

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF
DARI BIJI SALAK (*Salacca edulis reinw*)
SEBAGAI ADSORBEN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains (S.Si.) Progam Studi Ilmu Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**



Diajukan oleh :

MUJINTO

No Mhs : 99612042

**JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004**

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF
DARI BIJI SALAK (*Sauacca edulis reinw*)
SEBAGAI ADSORBEN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains (S.Si.) Progam Studi Ilmu Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**



Diajukan oleh :

MUJINTO

No Mhs : 99612042

**JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004**

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF
DARI BIJI SALAK (*Salacca edulis reinw*)
SEBAGAI ADSORBEN**

oleh :

MUJINTO

No Mhs : 99612042

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 01 Mei 2004

Dewan penguji

Tanda tangan

1. Dr. Agus Taftazani

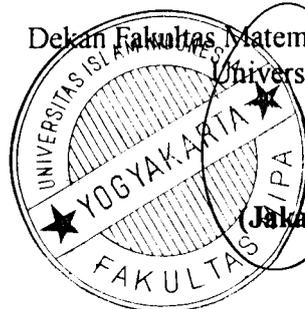
2. Drs. Allwar, M.Sc

3. Rudy Syahputra, M.Si

4. Tatang Shabur Julianto, S.Si

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



(Jaka Nugraha, M.Si)

HALAMAN MOTTO

Demi masa, sesungguhnya manusia itu dalam keadaan merugi
Kecuali orang-orang yang beriman dan beramal sholeh
serta saling mengingatkan untuk memegang teguh kebenaran
dan mengingatkan untuk bersabar.

(Q.S Al 'Ashr 1-3)

Sesungguhnya bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan.

(Q.S Asy Syarh)

Akhirat itu jauh lebih baik daripada kehidupan dunia.

(Q.S Ad Dhuhaa 4)

Barang siapa yang melepaskan satu kesulitan dunia
dari orang mukmin maka Allah akan melepaskan beberapa kesulitan
orang itu dihari kiamat kelak

(H.R Muslim)

Jangan pernah menangisi susu yang sudah tumpah

Aku bersedih hati ketika tidak dapat membeli sepatu kemudian
aku melihat seorang yang tidak mempunyai kaki.

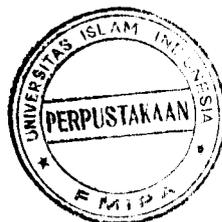
HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT
Kupersembahkan karya sederhana ini
untuk Ayah-Bundaku tercinta
yang dengan tanpa lelah dan mengeluh
selalu mencurahkan kasih sayangnya kepadaku.

Untuk Iyuku Mulyani dan adiku Cilik,
yang tak kenal bosan selalu menasehati, membimbing
dan membantuku.

Untuk teman-teman HMK Crew, ada yanto, dery, thorik, heri dll,
terimakasih sekali atas sharingnya, motivasinya, pinjamannya

Teruntuk kemegahan dan kemuliaan ilmu pengetahuan
yang telah menjadikan kehidupan ini lebih baik,
lebih mudah dan lebih berguna.



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan Hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK (*Salacca edulis reinw*) SEBAGAI ABSORBEN.

Shalawat dan salam senantiasa kita curahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikutnya yang selalu memperjuangkan Dienul Islam.

Pada kesempatan ini dengan tulus ikhlas penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Riyanto, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Ir. Agus Taftazani selaku dosen pembimbing I atas bimbingan dan dorongannya sehingga penyusunan skripsi ini dapat selesai.
4. Bapak Drs. Allwar, M.Sc. selaku pembimbing II atas bimbingan dan dukungannya
5. Ibu Is Fatimah, M.Si selaku koordinator laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia

6. Staf laboratorium kimia dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia atas bantuannya sehingga penelitian kami dapat selesai.
7. Staf laboratorium kimia analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada
8. Teman-temanku HMK Crew atas bantuan dan diskusinya selama ini.
9. Murangan com, feria com dan nyit-nyit com yang selalu menyediakan komputernya
10. RSUD Sleman atas penyediaan peralatan, komputer dan keuangannya.
11. Motorku yang tanpa mengeluh selalu menemaniku demi lancarnya penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan memberikan pertolongan kepada mereka semua. Saran dan perbaikan selalu kami nantikan untuk lebih menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin

Jogjakarta, April 2004

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| Halaman judul | i |
| Halaman pengesahan | ii |
| Halaman motto | iii |
| Halaman persembahan | iv |
| Kata pengantar | v |
| Daftar isi | vii |
| Daftar gambar | x |
| Daftar tabel | xi |
| Daftar lampiran | xii |
| Intisari | xiii |
| Abstract | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pembuatan karbon aktif dan pemanfaatannya..... | 4 |
| 2.2 Karakter karbon aktif..... | 6 |

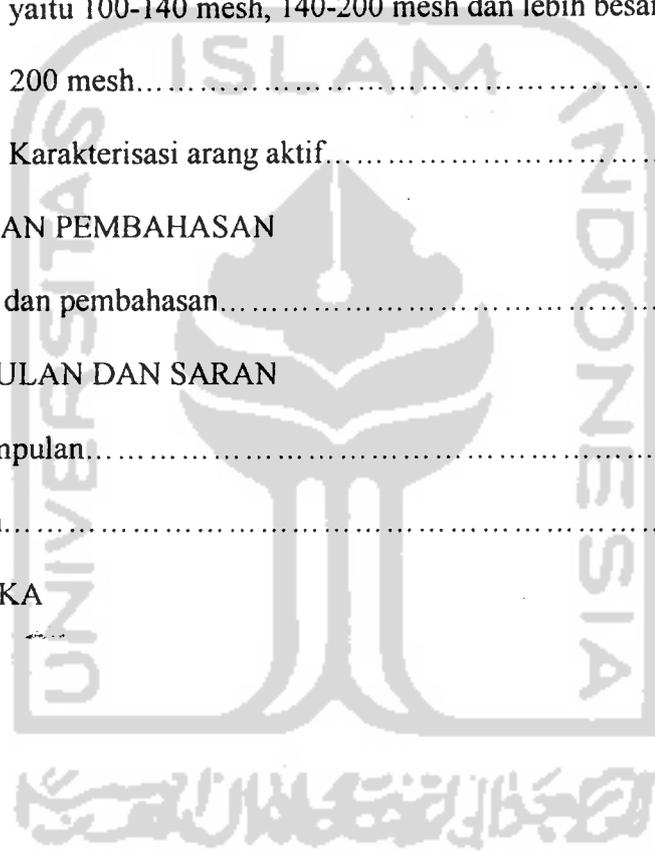
BAB III DASAR TEORI

| | |
|--|----|
| 3.1 Tanaman salak..... | 9 |
| 3.2 Karbon aktif..... | 10 |
| 3.2.1 Definisi karbon aktif..... | 10 |
| 3.2.2 Pembuatan karbon aktif..... | 11 |
| 3.2.3 Sifat-sifat karbon aktif..... | 13 |
| 3.2.4 Proses adsorpsi karbon aktif..... | 14 |
| 3.2.5 Penggunaan karbon aktif..... | 15 |
| 3.2.6 Karakter karbon aktif..... | 16 |
| 3.3 Spektrofotometer serapan atom (AAS)..... | 20 |
| 3.3.1 Prinsip analisis AAS..... | 20 |
| 3.3.2 Hukum Lambert-Beer..... | 21 |
| 3.3.3 Menentukan konsentrasi sampel..... | 23 |
| 3.3.4 Instrumentasi AAS..... | 25 |
| 3.3.5 Optimasi AAS..... | 28 |

BAB IV METODOLOGO PENELITIAN

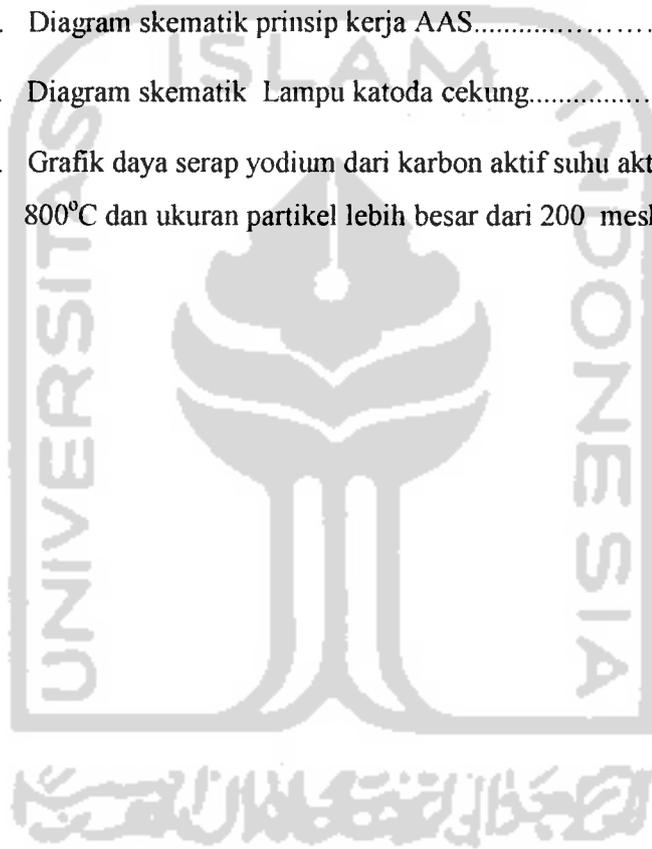
| | |
|---------------------------------|----|
| 4.1 Bahan, alat dan reagen..... | 31 |
| 4.1.1 Bahan..... | 31 |
| 4.1.2 Alat..... | 31 |
| 4.1.3 Reagen..... | 31 |
| 4.2 Cara kerja..... | 32 |
| 4.2.1 pembuatan reagen..... | 32 |
| 4.2.2 Preparasi sampel..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3 Pembuatan arang..... | 34 |
| 4.2.4 Analisis logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dari biji salak dengan AAS..... | 35 |
| 4.2.5 Pembuatan karbon aktif dengan variasi suhu aktivasi, yaitu pada suhu 400°C, 600°C, 800°C..... | 37 |
| 4.2.6 Pembuatan karbon aktif dengan variasi ukuran partikel, yaitu 100-140 mesh, 140-200 mesh dan lebih besar dari 200 mesh..... | 38 |
| 4.2.7 Karakterisasi arang aktif..... | 38 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 5.1 Hasil dan pembahasan..... | 41 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 6.1 Kesimpulan..... | 49 |
| 6.2 Saran..... | 49 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Struktur Karbon..... | 13 |
| Gambar 2. Ikatan kimia karbon..... | 14 |
| Gambar 3. Proses serapan radiasi oleh materi didalam sel..... | 21 |
| Gambar 4. Diagram skematik prinsip kerja AAS..... | 25 |
| Gambar 5. Diagram skematik Lampu katoda cekung..... | 26 |
| Gambar 6. Grafik daya serap yodium dari karbon aktif suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel lebih besar dari 200 mesh..... | 45 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Kandungan logam Fe, Ni dan Cu dalam karbon aktif dari arang tempurung kelapa (ATK) dan arang kayu (AK) dan fluka sebagai standar..... | 8 |
| Tabel 2. Berbagai pemakaian karbon aktif..... | 15 |
| Tabel 3. Syarat mutu karbon aktif menurut Standar Industri Internasional..... | 16 |
| Tabel 4. Tipe nyala, oksidator dan suhu maksimum | 27 |
| Tabel 5. Rendemen arang aktif dari biji salak dengan variasi suhu aktivasi..... | 42 |
| Tabel 6. Uji daya serap yodium oleh karbon aktif dengan variasi suhu aktivasi..... | 42 |
| Tabel 7. Uji daya serap yodium oleh karbon aktif dari biji salak dengan variasi ukuran partikel dan variasi suhu aktivasi..... | 43 |
| Tabel 8. Uji daya serap yodium dari karbon aktif suhu aktivasi 800 ⁰ C dan ukuran partikel lebih besar dari 200 mesh..... | 44 |
| Tabel 9. Uji kadar air dan kadar abu arang aktif dari biji salak dibandingkan dengan syarat SII..... | 46 |
| Tabel 10. Persamaan regresi linier dan koefisien regresi untuk larutan standar logam Besi, Nikel dan Tembaga | 49 |
| Tabel 11. Kandungan logam Besi, Nikel dan tembaga pada karbon aktif dari biji salak dibandingkan dengan karbon aktif dari fluka..... | 48 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan perolehan rendemen pembuatan karbon aktif dari biji salak untuk dianalisis kandungna logam Besi, Nikel dan tembaga dengan AAS
- Lampiran 2. Perhitingan rendemen hasil pembuatan karbon aktif dari biji salak dengan variasi suhu aktivasi yang hasil akhir disajikan pada tabel 5
- Lampiran 3. Perhitungan daya serap yodium oleh karbon aktif dari biji salak dengan variasi suhu aktivasi yang hasil akhir disajikan pada tabel 6
- Lampiran 4. Perhitungan daya serap yodium oleh karbon aktif dari biji salak dengan variasi suhu aktivasi dan ukuran partikel yang hasil akhir disajikan pada tabel 7
- Lampiran 5. Perhitungan daya serap yodium oleh karbon aktif dari biji salak dengan suhu aktivasi 800⁰C dan ukuran partikel 200 mesh dengan variasi waktu kontak yang hasil akhir disajikan pada tabel 8
- Lampiran 6. Perhitungan kadar air dan kadar abu karbon aktif dari biji salak yang hasil akhir disajikan pada tabel 9
- Lampiran 7. Data hasil pembacaan absorbansi deret larutan standar dengan metode AAS yang hasil akhir disajikan pada tabel 11
- Lampiran 8. Kondisi optimum parameter AAS untuk logam Besi, Nikel dan Tembaga
- Lampiran 9. Perhitungan pembuatan reagen
- Lampiran 10. Gambar sistematika kerja penelitian yang dilakukan

