1972). Adsorpsi merupakan suatu peristiwa dimana molekul-molekul dari suatu senyawa terikat oleh permukaan zat padat. Molekul-molekul pada zat padat atau zat cair memiliki gaya dalam keadaan tidak seimbang dimana gaya kohesi cenderung lebih besar dari pada gaya adhesi. Ketidakseimbangan gaya-gaya tersebut menyebabkan zat padat atau zat cair tersebut cenderung menarik zat-zat lain atau gas yang bersangkutan pada permukaanya (Saragih, 2008).

Istilah yang diberikan untuk zat yang teradsorpsi disebut dengan adsorbat sedangkan zat yang mengadsorpsi adalah adsorben. Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh adsorben antara lain adalah mempunyai luas permukaan yang besar, berpori, aktif dan murni, serta tidak bereaksi dengan adsorbat (Bernasconi, 1995).

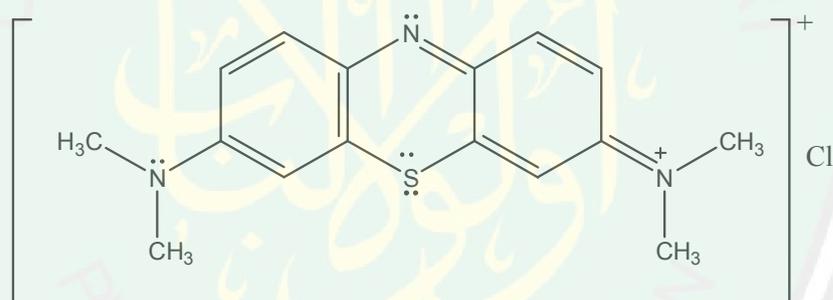
Adsorpsi secara umum dibedakan menjadi dua jenis yaitu, adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Adamson, 1990). Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan yang hanya dipengaruhi oleh gaya *van der Waals* atau ikatan hidrogen (Castellan, 1983). Proses adsorpsi fisika bersifat *reversible* (dapat balik) karena dapat dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan. Adsorbat tidak terikat secara kuat pada bagian adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari bagian permukaan ke bagian lain dan dapat diganti oleh adsorbat lain (Larry, 1982).

Adsorpsi kimia merupakan proses penyerapan yang melibatkan pemutusan dan pembentukan ikatan baru pada permukaan adsorben (Sugiarti dan Zaenab, 2008). Adsorbat yang teradsorpsi oleh proses kimia umumnya sangat sulit untuk diregenerasi (Oscik, 1991), adsorpsi ini biasanya tidak *reversible*. Untuk memisahkan adsorbat dan adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi (Larry, 1982).

2.6 Penentuan Luas Permukaan dengan Analisis Adsorpsi *Methylene Blue*

Penentuan luas permukaan suatu adsorben yang lazim digunakan dengan adsorpsi *methylene blue*. Adsorpsi *methylene blue* dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi pada biomassa, karbon aktif dan zeolit. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben untuk menyerap larutan berwarna dan juga dapat digunakan untuk menentukan luas permukaan pada adsorben. Selain itu, dapat digunakan untuk menentukan kemampuan mengadsorpsi senyawa

organik yang mengkontaminasi larutan (Karagos, 2008). *Methylene blue* merupakan zat berbentuk kristal berwarna hijau kegelapan. Rumus molekul *methylene blue* yaitu $C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$ (Sax dan Lewis, 1987). *Methylene blue* memiliki berat 319,85 g/mol dan tiap molekul memiliki luas permukaan 120 Å. Sifat-sifat dari *methylene blue* antara lain tidak berbau, stabil dalam udara, larut dalam air, alkohol dan kloroform. Zat warna *methylene blue* dapat diserap oleh sejenis lempung dalam larutan. Hasil dari proses ini dapat diukur dengan kolorimeter atau spektrofotometer (Ardizzone, dkk., 1993). Adapun struktur dari *methylene blue* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur *methylene blue*

Spektrofotometri UV-Vis merupakan pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood, 2002). Spektrofotometri yang sesuai untuk pengukuran di daerah spektrum ultraviolet dan sinar tampak terdiri atas suatu sistem optik dengan kemampuan menghasilkan sinar monokromatis dalam jangkauan panjang gelombang 200-800 nm (Gandjar dan Rahman, 2007).

Prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis yaitu bila berkas sinar putih yang sejajar didatangkan pada sebuah prisma dari gelas maka selain mengalami

pembiasan, berkas sinar tersebut akan diuraikan menjadi berbagai warna dengan warna utama merah, jingga, kuning, biru, dan ungu. Jika sinar yang keluar dari prisma tersebut ditangkap pada sebidang layar maka akan tampak suatu pita yang berwarna pada layar tersebut. Susunan warna pada pita sinar tersebut disebut dengan spektrum sinar tampak. Warna-warna pada spektrum sinar tampak beserta warna komplementernya diberikan pada Tabel 2.3 (Effendy, 2007).

Tabel 2.3 Warna-warna komplementer pada spektrum sinar tampak

λ/nm	Frekuensi / cm^{-1}	Warna yang diserap	Warna komplementer
<200	>50000	Ultraviolet jauh	Tidak berwarna
300	33333	Ultraviolet dekat	Tidak berwarna
420	23810	Violet	Kuning lemon
430	23256	Indigo	Kuning
470	21277	Biru	Orange
500	20000	Biru-hijau	Merah
530	18868	Hijau	Lembayung
560	17857	Kuning lemon	Violet
580	17241	Kuning	Indigo
620	16100	Orange	Biru
700	14286	Merah	Hijau-biru
>1000	10000	Inframerah	Tidak berwarna

Sumber : Effendy, 2007

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam analisis dengan spektrofotometri UV-Vis terutama untuk senyawa yang semula tidak berwarna yang akan dianalisis dengan spektrofotometri visibel karena senyawa tersebut harus diubah terlebih dahulu menjadi senyawa yang berwarna. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus diperhatikan (Gandjar dan Rohman, 2010) :

1. Pembentukan Molekul yang dapat Menyerap Sinar UV-Vis

Jika senyawa yang dianalisis tidak menyerap daerah sinar UV-Vis, maka senyawa tersebut dirubah menjadi senyawa lain atau direaksikan dengan

pereaksi tertentu. Pereaksi yang dapat memenuhi beberapa persyaratan yaitu reaksinya selektif dan sensitif, reaksinya cepat, kuantitatif reproduksibel dan hasil reaksi stabil dalam jangka waktu yang panjang. Keselektifan dapat dinaikkan dengan mengatur pH, pemakaian *masking agent*, atau penggunaan teknik ekstraksi.

2. Waktu Operasional

Cara ini biasanya digunakan untuk mengukur hasil reaksi atau pembentukan warna. Tujuannya adalah untuk mengetahui waktu pengukuran yang stabil.

3. Pemilihan Panjang Gelombang

Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kualitatif adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal. Alasan digunakannya panjang gelombang maksimal adalah pada panjang gelombang ini kepekaanya maksimal, bentuk kurva absorbansi datar dan pada kondisi tersebut hukum Lambert-Beer akan terpenuhi, serta jika dilakukan pengukuran ulang maka kesalahan yang disebabkan oleh pemasangan ulang panjang gelombang akan sangat kecil.

4. Pembacaan Absorbansi Sampel atau Cuplikan

Absorban yang terbaca pada spektrofotometer hendaknya antara 0,2 sampai 0,8 atau 15 % sampai 70 % jika dibaca sebagai transmittan. Anjuran ini berdasarkan anggapan bahwa kesalahan dalam pembacaan T adalah 0,005 atau 0,5 % (kesalahan fotometrik).

5. Pembuatan Kurva Baku

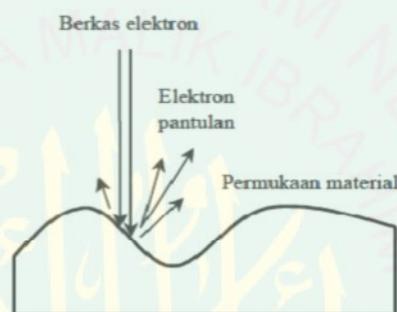
Larutan baku dibuat dari zat yang akan dianalisis dengan berbagai konsentrasi. Masing-masing absorbansi larutan dengan berbagai konsentrasi diukur, kemudian dibuat kurva yang merupakan hubungan antara absorbansi (y) dengan konsentrasi (x). Bila hukum Lambert-Beer terpenuhi, maka kurva baku berupa garis lurus.

2.7 Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)

SEM adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambar profil permukaan benda (Abdullah dan Khairurrijal, 2008). SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali (Anggraeni, 2008). Syarat agar SEM dapat menghasilkan citra yang tajam adalah permukaan benda harus bersifat sebagai pemantul elektron atau dapat melepaskan elektron sekunder ketika ditembak dengan berkas elektron. Material yang memiliki sifat demikian adalah logam. Jika permukaan logam diamati di bawah SEM maka profil permukaan akan tampak dengan jelas (Abdullah dan Khairurrijal, 2008).

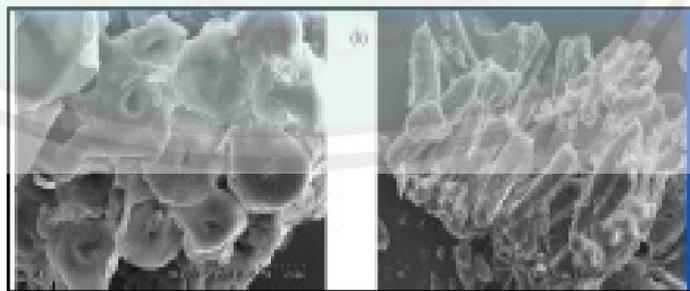
SEM bekerja berdasarkan prinsip *scan* sinar elektron pada permukaan sampel, selanjutnya informasi yang diperoleh diubah menjadi gambar. Cara terbentuknya gambar pada SEM berbeda dengan apa yang terjadi pada mikroskop optik dan TEM (*Transmission Electron Microscopy*). Pada SEM, gambar dibuat berdasarkan deteksi elektron baru (elektron sekunder) atau elektron pantul yang

muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut discan dengan sinar elektron. Elektron sekunder atau elektron pantul yang terdeteksi, kemudian sinyalnya diperkuat, besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada layar monitor CRT (*cathode ray tube*). Pada layar CRT inilah, gambar struktur objek yang sudah diperbesar dapat terlihat (Utami, 2007).



Gambar 2.4 Ilustrasi berkas elektron SEM (Abdullah dan Khairurrijal, 2008)

Analisis SEM digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan seperti pada okara. Gambar yang dihasilkan dari analisis SEM pada okara adalah seperti pada Gambar 2.5 (Gao, dkk., 2013).

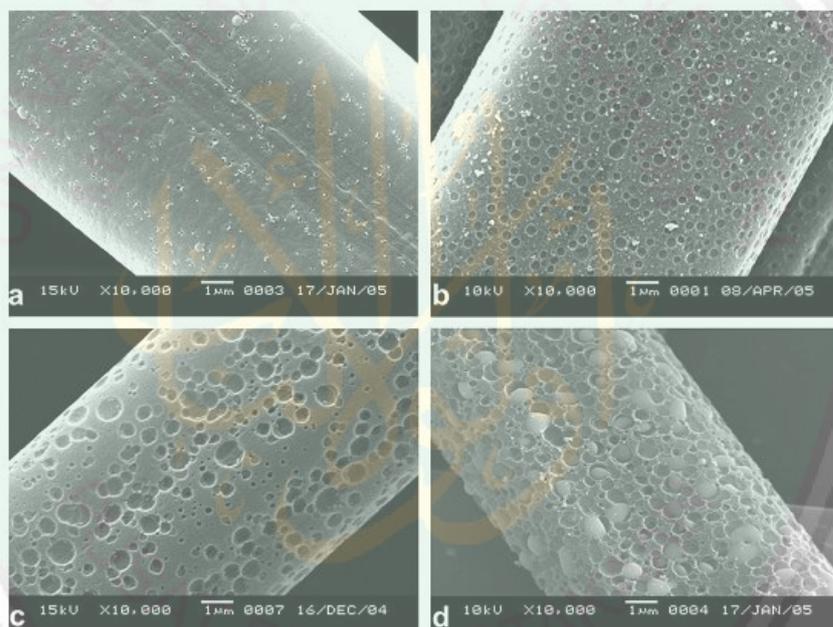


Gambar 2.5 Hasil analisis SEM permukaan Okara (Gao, dkk., 2013)

Gambar 2.5 ditunjukkan bahwa permukaan okara tidak homogen. Beberapa bagian permukaan okara berbentuk seperti persimon sementara di beberapa bagian lain berbentuk seperti batang dengan beberapa lubang

didalamnya, dengan bentuk tersebut maka kemungkinan molekul untuk teradsorb pada okara menjadi meningkat (Gao, dkk., 2013).

Penelitian Yuhan, dkk. (2008) menunjukkan bahwa variasi konsentrasi NaCl sebagai aktivator berpengaruh terhadap morfologi permukaan karbon aktif yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dari hasil analisis dengan menggunakan SEM yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.

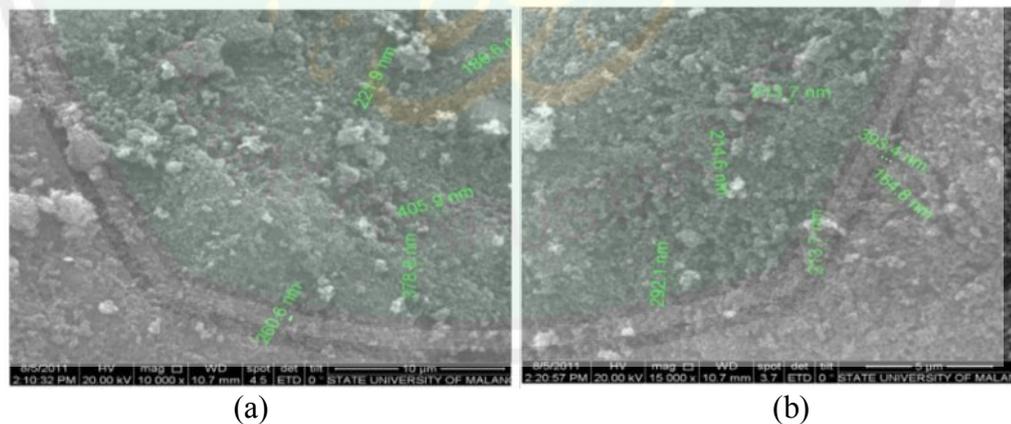


Gambar 2.6 Permukaan RACF dengan perlakuan perbedaan konsentrasi NaCl (a) konsentrasi NaCl 0,1 mol/L (b) konsentrasi NaCl 0,125 mol/L (c) konsentrasi NaCl 0,25 mol/L (d) konsentrasi NaCl 0,5 mol/L

Energi dispersive sinar-X (EDX) ialah suatu teknik analisis yang menggunakan karakteristik radiasi sinar-X untuk menganalisis komposisi kimia suatu bahan. Analisis unsur dengan menggunakan EDX pada prinsipnya menggunakan deteksi sinar-X yang dipancarkan dalam material target. Sinar-X timbul sebagai interaksi berkas elektron berenergi tinggi dengan elektron-elektron atom dalam material target sehingga elektron-elektron tersebut akan tereksitasi,

yaitu terlemparnya elektron ke orbit yang energinya lebih tinggi. Elektron yang tereksitasi tersebut cenderung kembali ke orbit yang energinya lebih rendah dengan memancarkan sinar-X. Informasi yang didapatkan analisis dengan menggunakan EDX yaitu jenis dan persentase atom atau unsur-unsur yang terkandung dalam material. Persentase unsur-unsur yang terkandung dalam material dalam diketahui dari tingginya intensitas (Astuti, 2011).

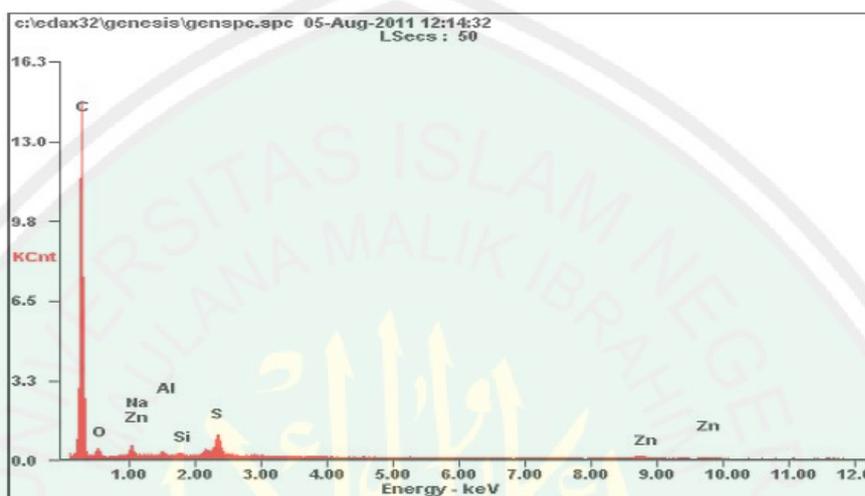
Pada penelitian Yudi (2011) dilakukan uji SEM – EDX untuk mengetahui morfologi permukaan dan susunan unsur serbuk karbon aktif dari ban bekas yang dihasilkan. Uji SEM dilakukan pada karbon aktif yang memiliki kemampuan adsorpsi paling bagus. Dalam hal ini, pada karbon aktif yang teraktivasi NaCl 30 % dan suhu pengaktifan 650 °C. Hasil uji SEM dengan perbesaran 10.000 dan 15.000 kali dapat terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Hasil uji SEM karbon aktif dengan konsentrasi aktivator NaCl 30 % dan suhu aktivasi 650 °C (a) perbesaran 10.000 kali (b) perbesaran 15.000 kali (Yudi, 2011).

Gambar 2.7 menunjukkan bahwa karbon aktif yang dihasilkan mempunyai permukaan pori dengan rongga kecil dan rapat serta terdapat adanya bintik-bintik

putih. Bintik-bintik putih yang terdapat pada permukaan kemungkinan NaCl yang tidak masuk dalam pori dikarenakan pori yang terlalu kecil.



Gambar 2.8 Fraktogram hasil analisa EDX dari karbon aktif yang dihasilkan pada konsentrasi aktivator NaCl 30 % dan suhu aktivasi 650 °C (Yudi, 2011)

Gambar 2.8 dapat diketahui bahwa hasil fraktogram karbon aktif dari ban bekas terdapat unsur-unsur pengotor, selain karbon pada sampel karbon aktif yang dihasilkan. Pengotor tersebut adalah belerang, silika, aluminium, natrium, seng dan oksigen. Persen berat dan persen atom unsur yang terdapat pada karbon aktif dari ban bekas ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Hasil analisis unsur-unsur karbon aktif dari ban bekas dengan menggunakan EDX

Unsur	Jumlah persen berat unsur (Wt %)	Jumlah persen atom (At %)
C	91,33	95,41
O	03,99	03,13
Na	00,08	00,04
Al	00,26	00,12
Si	00,21	00,09
S	02,06	00,81
Zn	02,07	00,40

Sumber : Yudi, 2011

2.8 Pemanfaatan Ampas Tahu dalam Perspektif Islam

Ampas tahu merupakan residu yang tertinggal dari proses penyaringan kedelai pada pembuatan tahu (Gao, dkk., 2013). Ampas tahu yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu sekitar 1,1 kg dari setiap kilogram kedelai yang diolah menjadi tahu (Khare, dkk., 1995 didalam Li, dkk., 2013). Melimpahnya ampas tahu akan menyebabkan pencemaran lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara maksimal karena ampas tahu akan membusuk dan menyebabkan bau tidak sedap apabila dibiarkan selama 12 jam setelah dihasilkan dari proses pembuatan tahu. Padahal dalam firman Allah dijelaskan bahwa manusia di muka bumi ini dijadikan sebagai seorang khalifah yang mempunyai peranan untuk menjaga dan melestarikan lingkungan. Namun kenyataannya manusia sering membuat kerusakan lingkungan yang berdampak pada makhluk hidup yang berada di bumi. Sebagaimana firman Allah swt dalam Alqur'an surat al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰئِكَةِ اِنِّىْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةً ۗ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِىْهَا مَنْ يُّفْسِدُ فِىْهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّىْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ﴿۳۰﴾

Artinya : *"Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada Para Malaikat: "Sesungguhnya aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, Padahal Kami Senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui." (Q.S al-Baqarah: 30)*

Ibnu Katsir menafsirkan pada surat al-Baqarah ayat 30 menerangkan bahwa Allah memberikan ihwal penganugerahan karunianya kepada anak cucu adam, yaitu berupa penghormatan kepada mereka dengan membicarakan mereka di hadapan para malaikat, sebelum mereka diciptakan. Bahwasanya manusia akan dijadikan sebagai seorang Khalifah di bumi. “yaitu suatu kaum yang akan menggantikan satu kaum lainnya, kurun demi kurun, dan generasi demi generasi. Tatkala Allah memberitahukan kepada mereka bahwa Dia akan menciptakan makhluk di bumi, Qatadah mengatakan: “ Para Malaikat telah mengetahui bahwa mereka akan melakukan kerusakan di muka bumi,” maka mereka bertanya: “Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi ini orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah.” Pertanyaan itu hanya dimaksudkan untuk meminta penjelasan dan keterangan tentang hikmah yang terdapat di dalamnya. Maka untuk memberikan jawaban atas pertanyaan para Malaikat itu, Allah SWT berfirman: *inni a’lamu mala ta’lamun “sesungguhnya aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui”* artinya aku (Allah) mengetahui dalam penciptaan golongan ini (manusia) terdapat kemaslahatan yang lebih besar daripada kerusakan yang kalian khawatirkan, dan kalian tidak mengetahui bahwa aku akan menjadikan di antara mereka para Nabi dan Rasul yang diutus ke tengah-tengah mereka. Dan di antara mereka juga terdapat para shiddiqun, syuhada’, orang-orang shalih, orang-orang yang taat beribadah, ahli zuhud, para wali, orang-orang yang dekat kepada Allah, para ulama, orang-orang yang khusyu’, dan orang-orang yang cinta kepada-Nya, serta orang-orang yang mengikuti para Rasul-nya.