**KARAKTERISASI KARBON AKTIF
DARI BIJI SALAK (*Salacca edulis reinw*)
SEBAGAI ADSORBEN**

INTISARI

**Mujinto
No. Mhs : 99 612 042**

Telah dilakukan penelitian dan karakterisasi karbon aktif dari biji salak. Karbon aktif dibuat dengan variasi suhu aktivasi 400°C, 600°C dan 800°C dan variasi ukuran partikel 100-140, 140-200 dan > 200 mesh. Karakterisasi karbon aktif meliputi uji daya serap yodium, kadar air, kadar abu dan konsentrasi logam besi, nikel dan tembaga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dengan suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel > 200 mesh serta waktu kontak selama 29 jam memiliki daya serap yodium sebesar 99,1 %. Sedangkan kadar air dan kadar abu pada karbon aktif dengan suhu aktivasi 800°C sebesar 3,3 % dan 54,0 %, serta kandungan logam besi, nikel dan tembaga berturut-turut sebesar 26,25 ppm, 3,00 ppm 1,68 ppm.

Kata kunci : Karakterisasi, karbon aktif, adsorpsi



**CHARACTERIZATION OF ACTIVE CARBON
FROM SALAK SEED (*Salacca edulis reinw*)
AS ADSORBEN**

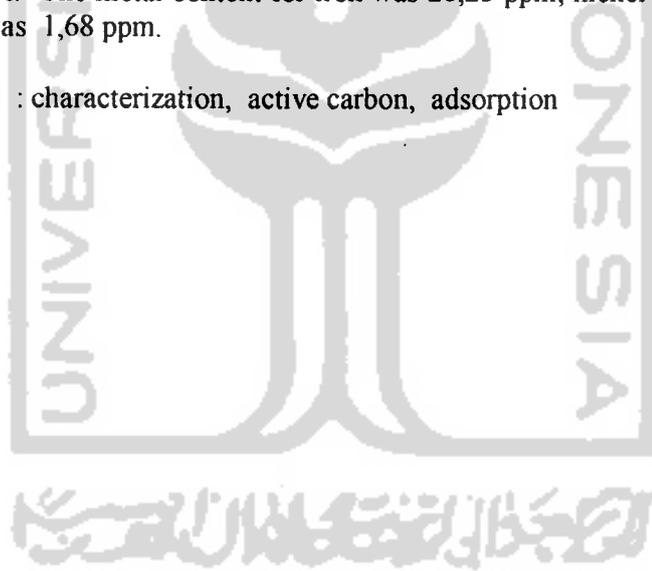
Abstract

Mujinto

Student No. : 99 612 042

The research and characterization of producing active carbon from Salak seed had been done. Active carbon were made by various activation temperatur of 400^oC, 600^oC, 800^oC and various particle size of 100-140, 140-200 and >200 mesh. The characterization consist of water content, ash content and the metal content of iron, nickle and copper. The result showed that the active carbon of activation temperature 800^oC and particles size >200 mesh with the incubation time 29 hours have iodium absorption was 99,1%. Meanwhile the result of water and ash content active carbon of activation temperatur of 800^oC which was 3,3% and 54,0%. The metal content for iron was 26,25 ppm, nickel was 3,00 ppm and copper was 1,68 ppm.

Key word : characterization, active carbon, adsorption



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latarbelakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai beraneka ragam sumber daya alam yang melimpah. Letak geografis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa memungkinkan tumbuh kembangnya berbagai flora dan fauna di dalamnya. Sudah banyak orang memanfaatkan keanekaragaman sumber daya alam di Indonesia termasuk dari sektor pertanian. Salah satu hasil pertanian yang telah mengangkat derajat kesejahteraan masyarakat adalah buah Salak. Permintaan buah Salak saat ini selain untuk memenuhi permintaan di negara kita juga mampu memenuhi permintaan negara tetangga.

Suatu proses produksi tentunya tidak terlepas dari sisa bahan yang tidak berguna atau disebut dengan limbah, begitu juga pada produksi buah Salak. Perkebunan Salak menghasilkan limbah berupa batang tanaman, daun, kulit dan biji Salak. Batang, daun dan kulit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, sementara itu biji Salak sampai saat ini belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Padahal permintaan buah Salak semakin meningkat, ini berarti akan semakin menambah besarnya keberadaan biji Salak. Dengan melihat dari karakteristik biji Salak sebagai senyawa organik yang keras maka sebagai salahsatu upaya untuk memberi nilai ekonomis dari biji Salak adalah dengan memanfaatkannya menjadi bahan baku pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap/absorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik. Karbon aktif yang biasa beredar dipasaran adalah arang karbon aktif dari tempurung kelapa, kayu dan batubara. Dengan semakin majunya dunia industri maka permintaan karbon aktif semakin beragam dengan karakternya masing-masing. Seperti karbon aktif dari batok kelapa produk lokal kebanyakan bentuk tepungnya tidak seragam, kandungan airnya cukup tinggi (5%) dan sering tercampur dengan benda asing seperti kerikil (diatas 5%), sehingga tidak disukai oleh industri tertentu seperti industri pengeboran minyak. Maka sangat perlu untuk dikaji dalam alternatif penemuan bahan-bahan baru yang melimpah untuk digunakan sebagai karbon aktif dengan karakternya sendiri-sendiri (Purwono,1996)

Karakter suatu karbon aktif banyak macamnya, selain syarat standar mutu yang ditetapkan SII yang terdiri dari besarnya daya serap yodium, kadar air, kadar abu, bagian yang hilang dengan pemanasan 950°C dan bagian yang tidak mengarang juga tentang keseragaman ukuran partikel, tingkat kekerasan partikel, kerapatan, tingkat kemurnian, suhu aktivasi dan rendahnya konsentrasi logam-logam pengotor.

Karakter kandungan logam dalam karbon aktif dari biji salak pada penelitian ini yaitu logam besi (Fe), nikel (Ni), dan tembaga (Cu) dianalisis dengan menggunakan sistem pengabuan biasa, pada suhu pemanasan 650°C selama 4 jam. Karakter ukuran partikel dilakukan dengan melewati pada

ayakan 100, 140 dan 200 mesh. Dari berbagai ukuran partikel karbon aktif ini dilakukan uji kekuatan daya serap terhadap yodium dengan waktu kontak selama 24 jam. Kemudian dilakukan optimalisasi penyerapan yodium oleh karbon aktif dengan melakukan variasi waktu kontak dari ukuran partikel karbon aktif yang mempunyai daya serap yodium terbesar.

1.2 Perumusan masalah

Sesuai dengan uraian pada latarbelakang diatas maka dapat dirumuskan suatu masalah : Bagaimanakah karakter karbon aktif dari biji salak (*Salacca edulis reinw*) sebagai adsorben ?

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter karbon aktif dari biji salak (*Salacca edulis reinw*) sehingga mampu menambah pilihan dalam penggunaan karbon aktif sebagai adsorben ?

1.4 Manfaat penelitian

Dengan diketahui karakter karbon aktif dari biji salak maka dapat memberikan tambahan pilihan berbagai penggunaan karbon aktif, serta dapat mengetahui kelebihan dan kekurangannya sehingga memberikan spesifikasi tertentu dari karbon aktif dari biji salak yang akan memberikan kemudahan bagi dunia industri dalam penggunaannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembuatan karbon aktif dan pemanfaatannya

Pada tahun 1996 Gustam Pari membuat karbon aktif dari serbuk gergajian Sengon yang dibuat secara kimia. Karbon aktif ini dapat menarik logam seng, besi, mangan, klorida, pospat dan sulfat yang terdapat dalam air sumur yang terkontaminasi dan juga dapat digunakan untuk menjernihkan air limbah industri pulp kertas. Karbon aktif yang diaktivasi dengan bahan pengaktif NH_4HCO_3 menghasilkan arang aktif yang memenuhi standar Jepang dengan daya serap yodium lebih dari 1050 mg/g dan rendemen arang aktifnya sebesar 38,5 % (Pari, 1999). Pada tahun 2002 Pari juga telah memanfaatkan limbah pengolahan kayu pada skala industri kecil yang jumlahnya mencapai ribuan unit, bahkan sebelumnya serbuk kayu gergaji dalam industri besar dan terpadu telah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan karbon aktif yang dijual secara komersial. Pada awalnya Pari membuat karbon aktif sebagian besar menggunakan cara kimia dimana bahan baku direndam dalam larutan CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 dan selanjutnya dengan jalan dibakar pada suhu 500°C . Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif dalam hal ini besarnya daya serap terhadap yodium memenuhi syarat SII karena lebih besar dari 20 %. Tetapi sesuai dengan perkembangan teknologi dan makin ketatnya persyaratan standar mutu dan masalah lingkungan maka teknologi ini tidak memungkinkan untuk dikembangkan lagi karena dapat mengeluarkan gas klor pada saat diaktivasi.