Menurut Al-Qaradhawi (2002) bahwa salah satu cara untuk menjaga amanat dan anugerah Yang Maha Kuasa yaitu dengan cara mendayagunakan ciptaan-Nya untuk kehidupan manusia dan mencegah terjadinya kerusakan yang ada di bumi. Upaya yang dapat dilakukan manusia salah satunya dengan memanfaatkan ampas tahu sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif. Dengan memanfaatkan ampas tahu sebagai bahan dasar karbon aktif akan mengurangi penceraan lingkungan dan menambah nilai guna ampas tahu, sehingga akan memberikan manfaat kepada kehidupan manusia karena karbon aktif mempunyai berbagai manfaat salah satunya sebagai adsorben. Adsorben dapat digunakan sebagai Adsorben dapat digunakan untuk memurnikan udara dan gas, memurnikan pelarut, penghilangan bau dalam pemurnian minyak nabati dan gula, penghilangan warna produk-produk alam dan larutan (Lynch, 1990), serta untuk penyerap zat warna. Hal itu sesuai dengan firman Allah dalam alqur'an surat ad-Dukhan ayat 38-39 :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَعِبِينَ ﴿٣٨﴾ مَا خَلَقْنَاهُمَا إِلَّا بِالْحَقِّ وَلَكِنَّ أَكْثَرَهُمْ لَا يَعْلَمُونَ ﴿٣٩﴾

Artinya : “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan bermain-main (38). Kami tidak menciptakan keduanya melainkan dengan haq, tetapi kebanyakan mereka tidak mengetahui (39).” (Q.S ad-Dukhan ayat 38-39).

Al-Maraghi mengemukakan, Pengadaan seluruh alam, terutama jenis insani dan pengangkatannya sebagai khalifah di muka bumi, didasarkan atas hikmah yang rapi dan tujuan yang agung, yang tampak jelas oleh orang-orang

berakal. Sebagian hikmah dan tujuan itu telah diketahui oleh orang-orang yang memperhatikan alam dengan segala keajaibannya dan diberi pengetahuan yang benar, sehingga mereka mengetahui sebagian rahasianya dan dapat mengambil manfaat dari apa yang disimpan di dalam perut bumi maupun yang tampak pada permukaannya, yang membawa kemajuan bagi umat manusia. Hingga kini, setiap hari ilmu pengetahuan senantiasa melahirkan keajaiban dan keanehan yang disimpannya.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Juli 2014 di Laboratorium Kimia, Jurusan Kimia UIN Maliki Malang dan Laboratorium Setral FMIPA Universitas Negeri Malang.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, neraca analitik, spatula, cawan porselin, oven, desikator, *shaker*, kertas saring halus, mortar, alu, *stopwatch*, ayakan 120 mesh, tanur, pH meter, seperangkat *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), dan seperangkat spektrofotometer UV-Vis.

3.2.2 Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu yang diambil dari *home industry* Aisyah yang berada di desa Rebalas kecamatan Grati kabupaten Pasuruan. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium klorida (NaCl) teknis, *methylene blue* p.a, aquades, asam klorida (HCl) p.a, perak nitrat (AgNO₃) p.a.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian eksperimental di laboratorium. Sampel diambil dari ampas hasil penyaringan susu kedelai pada proses pembuatan tahu kemudian sampel dikeringkan. Sampel yang sudah kering dilakukan analisis kadar air. Selanjutnya diaktivasi dengan NaCl dengan menggunakan konsentrasi NaCl yang berbeda yaitu 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 % untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl terhadap karbon aktif dari ampas tahu. Ampas tahu yang sudah teraktivasi dengan NaCl selanjutnya dikarbonisasi. Karbon aktif dari hasil karbonisasi direndam dengan HCl dan dicuci dengan aquades sampai bebas ion Cl⁻. Karbon aktif dari ampas tahu dikarakterisasi dengan ditentukan luas permukaan menggunakan uji adsorpsi *methylene blue* untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator pada karbon aktif dari ampas tahu. Sampel yang digunakan sebagai kontrol yaitu ampas tahu kering.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

Konsentrasi NaCl	Karbon aktif dari ampas tahu teraktivasi NaCl						Ampas tahu kering
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	
Luas permukaan (m ² /g)							

Data analisis luas permukaan pada karbon aktif dari ampas tahu dilakukan uji ANOVA *one way* yang dilanjutkan dengan uji LSD pada taraf uji 1 % menggunakan program SPSS 16. Hasil uji LSD pada taraf uji 1% yang berbeda nyata (signifikan < 1) dilakukan analisis morfologi dan komposisi unsur yang terkandung karbon aktif dari ampas tahu dengan menggunakan instrumen SEM-EDX.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi sampel
2. Analisis kadar air
3. Aktivasi ampas tahu kering
4. Karbonisasi ampas tahu teraktivasi NaCl
5. Pencucian dan pengeringan karbon aktif dari ampas tahu
6. Penentuan luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu dengan adsorpsi *methylene blue*
7. Analisis data
8. Analisis morfologi dan komposisi unsur karbon aktif dari ampas tahu yang mempunyai luas permukaan terbaik pada analisis adsorpsi *methylene blue* dan beda signifikan dari hasil uji LSD dengan menggunakan SEM-EDX

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel (Nohong, 2010)

Ampas tahu basah ditimbang sebanyak 60 kg kemudian dikeringkan bawah terik matahari selama 7 hari. Setelah itu, ampas tahu kering ditumbuk sampai halus. Hasilnya berupa ampas tahu kering dan halus yang selanjutnya akan dianalisis kadar airnya.

3.5.2 Analisis Kadar Air (AOAC, 1984)

Pada penentuan kadar air, disiapkan cawan porselen terlebih dahulu, lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C sekitar 15 menit untuk menghilangkan kadar airnya. Cawan disimpan dalam desikator sekitar 10 menit, lalu ditimbang

dan dilakukan perlakuan yang sama sampai diperoleh berat cawan yang konstan. Setelah itu, sebanyak 5 gram sampel dimasukkan dalam cawan porselen, kemudian dimasukkan dalam oven dan dikeringkan pada suhu 105 °C selama ±15 menit, kemudian sampel disimpan dalam desikator sekitar ±10 menit dan ditimbang. Sampel tersebut dipanaskan kembali dalam oven ±15 menit, didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Perlakuan ini diulangi sampai berat konstan. Kadar air dalam ampas tahu dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana : a = bobot cawan kosong

b = bobot sampel + cawan sebelum dikeringkan

c = bobot cawan + sampel setelah dikeringkan

3.5.3 Aktivasi Ampas Tahu Kering (Mu'jizah, 2010)

Ampas tahu kering yang sudah ditimbang direndam dalam larutan natrium klorida dengan variasi konsentrasi 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % dengan ratio 1:4 (g/mL) selama 5 jam sambil diaduk dengan menggunakan *shaker* pada suhu 45 °C, kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai kering. Ampas tahu yang sudah diaktivasi dan dikeringkan selanjutnya diproses menjadi karbon.

3.5.4 Karbonisasi Ampas Tahu Teraktivasi NaCl (Prihatini, 2005 didalam Mu'jizah, 2010)

Ampas tahu yang sudah diaktivasi dan dikeringkan dikarbonisasi dalam tanur pada temperatur 500 °C selama 1 jam agar menjadi karbon. Ampas tahu yang sudah menjadi karbon selanjutnya dilakukan pencucian dan pengeringan.

3.5.5 Pencucian dan Pengeringan Karbon Aktif dari Ampas Tahu (Mu'jizah, 2010)

Hasil dari proses karbonisasi ampas tahu teraktivasi NaCl direndam dengan menggunakan HCl 1 M selama 24 jam dengan ratio 1:2 (mL/mL) kemudian disaring. Residu hasil perendaman dengan HCl 1 M dicuci dengan menggunakan aquades panas sampai bebas ion Cl⁻. Untuk mengetahui telah bebas ion Cl⁻ dilakukan uji dengan AgNO₃ 0,1 N pada filtrat yang dihasilkan dari proses pencucian dengan aquades, jika masih terbentuk endapan putih menunjukkan belum bebas ion Cl⁻. Apabila belum menunjukkan bebas ion Cl⁻, maka terus dicuci dengan aquades sampai tidak terbentuk endapan putih, jika diuji dengan AgNO₃. Selanjutnya, filtrat yang dihasilkan juga diukur pHnya dengan menggunakan pH meter sampai pH netral (pH 6-7). Karbon aktif yang sudah netral dan bebas ion Cl⁻ disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai kering kemudian diukur luas permukaannya dengan analisis adsorpsi *methylene blue*.

3.5.6 Penentuan Luas Permukaan pada Karbon Aktif dari Ampas Tahu dengan Analisis Adsorpsi *Methylene Blue* (Rianto, 2012)

3.5.6.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene Blue* (MB)

Larutan *methylene blue* 5 ppm dibuat variasi pH 3, 5, 7, 9, 11 dan 12,5 kemudian diukur pada panjang gelombang 500-700 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan melihat absorbansi terbesar atau panjang gelombang yang paling banyak diserap oleh *methylene blue*.

3.5.6.2 Penentuan Waktu Operasional

Larutan *methylene blue* 5 ppm diukur pada menit ke 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 dan 90 dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang dan pH

maksimum yang diperoleh pada penentuan pertama. Kemudian dibuat kurva hubungan antara waktu operasional (x) dan absorbansi (y).

3.5.6.3 Pembuatan Kurva Baku

Larutan baku *methylene blue* dibuat seri dengan konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm. Absorbansi masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang dan pH maksimum dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis kemudian dibuat kurva standar dengan sumbu x menyatakan konsentrasi dan sumbu y menyatakan absorbansi. Maka akan diperoleh persamaan garis $y = ax + b$.

3.5.6.4 Penentuan Luas Permukaan

Larutan *methylene blue* 16 ppm dimasukkan 20 mL ke dalam erlenmeyer yang berisi 0,05 g karbon aktif dari ampas tahu kemudian dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 RPM selama 40 menit. Campuran disaring kemudian filtrat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang dan pH maksimum. Nilai absorbansi akan digunakan untuk menentukan konsentrasi *methylene blue* setelah diadsorpsi dengan karbon aktif dari ampas tahu. Untuk mengetahui luas permukaan dari karbon aktif dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.2.

$$S = \frac{Xm \times N \times A}{M} \dots\dots\dots(3.2)$$

- Dimana :
- S = Luas permukaan spesifik (m^2/g)
 - Xm = *Methylene blue* terserap oleh 1 g adsorben (mg/g)
 - A = Luas permukaan 1 molekul *methylene blue* ($197,2 \times 10^{-20} m^2$)
 - N = Bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23}$ molekul/mol)
 - M = Massa molekul *methylene blue* (320 g/mol)

Dilakukan tiga kali pengulangan untuk setiap karbon aktif dari ampas tahu yang teraktivasi NaCl dengan 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 %.

3.5.7 Analisis Morfologi dan Komposisi Unsur Karbon Aktif dari Ampas Tahu yang Mempunyai Luas Permukaan Terbaik pada Analisis Adsorpsi *Methylene Blue* dan Beda Nyata dari Hasil Uji LSD Menggunakan SEM-EDX

Sedikit karbon aktif dari ampas tahu yang mempunyai luas permukaan terbaik pada adsorpsi *methylene blue* yaitu ampas tahu teraktivasi NaCl 10 % ditempatkan pada *sample holder* SEM-EDX. Selanjutnya ditempatkan pada mesin pelapis emas dan ditempatkan pada instrumen SEM-EDX. Mikrografinya diamati hingga terlihat ukuran dan bentuk partikelnya secara jelas. Langkah-langkah yang sama dilakukan pada karbon aktif yang mempunyai beda nyata saat uji LSD dengan taraf uji 1 % yaitu karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %.

3.5.8 Analisis Data

Data luas permukaan pada karbon aktif dari ampas tahu dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA *one way* menggunakan program SPSS 16 untuk mengetahui adanya pengaruh atau perbedaan antar perlakuan variasi konsentrasi NaCl terhadap luas permukaan pada karbon aktif dari ampas tahu. Apabila terdapat adanya pengaruh atau perbedaan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji *Least Significance Different* (LSD) pada taraf uji 1 % untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh atau berbeda nyata diantara perlakuan tersebut.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu yang berasal dari *home industry* tahu ibu Aisyah yang berada di desa Rebalas kecamatan Grati kabupaten Pasuruan. Ampas tahu mengandung kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 79,67 % (Wickramarathna dan Arampath, 2003), sehingga perlu adanya pengeringan. Pada penelitian ini pengeringan ampas tahu dilakukan di bawah terik matahari selama 7 hari. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air yang ada dalam ampas tahu. Rendahnya kadar air yang ada dalam ampas tahu akan memperpanjang daya simpan ampas tahu karena reaksi enzimatik yang berada ampas tahu dapat terhentikan sehingga akan mencegah timbulnya mikroorganisme pada ampas tahu.

Ampas tahu yang sudah dikeringkan selanjutnya diblender hingga halus. Tujuannya untuk memperbesar luas permukaan dari ampas tahu karena semakin luas permukaan dari ampas tahu, maka saat aktivasi interaksi ampas tahu dengan natrium klorida (NaCl) sebagai aktivator akan semakin tinggi.

4.2 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam sampel. Analisis kadar air dalam penelitian ini menggunakan metode termogravimetri. Metode termogravimetri merupakan metode analisis kadar berdasarkan prinsip perhitungan selisih bobot bahan (sampel) sebelum dan

sesudah pengeringan. Selisih bobot tersebut merupakan air yang teruapkan dan dihitung sebagai kadar air sampel (Legowo dan Nurwantoro, 2004).

Tahapan analisis kadar air untuk ampas tahu pada penelitian ini dilakukan dengan ditimbang cawan penguap terlebih dahulu hal ini bertujuan untuk mengetahui berat awal dari cawan penguap selanjutnya cawan penguap dipanaskan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 15 menit yang bertujuan untuk menguapkan air yang berada pada cawan penguap. Cawan penguap yang telah dipanaskan kemudian disimpan dalam desikator selama 10 menit untuk menstabilkan berat cawan penguap, apabila cawan penguap langsung ditimbang maka hasil yang didapatkan kurang akurat karena terpengaruhi oleh panas dari cawan penguap. Selain itu, cawan penguap tidak menyerap air dilingkungan sekitar karena didalam desikator terdapat silika gel mampu menyerap sisa-sisa uap air yang berada pada cawan penguap. Cawan penguap selanjutnya ditimbang dengan menggunakan neraca analitik untuk mengetahui berat dari cawan penguap. Perlakuan yang sama diulang sampai didapatkan berat cawan penguap yang konstan karena saat beratnya konstan kadar air yang berada pada cawan teruapkan semua, sehingga tidak mempengaruhi kadar air pada sampel. Ampas tahu kemudian dimasukkan ke dalam cawan penguap yang telah memiliki berat konstan. Ampas tahu yang berada pada cawan ditimbang selanjutnya dipanaskan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 15 menit untuk menguapkan kadar air yang berada pada ampas tahu, kemudian disimpan dalam desikator selama 10 menit untuk menstabilkan beratnya dan menghilangkan sisa-sisa uap air yang berada pada ampas tahu dan setelah itu ditimbang (cawan + sampel ampas tahu).

Perlakuan yang sama dilakukan sampai didapatkan berat yang konstan selanjutnya dihitung kadar air seperti pada lampiran 5, sehingga didapatkan kadar air pada sampel ampas tahu sebesar 6,51 %. Kadar air yang berada dalam sampel ampas tahu rata-rata berada kurang dari 10 %. Hal ini menunjukkan bahwa ampas tahu yang telah dikeringkan memiliki daya simpan yang cukup lama. Soetarno dan Soediro (1997) menyatakan bahwa apabila sampel memiliki kadar air kurang dari 10 % dapat dikatakan baik dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama karena pada tingkat kadar air kurang dari 10 % sampel terhindar dari tumbuhnya jamur.

4.3 Aktivasi Ampas Tahu Kering

Proses aktivasi kimia dengan menggunakan NaCl bertujuan untuk mengurangi terbentuknya *tar*, membuka dan menambah pori-pori pada karbon aktif. Pada penelitian ini aktivasi kimia dilakukan sebelum karbonisasi untuk mengurangi terbentuknya *tar* yang berlebihan pada saat karbonisasi karena semakin banyak *tar* yang terbentuk dalam proses karbonisasi maka akan menutupi pori-pori yang terbentuk pada saat karbonisasi, sehingga mengakibatkan daya adsorpsi karbon aktif akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mulek (2005) yang menunjukkan bahwa karbon aktif dengan karakter terbaik diperoleh dari tempurung kelapa yang direndam dengan larutan NaCl sebelum karbonisasi (ukuran mesh 60-80)

Ampas tahu hasil dari preparasi diaktivasi dengan menggunakan NaCl. Penggunaan NaCl sebagai aktivator, karena pada penelitian Gimbal dkk. (2009)

menunjukkan bahwa karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diaktivasi dengan menggunakan NaCl mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diaktivasi menggunakan KCl, CaCl₂, MgCl₂.6H₂O, Na₂CO₃, K₂CO₃, H₂SO₄ dan ZnCl₂, harga lebih murah daripada aktivator yang lainnya dan tidak toksik. Selain itu, NaCl mampu berfungsi sebagai zat dehidrat pada proses karbonisasi yang dapat membatasi pembentukan *tar*. *Tar* yang terbentuk pada proses karbonisasi akan menutupi pori-pori dari karbon aktif, sehingga luas permukaan yang dihasilkan akan semakin kecil yang akan menyebabkan daya adsorpsinya rendah (Mu'jizah, 2010).

NaCl yang digunakan sebagai aktivator ada enam variasi konsentrasi yaitu 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 %. Penggunaan variasi konsentrasi bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl terhadap luas permukaan dari karbon aktif yang dihasilkan. Konsentrasi dari NaCl dapat mempengaruhi proses aktivasi karena semakin bertambahnya konsentrasi dari NaCl, maka NaCl yang teradsorpsi oleh ampas tahu semakin meningkat, sehingga akan memperbesar pori-pori ampas tahu tetapi bila konsentrasi terlalu tinggi akan menyebabkan NaCl terjebak pada pori-pori ampas tahu.

Proses aktivasi kimia dilakukan dengan merendam ampas tahu pada larutan NaCl selama 5 jam sambil dikocok menggunakan *shaker* pada suhu 45 °C untuk mempercepat dan memaksimalkan interaksi antara larutan NaCl dengan ampas tahu karena energi panas yang diberikan akan memperbesar energi kinetik untuk NaCl berinteraksi ke dalam pori-pori ampas tahu. Menurut Keenan, dkk.

(1984) menyatakan bahwa meningkatnya temperatur akan menyebabkan molekul-molekul lebih sering bertabrakan, yang mana tabrakannya mempunyai benturan yang lebih besar akibat dari molekul yang memiliki kecepatan yang lebih besar dan memiliki energi yang cukup untuk bereaksi, sehingga laju reaksinya akan semakin bertambah. Perbandingan perendaman antara ampas tahu dengan larutan NaCl sebesar 1:4 (g/mL) agar seluruh ampas tahu terendam dengan larutan NaCl, sehingga proses aktivasi kimia akan terjadi secara maksimal.

Komponen yang berada pada ampas tahu akan terjadi interaksi saat di aktivasi kimia dengan menggunakan larutan NaCl. NaCl dalam fasa larutan akan terdisosiasi membentuk ion positif dan ion negatif yang berupa ion Na^+ dan ion Cl^- . Ion Na^+ dari hasil disosiasi akan dikelilingi oleh parsial negatif dari molekul-molekul air sedangkan ion Cl^- akan dikelilingi oleh parsial positif dari molekul-molekul air (Brady, 2000). Proses pelarutan NaCl dalam air dapat dituliskan sebagai berikut (Sugiarto dan Suyanti, 2010):



Molekul $\text{Na}^+(\text{H}_2\text{O})_n$ dan molekul $\text{Cl}^-(\text{H}_2\text{O})_n$ akan bergabung agar lebih stabil, sehingga membentuk molekul-molekul yang lebih besar. Molekul-molekul tersebut kemudian terimpregnasi pada selulosa yang berada pada ampas tahu yang akan menyebabkan terperangkapnya molekul – molekul tersebut ke dalam struktur selulosa sehingga akan mengalami pengembangan atau *swelling* karena aksi dari aktivator. Selama proses pengembangan, molekul tidak mengalami perubahan ke arah longitudinal tetapi ikatan pada arah lateral mengalami kerusakan. Hal ini

dapat meningkatkan pembentukan inter dan intra misel hingga sampai semua selulosa pecah dan terlepas dari pori-pori permukaan karbon. Selain itu dengan adanya larutan NaCl, oksigen dan hidrogen dalam bentuk air akan mudah untuk diserap, sehingga akan membatasi pembentukan *tar* pada saat proses karbonisasi (Mu'jizah, 2010). *Tar* yang terbentuk saat proses karbonisasi akan menutupi pori-pori karbon aktif yang dapat menyebabkan luas permukaan karbon aktif kecil sehingga daya adsorpsinya akan semakin rendah.

Ampas tahu yang sudah diaktivasi menggunakan larutan NaCl kemudian disaring dengan menggunakan corong *buchner* dan dikeringkan dalam oven sampai kering pada suhu 105 °C. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam ampas tahu teraktivasi NaCl. Kadar air yang berada pada ampas tahu teraktivasi NaCl akan mempengaruhi saat proses karbonisasi. Kadar air yang tinggi pada saat karbonisasi akan menyebabkan semakin banyak air yang menguap yang kemudian akan terkondensasi dan tercampur dengan *tar* sebagai produk dari karbonisasi sehingga akan menimbulkan asap yang semakin meningkat dan akan menyebabkan pori-pori karbon yang dihasilkan semakin kecil karena tertutupi oleh molekul-molekul air dan *tar*. *Tar* merupakan senyawa hidrokarbon pengotor hasil sisa pembakaran dari proses karbonisasi yang mana akan menutupi pori-pori karbon aktif.

4.4 Karbonisasi Ampas Tahu Teraktivasi NaCl

Ampas tahu hasil aktivasi selanjutnya dikarbonisasi dengan menggunakan tanur. Sebelum dimasukkan ke dalam tanur ampas tahu dibungkus dengan

menggunakan aluminium foil agar ampas tahu tidak terjadi kontak dengan udara pada saat proses karbonisasi, apabila ampas tahu terjadi kontak dengan udara, maka akan terjadi pembakaran sempurna yang akan menghasilkan abu.

Karbonisasi merupakan proses pembakaran tidak sempurna pada biomassa yang mana zat-zat volatil akan terdapat pada biomassa akan teruapkan dan dihasilkan karbon murni. Tujuan karbonisasi untuk menguraikan senyawa hidrokarbon seperti selulosa dan hemiselulosa agar menjadi karbon murni dan menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap. Proses karbonisasi ampas tahu yang sudah teraktivasi NaCl dengan menggunakan tanur pada temperatur 500 °C selama 1 jam. Penggunaan suhu 500 °C karena pada suhu 500 °C terjadi proses pemurnian karbon, meskipun pembentukan *tar* masih terus berlangsung (Sembiring dan Sinaga, 2003). Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Surest, dkk. (2007) menunjukkan bahwa hasil karbon aktif dari cangkang biji ketapang terbaik saat suhu karbonisasi 500 °C.

Pada proses karbonisasi bahan-bahan organik yang terdapat pada ampas tahu akan terdekomposisi secara bertahap. Tahapan temperatur pada proses karbonisasi untuk pembentukan karbon yaitu pada suhu sekitar 105 °C - 170 °C terjadi proses dehidrasi yang bertujuan untuk menguapkan atau menghilangkan kandungan air yang tersisa pada ampas tahu. Pada suhu di atas 170 °C - 275 °C unsur-unsur bukan karbon dikeluarkan (diuapkan) dalam bentuk gas seperti CO₂, CO, H₂ dan lain sebagainya, ampas tahu secara perlahan-lahan menjadi arang. Pada suhu 275 °C - 500 °C terjadi dekomposisi selulosa yang menghasilkan *tar*, metanol dan hasil samping lainnya.

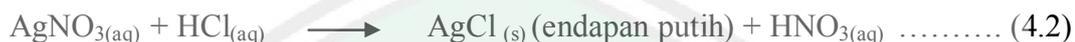
4.5 Pencucian dan Pengeringan Karbon Aktif dari Ampas Tahu

Karbon aktif yang dihasilkan dari karbonisasi kemudian ditumbuk dengan menggunakan mortar untuk memperluas dan memperbanyak partikel-partikel dari karbon aktif, sehingga daya serapnya akan meningkat. Karbon aktif hasil penumbukkan kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 120 mesh untuk menyeragamkan ukuran dari karbon aktif, sehingga pada saat proses pencucian dengan HCl karbon aktif dapat tercuci secara maksimal oleh HCl. Pada prinsipnya semakin kecil ukuran mesh dari ayakan, maka ukuran karbon aktif yang dihasilkan akan semakin kecil. Dengan semakin kecil ukuran karbon aktif akan memperbesar luas permukaan dari karbon aktif, sehingga daya adsorpsinya akan semakin tinggi.

Karbon aktif yang telah ditumbuk selanjutnya dicuci dengan HCl 1 M selama 24 jam untuk menghilangkan material pengotor yang terkandung pada karbon aktif, menghilangkan sisa-sisa aktivator yang mungkin masih ada serta mengurangi kadar abu (Sudibandriyo dan Lydia, 2011) yang mana hal tersebut dapat menutupi pori-pori karbon aktif, sehingga akan mempengaruhi daya adsorpsi karbon aktif dari ampas tahu. Pada saat karbon aktif dicampurkan dengan HCl 1 M terdapat gelembung-gelembung yang menandakan bahwa gas-gas yang berada pada pori-pori karbon aktif terkeluarkan. Setelah mengalami proses perendaman selama 24 jam kemudian disaring dan dicuci dengan menggunakan aquades panas sampai bebas ion Cl^- . Untuk mengetahui bahwa karbon aktif telah bebas ion Cl^- dilakukan uji dengan menggunakan setetes larutan AgNO_3 0,1 N pada filtrat yang dihasilkan dari proses pencucian dengan aquades jika masih

terbentuk endapan putih menunjukkan belum bebas ion Cl^- karena saat klor bereaksi dengan perak nitrat berlebih akan diendapkan menjadi perak klorida.

Reaksi yang terjadi adalah :



Setelah filtrat yang dihasilkan dari proses pencucian karbon aktif telah bebas ion Cl^- selanjutnya diukur pHnya dengan menggunakan pH meter untuk mengetahui kenetralan dari karbon aktif karena apabila karbon aktif yang dihasilkan bersifat asam atau basa akan mempengaruhi proses adsorpsinya. Menurut Oscik (1991) salah satu yang mempengaruhi adsorpsi adalah pH larutan. Karbon aktif yang sudah netral dan bebas ion Cl^- dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C sampai kering.

4.6 Karakterisasi Luas Permukaan pada Karbon Aktif dari Ampas Tahu dengan Analisis Adsorpsi *Methylene Blue*

4.6.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene Blue*

Tahap awal yang dilakukan untuk menentukan luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu dengan analisis adsorpsi *methylene blue* adalah menentukan panjang gelombang maksimum dari *methylene blue* karena pada panjang gelombang maksimum hasil absorbansi dari *methylene blue* juga akan maksimum, hukum Lambert-Beer akan terpenuhi dan jika dilakukan pengukuran ulang maka kesalahan yang disebabkan oleh penggunaan ulang panjang gelombang akan kecil sekali (Gandjar dan Rahman, 2007).

Penentuan panjang gelombang maksimum pada *methylene blue* dilakukan dengan diukur *methylene blue* 5 ppm pada panjang gelombang 500-700 nm pada pH 3; 5; 7; 9; 11; dan 12,5. Penggunaan pH pada saat penentuan panjang gelombang maksimum *methylene blue* untuk mengetahui pH maksimum analisis *methylene blue* dan untuk meningkatkan selektivitas pada saat pengukuran luas permukaan karbon aktif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pada saat analisis *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV-Vis dikarenakan *methylene blue* merupakan zat berwarna biru yang berada pada spektrum cahaya visible. Menurut Sykes (1989) Warna *methylene blue* disebabkan oleh perpanjangan sistem konjugasi, dimana hal ini dapat terjadi karena sistem konjugasi akan mengecilkan jarak antara tingkat energi dasar ke tingkat energi tereksitasi. Dengan jarak yang kecil ini menyebabkan energi yang diperlukan untuk melakukan eksitasi elektron dari keadaan dasar ke keadaan yang lebih tinggi (keadaan eksitasi) akan berkurang, sehingga akan menyebabkan panjang gelombang untuk terjadinya serapan pancaran sinar yang diperlukan akan meningkat. Hasil dari penentuan panjang gelombang maksimum *methylene blue* pada pH 3; 5; 7; 9; 11 dan 12,5 hasil yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

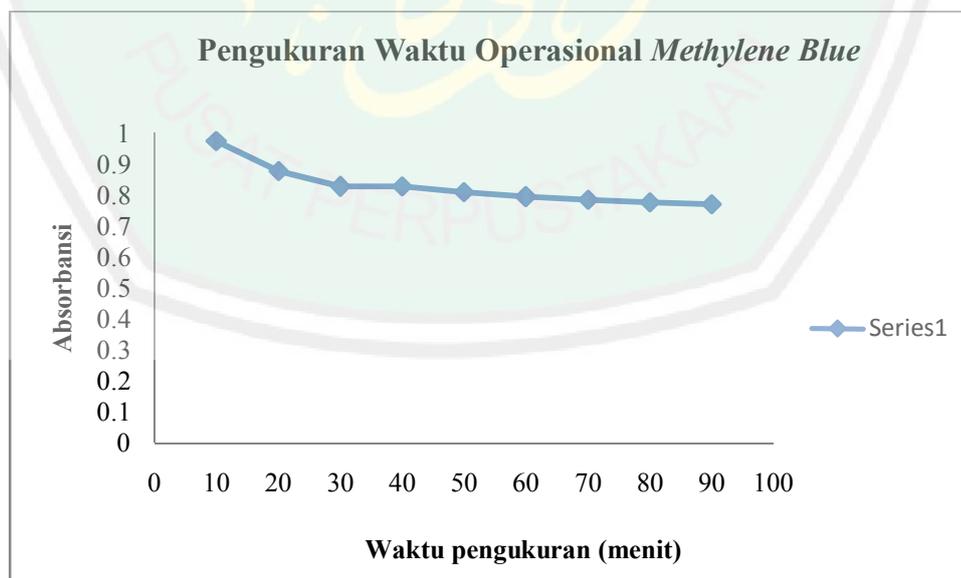
Tabel 4.1 Pengaruh pH dari larutan *methylene blue* terhadap absorbansi pada pengukuran panjang gelombang maksimum

pH	Ulangan 1		Ulangan 2	
	Absorbansi	Panjang gelombang	Absorbansi	Panjang gelombang
12,5	0,630	665,1	0,637	665,1
11	0,802	665,1	0,872	663,0
9	0,901	665,1	0,915	665,1
7	0,878	663,0	0,909	664,0
5	0,984	665,9	0,996	665,1
3	1,094	665,1	1,125	665,1

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum *methylene blue* sebesar 665,1 nm pada pH 3. Panjang gelombang maksimum 665,1 nm pada *methylene blue* dikarenakan *methylene blue* mempunyai warna komplementer biru, sehingga warna yang diserap oleh spektrum sinar tampak adalah merah (Day dan Underwood, 2002).

4.6.2 Penentuan Waktu Operasional Maksimum

Penentuan waktu operasional maksimum bertujuan untuk mengetahui waktu kestabilan dari *methylene blue*. Tahapan yang dilakukan dalam menentukan waktu operasional yaitu larutan *methylene blue* 5 ppm diukur pada menit ke 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 dan 90 dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 665,1 nm dengan pH 3. Hasil dari pengukuran waktu operasional maksimum pada *methylene blue* didapatkan kurva seperti pada Gambar 4.1.

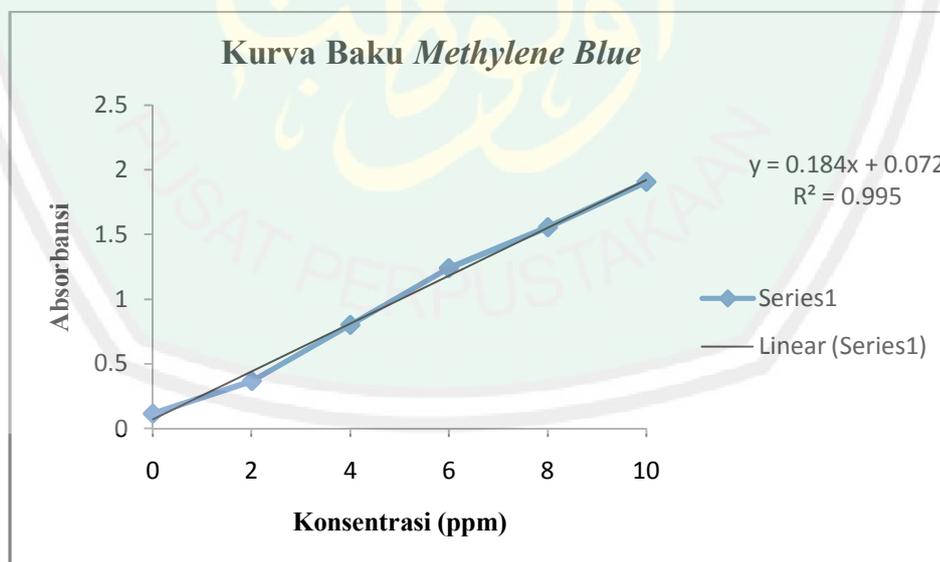


Gambar 4.1 Kurva waktu operasional *methylene blue*

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa waktu operasional dari *methylene blue* berada pada rentang waktu 30 menit sampai 50 menit karena pada waktu tersebut *methylene blue* dalam keadaan stabil, sehingga apabila melakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada waktu kestabilan, maka hasil yang akan didapatkan akan lebih akurat.

4.6.3 Penentuan Kurva Baku

Penentuan kurva baku bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi *methylene blue* dengan absorbansinya. Penentuan kurva baku *methylene blue* dilakukan pada konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm dengan panjang gelombang 665,1 dan pH 3 Hasil dari penentuan kurva baku didapatkan kurva baku seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kurva baku *methylene blue*

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi *methylene blue* berbanding lurus dengan absorbansinya, hal ini sesuai

dengan hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa intensitas yang diteruskan oleh larutan zat penyerap berbanding lurus dengan tebal dan konsentrasi larutan (Gandjar dan Rahman, 2007). Dari kurva baku tersebut didapatkan persamaan regresi linier sebagai berikut :

$$y = 0,184x + 0,072 \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana : y : absorbansi dari *methylene blue*
x : konsentrasi dari *methylene blue*

Persamaan dari kurva baku dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi dari *methylene blue* setelah proses adsorpsi dengan karbon aktif pada penentuan luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu.

4.6.4 Penentuan Luas Permukaan pada Karbon Aktif dari Ampas Tahu dengan Analisis Adsorpsi *Methylene Blue*

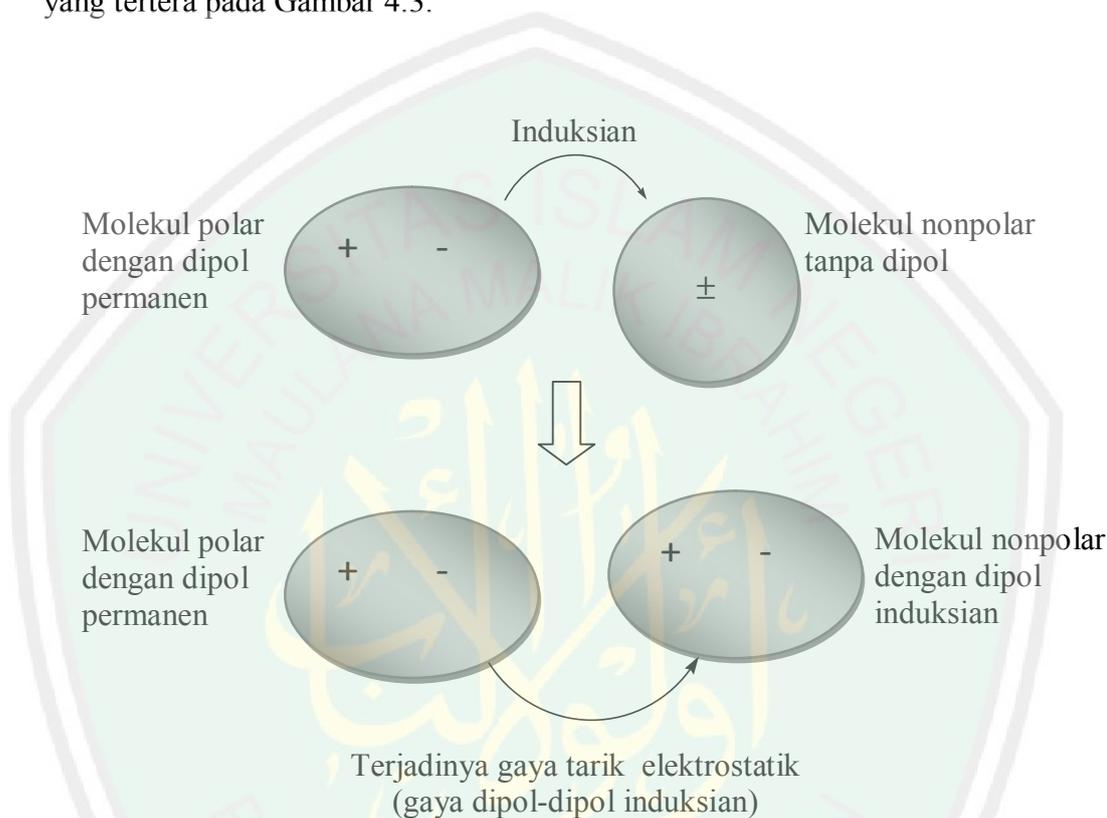
Penentuan luas permukaan karbon aktif ini menggunakan pendekatan luas *methylene blue* setiap 1 molekul *methylene blue* yang mengisi volume pori karbon aktif yaitu luas penutupan oleh 1 molekul *methylene blue* sebesar $197,2 \times 10^{-20} \text{ m}^2$. Dalam setiap satu mol terdiri atas $6,02 \times 10^{23}$ molekul sesuai dengan bilangan Avogadro, sehingga dengan menggunakan pendekatan ini dapat diketahui luas permukaan karbon aktif dengan banyaknya *methylene blue* yang teradsorpsi dalam pori-pori karbon aktif.