Mensikapi kasus tersebut di atas, telah dilakukan perbaikan teknologi pembuatan karbon aktif dengan cara oksidasi gas pada suhu tinggi dan kombinasi antara cara kimia, yaitu dengan menggunakan H_3PO_4 sebagai bahan pengaktif dan oksidasi gas.

Pohan, pernah membuat karbon aktif dari sekam padi. Pembuatan karbon aktif ini dilakukan dengan variasi temperatur aktivasi, yaitu $600^\circ C$, $800^\circ C$ dan $1000^\circ C$. Proses pembuatannya dengan cara direfluk oleh NaOH dengan variasi konsentrasi 5, 10, 15% pada $50-60^\circ C$. Hasil yang didapatkan adalah karbon aktif dengan daya serap yodium sebesar 514,36 mg/gr. Pohan mengatakan untuk mendapatkan karbon aktif yang baik perlu dilakukan pengurangan silika dengan NaOH. Suwanto dkk (1988) juga pernah membuat karbon dari sekam padi. Pembakaran dilakukan dengan alat thermogravimetri/differensial thermal analisis (TG/DTA) untuk mengetahui temperatur yang paling tepat sehingga didapatkan arang sekam yang reaktif secara optimum. Didapatkan dalam percobaan bahwa arang sekam padi yang reaktif adalah pada temperatur pembakarannya $350^\circ C$ dengan kecepatan alir gas 250 ml/menit dan untuk mendapatkan abu sekam yang reaktif, temperatur pembakarannya lebih besar dari $550^\circ C$.

Prasetya dkk (2001) membuat karbon aktif dari bahan gambut. Hasilnya bahwa gambut mempunyai massa yang lebih ringan dari pada karbon aktif dari tempurung kelapa, hal ini berhubungan dengan ukuran partikel karbon aktif yang dihasilkan serta tingkat kemurniannya. Berdasarkan uji daya serap yodium dan kadar air karbon aktif dari gambut lebih baik daripada karbon aktif dari tempurung kelapa.

Penggunaan karbon aktif telah banyak dilakukan penelitian, Indraswati dan Budiyo menggunakan karbon aktif untuk mengurangi konsentrasi zat warna dalam industri limbah tekstil yang dapat mengganggu biota air. Sri purwanti dkk dari Balai Besar Industri Sellulosa mengatakan bahwa penambahan tepung karbon aktif secara langsung ke dalam lumpur aktif akan membantu kestabilan dan meningkatkan penyisihan polutan organik, meningkatkan kemampuan pengendapan lumpur dan mempersingkat waktu aerasi dibandingkan sistim konvensional.

2.2 Karakter karbon aktif

Setiap karbon aktif mempunyai karakter tertentu, tergantung dari bahan, cara pembuatan dan jenis uji yang dilakukan. Seperti karbon aktif yang dijual oleh PT. Mulia Utama Perkasa, Jakarta. Karbon aktif yang dibuat dari bahan batubara ini telah lulus pengujian dari laboratorium Sucofindo dengan rincian antara lain kadar abu 11,96 %, kekuatan absorpsi yodium 1197,32 mg/gr, daya serap *metilen blue* 4960,57 mg/gr. bagian yang hilang pada pemanasan 950°C 2,14 %, berat jenis 0,68 gr/ml, dan kandungan logam besi 0,20 % sedangkan dari bahan batok kelapa dengan spesifikasi kadar abu 7,08 %, kekuatan absorpsi yodium 893,62 mg/gr, daya serap *metilen blue* 9544,56 mg/gr, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C 4,8 %, berat jenis 0,61 gr/ml, dan kandungan logam besi 0,19 %.

2.3 Logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif

Kandungan logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif terdapat pada konsentrasi kelumit, logam-logam ini dapat berada dalam biji Salak ikut dengan penyerapan air dan zat hara oleh tanaman salak. Apabila biji Salak ingin dimanfaatkan sebagai karbon aktif, untuk meningkatkan kualitasnya akan lebih baik bila kandungan logam besi, nikel dan tembaga didalamnya ditentukan. Akan tetapi kandungan logam-logam dalam karbon aktif yang sangat rendah akan berakibat agak sulit untuk ditentukan, analisa terbaik bagi logam-logam yang konsentrasinya sangat rendah ini ditentukan dengan metode AAS. Namun logam-logam ini tidak dapat ditentukan secara langsung, perlu disiapkan terlebih dahulu sampelnya yaitu dalam bentuk larutan sehingga baru dapat dianalisa. Pelarutan karbon aktif untuk membebaskan logam-logamnya dilakukan dengan cara pemanasan memakai Asam nitrat dan Asam florida kemudian dicampuri dengan Asam borat. Penelitian tentang kandungan logam-logam dalam karbon aktif pernah dilakukan oleh Isnijah dan Yuda dan pernah dipublikasikan dalam majalah ilmiah Indokimia. Sampel karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif dari arang tempurung kelapa dan arang kayu. Logam-logamnya ditentukan dengan AAS dari kondisi arang aktif yang proses pembuatannya menggunakan sistim pengabuan biasa (suhu 500- 650°C). Dengan perkiraan sifat karbon aktif dari arang tempurung kelapa dan arang kayu mendekati sifat batubara maka metode pengabuan dan pelarutan karbon aktif dilakukan dengan cara yang sama untuk batubara. Untuk menentukan baik buruknya karakteristik karbon aktif ditinjau dari kandungan logam-logam pengotornya maka dibandingkan dengan karbon aktif

impur (fluka) yang dianggap sebagai standar. Kandungan logam besi, nikel dan tembaga yang dianalisis dalam karbon aktif dari arang tempurung kelapa dan arang kayu dapat dilihat dalam Tabel.

Tabel 1. Kandungan logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dari arang tempurung kelapa (ATK) dan arang kayu (AK) dan Fluka

| Logam | Karbon aktif dari arang tempurung kelapa | Karbon aktif dari arang Kayu | Karbon aktif Fluka |
|-------|--|------------------------------|--------------------|
| Fe | 0,9492 % | 0,4036 % | < 0,0010 % |
| Ni | 0,0256 % | 0,0099 % | < 0,0010 % |
| Cu | 0,0089 % | 0,0036 % | < 0,0010 % |

Sumber : Isnijah, S dan Yuda, A., Penentuan beberapa logam dalam karbon aktif dengan AAS, Vol.II No.2, Indokimia-ISSN: 0854-3410.

Kandungan logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dari arang tempurung kelapa dan arang kayu ternyata lebih besar daripada karbon aktif fluka. Dan kandungan logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dari arang tempurung kelapa lebih besar daripada karbon aktif dari arang kayu.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Tanaman Salak

Tanaman Salak merupakan salah satu tanaman buah yang disukai dan mempunyai prospek baik untuk diusahakan. Daerah asalnya tidak jelas, tetapi diduga dari Thailand, Malaysia dan Indonesia. Ada pula yang mengatakan bahwa tanaman Salak berasal dari Pulau Jawa. Pada masa penjajahan, biji-biji Salak dibawa oleh para saudagar hingga menyebar ke seluruh Indonesia, bahkan sampai ke Filipina, Malaysia, Brunei dan Muangthai. Di Indonesia tanaman Salak banyak terdapat di DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Sumatera Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Maluku, Bali, NTB dan Kalimantan Barat.

Tanaman Salak memiliki nama ilmiah *Salacca edulis* Reinw dan termasuk divisi spermatophyta (tumbuhan berbiji) dengan sub divisi angiospermae (berbiji tertutup). Termasuk bangsa arecales, suku arecaceae Palmae (keluarga palem) serumpun dengan kelapa, kelapa sawit, aren, palem, pakis yang bercabang rendah dan tegak. Tanaman Salak termasuk golongan tanaman berumah dua (dioceus), yang artinya membentuk bunga jantan pada tanaman terpisah dari bunga betinanya. Dengan kata lain, setiap tanaman salak memiliki satu jenis bunga atau disebut tanaman berkelamin satu (unisexualis).

Secara fisik tanaman Salak memiliki batang yang tegak dan hampir tidak kelihatan karena tertutup pelepah daun yang berduri yang tersusun rapat. Dari

batang yang berbentuk garis lancet yang panjangnya mencapai 2 hingga 4 meter dengan ujung runcing.

3.2 Karbon aktif

3.2.1 Definisi karbon aktif

Karbon aktif atau arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu 600 - 2000°C pada tekanan tinggi. Dengan perlakuan ini maka arang akan terbentuk rekahan-rekahan (rongga) yang halus dengan jumlah yang sangat banyak sehingga luas permukaan arang aktif menjadi besar. Satu gram karbon aktif umumnya mempunyai luas permukaan 500 - 1.500 m². Karbon aktif bersifat menyerap secara aktif suatu partikel yang kontak dengan karbon tersebut, baik di udara atau di air. Rekahan-rekahan ini adalah suatu pori karbon aktif yang akan menangkap partikel yang sangat halus (molekul) berukuran 10⁻² sampai 10⁻⁷ mm. Partikel-partikel ini akan terperangkap ke dalam struktur media karbon aktif dan seolah-olah menjadi bagian dari keseluruhan media. Dengan berjalannya waktu pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh dengan partikel yang sangat halus sehingga tidak dapat berfungsi sebagai adsorben lagi. Karbon aktif tertentu dapat diaktifkan kembali, tapi disarankan untuk sekali pakai.

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai macam bahan hayati yang mengandung karbon cukup tinggi baik organik dan anorganik. Bahan-bahan hayati itu seperti tempurung kelapa, kayu, tongkol jagung, kulit kacang dan kemiri. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih bahan baku karbon aktif antara lain ; harga bahan baku, ketersediaan bahan baku, mudah atau

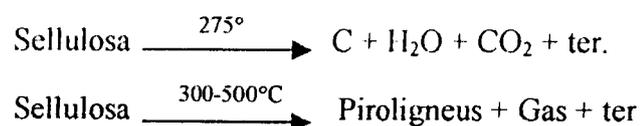
sukarnya untuk diaktivasi, sifat-sifat fisik rendemen karbon aktif. Diantara sumber bahan baku tersebut tempurung kelapa adalah yang paling banyak digunakan karena memiliki karakteristik yang baik, antara lain ; kekerasan, kadar karbon yang tinggi, bebas dari besi dan sulfur serta distribusi ukuran pori-porinya yang merata.

3.2.2 Pembuatan karbon aktif

Metode pembuatan karbon aktif didasarkan pada pembentukan dan peningkatan jumlah celah atau rekahan serta pori-pori pada arang. Untuk mencapai keadaan ini maka senyawa ter dan bahan-bahan yang mudah menguap harus dihilangkan. Proses pembuatan karbon aktif berlangsung dalam dua tahap, yaitu proses karbonasi dan proses aktivasi carbon.

1. Karbonasi

Karbonasi adalah proses untuk menghilangkan kandungan zat-zat yang mudah menguap. Pada proses karbonasi terjadi pemecahan atau peruraian sellulosa. Proses peruraian ini sangat kompleks dan terjadi pada suhu sekitar 275°C. Sellulosa mulai melepas H₂O, CO, CO₂ dan CH₄. Peruraian ini terjadi secara terus menerus dan cepat. Gas yang terbentuk pada proses ini adalah CH₃COOH, CO, CH₄ dan metanol. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Dimana piroligneus terdiri dari metanol, aceton dan asam asetat (Setyaningrum dan Hadi, 2001).