Penentuan luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu dilakukan dengan dimasukkan larutan *methylene blue* 16 ppm 20 mL ke dalam beaker glass 100 mL yang berisi 0,05 g karbon aktif dari ampas tahu kemudian dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 RPM selama 40 menit. Penggunaan

kecepatan pengocokan 150 RPM merujuk dari penelitian Trisnawati (2008) yang menggunakan variasi kecepatan pengocokan pada saat interaksi *methylene blue* dengan karbon aktif mesopori sintetis yang mana hasil pengocokan kecepatan optimum pada adsorpsi *methylene blue* dengan menggunakan karbon mesopori sintetis sebesar 150 RPM.

Proses adsorpsi antara karbon aktif dengan *methylene blue* diawali oleh difusi adsorbat ke adsorben. Struktur dari karbon aktif sebagian besar terdiri dari cincin aromatis yang cenderung mempunyai gugus nonpolar, sedangkan *methylene blue* bersifat polar yang mana merujuk pada kelarutan *methylene blue* dalam air yang tinggi, sehingga keduanya terjadi interaksi melalui dipol induksian. Selain itu, muatan positif amonium kuartener pada *methylene blue* mengalami gaya tarik elektrostatis dengan muatan negatif pada permukaan karbon aktif. Interaksi antara ion positif amonium kuartener dengan polimer karbon aktif melalui gaya *Van Der Waals* induksi. Hal ini mengingat bahwa polimer karbon aktif bersifat nonpolar. Ion positif ammonium kuartener menginduksi polimer karbon tersebut dan menyebabkan terjadinya dipol sesaat pada polimer karbon yang berakibat terjadinya gaya tarik menarik antara muatan positif ammonium kuartener dengan polimer karbon. Pada saat dipol induksi terbentuk, muatan positif amonium kuartener akan menarik elektron dari gugus nonpolar pada karbon aktif (Trisnawati, 2008). Berdasarkan dari interaksi yang terjadi antara karbon aktif dengan *methylene blue* karena adanya dipol induksian sesaat dengan ikatan yang tidak terlalu kuat dengan energi ikat yang rendah menyebabkan reaksi yang terjadi bersifat *reversible* (Yudi, 2011), sehingga jenis adsorpsinya termasuk

adsorpsi fisika (Trisnawati, 2008). Terjadinya peristiwa gaya dipol induksian antara molekul polar (*methylene blue*) dan molekul nonpolar (karbon aktif) seperti yang tertera pada Gambar 4.3.

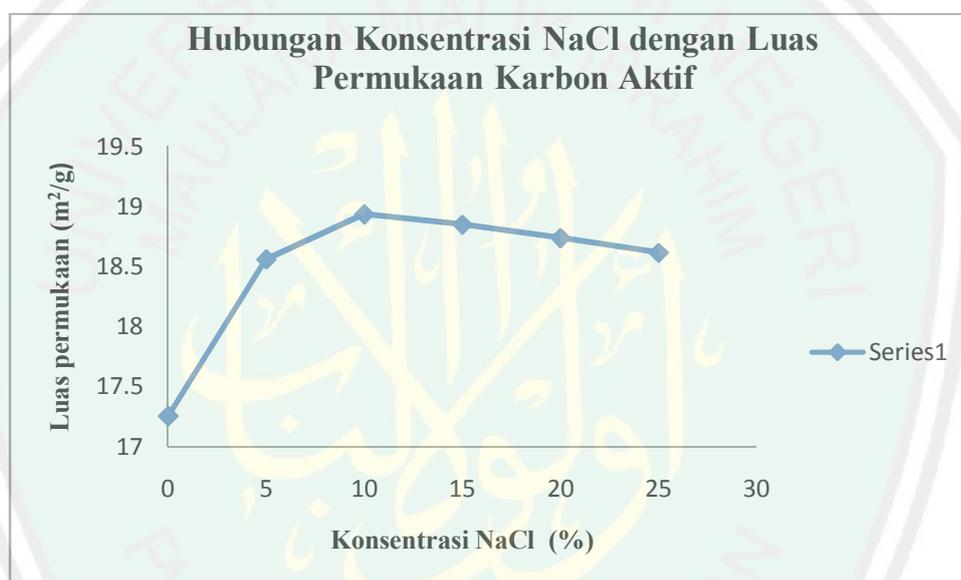


Gambar 4.3 Terjadinya gaya dipol-dipol induksian antara molekul polar dengan nonpolar (Effendy, 2010)

Karbon aktif yang sudah diadsorpsi dengan *methylene blue* kemudian disaring untuk memisahkan antara karbon aktif dengan *methylene blue* yang sudah teradsorpsi. Langkah selanjutnya *methylene blue* hasil dari penyaringan dilakukan pengukuran absorbansi *methylene blue* yang tersisa dari proses adsorpsi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 665,1 nm dan pada pH 3. Hasil dari pengukuran luas permukaan pada karbon aktif teraktivasi NaCl dan ampas tahu kering didapatkan data seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Luas permukaan karbon aktif dari ampas tahu

Nama sampel	Luas permukaan (m ² /g)
Ampas tahu	16,4063
Karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %	17,2546
Karbon aktif teraktivasi NaCl 5 %	18,5590
Karbon aktif teraktivasi NaCl 10 %	18,9358
Karbon aktif teraktivasi NaCl 15 %	18,8488
Karbon aktif teraktivasi NaCl 20 %	18,7385
Karbon aktif teraktivasi NaCl 25 %	18,6160



Gambar 4.4 Grafik luas permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa adanya pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator terhadap luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan dengan analisis statistika dengan menggunakan uji ANOVA *one way* yang mana hasil dari uji tersebut didapatkan *P-value* < 0,01 yang menunjukkan bahwa adanya pengaruh konsentrasi NaCl sebagai aktivator terhadap luas permukaan. Selain itu juga, dapat dilihat dari nilai F yang mana F_{hitung} dari hasil uji ANOVA *one way* didapatkan 154,233 sedangkan F_{tabel} -nya 5,32. Dari nilai F dapat diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang menunjukkan adanya pengaruh

konsentrasi NaCl sebagai aktivator. Uji ANOVA *one way* dilanjutkan dengan uji LSD sebagai acuan dalam menentukan perbedaan rata-rata dua perlakuan secara statistik. Dari uji LSD dengan taraf uji 1% diketahui bahwa perlakuan konsentrasi NaCl 0 % berbeda secara signifikan terhadap perlakuan konsentrasi NaCl 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % sebagai aktivator. Selain dari perlakuan konsentrasi tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan.

Karbon aktif yang mempunyai luas permukaan tertinggi saat diaktivasi menggunakan aktivator NaCl 10 %, sedangkan pada saat diaktivasi menggunakan aktivator NaCl 15-25 % luas permukaan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi NaCl akan banyak garam yang teradsorpsi pada saat proses aktivasi akan menyebabkan pori-pori karbon aktif semakin besar karena oksigen dan hidrogen dalam bentuk air akan mudah terserap oleh larutan NaCl, sehingga akan mengurangi terbentuknya *tar* saat proses karbonisasi. Namun, pada saat konsentrasi NaCl semakin tinggi akan menyebabkan banyak NaCl yang terjebak pada pori-pori karbon aktif yang mana akan menyumbat pori-pori karbon aktif sehingga daya adsorpsinya akan semakin rendah dan akan menyebabkan luas permukaannya semakin rendah.

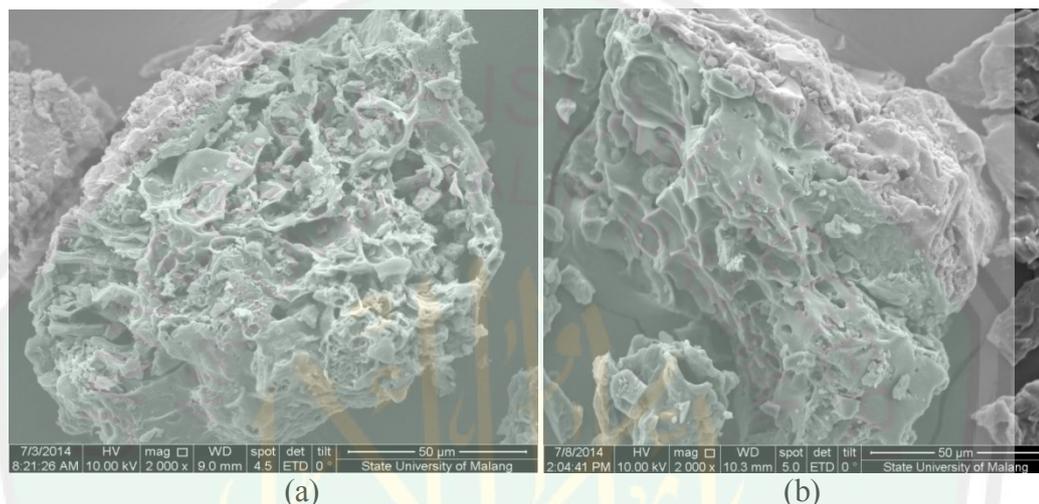
Ampas tahu kering mempunyai luas permukaan lebih rendah bila dibandingkan dengan karbon aktif dari ampas tahu karena saat proses karbonisasi dan aktivasi banyak pori-pori yang terbentuk dan banyak pengotor-pengotor yang terlarut sehingga akan meningkatkan volume pori-pori dari karbon aktif yang mana dapat meningkatkan daya adsorpsinya.

Karbon aktif yang mempunyai luas permukaan terbaik pada adsorpsi *methylene blue* dalam hal ini adalah karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % mempunyai luas permukaan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan luas permukaan karbon aktif komersial. Luas permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % sebesar 18,9358 m²/g sedangkan karbon aktif komersial mempunyai luas permukaan sebesar 489 m²/g (Bestani, dkk., 2008). Hal ini dapat disebabkan karena bahan baku yang digunakan, cara aktivasi, suhu aktivasi, lama waktu aktivasi, jenis dan konsentrasi aktivator yang digunakan dalam proses pembuatan karbon aktif kurang optimal, sehingga akan menyebabkan luas permukaan yang didapatkan pada karbon aktif dari ampas tahu lebih kecil bila dibandingkan dengan karbon aktif komersial. Untuk faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas karbon aktif komersial tidak diketahui penyebab secara langsung karena kita tidak mengetahui bahan dan proses pembuatan karbon aktif komersial.

4.7 Analisis Morfologi dan Komposisi Unsur Karbon Aktif dari Ampas Tahu yang Mempunyai Luas Permukaan Terbaik pada Analisis Adsorpsi *Methylene Blue* dan Beda Signifikan dari Hasil Uji LSD dengan Menggunakan SEM-EDX

Analisis struktur permukaan pori-pori pada karbon aktif dari ampas tahu dapat dilakukan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan karbon aktif akibat proses karbonisasi dan aktivasi. Sampel yang dianalisis menggunakan SEM adalah karbon aktif yang mempunyai luas permukaan terbaik pada saat analisis dengan menggunakan adsorpsi *methylene blue* yaitu karbon aktif yang teraktivasi NaCl 10 % dan karbon aktif yang mempunyai beda signifikan saat uji LSD dengan taraf uji

1 % menggunakan SPSS 16 yaitu karbon aktif teraktivasi 0 %. Hasil analisis SEM yang didapatkan dari karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % dan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 % ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil analisis morfologi menggunakan SEM pada perbesaran 2000 kali (a) karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % (b) karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %

Gambar 4.5 terdapat perbedaan struktur pori karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % dengan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %. Pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % pori-pori yang terbentuk lebih banyak dan membentuk rongga-rongga pori-pori dengan kedalaman yang lebih besar bila dibandingkan dengan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %. Hal ini disebabkan karena pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % melalui proses karbonisasi dan aktivasi kimia dengan menggunakan larutan NaCl. Proses karbonisasi dapat menyebabkan terbentuknya pori karena adanya penguapan molekul air serta terdegradasinya senyawa organik oleh panas. Proses aktivasi kimia dengan menggunakan larutan NaCl dapat memperbesar pori-pori karena molekul $\text{Na}^+(\text{H}_2\text{O})_n$ dan molekul $\text{Cl}^-(\text{H}_2\text{O})_n$ akan

bergabung agar lebih stabil, sehingga membentuk molekul-molekul yang lebih besar. Molekul-molekul tersebut kemudian terimpregnasi pada selulosa yang berada pada ampas tahu yang akan menyebabkan terperangkapnya molekul – molekul tersebut ke dalam struktur selulosa sehingga akan mengalami pengembangan atau *swelling* karena aksi dari aktivator. Untuk membentuk pori-pori pada ampas tahu molekul-molekul NaCl yang terperangkap dilarutkan dengan menggunakan HCl.

Hasil analisis SEM pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % dengan menggunakan SEM menunjukkan pori-pori yang dihasilkan lebih baik bila dibandingkan dengan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 % tetapi tidak menunjukkan kehomogenan dan pori-pori yang terbentuk masih terlihat banyak yang rapuh. Hal ini diduga disebabkan karena bahan dalam hal ini ampas tahu mempunyai kandungan serat yang lebih rendah bila dibandingkan dengan tempurung kelapa yang menyebabkan rapuh saat dicuci dengan menggunakan HCl 1 M. Kandungan serat pada ampas tahu sebesar 16-23 % (Kompiani, dkk., 1997) sedangkan kandungan serat pada tempurung kelapa sekitar 82 % yang terdiri dari selulosa 34 %, hemiselulosa 21 % dan lignin 27 % (Bledzki, dkk., 2010).

SEM yang digunakan pada analisis karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % dan karbon aktif teraktivasi 0 % dilengkapi dengan EDX (*Energy Dispersive X-ray spectrometer*), sehingga dapat digunakan untuk menentukan komposisi unsur dari karbon aktif. Ketika sebuah sampel difoto oleh SEM, sinar elektron juga diemisikan oleh sinar-X. Emisi sinar-X setiap unsur khas dalam energi dan panjang gelombangnya, karena itu unit EDX mampu menentukan setiap unsur

yang merespon emisi tersebut. Data ini dapat ditambahkan pada gambar SEM untuk menghasilkan sebuah peta unsur yang sebenarnya dari permukaan sampel (Herald, dkk., 2003). Hasil analisis komposisi unsur-unsur yang terdapat pada karbon aktif ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil analisis unsur-unsur karbon aktif

Unsur	Karbon aktif teraktivasi NaCl 10 %		Karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %	
	Wt %	At %	Wt %	At %
C	88,90	91,78	87,38	91,06
O	10,08	7,82	10,31	8,07
Al	0,36	0,18	-	-
Mg	0,16	0,07	0,77	0,39
Ca	0,50	0,15	1,54	0,48

Keterangan :

Wt % : Jumlah persen berat unsur

At % : Jumlah persen atom

Pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa atom karbon yang terkandung dalam karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % lebih besar persentasenya dari pada karbon aktif teraktivasi NaCl. Tingginya komposisi unsur karbon yang berada pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % meningkatkan daya adsorpsinya. Selain itu, karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % mempunyai daya adsorpsi lebih tinggi dari pada karbon aktif teraktivasi NaCl 0 % disebabkan karena lebih rendahnya oksida-oksida logam yang terkandung dalam karbon aktif. Karbon aktif teraktivasi NaCl 0 % tidak mengandung unsur aluminium, sedangkan pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % terkandung unsur aluminium hal ini disebabkan karena pada saat analisis menggunakan EDX itu hanya mampu *scanning* pada permukaan karbon aktif yang terkena sinar X-ray, sehingga tidak diketahui komposisi unsur-unsur secara keseluruhan yang terdapat pada karbon aktif.

Adanya kandungan oksida-oksida logam pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % yang berupa aluminium, kalsium, magnesium dan oksigen karena pada saat proses pencucian dengan menggunakan HCl zat-zat anorganik yang terkandung dalam karbon aktif belum terlarut secara sempurna.

4.8 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Berdasarkan dari penelitian ini dapat diketahui bahwa karbon aktif teraktivasi NaCl dari ampas tahu mempunyai potensi sebagai adsorben terhadap zat warna yang berupa *methylene blue*. Hasil ini menunjukkan bahwa karbon aktif teraktivasi NaCl dari ampas tahu mempunyai luas permukaan yang lebih besar bila dibandingkan dengan ampas tahu kering. Hal tersebut menunjukkan bahwasanya Allah menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi tidak ada yang sia-sia. Sebagaimana firman Allah dalam Alqur'an surat shaad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۗ فَوَيْلٌ
لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya : “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka” (QS. Shaad: 27).

Ayat di atas menjelaskan bahwasanya Allah menciptakan langit dan segala isinya yang berupa perhiasan dan barang-barang yang bermanfaat bagi manusia dan tidak pula Allah menciptakan bumi dan isinya tanpa manfaat yang dapat

diambil oleh manusia (Al-Maraghi, 1973), sehingga sebagai manusia hendaklah berfikir tentang ciptaan Allah yang ada di bumi ini. Dengan begitu manusia dapat mengambil manfaat atas apa yang diciptakan oleh Allah karena segala sesuatu yang diciptakan-Nya mempunyai manfaat dan peranan yang berbeda-beda seperti halnya ampas tahu yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap limbah khususnya limbah zat warna.

Ampas tahu kering yang dihasilkan dari industri tahu apabila dimanfaatkan secara langsung sebagai adsorben memiliki daya adsorpsi yang rendah terhadap limbah zat warna. Untuk meningkatkan daya adsorpsinya terhadap limbah zat warna dalam hal ini adalah *methylene blue*, maka perlu adanya modifikasi terhadap pori-pori ampas tahu agar didapatkan hasil yang optimum. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkat daya adsorpsi dari ampas tahu menjadikan ampas tahu sebagai karbon aktif. Hal tersebut terbukti dari hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwasanya luas permukaan pada karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % memiliki luas permukaan yang lebih besar bila dibandingkan dengan ampas tahu kering. Luas permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % memiliki luas permukaan sebesar 18,9358 m²/g sedangkan luas permukaan dari ampas tahu kering 16,4063 m²/g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwasanya segala sesuatu ciptaan Allah yang ada di bumi mempunyai manfaat dan peran yang berbeda-beda. Kita sebagai makhluk Allah hendaklah bersyukur atas manfaat yang diberikan Allah kepada kita dan berusaha untuk memperbaiki sesuatu yang ada menjadi lebih baik, contohnya memperbaiki daya adsorpsi ampas tahu menjadi lebih besar dengan menjadikan ampas tahu

sebagai karbon aktif. Memperbaiki sesuatu lebih baik merupakan salah satu amal saleh yang dianjurkan oleh agama Islam. Orang yang melakukan amalan saleh akan mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah. Sebagaimana firman Allah dalam Alqur'an surat an-Nahl ayat 97 yang berbunyi :

مَنْ عَمِلَ صَالِحًا مِّن ذَكَرٍ أَوْ أُنْثَىٰ وَهُوَ مُؤْمِنٌ فَلَنُحْيِيَنَّهٗ حَيٰوةً طَيِّبَةً
وَلَنَجْزِيَنَّهُمْ أَجْرَهُم بِأَحْسَنِ مَا كَانُوا يَعْمَلُونَ ﴿٩٧﴾

Artinya :”barangsiapa yang mengerjakan amal saleh, baik laki-laki maupun perempuan dalam keadaan beriman, maka sesungguhnya akan kami berikan kepadanya kehidupan yang baik dan sesungguhnya akan kami beri balasan kepada mereka dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan”.(QS. an-Nahl: 97).