2. Aktivasi

Aktivasi adalah proses untuk membangun porositas dan memperbesar luas permukaan. Untuk mencapai hal tersebut maka zat-zat yang menutupi pori-pori pada permukaan arang yakni ter dan bahan yang dihasilkan pada proses karbonasi harus dihilangkan dengan cara diaktivasi (Salamah, 2001). Metode aktivasi yang dapat digunakan adalah :

a. Aktivasi fisika

Arang diaktifkan dengan memanaskannya selama beberapa waktu pada suhu tinggi. Dan untuk membantu menghilangkan senyawa yang tidak dikehendaki dilakukan oksidasi internal dengan mendorongnya melalui pengaliran uap air atau gas seperti gas karbon dioksida. Gas-gas ini dimasukkan kedalam reaktor yang berisi karbon dengan kecepatan alir tertentu. Oksidator yang digunakan adalah oksidator sangat lemah, supaya atom karbon dari arang tidak teroksidasi. (Salamah, 2001). Dengan demikian diharapkan akan didapat karbon aktif dengan porositas yang tinggi.

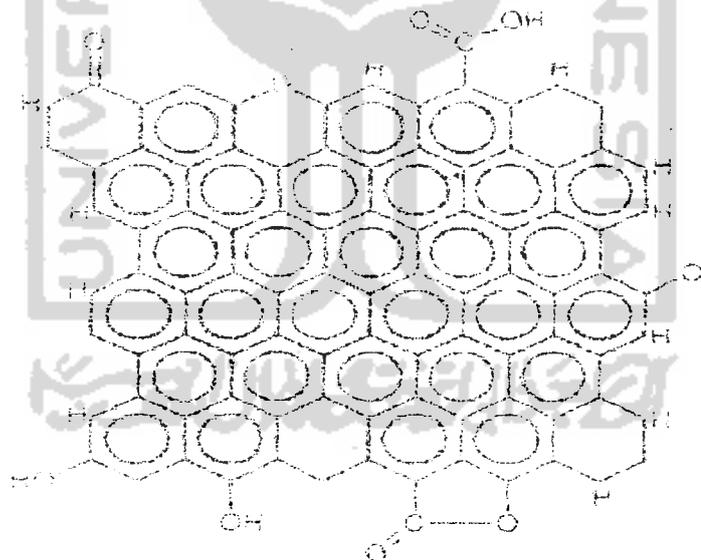
b. Aktivasi kimia

Prinsip kerja aktivasi secara kimia adalah pengikisan karbon menggunakan bahan-bahan kimia seperti $ZnCl_2$, HNO_3 , H_3PO_4 , HCl , KCl , Sulfur, Sianida, $NaOH$, dan lain-lain. Caranya yaitu dengan merendam arang dengan zat kimia tersebut kemudian untuk mengintensifkan proses aktivasi tersebut dilakukan dengan pemanasan. Unsur-unsur mineral ini akan masuk diantara plat-plat heksagonal dari kristalit-kristalit dan memisahkan

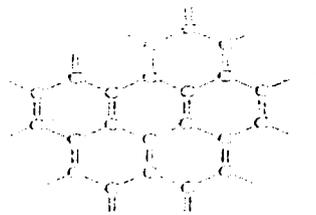
permukaan yang mula-mula tertutup, sehingga jumlah permukaan karbon akan bertambah besar

3.2.3 Sifat-sifat karbon aktif

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon sebelum diaktivasi. Struktur dasar karbon aktif adalah menyerupai struktur grafit murni. Kristal grafit terdiri dari lapisan-lapisan bidang heksagonal yang tersusun dari atom-atom karbon yang menyerupai cincin-cincin aromatis dalam senyawa organik. Antar lapisan tersebut terikat dengan gaya van der Waals, tiga dari keempat elektron karbon membentuk ikatan kovalen dengan atom sekitar, sedangkan elektron keempat beresonansi dengan beberapa struktur ikatan valensi.



Gambar. 1. Struktur karbon..



Gambar. 2. Ikatan kimia karbon

3.2.4 Proses adsorpsi karbon aktif

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan adsorben akibat terjadi ikatan kimia atau ikatan fisika. Sifat-sifat adsorpsi dari karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur pori-porinya, tetapi juga oleh komposisi kimianya. Adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu :

a. Adsorpsi fisika

Cara kerja karbon aktif terutama dari daya affinitasnya terhadap substansi tertentu. Daya affinitas ini ditunjukkan dengan kemampuan adsorpsi pada permukaan karbon. Permukaan karbon dapat diperluas dengan memperkecil ukuran karbon. Daya affinitas ini terjadi karena perbedaan energi atau gaya tarik menarik elektron (gaya van der Waals) antara adsorbat dan adsorbennya menyebabkan molekul adsorbat terikat atau tarik menarik pada molekul adsorben. Bila ikatan tarik menarik antara molekul adsorbat dengan karbon aktif lebih besar dari ikatan antara molekul adsorbat maka akan terjadi adsorpsi. Ikatan fisika ini biasanya sangat lemah sehingga bila konsentrasi penyerapnya berubah maka ikatan akan mudah dilepaskan/putus kembali. Jadi prosesnya adalah bolak-balik.

b. Adsorpsi kimia

Pada adsorpsi kimia terbentuk persenyawaan pada permukaan antara adsorben dengan adsorbat, sehingga proses adsorpsi kimia merupakan ikatan antar molekulnya. Hal ini ditandai dengan timbulnya panas (reaksi eksoterm). Ikatannya sangat kuat dan sulit untuk dilepaskan, prosesnya hampir tidak mungkin bolak-balik (Purwono, 1996).

3.2.5 Penggunaan karbon aktif

Saat ini karbon aktif telah banyak dimanfaatkan dalam industri kimia, makanan/minuman dan farmasi. Penggunaan karbon aktif lebih lengkap disajikan dalam Tabel..

Tabel 2. Berbagai pemakaian karbon aktif

| No | Penggunaan | Tujuan penggunaan |
|----|--|--|
| 1 | Pemurnian gas | Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, menyerap racun. |
| 2 | Pengolahan LNG | Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas. |
| 3 | Katalisator | Reaksi katalisator atau pengangkut vinil klorida dan vinil asetat |
| 4 | Penyaringan minyak makanan dan glukosa | Menghilangkan bau, warna, dan rasa yang tidak enak. |
| 5 | Industri obat dan makanan | Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan. |
| 6 | Minuman ringan, Minuman keras. | Menghilangkan warna, bau pada arak/ minuman keras dan minuman ringan. |
| 7 | Kimia perminyakan. | Penyulingan bahan mentah, zat perantara. |
| 8 | Pembersih air. | Menyaring / menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/ penyulingan air. |
| 9 | Pembersih air buangan. | Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, logam berat. |

| No | Penggunaan | Tujuan penggunaan |
|----|---------------------------------|---|
| 10 | Penambakan udang dan benur | Pemurnian, menghilangkan bau, dan warna. |
| 11 | Pelarut yang digunakan kembali. | Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa methanol, etil acetat dan lain-lain. |
| 12 | Pengolahan pulp. | Pemurnian, menghilangkan bau. |
| 13 | Pengolahan pupuk. | Pemurnian. |
| 14 | Pengolahan emas. | Pemurnian. |
| 15 | Lain-lain | Menghilangkan bau dalam kamar pendingin |

Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI 1998/1999

3.2.6 Karakter karbon aktif

Begitu banyak manfaat karbon aktif dalam dunia industri, sehingga akan memacu para ilmuwan untuk selalu mencari dan memberi nilai lebih dari bahan-bahan yang kurang berharga menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Dunia perindustrian telah menetapkan syarat standar mutu karbon aktif, yaitu :

Tabel 3 : Syarat mutu karbon aktif menurut Standart Industri Indonesia (SII No. 0258-79)

| No | Jenis uji | Persyaratan |
|----|--|---------------|
| 1 | Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C | Maksimum 15 % |
| 2 | Kadar air | Maksimum 15 % |
| 3 | Kadar abu | Maksimum 10 % |
| 4 | Bagian yang tidak mengarang | Tidak ada |
| 5 | Daya serap terhadap larutan yodium | Minimum 20 % |

Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia 1998/1999

Selain itu untuk tujuan tertentu diperlukan karakter-karakter khusus karbon aktif antara lain tingkat kekerasan, distribusi partikel, kerapatan (densitas), dll. Sebagai

aktif dengan spesifikasi tingkat kekerasan harus lebih besar dari 97 %, kadar abu tidak lebih dari 6 %. Karbon aktif sebagai filter harus dengan kandungan air tidak lebih dari 3,3 %. Berbeda juga untuk karbon aktif sebagai penyerap limbah maka harus mempunyai daya serap yodium yang tinggi. Secara umum karakter karbon aktif dapat disebutkan sebagai berikut :

1. Daya serap yodium

Fungsi utama dari karbon aktif adalah sebagai adsorben baik larutan, gas atau padatan. Sebagai ukuran kekuatan daya serap karbon aktif digunakan yodium karena inert terhadap karbon aktif, yodium juga mudah untuk ditentukan konsentrasinya. Sifat absorpsi karbon aktif selain ditentukan oleh struktur pori-pori dan susunan kimianya, juga ditentukan oleh banyak faktor, diantaranya :

a. Ukuran partikel

Ukuran partikel karbon aktif merupakan hal yang penting dalam karbon aktif, karena ukuran partikel akan mempengaruhi kemampuan daya serapnya. Makin kecil ukuran partikelnya maka makin besar daya serapnya. Jadi kecepatan adsorpsi menggunakan karbon aktif serbuk (powder) lebih baik daripada yang menggunakan butiran (granular). Luas permukaan total akan mempengaruhi kapasitas serapannya. Ukuran dalam bentuk bubuk adalah kurang dari 200 mesh (0,075 mm), sedangkan ukuran dalam bentuk butir adalah lebih besar dari 0,1 mm.



b. Luas permukaan

Makin luas permukaan karbon aktif maka daya serapnya akan semakin besar pula, sehingga proses adsorpsi akan berjalan efektif.

c. Temperatur

Reaksi-reaksi adsorpsi yang terjadi adalah eksoterm, maka adsorpsi umumnya meningkat sejalan dengan menurunnya temperatur. Namun perbedaan temperatur yang kecil cenderung tidak mempengaruhi proses adsorpsi. Menurut Holenes (1951) gas mulia dapat diserap oleh karbon aktif dengan suhu -183°C .

d. Waktu kontak

Waktu kontak adalah hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Kekuatan adsorpsi karbon aktif akan meningkat bila waktu kontak semakin lama. Waktu kontak yang lama akan memungkinkan proses difusi dan penempelan adsorbat semakin baik.