Ayat ini menjelaskan bahwa barang siapa yang berbuat kebijakan di dunia baik laki-laki maupun perempuan didorong oleh kekuatan iman, maka Allah tentu akan memberikan kehidupan yang baik pada mereka di dunia, suatu kehidupan yang tak kenal kesengsaraan, penuh rasa lega, kerelaan, kesabaran dalam menerima cobaan hidup dan dipenuhi oleh rasa syukur atas nikmat Allah. Dan di akhirat nanti, Allah akan memberikan balasan pada mereka berupa pahala baik yang berlipat ganda atas perbuatan mereka di dunia.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Variasi konsentrasi NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif dari ampas tahu berpengaruh terhadap luas permukaan. Hal ini ditunjukkan dari luas permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % didapatkan berturut-turut 17,2546 m²/g; 18,5590 m²/g; 18,9358 m²/g; 18,8488 m²/g; 18,7385 m²/g; dan 18,6160 m²/g. Hal ini terbukti dari hasil analisis statistika uji ANOVA *one way* dilanjutkan uji LSD pada taraf uji 1 % dengan menggunakan program SPSS 16 didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$.
2. Hasil analisis menggunakan SEM menunjukkan bahwa adanya pengaruh terhadap morfologi dan komposisi unsur pada karbon aktif. Hasil SEM menunjukkan bahwa morfologi karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % pori-pori yang terbentuk lebih banyak dan membentuk rongga-rongga pori-pori dengan kedalaman yang lebih besar bila dibandingkan dengan karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %. Hasil analisis EDX menunjukkan bahwa komposisi berat unsur karbon aktif teraktivasi NaCl 10 % meliputi unsur C 88,90 %, unsur O 10,08 %, unsur Al 0,36 %, unsur Mg 0,16 % dan unsur Ca 0,50 % sedangkan komposisi berat unsur karbon aktif teraktivasi NaCl 0 % meliputi unsur C 87,38 %, unsur O 10,31 %, unsur Mg 0,77 % dan unsur Ca 1,54 %.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan variasi konsentrasi larutan NaCl yang lebih rendah saat proses aktivasi kimia pada pembuatan karbon aktif
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan aktivator lain selain NaCl dalam pembuatan karbon aktif dari ampas tahu seperti H_3PO_4 , $ZnCl_2$, $CaCl_2$, K_2S , HCl , H_2SO_4 , $NaCl$, Na_2CO_3 .
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan metode lain selain metode adsorpsi *methylene blue* dalam analisis luas permukaan karbon aktif

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. dan Khairurrijal. 2008. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. Vol. 2, No.1
- Adamson, A.W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. California : John Wiley & Sons, Inc
- Aisyah, S. 2010. Penurunan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas. (FFA) pada Proses Bleaching Minyak Goreng Bekas oleh Karbon Aktif Polong Buah Kelor (*Moringa oleifera*. Lamk) dengan Aktivasi NaCl. *Skripsi tidak diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains and Teknologi. UIN Malang
- Al-Maraghi, A.M. 1993. *Terjemahan Tafsir Al-Maraghi Jilid 4*. Semarang: Toha Putra
- Al-Qaradhawi, Y. 2002. *Islam Agama Ramah Lingkungan*. Jakarta : Pustaka Al-Kautsar
- Anggraeni, N.D. 2008. Analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. *Seminar Nasional - VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*
- AOAC, 1984. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists*. Washington DC : Association of Official Analytical Chemists
- Apriliani, A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Jakarta : Program Studi Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Ardizzone, S., G. Gabrielli, and P. Lazzari, 1993. Adsorption of Methylene Blue At Solid/Liquid And Water/Air Interfaces *Colloids Surfaces* 76 : 149–157. Didalam Trisnawati, T. 2008. Studi Adsorpsi Karbon Mesopori Sintetik Terhadap Methylene Blue. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya
- Astuti, S.Y. 2011. Struktur Sifat Film Tipis CdTe:Cu yang Ditumbuhkan dengan Metode DC Magnetron Sputtering. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Semarang : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
- Bernasconi, G. 1995. *Teknologi Kimia*. Jakarta: PT Pradnya Pramita

- Bestani, B., Benderdouche N., Bestaali, B., Belhakem, M., dan Addou A., 2008. Methylene blue and iodine adsorption onto an activated desert plant. *Journal Bioresource Technology* 99, 8441–8444
- Bledzki, A.K., Mamun, A.A. dan Volk, J., 2010, Barley Husk and Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composites: The Effect of Fibre Physical, Chemical and Surface Properties. *Journal Composites Science and Technology*, Vol.70, 840-846
- Brady, J.E. 2000. *Kimia Universitas Asas dan Struktur Jilid Satu*. Tangerang : Binarupa Aksara Publisher
- Castellan, G. M. 1983. *Physical Chemistry*. 6th Ed. London: Addison Wisle Publishing Co.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta : UI-Press
- Day, R.A dan A.L Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta : Erlangga
- Effendy. 2007. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi*. Malang : Bayumedia Publishing
- Effendy. 2010. *Teori VSEPR Kepolaran dan Gaya Antarmolekul Edisi 3*. Malang : Bayumedia Publishing
- Gandjar, I.G. dan A. Rahman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Gao, J. F., Y. He, X. Luo, G. X. Wu, S. Y. Wang, dan Y. Z . Peng. 2013. Application Of Soybean Residue (Okara) As A Low-Cost Adsorbent for Reactive Dye Removal from Aqueous Solution
- Gimbal, C. E., O. Ocholi, P. A. Egwaikhide, T. Muyiwa and Emmanuel E. A. 2009. New Raw Material for Activated Carbon. I. Methylene Blue Adsorption on Activated Carbon Prepared from Khaya Senegalensis Fruits. *Cien. Inv. Agr.* 36(1):107-114
- Hanafiah, K.A. 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : Grafindo Persada
- Handarsari, E. 2010. Eksperimen Pembuatan Sugar Pastry dengan Substitusi Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Pangan dan Gizi* Vol. 01 No. 01

- Handayani, D.D. 2012. Pemanfaatan Arang Aktif Bambu Andong (*G. verticillata* (Wild) Munro) dan Bambu Ater (*G. atter* (Hassk) Kurz ex Munro) sebagai Adsorben Pestisida Diazinon. *Skripsi* Tidak Diterbitkan. Manokwari : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua
- Hugh, O. P. 1993. *Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes*. Amerika : Noyes Publication
- Jankowska, H., Swiatkowski, A. dan Choma, J. 1991. *Active Carbon*. London : Horwood
- Keenan, C.W., D.C. Kleinfelter dan J.H. Wood. 1984. *Kimia untuk Universitas Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Kompiang, I.P., T.Purwadaria, T. Hayati and Supriyati. 1997. Bioconversion of Sago (*Metroxylon* sp.) Waste Current Status of Agricultural Biotechnology in Indonesia AARD Indonesia pp. 523 -526
- Kusuma, S. P. dan Utomo. 1970. Pembuatan Karbon Aktif. Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan. Bandung: Lembaga Kimia Nasional LIPI
- Larry. 1982. *Adsorption Mechanism, 3th Edition*. New York : Mc. Graw-Hill Book Company
- Legowo, A.M dan Nurwantoro. 2004. *Diktat Kuliah Analisis Pangan*. Semarang : Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang
- Li, S., D. Zhu, K. Li, Y. Yang, Z.Lei, and Z. Zhang. 2013. Soybean Curd Residue : Composition, Utilization, and Related Limiting Factors. *Review Article* vol. 2013
- Lynch C.T. 1990. *Practical Handbook of Material Science 2th Edition*. New York: CRC Pr
- Manocha, S. M. 2003. Porous Carbons. *Journal Sadhana*. Vol 28, Parts 1&2
- Marsh, H. dan Francisco R.R. 2006. *Activated Carbon*. Belanda: Elsevier Science & Technology Books
- Masruroh, L. 2008. Pengaruh Penggunaan Limbah Padat Tahu dalam Ransum Terhadap Konsumsi Pakan, Pertambahan Bobot Badan dan Konversi Pakan pada Ayam Kampung (*Gallus Domesticus*) Periode Grower. *Skripsi* Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang

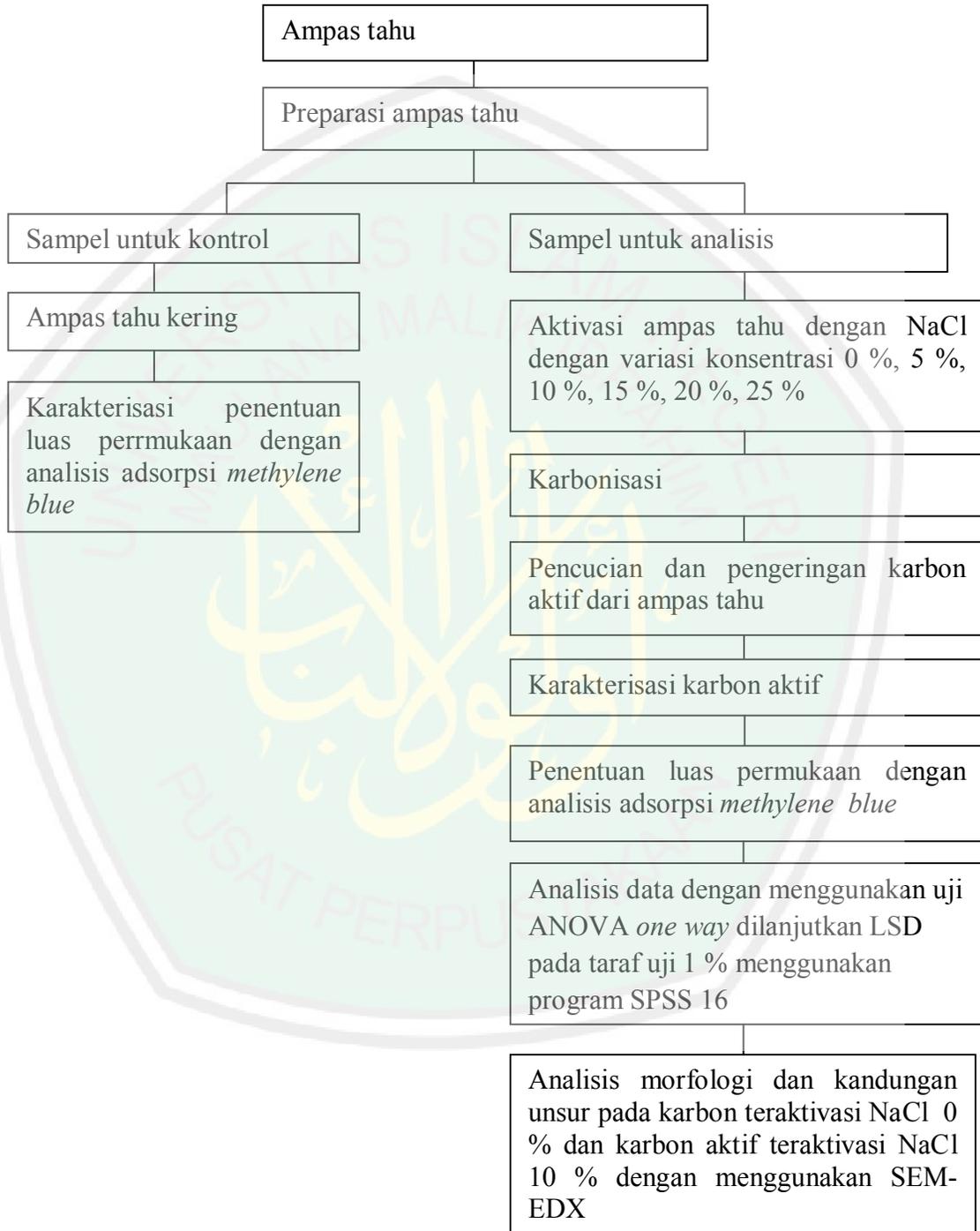
- Mulek A.P. 2005. Studi Penambahan Larutan NaCl pada Pembuatan Kaarbon Aktif dari Tempurung Kelapa. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya
- Mu'jizah, S. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera. Lamk*) dengan NaCl Sebagai Bahan Pengaktif. *Skripsi tidak diterbitkan*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains and Teknologi. UIN Malang
- Mirwan, M., 2005. Daur Ulang Limbah Hasil Industri Gula (Ampas Tebu/*Bagasse*) dengan Proses Karbonisasi sebagai Arang Aktif. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, Vol.1, No.3
- Nohong. 2010. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmiun dan Besi dalam Air Lindi TPA. *Jurnal Pembelajaran Sains*. Vol. 6, No.2
- Oscik, J. 1991. *Adsorbtion, Edition Cooper*. New York : John Wiley and Sons
- Parker, S. P. 1993. *Encyclopdia of Chemistry Second Edition*. Washington: McGraw-Hill, Inc
- Poedjiadi. A. 1990. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta : UI Press
- Rahmawati, Y.D., Prasetyo I., dan Rochmadi. 2010. Pengaruh Penambahan Zat Pendehidrasi terhadap Struktur Mikropori Material Karbon yang Dibuat dari Pirolisis Resin Phenol-tert.butyl Phenol-Formaldehid. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. Yogyakarta : UGM. ISSN 1693-4393
- Retnowati. 2005. Efektivitas Ampas Teh sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Bogor : Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor
- Rianto, L.B. 2012. Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang dengan Penambahan Logam Titanium Menggunakan Metode Impegnasi. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang : Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
- Rodenas, M. A. L., D. C. Amoros, dan A. L. Solano. 2003. *Carbon*. 41, 267-275
- Salamah, S. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan KOH. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*. Yogyakarta: UGM

- Saragih, S.A. 2008. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adsorben. *Tesis* diterbitkan. Jakarta: FT UI
- Sarwono, B. dan Y.P. Saragih. 2001. *Membuat Aneka Tahu*. Jakarta : Penebar Swadya
- Sax N.I., dan R.J. Lewis, 1987. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary, 12th Ed.* New York : Van Nostrand Reinhold.Co.
- Shimofuruya, H., A. Shimono Dan Y. Kunieda. 2011. Adsorption of Methyl Orange by Okara. *Journal Technology and Education*, Vol.18, No.1, pp.5-8, 2011
- Soetarno, S., dan I.S., Soediro, 1997. *Standardisasi Mutu Simplisia dan Ekstrak Bahan Obat Tradisional*. Presidium Temu Ilmiah Nasional Bidang Farmasi.
- Sembiring, M.T dan Tuti S.S. 2003. *Arang aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Sumatra Utara : Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara
- Sudibandriyo, M dan Lydia. 2011. Karakterisasi Luas Permukaan dari Ampas Tebu dengan Aktivasi Kimia. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol.10 No.3
- Sugiarti dan Zaenab, A. 2008. *Pengaruh Jenis Aktivasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit pada Ion Kromium (VI)*. Makassar : Kimia FMIPA UNM Makasar
- Sugiarto, K.H dan Suyanti, R.D. 2010. *Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Suprapti, M.L. 2005. *Teknologi Pengolahan Pangan Pembuatan Tahu*. Yogyakarta : Kanisius
- Surest, A.H, Permana, I dan Wibisono, R.G. 2007. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Biji Ketapang
- Suyitno. 2002. Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa dengan Bahan Tetes Tebu dan Tapioka. *Jurnal Kimia dan Teknologi*
- Swiatkowski, A. 1998. *Adsorption and its Application in Industry and Environmental Protection Studies in Surface Science and Catalysis*. Belanda : Elsvier
- Sykes, P., 1989. *Penuntun Mekanisme Reaksi Kimia Organik Edisi Keenam*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama

- Trisnawati, T. 2008. Studi Adsorpsi Karbon Mesopori Sintetik Terhadap *Methylene Blue*. *Skripsi* Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya
- Tutik, M. dan Faizah, H. 2001. Aktifasi Arang Tempurung Kelapa Secara Kimia dengan Larutan Kimia $ZnCl_2$, KCl dan HNO_3 . Yogyakarta : Jurusan Teknik Kimia UPN
- Yang, R.T. 2003. *Adsorbent : Fundamentals and Application*. John Willey & Sons, N.J
- Yuhan, C., W. Qilin, P. Ning, G. Jinghua, and P. Ding. 2007. Rayon-based Activated Carbon Fibers Treated with Both Alkali Metal Salt and Lewis Acid. *Journal Science Direct Microporous and Mesoporous Materials*. Volume 109, Issue 1-3
- Yudi, A. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan $NaCl$ sebagai Bahan Pengaktif pada Temperatur Aktivasi Fisika $600\text{ }^{\circ}C$ dan $650\text{ }^{\circ}C$. *Skripsi* Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Malang
- Utami, H.P. 2007. *Mengenal Cahaya dan Optik*. Bekasi : Exact Ganeca
- Weber, Jr., W.J. 1972. *Physics Chemical Process for Water Quality Control*. New York John : Wiley Interscience
- Wickramarathna, G.L dan Arampath, P.C. 2003. Utilization of Okara in Bread Making. *Journal Bio. Science*, Vol. 31, No. 29-33

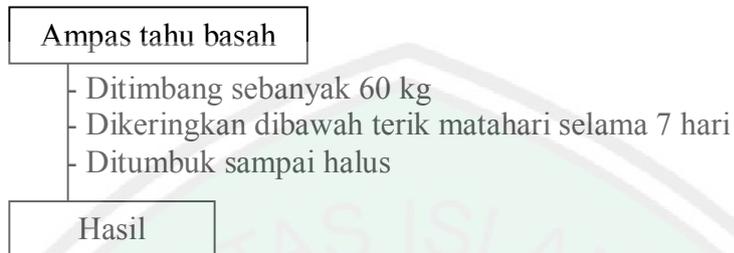
LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian

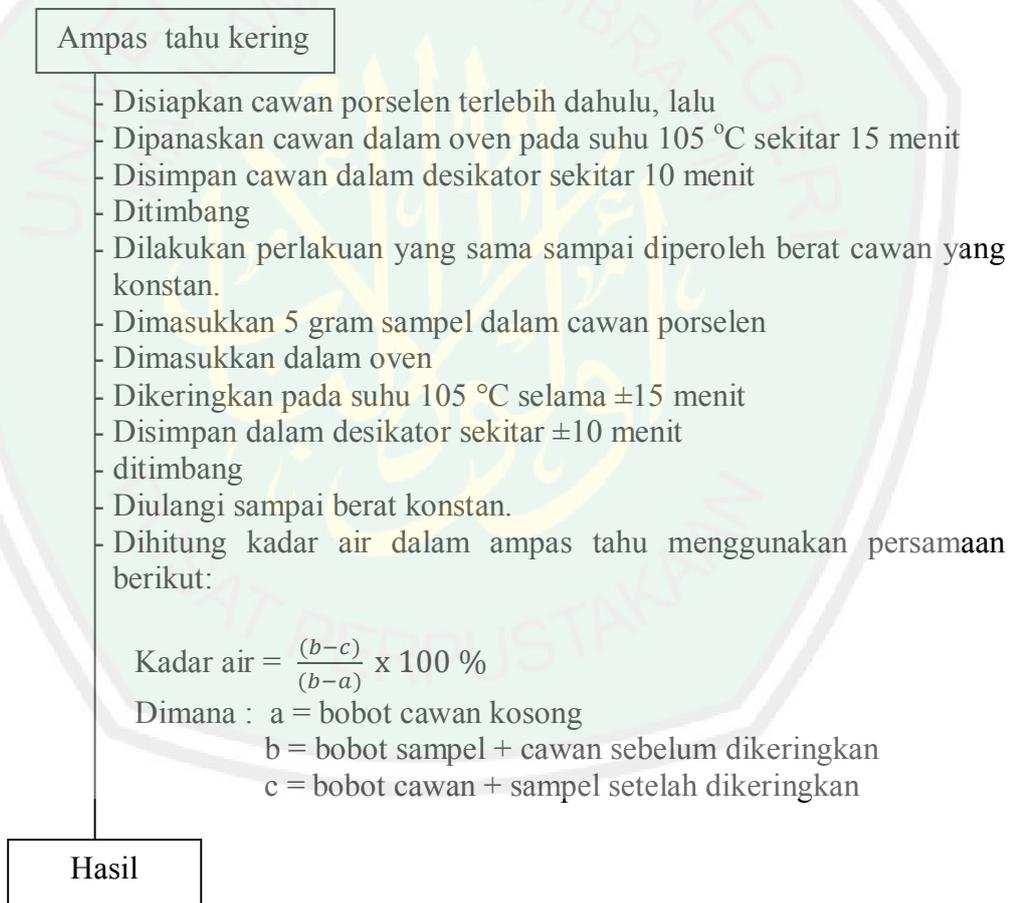


Lampiran 2. Skema Kerja

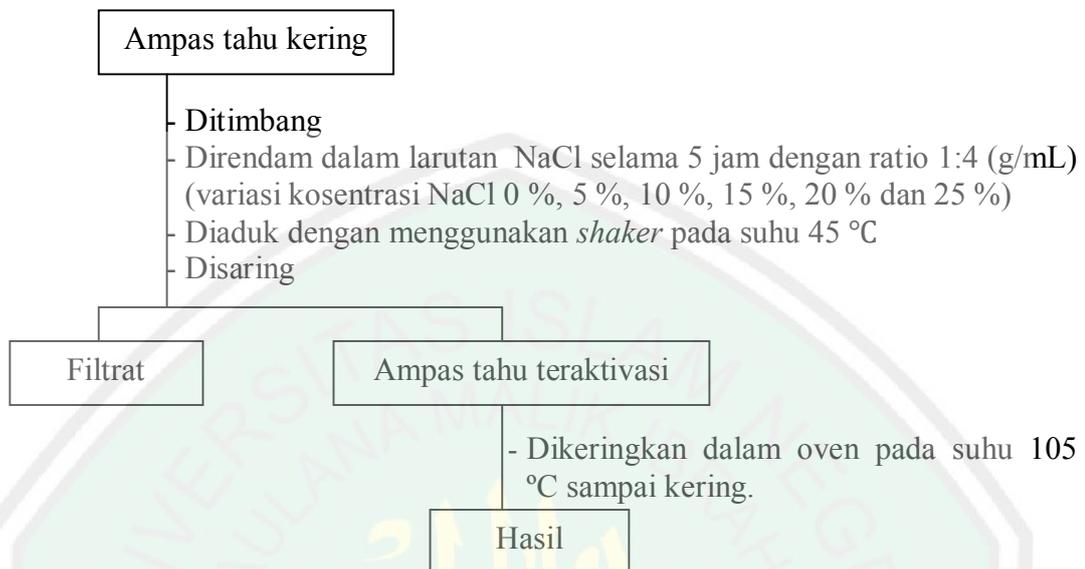
L.2.1 Preparasi Adsorben dari Ampas Tahu



L.2.2 Analisis Kadar Air



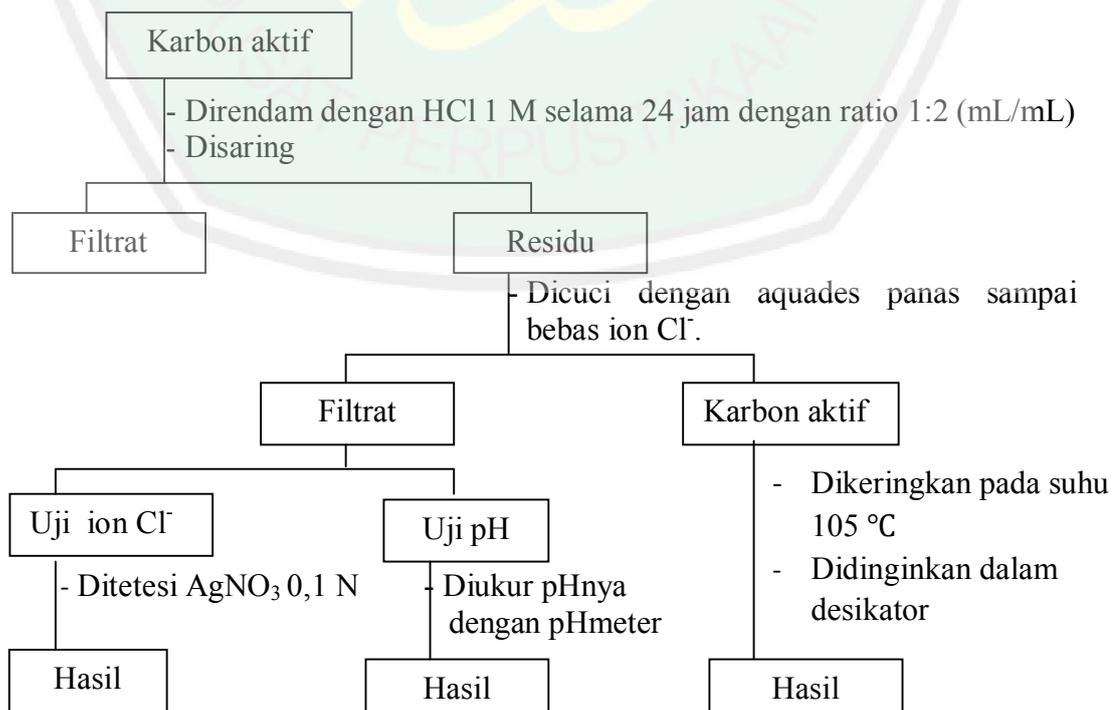
L.2.3 Aktivasi Ampas Tahu Kering



L.2.4 Karbonisasi Ampas Tahu Teraktivasi NaCl



L.2.5 Pencucian dan Pengeringan Karbon Aktif dari Ampas Tahu



L.2.6 Penentuan Luas Permukaan pada Karbon Aktif dari Ampas Tahu dengan Analisis Adsorpsi *Methylene Blue*

a) Penentuan Panjang Optimum *Methylene Blue* (MB)

Larutan *methylene blue* 5 ppm

- Diambil
- Dibuat larutan *methylene blue* pada pH 3, 5, 7, 9, 11 dan 12,5
- Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 500-700 nm
- Ditentukan panjang gelombang optimum dengan melihat absorbansi terbesar

Hasil

b) Penentuan Waktu Operasional

Larutan *methylene blue* 5 ppm

- Diukur pada menit ke 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 dan 90 dengan pada panjang gelombang 665,1 nm dan pH 3
- Dibuat kurva hubungan antara waktu operasional (x) dan absorbansi (y)

Hasil

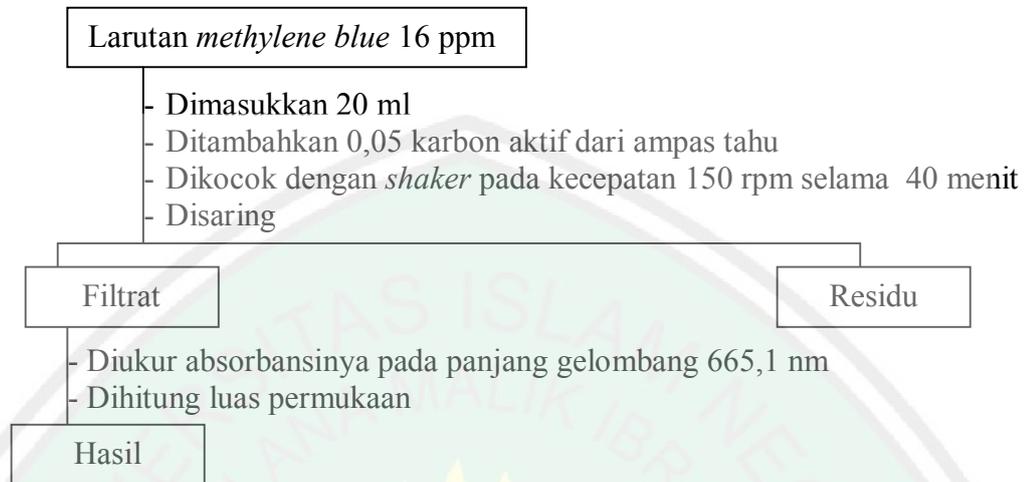
c) Pembuatan Kurva Baku

Larutan *methylene blue*

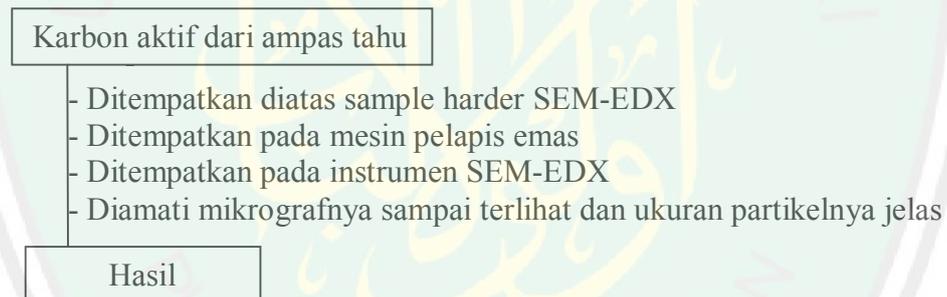
- Dibuat dengan konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8, 10 ppm.
- Diukur absorbansi masing-masing larutan pada panjang gelombang 665,1 nm dan pH 3
- Dibuat kurva standar

Hasil

d) Penentuan Luas Permukaan



L.2.7 Analisis Morfologi dan Komposisi unsur pada karbon aktif dari Ampas Tahu dengan Instrumen SEM-EDX



Lampiran 3. Perhitungan dan Pembuatan Reagen dan Larutan

L.3.1 Pembuatan larutan NaCl 5 % dalam 250 mL

Ditimbang padatan NaCl sebanyak 12,5 g menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL. Dilarutkan dengan aquades sebanyak 200 mL. Dimasukkan larutan NaCl pada labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.2 Pembuatan larutan NaCl 10 % dalam 250 mL

Ditimbang padatan NaCl sebanyak 25 g menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL. Dilarutkan dengan aquades sebanyak 200 mL. Dimasukkan larutan NaCl pada labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.3 Pembuatan larutan NaCl 15 % dalam 250 mL

Ditimbang padatan NaCl sebanyak 37,5 g menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL. Dilarutkan dengan aquades sebanyak 200 mL. Dimasukkan larutan NaCl pada labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.4 Pembuatan larutan NaCl 20 % dalam 250 mL

Ditimbang padatan NaCl sebanyak 50 g menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL. Dilarutkan dengan aquades sebanyak 200 mL. Dimasukkan larutan NaCl pada labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.5 Pembuatan larutan NaCl 25 % dalam 250 mL

Ditimbang padatan NaCl sebanyak 62,5 g menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL. Dilarutkan dengan aquades sebanyak 200 mL. Dimasukkan larutan NaCl pada labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.6 Pembuatan Larutan HCl 1 M dalam 250 mL

BJ HCl pekat = 1,19 g/ml = 1190 g/L

Konsentrasi = 37%

BM HCl = 36,42 g/mol

$$\begin{aligned} \text{Molaritas} &= \frac{37\% \times \text{BJ HCl}}{\text{BM HCl pekat}} \\ &= \frac{37\% \times 1190 \text{ g/L}}{36,42 \text{ g/mol}} = 12,09 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 12,09 \text{ M} \times V_1 &= 1 \text{ M} \times 250 \text{ mL} \\ V_1 &= 20,68 \text{ mL} \end{aligned}$$

Keterangan :

- BJ : Berat jenis
- BM : Berat molekul
- M_1 : Konsentrasi HCl stok
- V_1 : Volume HCl stok
- M_2 : Konsentrasi HCl yang akan dibuat
- V_2 : Volume HCl yang akan dibuat

Cara pembuatannya adalah diambil larutan HCl pekat 37% sebanyak 20,68 mL di dalam lemari asam menggunakan pipet ukur 5 mL, kemudian larutan dimasukkan dalam labu ukur 250 mL yang telah berisi \pm 15 mL aquades. Selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen.

L.3.7 Pembuatan AgNO_3 0,1 N dalam 50 mL

$$\begin{aligned} N &= \frac{m \times n}{\text{BM} \times V} \\ m &= \frac{\text{BM} \times V \times N}{n} \\ m &= \frac{169,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 0,05 \text{ L} \times 0,1 \text{ N}}{1} \\ m &= \frac{0,849}{1} \\ m &= 0,849 \text{ g} \end{aligned}$$

Keterangan :

- N : Normalitas AgNO_3
- m : Banyaknya zat yang terlarut
- n : Valensi AgNO_3
- BM : Berat jenis AgNO_3
- V : Volume Larutan

Cara pembuatannya adalah ditimbang padatan AgNO_3 sebanyak 0,849 g dengan menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL. Dilarutkan dengan aquades sebanyak 25 mL. Dimasukkan larutan NaCl pada labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

L.3.8 Pembuatan Larutan Stok *Methylene Blue* 100 ppm dalam 100 mL

$$\begin{aligned} M \text{ (ppm)} &= \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \\ 100 \text{ ppm} &= \frac{\text{massa}}{0,1 \text{ L}} \\ \text{Massa} &= 100 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \\ \text{Massa} &= 10 \text{ mg} = 0,01 \text{ g} \end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah ditimbang *methylene blue* sebanyak 0,01 g kemudian dilarutkan dalam beaker glass yang berisi aquades 50 mL dengan aquades dan diaduk hingga larut. Dipindahkan larutan *methylene blue* ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 100 mL dan dikocok hingga homogen.

L.3.9 Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 2 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 50 \text{ ppm} &= 50 \text{ mL} \times 2 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{50 \text{ mL} \times 2 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} = 2 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah diambil larutan stok *methylene blue* sebanyak 2 mL dengan menggunakan pipet ukur 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 50 mL kemudian dikocok hingga homogen

L.3.10 Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 4 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 50 \text{ ppm} &= 50 \text{ mL} \times 4 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{50 \text{ mL} \times 4 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 4 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah diambil larutan stok *methylene blue* sebanyak 4 mL dengan menggunakan pipet ukur 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 50 mL kemudian dikocok hingga homogeny.

L.3.11 Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 6 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 50 \text{ ppm} &= 50 \text{ mL} \times 6 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{50 \text{ mL} \times 6 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 6 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah diambil larutan stok *methylene blue* sebanyak 6 mL dengan menggunakan pipet ukur 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 50 mL kemudian dikocok hingga homogen

L.3.12 Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 8 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 50 \text{ ppm} &= 50 \text{ mL} \times 8 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{50 \text{ mL} \times 8 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 8 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah diambil larutan stok *methylene blue* sebanyak 8 mL dengan menggunakan pipet ukur 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 50 mL kemudian dikocok hingga homogen.

L.3.13 Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 10 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 50 \text{ ppm} &= 50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah diambil larutan stok *methylene blue* sebanyak 10 mL dengan menggunakan pipet ukur 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50

mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 50 mL kemudian dikocok hingga homogen.

L.3.16 Pembuatan Larutan *Methylene Blue* 16 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\V_1 \times 50 \text{ ppm} &= 250 \text{ mL} \times 16 \text{ ppm} \\V_1 &= \frac{250 \text{ mL} \times 16 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}} \\V_1 &= 80 \text{ mL}\end{aligned}$$

Cara pembuatannya adalah diambil larutan stok *methylene blue* sebanyak 80 mL dengan menggunakan pipet ukur 50 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan aquades sampai tanda batas pada labu ukur 50 mL kemudian dikocok hingga homogen.

Lampiran 4. Berat yang Dihasilkan dalam Tiap Tahap Pembuatan Karbon Aktif dan pH

1. Konsentrasi 0 %

Preparasi	Karbonisasi	Pencucian	pH
60,016	15,189	12,563	6,91

2. Konsentrasi 5 %

Preparasi	Aktivasi	Karbonisasi	Pencucian	pH
60,001	60,485	21,377	11,163	7,00

3. Konsentrasi 10 %

Preparasi	Aktivasi	Karbonisasi	Pencucian	pH
60,007	70,047	31,126	11,887	6,75

4. Konsentrasi 15 %

Preparasi	Aktivasi	Karbonisasi	Pencucian	pH
60,002	78,767	40,765	11,567	6,79

5. Konsentrasi 20 %

Preparasi	Aktivasi	Karbonisasi	Pencucian	pH
60,007	86,742	48,604	11,789	6,71

6. Konsentrasi 25 %

Preparasi	Aktivasi	Karbonisasi	Pencucian	pH
60,014	93,455	55,603	12,300	6,70

Lampiran 5. Perhitungan Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \%$$

Dimana : a = bobot cawan kosong

b = bobot sampel + cawan sebelum dikeringkan

c = bobot cawan + sampel setelah dikeringkan

	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3
a	59,488 g	57,045 g	58,674 g
b	64,488 g	62,048 g	63,675 g
c	64,161 g	61,722 g	63,351 g

Kadar air dalam sampel ampas tahu kering adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kadar air}_{(\text{cawan 1})} &= \frac{64,488 \text{ g} - 64,161 \text{ g}}{64,488 \text{ g} - 59,488 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,326 \text{ g}}{5,000 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 6,54 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air}_{(\text{cawan 2})} &= \frac{62,048 \text{ g} - 61,722 \text{ g}}{62,048 \text{ g} - 59,045 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,326 \text{ g}}{5,003 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 6,52 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air}_{(\text{cawan 3})} &= \frac{64,675 \text{ g} - 63,351 \text{ g}}{64,675 \text{ g} - 58,674 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,324 \text{ g}}{5,001 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 6,48 \% \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata kadar air dalam sampel ampas tahu kering} = \frac{6,54 \% + 6,52 \% + 6,48 \%}{3}$$

$$= \frac{19,54 \%}{3} = 6,51 \%$$

Lampiran 6. Data Pengukuran Absorbansi

1. Data absorbansi pada pengukuran panjang gelombang maksimum

pH	Ulangan 1		Ulangan 2		Rata-rata absorbansi
	Panjang gelombang	Absorbansi	Panjang gelombang	Absorbansi	
12,5	665,1	0,630	665,1	0,637	0,635
11	665,1	0,802	663,0	0,872	0,837
9	665,1	0,901	665,1	0,915	0,908
7	663,0	0,878	664,0	0,909	0,894
5	665,9	0,984	665,1	0,996	0,984
3	665,1	1,094	665,1	1,125	1,104

2. Data absorbansi pada pengukuran waktu operasional

Menit ke-	Absorbansi
10	0,9764
20	0,8899
30	0,8286
40	0,8304
50	0,8105
60	0,7956
70	0,7861
80	0,7782
90	0,7723

3. Data absorbansi pada pengukuran kurva baku

Konsentrasi	Absorbansi
0	0,1145
2	0,3688
4	0,8019
6	1,2405
8	1,5545
10	1,9045

4. Data absorbansi pada pengukuran luas permukaan

Nama sampel	Absorbansi (ulangan 1)	Absorbansi (ulangan 2)
Ampas tahu	0,4101	0,4228
Karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %	0,2669	0,2741
Karbon aktif teraktivasi NaCl 5 %	0,1609	0,1677
Karbon aktif teraktivasi NaCl 10 %	0,1158	0,1147
Karbon aktif teraktivasi NaCl 15 %	0,1229	0,1204
Karbon aktif teraktivasi NaCl 20 %	0,1292	0,1229
Karbon aktif teraktivasi NaCl 25%	0,1288	0,1284



Lampiran 7. Perhitungan Luas Permukaan pada Karbon Aktif

Konsentrasi awal (C_0) *methylene blue*

$$y = 0,184 C_0 + 0,072$$

$$2,492 = 0,184 C_0 + 0,072$$

$$C_0 = \frac{2,492 - 0,072}{0,184}$$

$$C_0 = 13,1522$$

1. Ampas tahu kering

a. Ulangan 1

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi ampas tahu kering

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,4101 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,4101 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 1,8375$$

- b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 1,8375 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0512 \text{ g}}$$

$$q(t) = 4,4198 \text{ mg/g}$$

- c) Penentuan luas permukaan spesifik dari ampas tahu kering

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{4,4198 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 16359,9 \text{ m}^2/\text{mg} = 16,3599 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,4228 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,4228 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 1,9065$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 1,9065 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0506 \text{ g}}$$

$$q(t) = 4,4449 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{4,4449 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 16452,8 \text{ m}^2/\text{mg} = 16,4528 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Rata-rata luas permukaan} &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\ &= \frac{16,3599 \text{ m}^2/\text{g} + 16,4528 \text{ m}^2/\text{g}}{2} \\ &= 16,4063 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

2. Karbon aktif teraktivasi NaCl 0 %

a. Ulangan 1

a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,2669 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,2669 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 1,0592$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_o - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 1,0592 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0519 \text{ g}}$$

$$q(t) = 4,6601 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{4,6601 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 17249,4 \text{ m}^2/\text{mg} = 17,2494 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,2741 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,2741 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 1,0984$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_o - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 1,0984 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0517 \text{ g}}$$

$$q(t) = 4,6629 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{4,6629 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 17259,8 \text{ m}^2/\text{mg} = 17,2598 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Rata-rata luas permukaan} &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\
 &= \frac{17,2494 \text{ m}^2/\text{g} + 17,2598 \text{ m}^2/\text{g}}{2} \\
 &= 17,2546 \text{ m}^2/\text{g}
 \end{aligned}$$

3. Karbon aktif teraktivasi NaCl 5 %

a. Ulangan 1

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1609 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1609 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,4831$$

- b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,4831 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0505 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0175 \text{ mg/g}$$