2. Kadar air

Dengan adanya kandungan air pada karbon aktif akan menambah berat dan memakan tempat dalam rekahan-rekahan karbon aktif yang seharusnya dapat digunakan untuk menyerap adsorbat. Kadar air ini sangat berarti apalagi karbon aktif yang digunakan untuk filter. Untuk menghilangkan kandungan air serta zat pengotor termasuk senyawa organik, karbon aktif dipanaskan didalam oven dengan suhu 150°C selama 2 jam. Kadar air dihitung dengan satuan prosen, yang dihitung dari perbandingan massa karbon aktif mula-mula

3. Kadar abu

Banyak sedikitnya kadar abu mencerminkan kandungan zat-zat pengotor, termasuk logam-logam berat, kadar abu juga menandakan besarnya ketahanan karbon aktif terhadap faktor-faktor luar. Dengan sedikitnya kadar abu berarti memperbesar keberadaan karbon aktif yang dapat menyerap adsorbat lebih banyak lagi. Syarat kandungan kadar abu yang ditentukan oleh SII adalah tidak lebih dari 10%. Prosentase diperoleh dari perbandingan massa karbon aktif mula-mula dikurangi massa setelah di faurnace pada suhu 600°C selama 2 jam dibagi dengan massa mula-mula dikalikan seratus prosen.

4. Tingkat kekerasan

Uji tingkat kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekerasan suatu material karbon aktif dengan cara mencari ratio massa sebelum pengujian dan sesudah pengujian. Perlakukan karbon aktif secara fisik dengan menggunakan pendulum besi berdiameter $\frac{1}{2}$ inchi dan diameter $\frac{3}{8}$ inchi. Untuk karbon aktif dari arang tempurung kelapa syarat tingkat kekerasan yang harus dipenuhi dari perbandingan tersebut adalah $> 92\%$. Dengan demikian arang karbon aktif akan awet sampai pada waktu yang diperhitungkan.

5. Kerapatan (Density)

Karbon aktif disyaratkan harus mempunyai kerapatan yang lebih besar dari $0,38 \text{ gr/cm}^3$, yaitu perbandingan antara massa arang karbon aktif dengan volume yang terbaca pada gelas ukur. Semakin besar kerapatannya maka semakin besar pula kemampuan untuk menyaring gas-gas aktif, oleh karena

itu jarak antara butiran arang karbon aktif harus sekecil mungkin untuk memperbesar kerapatannya.

3.3 Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)

3.3.1 Prinsip analisis dengan AAS

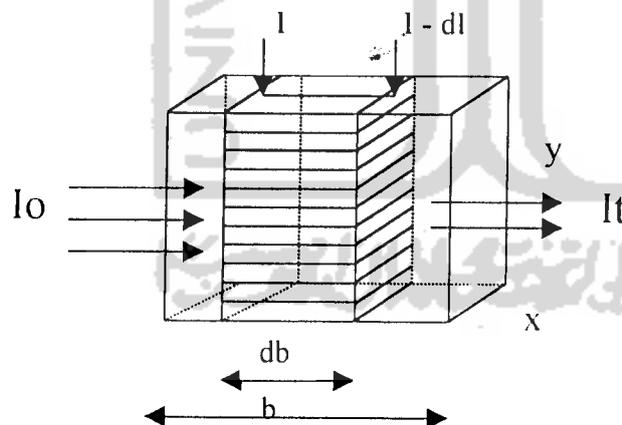
AAS salah satu metode analisis instrumental yang digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif unsur logam dan semi logam di dalam cuplikan. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai karena kemudahannya. AAS adalah pilihan utama, terutama dalam analisa berkadar rendah, karena : 1. Dapat menetapkan kadar logam dari campuran yang kompleks dengan cepat dan peka. 2. Dapat menentukan unsur-unsur logam yang kepekatannya relatif kecil walaupun ada unsur lain yang kepekatannya relatif besar tanpa dilakukan pemisahan dahulu.

Analisa dengan cara AAS didasarkan pada absorpsi energi cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom netral (bertingkat energi dasar) dari zat yang dianalisis, tergantung unsurnya. Sifat khas suatu cahaya ditentukan dari panjang gelombangnya dan sifat khas suatu atom tergantung konfigurasi elektronnya. Misalkan ${}_{11}\text{Na}$ memiliki konfigurasi elektron $1\text{S}^2 2\text{S}^2 2\text{P}^6 3\text{S}^1$. Tingkat dasar untuk elektron valensi adalah 3S, artinya tidak mempunyai kelebihan energi. Elektron ini dapat tereksitasi ke tingkat energi 3P dengan energi 2,2 eV setelah mendapat energi sinar dengan panjang gelombang 589 nm atau ke tingkat 4P dengan energi 3,6 eV sesuai panjang gelombang 330 nm. Atom-atom dari ground state ini akan menyerap radiasi yang diberikan dari sumber

cahaya yaitu *hollow cathode lamp* (HCL) yang dibuat dari unsur yang dianalisis sehingga menghasilkan cahaya yang khas dari unsur tersebut. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom-atom ground state. Jadi absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi uoap atom-atom ground state dalam nyala. Atau absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi analit dalam larutan sampel. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer.

3.3.2 Hukum Lambert - Beer

Pada peristiwa serapan sumber radiasi oleh materi berlaku hukum lambert-Beer, yang berbunyi : “Apabila suatu sinar monokromatis melalui suatu media yang transparan maka sinar yang diteruskan akan mengalami penurunan intensitas yang sebanding dengan tebal media dan intensitas mula-mula”.



Gambar 3. Proses serapan radiasi oleh materi didalam sel

Keterangan :

I_0 : Intensitas sinar mula-mula

b : Lebar sel

I_t : Intensitas sinar setelah melewati materi

db : Penyerapan sinar oleh materi.

Bila intensitas sinar mula-mula adalah I , setelah melewati segmen db maka intensitas sinar akan menurun atau berkurang sebesar dI , sehingga intensitas sinar setelah melewati db adalah $I - dI$. Berkurangnya intensitas sinar berbanding lurus dengan jumlah materi (molekul) yang menyerap sinar (N).

Sehingga :

$$N = (6,02 \times 10^{20} \text{ molekul/mmol}) (C \text{ mmol/ml}) (db \cdot x \cdot y) \text{ ml}$$

$$k' = (6,02 \times 10^{20}) \cdot x \cdot y \text{ molekul cm}^2/\text{mmol}$$

$$N = k' \cdot c \cdot db \quad k' : \text{Tetapan penyebanding}$$

Jumlah serapan sebanding dengan hasil kali $N \times I$

$$dI \propto N \times I$$

Karena pengurangan intensitas sinar,

$$dI = -k' \cdot c \cdot db \cdot I \dots\dots\dots 1$$

$$\frac{dI}{I} = -k' \cdot c \cdot db ; \int_{I_0}^{I_t} \frac{dI}{I} = \int_0^b -k' \cdot c \cdot db = -k' \int_0^b c \cdot db$$

$$\ln \frac{I_t}{I_0} = -k' \cdot c \cdot b$$

$$2,303 \log \frac{I_t}{I_0} = -k' \cdot c \cdot b$$

$$\log \frac{I_t}{I_0} = \frac{-k'}{2,303} \cdot b \cdot c$$

$$\log \frac{I_t}{I_0} = -\epsilon \cdot b \cdot c \dots\dots\dots 2$$

Bila konsentrasi larutan dalam mmol/L maka nilai absorpsifitas digunakan ϵ : : serapan molar, tapi bila konsentrasi larutan dalam gr/L maka ϵ diganti dengan a .

Maka persamaannya dapat dinyatakan :

$$\log \frac{I_t}{I_0} = -a.b.c$$

$\frac{I_t}{I_0}$ disebut transmittan (T), yang dinyatakan dalam %

$$\log \frac{I_t}{I_0} = \log T = -a.b.c$$

$$-\log T = a.b.c$$

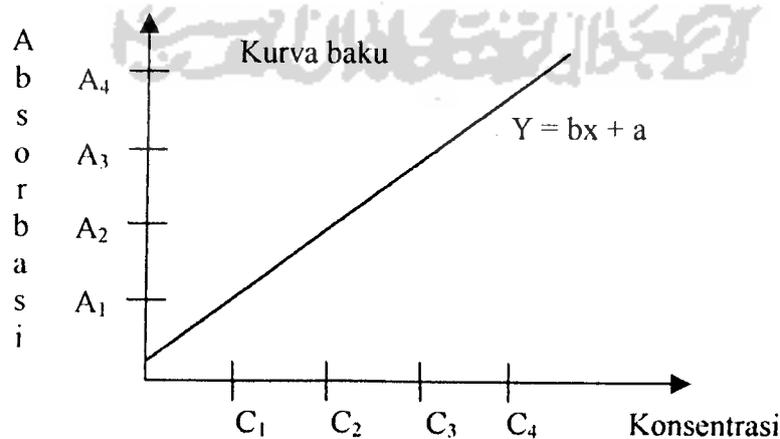
$$\text{Log } T^{-1} = a.b.c \quad \log \frac{1}{T} = a.b.c$$

-Log T disebut absorbansi (A)

$$-\text{Log } T = A = a.b.c \quad \text{Hukum Lambert-Beer}$$

3.3.3 Menentukan konsentrasi sampel

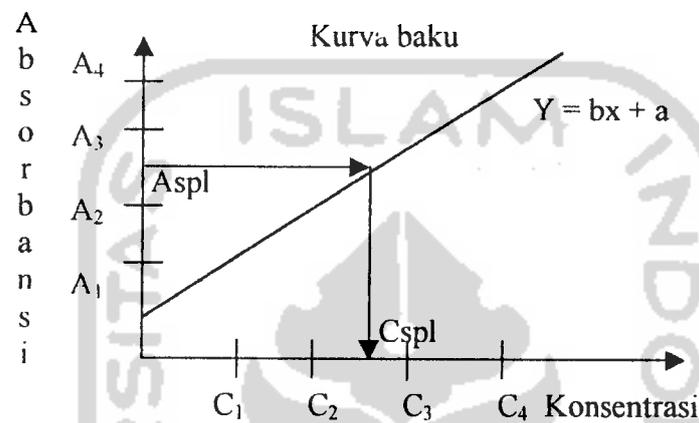
Untuk mengetahui konsentrasi sampel maka harus mempunyai deret larutan standar yang konsentrasinya sudah diketahui dengan pasti, kemudian ditentukan absorbansinya pada λ tertentu untuk setiap larutan. Hasil dibuat kurva baku konsentrasi melawan absorbansi.



Setelah absorbansi sampel dibaca dengan λ yang sama maka konsentrasinya dapat dihitung dengan cara :

1. Grafik

Absorbansi sampel diletakan pada kurva baku, konsentrasi diperoleh dengan menarik garis vertikal hingga memotong sumbu x sebagai skala konsentrasi.



2. Persamaan regresi linier

Sebelum menentukan konsentrasi sampel maka persamaan regresi linier dari deret larutan standar ditentukan terlebih dahulu. Persamaan regresi linier secara umum adalah $y = bx + a$ dimana y adalah absorbansi, x adalah konsentrasi, b adalah slope kurva baku dan a adalah intersepnya. Persamaan regresi linier ini dapat digunakan dengan syarat harga koefisien korelasi regresi linier adalah $0 > r > 1$, korelasi kedua spesies semakin baik bila mendekati 1.

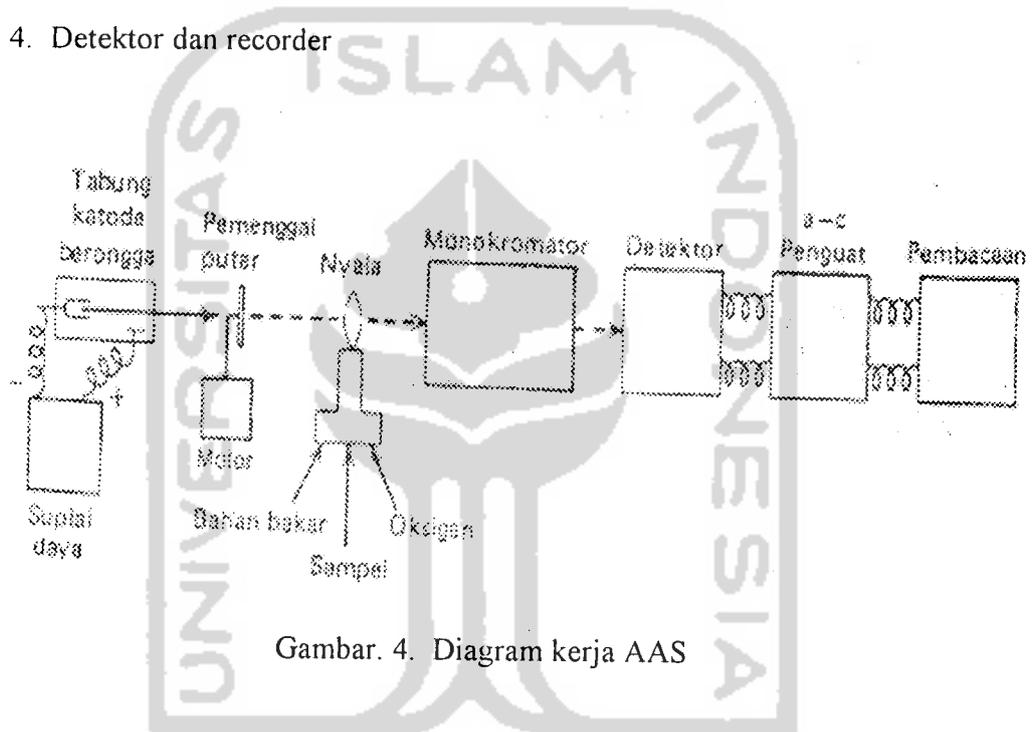
Untuk mengetahui harga koefisien regresi linier (r) dengan rumus :

dan nilai b dan a juga dapat ditentukan dengan persamaan :

3.3.1 Instrumentasi AAS

Terdapat empat bagian pokok dalam instrumentasi AAS, yaitu :

1. Sumber cahaya
2. Peralatan pengatoman
3. Monokromator
4. Detektor dan recorder

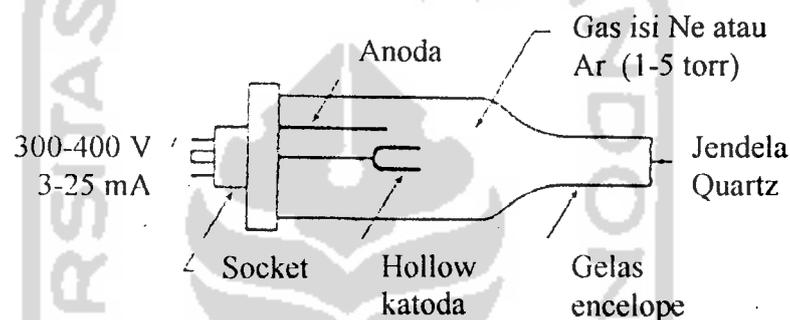


Gambar. 4. Diagram kerja AAS

1. Sumber cahaya

sistem emisi diperlukan untuk menghasilkan sinar yang dapat diserap oleh atom-atom dari unsur yang diperiksa. Sumber radiasi yaitu sumber cahaya yang dapat menghasilkan sinar dengan spektrum diskrit. Radiasi diskrit mempunyai garis spektra yang kecil dan mempunyai intensitas sinar yang besar. Sumber cahaya yang digunakan ada dua macam yakni *hollow cathode lamp* (HCL) atau lampu katoda cekung dan elektrodeless-discharge lamp. Namun lampu ini kurang populer digunakan. Lampu ini mempunyai prinsip kerja mirip dengan HCL tetapi mempunyai output radiasi lebih tinggi dan

biasanya digunakan untuk analisis unsur arsen dan selenium karena mempunyai sinyal yang lemah dan tidak stabil. HCL lebih sering digunakan karena lampu ini dapat menghasilkan spektra yang tajam dan mengemisikan gelombang monokromatis, lampu ini terdiri dari katoda cekung yang silinder terbuat dari unsur yang akan dianalisis atau campurnya dan anodanya terbuat dari tungsten. Elektroda-elektroda ini berada dalam tabung gelas dengan jendela quartz.



Gambar. 4. Diagram skematik lampu katoda cekung

Beda voltase yang tinggi pada kedua elektroda menyebabkan atom gas pada anoda terionisasi. Ion positif menuju ke katoda sehingga logam pada katoda terpental dan berubah menjadi uap. Atom yang teruapkan karena bertabrakan dengan ion gas yang berenergi tinggi maka akan tereksitasi, ketika kembali ke keadaan dasar akan memancarkan sinar dengan λ yang karakteristik untuk unsur katoda tersebut. Berkas sinar yang diemisikan bergerak melalui nyala dengan λ tertentu. Berkas sinar yang dipilih monokromator ini akan diserap oleh uap atom yang ada dalam nyala yang berada dalam sampel. Sinar yang di absorpsi paling kuat biasanya adalah sinar yang berasal dari transisi elektron ketinggian eksitasi terendah.

2. Peralatan pengatoman

Peralatan ini digunakan untuk atomisasi, yakni proses pengubahan sampel dalam bentuk larutan menjadi spesies atom-atom netral yang nantinya dapat melakukan penyerapan sinar. Sistem atomisasi ada 3 macam, yakni dengan nyala api, tanpa nyala dan elektrotermal. Atomisasi dengan nyala api merupakan cara yang banyak digunakan. Sistem ini dengan cara melakukan penyemprotan dan pengkabutan sampel ke suatu alat burner kemudian dibakar dengan bahan bakar gas. Bahan bakar gas yang biasa digunakan adalah asetilen dan oksidatornya adalah udara. Selain itu terdapat tipe nyala dan oksidator yang dapat digunakan dalam AAS seperti terlihat dalam tabel.

Tabel. 4. Tipe nyala, oksidator dan suhu maksimum

| No | Oksidator | Bahan bakar | Suhu maksimum (°C) |
|----|-----------------|--------------|--------------------|
| 1 | Udara | Asetilen | 2250 |
| 2 | Nitrogen oksida | Asetilen | 2955 |
| 3 | Udara | Gas batubara | 1825 |
| 4 | Udara | Propana | 1725 |
| 5 | Udara | Hidrogen | 2045 |
| 6 | Udara/argon | Hidrogen | 1577 |
| 7 | Oksigen | Gas alam | 2740 |
| 8 | Oksigen | Hidrogen | 2677 |
| 9 | Oksigen | Asetilen | 3060 |
| 10 | Oksigen/helium | Asetilen | 2812 |
| 11 | Oksigen | Cyanogen | 4500 |

Sumber : Mudasir, 2003, Spekrometri atom, Pelatihan kimia instrumental II, FMIPA, UGM, Jogjakarta.

Proses pengatoman dimulai dari penyemprotan dan pengkabutan yang dilakukan oleh nebulator, larutan diubah kedalam bentuk butiran dengan ukuran 1-100 mikron menuju ke spray chamber. Pada bola gelas akan terjadi penumbukan butiran sehingga butiran pecah, butiran yang besar mengendap

melalui saluran pengeluaran sedangkan butiran yang halus dan seragam akan keluar kedalam nyala api. Gas pembakar bersama-sama dengan oksigen dimasukan ke spray chamber untuk membakar butiran halus sampel di burner heat dan keluar menjadi bentuk atom-atomnya.

3. Monokromator

Fungsi dari monokromator adalah untuk memilih dan mengisolir salah satu radiasi yang khas dengan panjang gelombang tertentu dari sekian banyak spektrum yang dihasilkan HCL. Kemampuan monokromator dalam memisahkan spektrum sinar (resolusi) dalam absorpsi atom pada umumnya 0,2 nm.

4. Detektor dan recorder

Detektor berfungsi untuk mendeteksi sinyal-sinyal yang diterima dan diterjemahkan menjadi informasi analitis. Detektor yang digunakan tergantung pada jenis monokromatornya. Detektor yang paling banyak digunakan adalah *fotomultiplikator* (photomultiplier) yang gunanya untuk merubah energi radiasi menjadi energi listrik. Sinyal-sinyal listrik berasal dari detektor sebelum masuk pencatat (recorder) dikuatkan dulu dengan amplifier sehingga keluar angka digital yang mudah dibaca.

3.3.5 Optimasi instrumentasi Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)

Sebelum instrumentasi AAS dioperasikan terlebih dahulu harus dilakukan optimasi agar dapat bekerja maksimal sehingga tidak memberikan hasil yang bukan sebenarnya dari kandungan zat dalam cuplikan. Optimasi dilakukan dengan cara membaca absorbansi suatu larutan dengan konsentrasi tertentu pada

satu variabel pembacaan dibuat bervariasi, sedangkan variabel yang lain dibuat tetap. Kemudian variabel yang divariasikan dipilih yang memberikan serapan maksimum. Variabel optimasi instrumentasi Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) antara lain :

1. Pemilihan panjang gelombang

Panjang gelombang menunjukkan bilangan tertentu yang spesifik untuk suatu unsur, sehingga jika lampu katoda cekung dipasang untuk suatu elemen tertentu maka pada panjang gelombang tersebut akan memberikan transmisi atau absorpsi yang tinggi.

2. Lebar celah

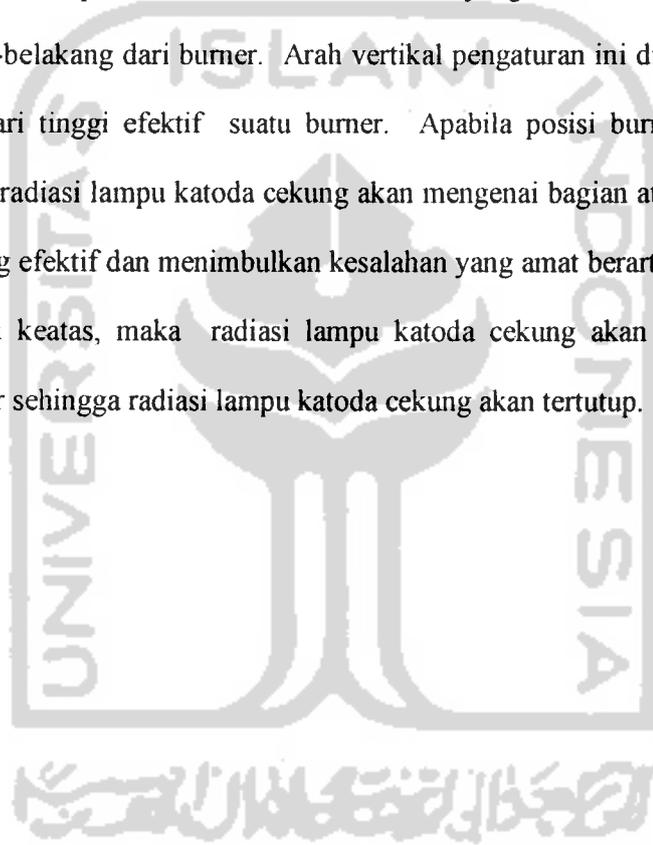
Lebar celah atau pengaturan slit dimaksudkan untuk mengurangi atau menambah intensitas cahaya yang masuk pada monokromator. Pengaturan slit ini jika tidak cocok akan mengganggu analisis dan selanjutnya didapatkan hasil yang kurang teliti.