- c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,0175 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18572,3 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,5723 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1677 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1677 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,5201$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,5201 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0504 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0103 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,0103 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18545,7 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,5457 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Rata-rata luas permukaan} &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\ &= \frac{18,5723 \text{ m}^2/\text{g} + 18,5457 \text{ m}^2/\text{g}}{2} \\ &= 18,5590 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

4. Karbon aktif teraktivasi NaCl 10 %

a. Ulangan 1

a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1158 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1158 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,2380$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_o - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,2380 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0505 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,1145 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,1145 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18931,4 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,9314 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1147 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1147 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,2320$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_o - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,2320 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0505 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,1169 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,1169 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18940,2 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,9402 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Rata-rata luas permukaan} &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\
 &= \frac{18,9314 \text{ m}^2/\text{g} + 18,9402 \text{ m}^2/\text{g}}{2} \\
 &= 18,9358 \text{ m}^2/\text{g}
 \end{aligned}$$

4. Karbon aktif teraktivasi NaCl 15 %

a. Ulangan 1

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1229 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1229 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,2766$$

- b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,2766 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0503 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,1195 \text{ mg/g}$$

- c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,1195 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18949,9 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,9499 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1204 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1204 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,2620$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,2620 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0509 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0649 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{M_r}$$

$$S = \frac{5,0649 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18747,8 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,7478 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Rata-rata luas permukaan} &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\ &= \frac{18,9499 \text{ m}^2/\text{g} + 18,7478 \text{ m}^2/\text{g}}{2} \\ &= 18,8488 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

5. Karbon aktif teraktivasi NaCl 20 %

a. Ulangan 1

a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1292 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1292 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,3109$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,3109 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0507 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0656 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,0656 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18750,4 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,7504 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1229 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1229 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,2766$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,2766 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0509 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0592 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,0592 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18726,7 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,7267 \text{ m}^2/\text{g}$$

c. Rata-rata luas permukaan $= \frac{S_1 + S_2}{2}$

$$\frac{18,7504 \text{ m}^2/\text{g} + 18,7267 \text{ m}^2/\text{g}}{2}$$

$$= 18,7385 \text{ m}^2/\text{g}$$

6. Karbon aktif teraktivasi NaCl 25 %

a. Ulangan 1

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1288 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1288 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,3087$$

- b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,3987 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0509 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0112 \text{ mg/g}$$

- c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{Mr}$$

$$S = \frac{5,0112 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18549,0 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,5490 \text{ m}^2/\text{g}$$

b. Ulangan 2

- a) Penentuan konsentrasi sisa *methylene blue* yang teradsorpsi karbon aktif

$$y = 0,184x + 0,072$$

$$0,1284 = 0,184x + 0,072$$

$$x = \frac{0,1284 - 0,072}{0,184}$$

$$x = 0,3065$$

b) Penentuan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi

$$q(t) = \frac{(C_0 - C_t) V}{W}$$

$$q(t) = \frac{(13,1522 \text{ mg/L} - 0,3065 \text{ mg/L}) 0,02 \text{ L}}{0,0509 \text{ g}}$$

$$q(t) = 5,0474 \text{ mg/g}$$

c) Penentuan luas permukaan spesifik dari karbon aktif

$$S = \frac{qt \times N \times A}{M_r}$$

$$S = \frac{5,0474 \text{ mg/g} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197 \times 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

$$S = 18683,0 \text{ m}^2/\text{mg} = 18,6830 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Rata-rata luas permukaan} &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\ &= \frac{18,5490 \text{ m}^2/\text{g} + 18,6830 \text{ m}^2/\text{g}}{2} \\ &= 18,6160 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

Lampiran 8. Hasil Uji Statistika pada Luas Permukaan Karbon Aktif dengan Konsentrasi NaCl Menggunakan Program SPSS 16

Oneway

ANOVA

Luas permukaan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.872	5	.774	154.233	.000
Within Groups	.030	6	.005		
Total	3.902	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

luaspermukaan
LSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	5	-1.3044000*	.0708609	.000	-1.567112	-1.041688
	10	-1.6812000*	.0708609	.000	-1.943912	-1.418488
	15	-1.5942500*	.0708609	.000	-1.856962	-1.331538
	20	-1.4839500*	.0708609	.000	-1.746662	-1.221238
	25	-1.3614000*	.0708609	.000	-1.624112	-1.098688
5	0	1.3044000*	.0708609	.000	1.041688	1.567112
	10	-.3768000	.0708609	.002	-.639512	-.114088
	15	-.2898500	.0708609	.006	-.552562	-.027138
	20	-.1795500	.0708609	.044	-.442262	.083162
	25	-.0570000	.0708609	.452	-.319712	.205712
10	0	1.6812000*	.0708609	.000	1.418488	1.943912
	5	.3768000	.0708609	.002	.114088	.639512
	15	.0869500	.0708609	.266	-.175762	.349662
	20	.1972500	.0708609	.032	-.065462	.459962
	25	.3198000	.0708609	.004	.057088	.582512
15	0	1.5942500*	.0708609	.000	1.331538	1.856962
	5	.2898500	.0708609	.006	.027138	.552562
	10	-.0869500	.0708609	.266	-.349662	.175762
	20	.1103000	.0708609	.171	-.152412	.373012
	25	.2328500	.0708609	.017	-.029862	.495562
20	0	1.4839500*	.0708609	.000	1.221238	1.746662
	5	.1795500	.0708609	.044	-.083162	.442262
	10	-.1972500	.0708609	.032	-.459962	.065462
	15	-.1103000	.0708609	.171	-.373012	.152412
	25	.1225500	.0708609	.134	-.140162	.385262

Tabel Lanjutan Halaman 100

25	0	1.3614000	.0708609	.000	1.098688	1.624112
	5	.0570000	.0708609	.452	-.205712	.319712
	10	-.3198000*	.0708609	.004	-.582512	-.057088
	15	-.2328500	.0708609	.017	-.495562	.029862
	20	-.1225500	.0708609	.134	-.385262	.140162

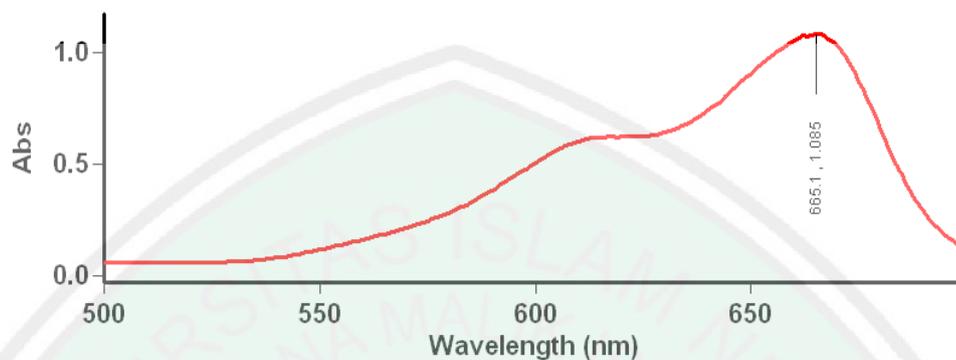
*. The mean difference is significant at the 0.01 level.

DATASET NAME DataSet0 WINDOW=FRONT.
 DATASET NAME DataSet0 WINDOW=FRONT.



Lampiran 9. Data Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis

Lamdha maks pH 3



Scan Analysis Report

Report Time : Thu 29 May 11:29:33 PM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 3 (30-05-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

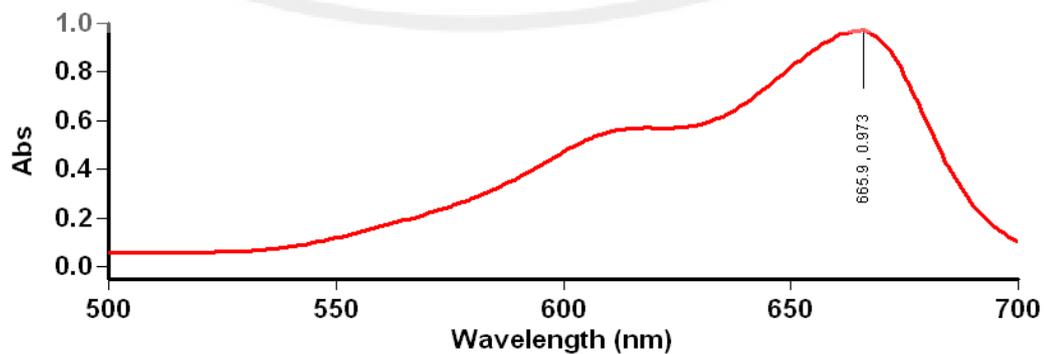
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 5/29/2014 11:30:42 PM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 699.9nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	1.085

Lamdha maks pH 5



Scan Analysis Report

Report Time : Thu 29 May 11:28:16 PM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 5 (30-05-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

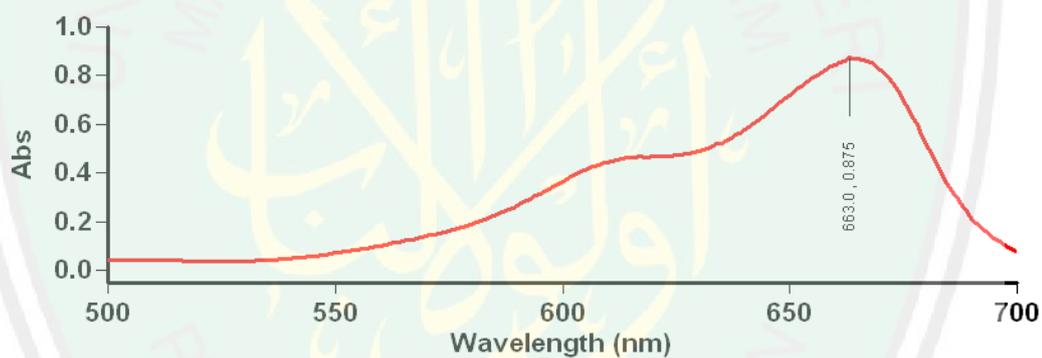
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 5/29/2014 11:28:19 PM

Peak Table	Peaks
Peak Style	0.0100
Peak Threshold	0.0100
Range	699.9nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.9	0.973

Lamdha maks pH 7



Scan Analysis Report

Report Time : Thu 29 May 11:15:48 PM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 7 (30-05-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

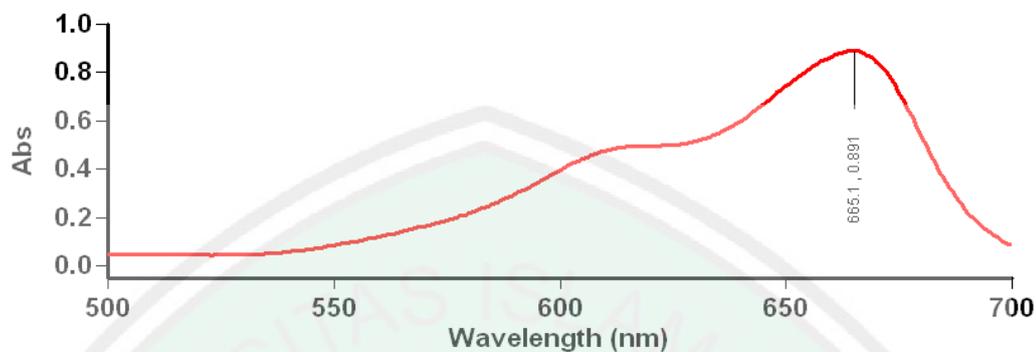
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 5/29/2014 11:16:56 PM

Peak Table	Peaks
Peak Style	0.0100
Peak Threshold	0.0100
Range	699.9nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
663.0	0.875

Lamdha maks pH 9



Scan Analysis Report

Report Time : Thu 29 May 11:19:04 PM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 9 (30-05-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

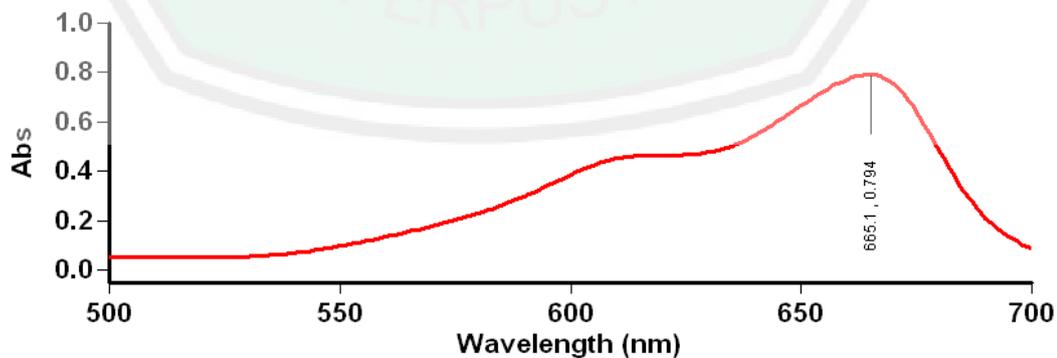
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 5/29/2014 11:19:57 PM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 699.9nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	0.891

Lamdha maks pH 11



Scan Analysis Report

Report Time : Thu 29 May 11:23:17 PM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 11 (30-05-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

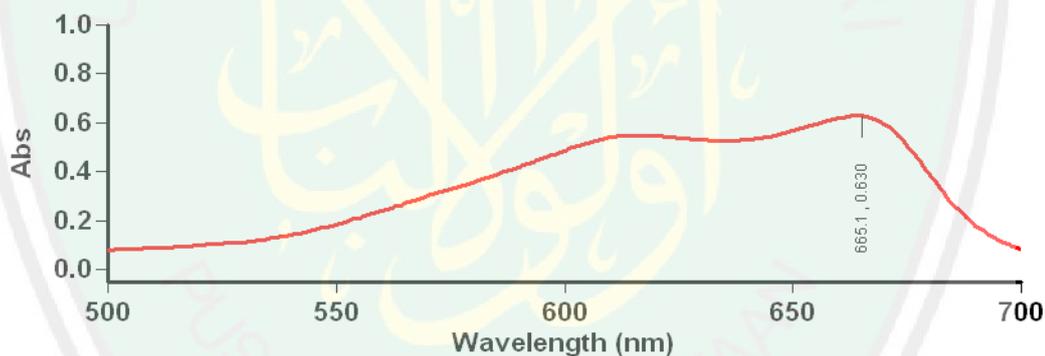
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 5/29/2014 11:23:29 PM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 699.9nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	0.794

Lamdha Maks pH 12,5



Scan Analysis Report

Report Time : Thu 29 May 11:24:49 PM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha Maks pH 12,5 (30-05-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

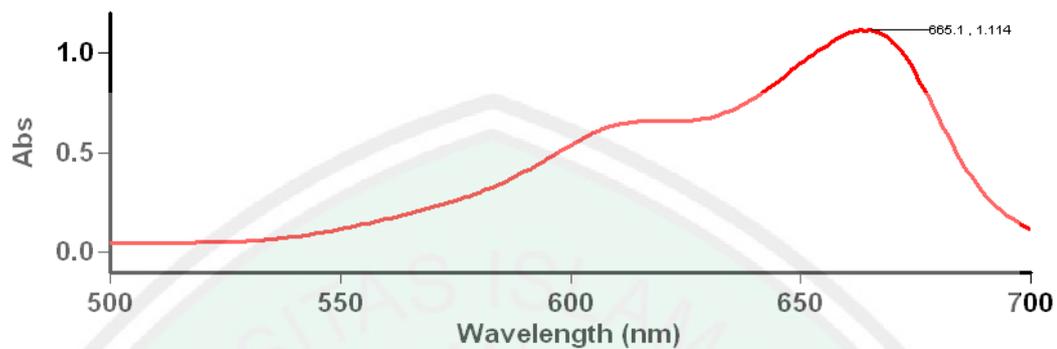
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 5/29/2014 11:25:54 PM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 699.9nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	0.630
617.0	0.549

Lamdha maks pH 3 duplo



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 23 Apr 02:21:12 AM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 3 (23-04-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

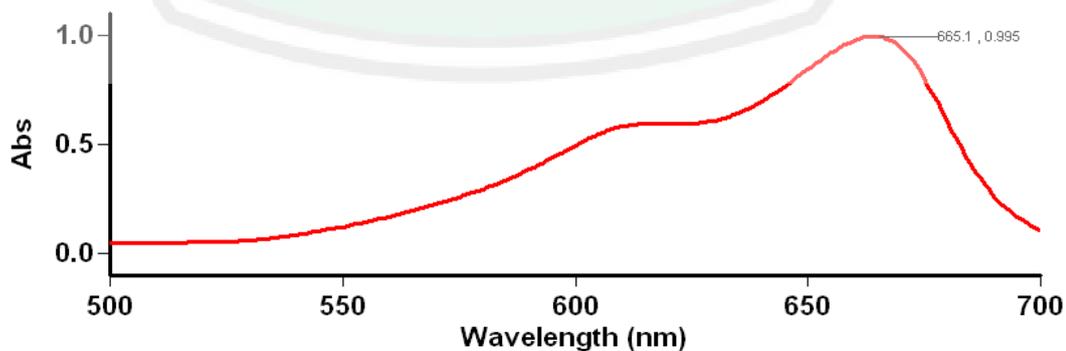
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 4/23/2014 2:21:16 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 700.0nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	1.114

Lamdha maks pH 5 duplo



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 23 Apr 02:12:29 AM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 5 (23-04-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

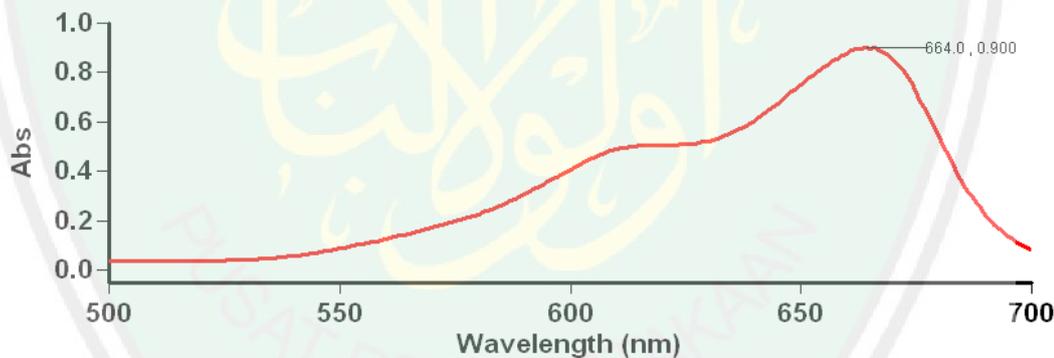
Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 4/23/2014 2:12:32 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 700.0nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	0.995

Lamdha maks pH 7 duplo



Scan Analysis Report

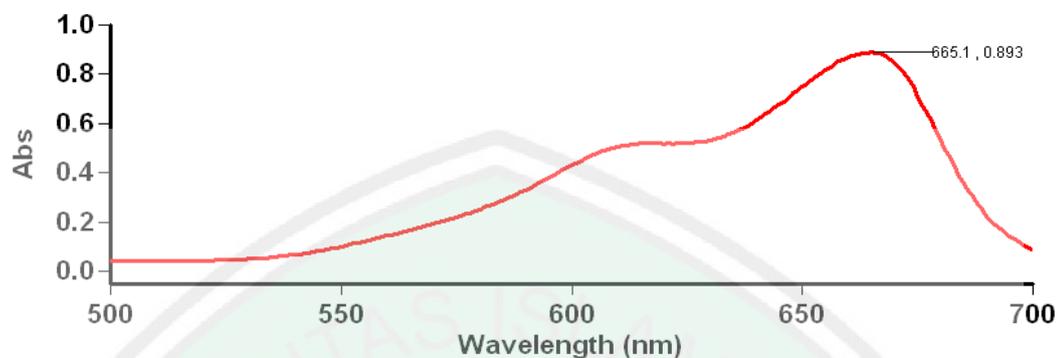
Report Time : Wed 23 Apr 02:05:17 AM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 7 (23-04-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 4/23/2014 2:05:22 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 700.0nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
664.0	0.900