3. Laju alir gas pembakar dan oksidator

Laju alir gas pembakar harus pada perbandingan yang tepat dengan oksidatornya. Gas pembakar ini berhubungan dengan suhu maksimum yang dapat dicapai oleh instrumen untuk menguraikan dan mengatomkan suatu cuplikan. Akan tetapi suhu bukanlah satu-satunya parameter yang menentukan kesempurnaan penguraian. Seringkali sifat kimia nyala juga mempengaruhi. Selama ini gas pembakar yang sering digunakan adalah asetilena. Sifat kimia nyala dipengaruhi oleh perbandingan banyaknya gas pembakar terhadap gas oksidator untuk menghasilkan nyala.

4. Tinggi burner

Tinggi burner atau tempat pengaturan pembakaran pada analisis dengan AAS sangat menentukan, karena cuplikan akan dibakar pada tempat ini dan sekaligus pemberian radiasinya, sehingga posisi burner harus diatur sedemikian rupa sehingga proses atomisasi dan absorpsinya maksimal. Pengaturan posisi adalah arah horisontal yang terdiri dari kiri-kanan dan muka-belakang dari burner. Arah vertikal pengaturan ini dimaksudkan untuk mencari tinggi efektif suatu burner. Apabila posisi burner terlalu rendah maka radiasi lampu katoda cekung akan mengenai bagian atas nyala sehingga kurang efektif dan menimbulkan kesalahan yang amat berarti. Sedangkan bila terlalu keatas, maka radiasi lampu katoda cekung akan mengenai kepala burner sehingga radiasi lampu katoda cekung akan tertutup.



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Bahan, alat dan reagen

4.1.1 Bahan

Buah Salak yang berumur 3-4 bulan (siap konsumsi) dari daerah Turi kabupaten Sleman, Yogyakarta

4.1.2 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. AAS model 3110 merk Parkin Elmer buatan USA
2. Fournace model 3.550 tipe Vulcav box buatan USA
3. Oven model Memmert tipe UM 400 buatan Jerman
4. Neraca analitis model Sartorius tipe BP 410
5. Eksikator
6. Ayakan 100 mesh, 140 mesh dan 200 mesh
7. Alat-alat gelas laboratorium

4.1.3 Reagen

1. Larutan spektrosol standar induk besi, nikel dan tembaga buatan BDH England dengan kadar unsur 1000 ppm
2. HNO_3 pekat buatan Merck
3. HF pekat buatan Merck
4. H_2SO_4 pekat buatan Merck
5. HClO_4 pekat buatan Merck

6. HCl pekat buatan Merck
7. Akuabides buatan Otsuka
8. H_3BO_3 p.a buatan Merck
9. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a buatan Merck
10. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ p.a buatan Merck

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Pembuatan reagen

1. Aquaregia

15 ml HNO_3 pekat ditempatkan pada erlenmeyer, direndam dalam air, ditambahkan tetes demi tetes 5 ml HCl pekat sambil dicampur, semua dikerjakan didalam lemari asam.

2. Larutan HNO_3 : aquabidest = 1 : 3

Diambil 600 ml aquabidest kemudian ditambahkan tetes demi tetes HNO_3 sebanyak 200 ml, kemudian dicampur.

3. HCl 0,5 M

Diambil HCl pekat dengan BJ 1,19 gr/ml sebanyak 1,53 ml diencerkan dengan aquabidest sampai volume 100 ml

4. H_3BO_3 jenuh

20 ml aquabidest pada gelas beker ditempatkan pada “magnetic stirrer”, ditambahkan sedikit demi sedikit kristal asam borat hingga ada sedikit yang tidak larut.

5. KI 2 M

Diambil 250 ml KI 4 M diencerkan dengan aquadest dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

6. H₂SO₄ 2 M

Labu ukur 500 ml diisi aquades setengahnya, ditambahkan tetes demi tetes H₂SO₄ pekat BJ 1,84 gr/ml sambil dicampur sebanyak 53,3 ml kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda tera.

7. Larutan K₂Cr₂O₇ 0,004 M

Diambil sebanyak 4 ml K₂Cr₂O₇ 0,1 M diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

8. Larutan Na₂S₂O₃ 0,0020 M

Diambil 10 ml Na₂S₂O₃ 0,1 M diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

Standarisasi Na₂S₂O₃ 0,0020 M

- a. Diambil 10,0 ml larutan K₂Cr₂O₇ 0,004 M ditempatkan pada labu erlenmeyer
- b. Ditambah 2 ml H₂SO₄ 2 M dan 4 ml KI 2 M, warna larutan menjadi kuning kecoklatan
- c. Ditambah 2 tetes indikator amilum 0,2 %, warna larutan menjadi biru tua.
- d. Dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,0020 M sampai warna biru tepat hilang, dengan rata-rata hasil akhir titrasi adalah 18,2 ml.

9. Larutan yodium 0,0020 M

Diambil 20 ml yodium 0,05 M diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

Standarisasi yodium 0,0020 M :

- a. Diambil 10 yodium ditambahkan 4 ml H_2SO_4 2 M, larutan menjadi kuning kecoklatan
- b. Ditambah 2 tetes indikator amilum 0,2 %, warna larutan menjadi biru tua.
- c. Dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0020 M sampai warna biru tepat hilang, dan rata-rata hasil akhir titrasi adalah 11,30 ml.

4.2.2 Preparasi sampel

Buah Salak diambil dari daerah Turi, Sleman. Setelah biji dipisahkan dari dagingnya, dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari. Kemudian dihancurkan menjadi serbuk kasar, dikeringkan ulang dengan sinar matahari selama 7 jam.

4.2.3 Pembuatan Arang

1. 70,17 gram serbuk kasar biji salak dimasukan dalam wadah yang tahan panas dengan bagian bawah wadah tersebut diberi lubang pada empat sisinya.
2. Wadah dipanaskan diatas kompor listrik sampai asap yang dihasilkan habis, pertanda pengarangan telah selesai, kompor dimatikan.
3. Arang didinginkan.

4. Arang dibongkar, disimpan dalam botol yang ditutup rapat

4.2.4 Analisis logam Besi, Nikel dan Tembaga dalam karbon aktif dari biji salak dengan AAS

1. Aktivasi arang biji salak

- a. Arang ditumbuk halus dengan lumpang mortil, kemudian ditempatkan pada cawan porselin.
- b. Dimasukan kedalam faurnace suhu diatur pada 650°C , dipertahankan selama 4 jam.
- c. Faurnace dimatikan, didinginkan sampai 6 jam
- d. Arang dibongkar dan disimpan pada gelas beker dan ditutup rapat.

2. Dekstruksi karbon aktif

- a. Seluruh alat gelas yang akan digunakan dicuci dulu dengan aquabides, kemudian dibilas dengan larutan campuran HNO_3 dan aquabides (1:3), lalu dicuci dengan aquabidest sampai pH netral kemudian dikeringkan dalam oven suhu $50-60^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Semua alat disimpan dalam kantong plastik.
- b. Karbon aktif dihaluskan dengan lumpang mortil, disaring dengan ayakan 200 mesh.
- c. Ditimbang filtrat 0,47 gr ditempatkan pada cawan porselin, dilarutkan dengan aquaregia 15 ml, dipanaskan sampai kihat, bagian yang tidak larut, dilarutkan kembali dengan campuran



- larutan HNO_3 , HCl dan HClO_4 dalam perbandingan sama banyak.
- d. Dipanaskan sampai kering.
 - e. Ditambahkan HF 10 ml, dipanaskan sampai kisas
 - f. Ditambahkan 5 ml akuabides dan 2 ml HCl , dicampur, dipanaskan sampai kisas
 - g. Ditambah 5 ml HClO_4 dipanaskan sampai kisas.
 - H. Ditambah 30 ml HCl 0,5 M dan diaduk, dipanaskan sampai isat.
 - i. Residu yang tidak larut ditambah H_3BO_3 jenuh tetes demi tetes sambil diaduk, terjadi letupan-letupan, cawan ditutup dengan kaca arloji, dipanaskan lagi agar residu larut sempurna.
 - j. Ditambah aquabides 20 ml sambil diaduk agar seluruh residu larut. ditambah aquabides 30 ml kemudian diaduk.
 - k. Larutan dipindahkan kedalam labu erlenmeyer, ditutup rapat dan disimpan dalam ruang gelap selama 24 jam.
 - l. Pada erlenmeyer terjadi endapan putih, endapan disaring dan filtrat ditampung pada labu erlenmeyer yang lain.
 - m. Endapan pada kertas saring di oven pada suhu 105°C selama 2 jam, didinginkan didalam eksikator, ditimbang dan berat endapan sebesar 0,24 gr.
 - n. Filtrat pada labu erlenmeyer yang lain siap dianalisis dengan AAS.

3. Sebelum pengukuran absorbansi dilakukan optimasi peralatan AAS yang meliputi panjang gelombang, kuat arus, lebar celah, tinggi burner, laju alir gas pembakaran dan oksidator.
4. Dibuat deret larutan standar besi dengan konsentrasi 0 ; 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ppm dari larutan spektrosol standar induk besi dengan kadar unsur 1000 ppm. Untuk logam nikel dengan konsentrasi larutan standar 0 ; 2,5 ; 5 ; 10 ; 15 ppm dari larutan spektrosol nikel dan untuk logam tembaga dengan konsentrasi 0 ; 2,5 ; 7,5 ; 10 ppm dari larutan spektrosol tembaga.
5. Setelah semua peralatan sudah dalam kondisi optimal maka larutan standar dan sampel dibaca absorbansinya dengan alat AAS.

4.2.5 Pembuatan karbon aktif dengan variasi suhu aktivasi, yaitu pada 400°C, 600°C dan 800°C

1. Arang ditimbang dan ditempatkan pada tiga cawan porselin.
2. Satu cawan porselin yang berisi arang dimasukkan ke dalam furnace, suhu diatur pada 400°C, setelah suhu tercapai maka dipertahankan selama 4 jam.
3. Dilakukan hal yang sama untuk suhu aktivasi 600°C dan 800°C
4. Furnace dimatikan, didinginkan selama 6 jam, karbon aktif dibongkar dan disimpan pada botol yang bertutup rapat.

4.2.6 Pembuatan karbon aktif dengan variasi ukuran partikel,

yaitu 100-140 mesh, 140-200 mesh dan lebih besar dari 200 mesh

1. Arang aktif digerus pelan-pelan pada lumpang mortil kemudian arang aktif dengan suhu aktivasi berbeda-beda ini diayak pada 100 mesh, filtrat ditampung pada ayakan 140 mesh, sebagian filtrat diambil dan ditempatkan pada wadah yang tertutup untuk masing-masing arang aktif dan diberi identitas.
2. Karbon aktif yang tidak lolos ayakan 140 mesh digerus, kemudian diayak lagi pada ukuran ayakan 140 mesh, filtrat ditampung pada ayakan dengan ukuran 200 mesh. Filtrat sebagian diambil dan ditampung pada wadah yang tertutup rapat.
3. Sebagian filtrat pada ayakan 200 mesh digerus kemudian diayak lagi pada 200 mesh, filtrat ditampung kemudian ditempatkan pada wadah yang tertutup rapat dan diberi identitas.