Lamdha maks pH 9 duplo**Scan Analysis Report**

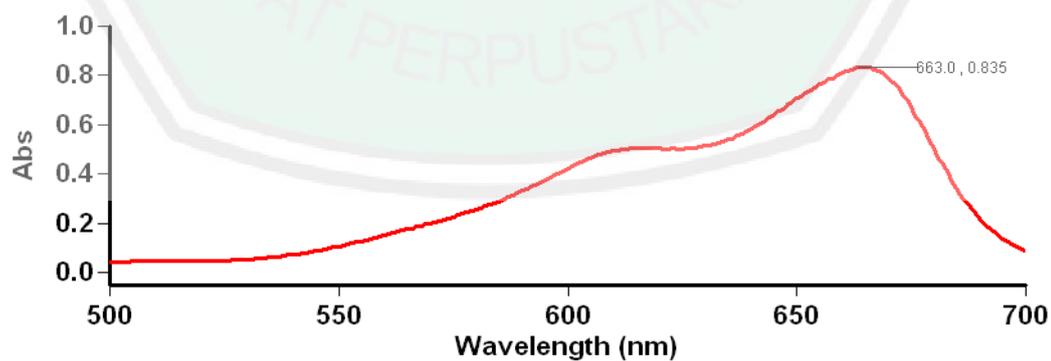
Report Time : Wed 23 Apr 02:08:17 AM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 9 (23-04-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 4/23/2014 2:08:20 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 700.0nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	0.893

Lamdha maks pH 11 duplo**Scan Analysis Report**

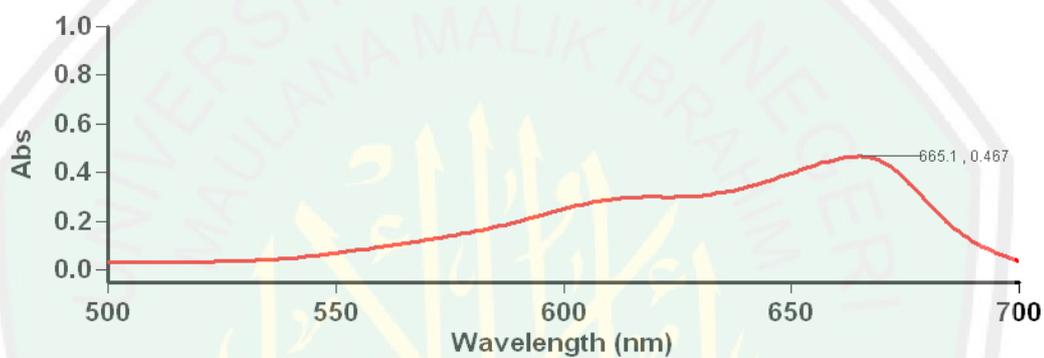
Report Time : Wed 23 Apr 02:09:19 AM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 11 (23-04-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 4/23/2014 2:10:27 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 700.0nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
663.0	0.835

Lamdha maks pH 12,5 duplo**Scan Analysis Report**

Report Time : Wed 23 Apr 01:29:45 AM 2014
 Method:
 Batch: D:\Lilik Hartini\Lamdha maks pH 12,5 (23-04-2014).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

Sample Name: Methylene Blue

Collection Time 4/23/2014 1:30:33 AM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 700.0nm to 500.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.1	0.467

Waktu Kestabilan Methylene Blue pH 3**Advanced Reads Report**

Report time 6/3/2014 10:06:27 PM
 Method
 Batch name D:\Lilik Hartini\Waktu Kestabilan Methylene Blue
 pH 3 (04-06-2014).BAB
 Application Advanced Reads 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1065)	665.1

Analysis

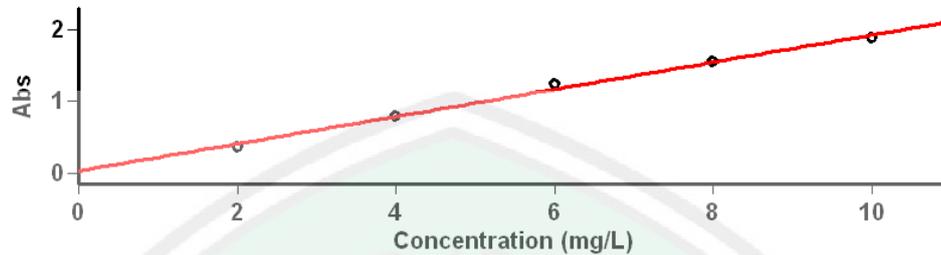
Collection time 6/3/2014 10:06:27 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
10 menit					0.9740 0.9710 0.9741
	0.9730		0.0018	0.18	
20 menit					0.8771 0.8751 0.8782
	0.8768		0.0016	0.18	
30 menit					0.8261 0.8250 0.8261
	0.8257		0.0007	0.08	
40 menit					0.8276 0.8279 0.8271
	0.8275		0.0004	0.05	
50 menit					0.8108 0.8098 0.8101
	0.8102		0.0005	0.06	
60 menit					0.7946 0.7963 0.7964
	0.7958		0.0010	0.12	
70 menit					0.7832 0.7819 0.7851
	0.7834		0.0016	0.20	
80 menit					0.7741 0.7777 0.7747
	0.7755		0.0019	0.25	
90 menit					0.7676 0.7700 0.7711
	0.7696		0.0018	0.23	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Kurva Standar Methylene Blue pH 3



Concentration Analysis Report

Report time 6/5/2014 10:11:02 AM
 Method
 Batch name D:\Lilik Hartini\Kurva Standar Methylene Blue (25-06-2014).BCN
 Application Concentration 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.1
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Standard/Sample averaging OFF
 Weight and volume corrections OFF
 Fit type Linear
 Min R² 0.95000
 Concentration units mg/L

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1145)	665.1

Calibration

Collection time 6/25/2014 10:11:48 AM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1	2.0		0.3652	0.0005	0.14	0.3655
						0.3646
						0.3655
Std 2	4.0		0.7940	0.0028	0.35	0.7955
						0.7957
						0.7908
Std 3	6.0		1.2282	0.0017	0.14	1.2268
						1.2301
						1.2279
Std 4	8.0		1.5391	0.0072	0.47	1.5419
						1.5445
						1.5310
Std 5	10.0		1.8857	0.0342	1.81	1.8485
						1.9157
						1.8928

Absorbansi luas Permukaan Methylene Blue pH 3

Advanced Reads Report

Report time 6/23/2014 11:26:32 AM
 Method
 Batch name D:\Lilik Hartini\Absorbansi Sampel Methylene Blue (23-06-2014).BAB
 Application Advanced Reads 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.1
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1129)	665.1

Analysis

Collection time 6/23/2014 11:26:32 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.2493 0.2493 0.2489
NaCl 25% (1)		0.2492	0.0002	0.10	0.1276 0.1274 0.1275
NaCl 25% (2)		0.1275	0.0001	0.07	0.1253 0.1260 0.1301
NaCl 20% (1)		0.1271	0.0026	2.04	0.1295 0.1280 0.1283
NaCl 20% (2)		0.1286	0.0008	0.59	0.1219 0.1210 0.1204
NaCl 15% (1)		0.1211	0.0008	0.62	0.1216 0.1214 0.1213
NaCl 15% (2)		0.1214	0.0002	0.14	0.1195 0.1190 0.1191
NaCl 10% (1)		0.1192	0.0003	0.23	0.1147 0.1155 0.1155
		0.1152	0.0004	0.39	

NaCl 10% (2)				0.1121 0.1118 0.1117
	0.1119	0.0002	0.21	
NaCl 5% (1)				0.1595 0.1592 0.1604
	0.1597	0.0006	0.39	
NaCl 5% (2)				0.1666 0.1667 0.1675
	0.1669	0.0005	0.28	
NaCl 0% (1)				0.2644 0.2651 0.2654
	0.2650	0.0005	0.20	
NaCl 0% (2)				0.2658 0.2646 0.2646
	0.2650	0.0007	0.26	
Ampas (1)				0.4053 0.4068 0.4059
	0.4060	0.0008	0.19	
Ampas (2)				0.4185 0.4182 0.4189
	0.4186	0.0003	0.08	

Microanalysis Report

Prepared for: *Lilik Hartini – UIN Malang*

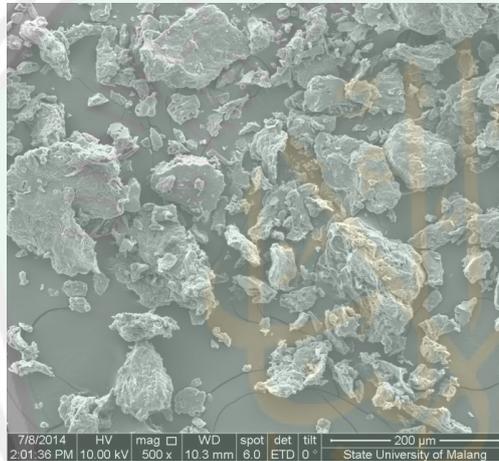
Prepared by: *Laboratorium Sentral FMIPA UM*



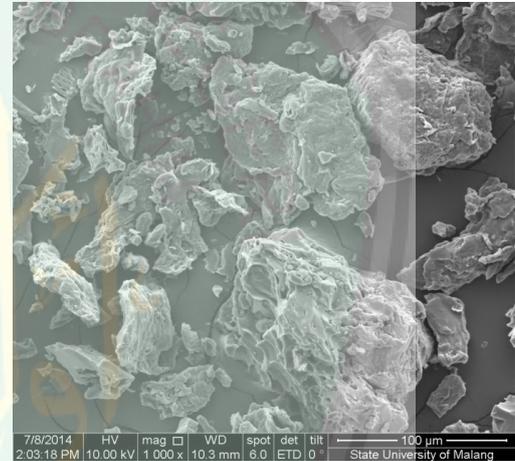
Lampiran 10. Hasil Analisis SEM-EDX

Morfologi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl 0 % Menggunakan SEM

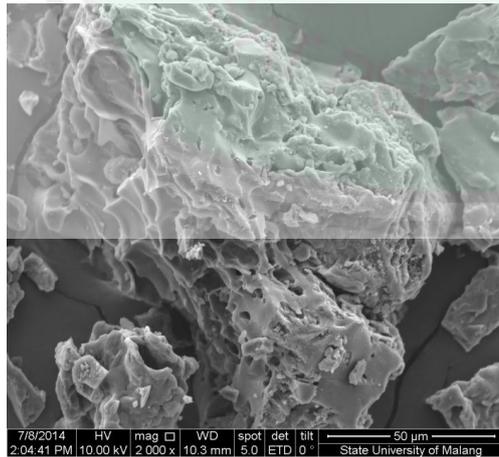
1. Perbesaran 500 kali



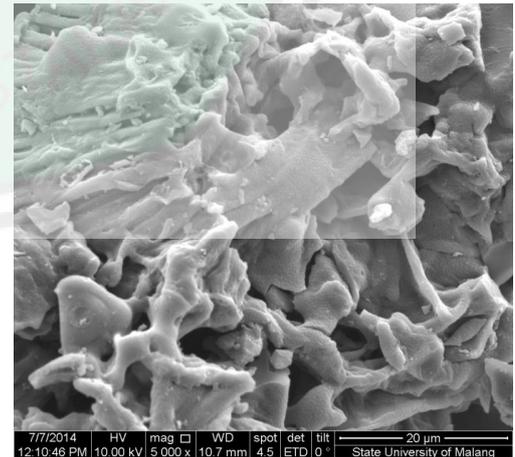
2. Perbesaran 1000 kali



3. Perbesaran 2000 kali



4. Perbesaran 5000 kali



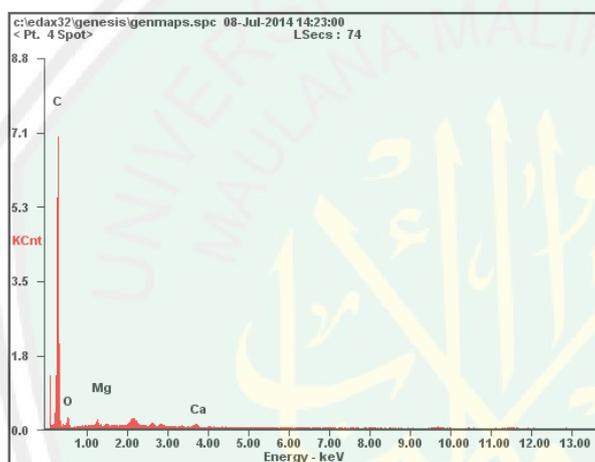
Microanalysis Report

Prepared for: *Lilik Hartini – UIN Malang*

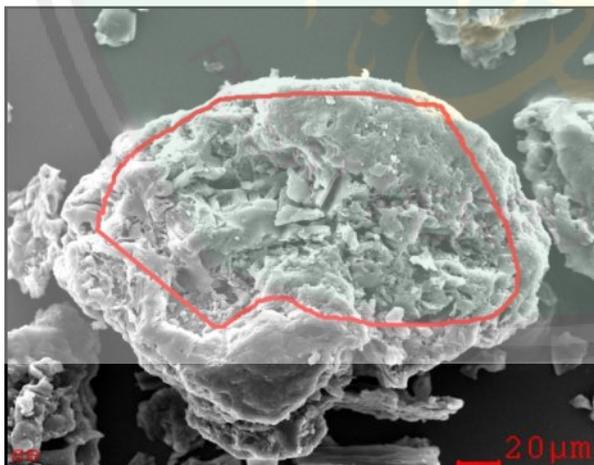
Prepared by: *Laboratorium Sentral FMIPA UM*



Morfologi dan Komposisi Unsur pada Karbon Aktif Teraktivasi NaCl 0 % Menggunakan SEM-EDX



Element	Wt%	At%
CK	87.38	91.06
OK	10.31	08.07
MgK	00.77	00.39
CaK	01.54	00.48
Matrix	Correction	ZAF



Microanalysis

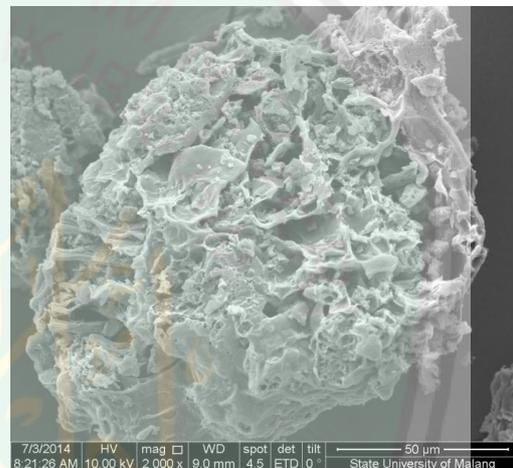
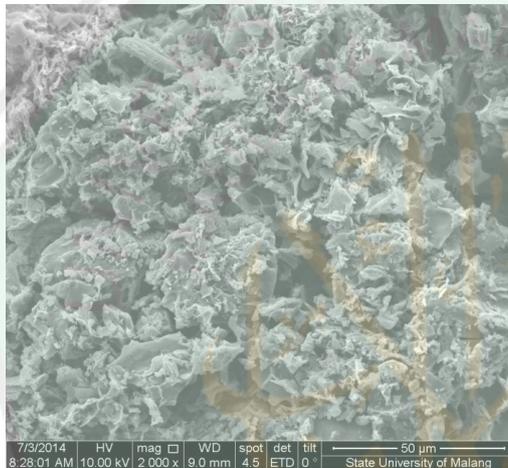
Prepared for: *Lilik Hartini – UIN Malang*

Prepared by: *Laboratorium Sentral FMIPA UM*

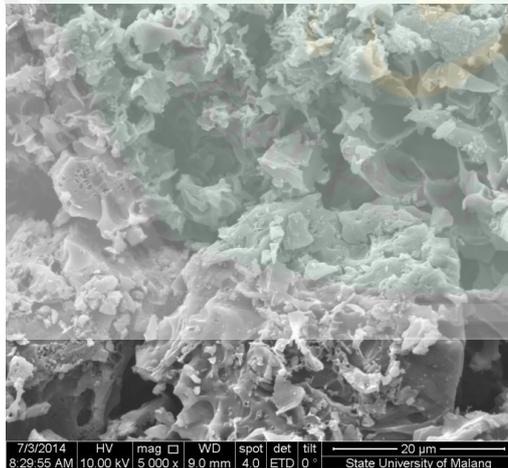


Morfologi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl 10 % Menggunakan SEM

1. Perbesaran 2000 kali



2. Perbesaran 5000 kali



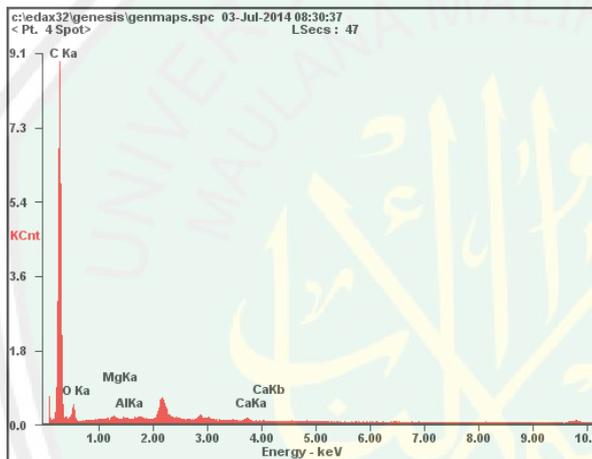
Microanalysis Report

Prepared for: *Lilik Hartini – UIN Malang*

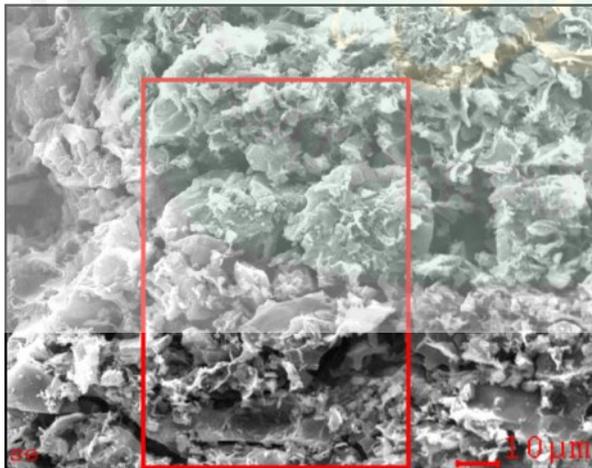
Prepared by: *Laboratorium Sentral FMIPA UM*



Morfologi dan Komposisi Unsur pada Karbon Aktif Teraktivasi NaCl 10 % Menggunakan SEM-EDX

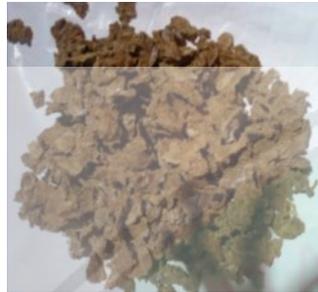


Element	Wt%	At%
<i>CK</i>	88.90	91.78
<i>OK</i>	10.08	07.82
<i>MgK</i>	00.36	00.18
<i>AlK</i>	00.16	00.07
<i>CaK</i>	00.50	00.15
<i>Matrix</i>	Correction	ZAF



Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

1. Preparasi Sampel



a. Ampas tahu hasil pengeringan



b. Ampas tahu yang sudah diblender

2. Analisis Kadar Air



a. Ditimbang cawan



b. dioven



c. Ditimbang cawan + sampel



d. Disimpan dalam desikator

3. Aktivasi Kimia



a. Ampas tahu saat direndam NaCl dishaker



b. Ampas tahu + larutan NaCl dishaker



c. Ampas tahu + larutan NaCl setelah



d. Ampas tahu + larutan NaCl disaring



e. Ampas tahu teraktivasi NaCl dikeringkan dengan menggunakan oven

4. Karbonisasi



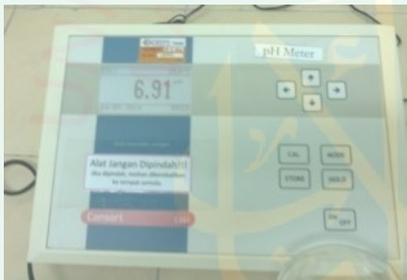
5. Pencucian dan Pengeringan



a. Pencucian karbon aktif dengan HCl 1M



b. Penetralan karbon aktif dengan Aquades



c. Pengukuran pH pada filtrat hasil netralisasi



d. Filtrat hasil netralisasi yang belum bebas ion Cl^-

6. Penentuan Luas Permukaan Karbon Aktif



a. Pengukuran panjang gelombang maksimum



b. Pembuatan kurva baku