4.2.7 Karakterisasi arang aktif

1. Uji kadar air

- a. Kaca arloji dibersihkan kemudian dipanaskan pada suhu 105°C selama 2 jam, didinginkan pada eksikator selama 1 jam lalu ditimbang.
- b. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 400°C , 600°C dan 800° masing-masing diambil 0,5 gr dan ditempatkan pada masing-masing kaca arloji

- c. Karbon aktif dipanaskan pada oven dengan suhu 105°C selama 2 jam
- d. Karbon aktif didinginkan pada eksikator selama 1 jam, kemudian karbon aktif ditimbang

2. Uji kadar abu

- a. Kaca arloji dibersihkan kemudian dipanaskan pada suhu 105°C selama 2 jam, didinginkan selama 1 jam lalu ditimbang. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 400°C , 600°C dan 800°C masing-masing diambil 0,5 gr dan ditempatkan pada masing-masing kaca arloji.
- b. Karbon aktif dipanaskan pada furnace dengan suhu 600°C selama 4 jam.
- c. Furnace didinginkan, karbon aktif yang telah diabukan ditimbang.

3. Uji daya serap yodium untuk karbon aktif dengan variasi suhu aktivasi.

- a. Diambil 0,2 gr masing-masing arang aktif dengan berbagai suhu aktivasi ditempatkan pada 30 ml larutan yodium pada gelas beker.
- b. Dicampur, didiamkan pada ruang gelap selama 24 jam.
- c. Larutan disaring, filtrat diambil 10,0 ml ditempatkan pada labu erlenmeyer, ditambah 4 ml H_2SO_4 2 M dan 2 tetes amilum 0,2 % kemudian dititrasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0020 M

4. Uji daya serap yodium untuk arang aktif dengan variasi ukuran partikel

- a. Arang aktif dengan suhu aktivasi 400°C, 600°C dan 800°C masing-masing dimasukkan kedalam 20 ml larutan yodium 0,0025 M yang ditampung pada gelas beker yang sama, dicampur.
- b. Gelas beker didiamkan pada ruangan gelap selama 18 jam
- c. Larutan disaring, filtrat ditampung pada labu erlenmeyer
- d. Diambil filtrat 10,0 ml ditambah 4 ml H₂SO₄ 2 M dan 2 tetes amilum 0,2 %
- e. Dititrasi dengan larutan standar Na₂S₂O₃ 0,0020 M

5. Uji daya serap yodium dengan variasi waktu kontak antara arang aktif dengan suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel lebih besar dari 200 mesh.

- a. Ditimbang arang aktif 0,2 gr ditambahkan pada larutan yodium 30 ml pada gelas beker, dicampur, diulangi untuk 8 gelas beker
- b. Didiamkan pada ruang gelap selama 9 jam, 12 jam, 15 jam, 18 jam, 21 jam, 24 jam, 29 jam dan 32 jam
- c. Setelah waktu kontak tercapai, larutan disaring dan filtrat dianalisis secara Iodimetri

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan karbon aktif dari tahun ketahun semakin pesat seiring dengan semakin beragam kebutuhannya. Permintaan dunia industri semakin beragam, tidak hanya terbatas untuk memenuhi syarat mutu yang ditetapkan SII tapi lebih bertitik berat pada aplikasinya. Diketahui bahwa setiap karbon aktif mempunyai karakter masing-masing. Maka sangat perlu untuk dikaji bahan-bahan lain yang mampu dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan karbon aktif. Selain guna menambah keragaman karbon aktif juga memberi nilai ekonomis terhadap bahan-bahan yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu bahan yang sampai sekarang belum dimanfaatkan secara maksimal adalah biji Salak. Melihat dari karakteristik biji Salak suatu senyawa organik yang keras maka penulis mencoba memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif.

Pembuatan karbon aktif dari biji Salak pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengarangan biasa menggunakan kompor listrik, karena keterbasaan alat maka aktivasi dilakukan dengan memakai faurnace. Sedangkan untuk lebih mendekati temperatur yang tepat, guna mendapatkan karbon yang reaktif maka dilakukan variasi suhu aktivasi, yaitu pada 400°C, 600°C, 800°C. Dari hasil yang didapatkan, ternyata rendemen aktivasi arang biji Salak terbanyak dilakukan oleh suhu 800°C, yaitu sebesar 24,0 %. Hasil ini hampir sama dengan rendemen aktivasi arang tempurung kelapa yaitu sebesar 25 %. Hasil masing-masing rendemen pada suhu aktivasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rendemen arang aktif dari biji Salak dengan variasi suhu aktivasi.

| No | Arang aktif dengan suhu aktivasi | Rendemen arang aktif dari biji salak |
|----|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 400 ⁰ C | 14,3 % |
| 2 | 600 ⁰ C | 12,2 % |
| 3 | 800 ⁰ C | 24,0 % |

Aktivasi dilakukan bertujuan untuk membuka rekahan-rekahan (rongga) yang sangat halus dengan jumlah yang sangat banyak sehingga luas permukaan karbon menjadi besar. Dengan kondisi ini karbon aktif dapat menyerap apa saja yang kontak dengannya, baik di udara atau di perairan. Uji kemampuan adsorpsi karbon aktif dilakukan dengan larutan yodium yang konsentrasi awalnya sudah diketahui. Digunakan yodium karena inert terhadap karbon aktif dan mudah ditentukan. Karbon aktif dari biji salak dengan suhu aktivasi 800°C ternyata mampu menyerap yodium paling banyak, sebagaimana yang disajikan dalam Tabel.

Tabel 6. Uji daya serap yodium oleh karbon aktif dengan variasi suhu aktivasi.

| No | Arang aktif dengan suhu aktivasi | Kekuatan daya serap yodium |
|----|----------------------------------|----------------------------|
| 1 | 400 ⁰ C | 68,3 % |
| 2 | 600 ⁰ C | 79,6 % |
| 3 | 800 ⁰ C | 96,5 % |

Daya serap yodium oleh karbon aktif dari biji salak dengan tiga variasi suhu aktivasi ternyata dapat melebihi 20 % sebagai batas minimal syarat mutu menurut SII. Sehingga biji salak layak digunakan sebagai adsorben. Uji daya

serap yodium ini dilakukan dengan waktu kontak selama 24 jam dalam ruang kecil yang gelap. Daya serap yodium dihitung berdasarkan selisih konsentrasi mula-mula yodium dengan konsentrasi sisa yang ditentukan secara Iodimetri.

Kemudian penelitian dilanjutkan dengan uji daya serap yodium dari segi variasi ukuran partikel karbon aktif. Hal ini dilakukan karena ukuran partikel dapat mempengaruhi daya serap yodium. Besarnya daya serap yodium masing-masing karbon aktif disajikan dalam tabel 7.

Tabel 7. Uji daya serap yodium dari karbon aktif dari biji Salak dengan variasi ukuran partikel dan variasi suhu aktivasi.

| No | Ukuran partikel karbon aktif | Suhu aktivasi karbon aktif | | |
|----|------------------------------|----------------------------|--------|--------|
| | | 400 °C | 600 °C | 800 °C |
| 1 | 100 – 140 mesh | 20,6 % | 31,4 % | 71,0 % |
| 2 | 140 – 200 mesh | 50,7 % | 68,3 % | 83,3 % |
| 3 | > 200 mesh | 66,6 % | 71,8 % | 93,8 % |

Daya serap yodium paling banyak dilakukan oleh karbon aktif dengan ukuran partikel paling kecil yaitu > 200 mesh (0,075 mm). Sehingga karbon aktif terbaik dari segi daya serap yodiumnya dilakukan oleh karbon aktif dengan suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel lebih besar 200 mesh yaitu sebesar 96,5 %. Uji daya serap yodium ini dilakukan dengan waktu kontak 18 jam. Ukuran partikel diambil berdasarkan dapat tidaknya partikel lolos dari ayakan berbagai ukuran. Bila ukuran partikel 100 - 140 mesh, berarti partikel dapat lolos dari ayakan dengan ukuran pori 100 mesh tapi tidak lolos atau ditampung pada ayakan 140 mesh. Ukuran partikel yang lolos dari ayakan 200 mesh bentuknya sangat lembut dan ringan seperti powder sehingga walau beratnya sama tetapi massanya

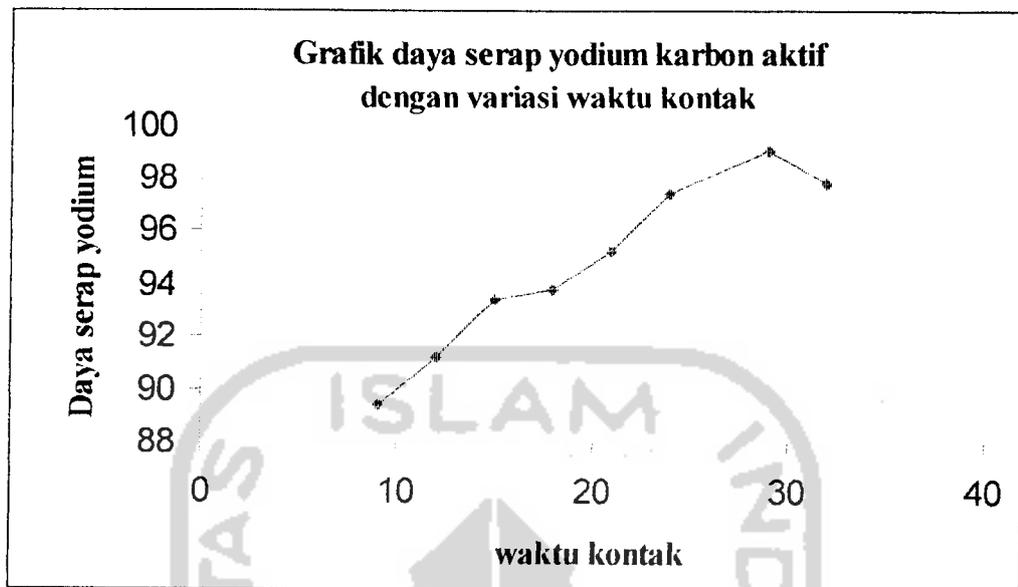
lebih banyak. Semakin lembut ukuran karbon aktif maka luas permukaannya semakin besar maka kontak dengan yodium semakin banyak sehingga wajar daya serap yodium lebih besar juga.

Kemudian penelitian dilanjutkan dengan pengaruh daya serap yodium dengan variasi waktu kontak agar diketahui seberapa banyak waktu yang diperlukan karbon aktif untuk melakukan serapan maksimal. Penelitian ini dilakukan terhadap karbon aktif yang mempunyai daya serap terbesar dari penelitian terdahulu, yaitu karbon aktif suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel >200 mesh. Uji waktu kontak dilakukan dengan variasi waktu mulai 9 jam sampai 32 jam dengan hasil disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Uji daya serap yodium dari karbon aktif suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel lebih besar 200 mesh.

| No | Waktu kontak | Daya serap yodium |
|----|--------------|-------------------|
| 1 | 9 jam | 89,4 % |
| 2 | 12 jam | 90,8 % |
| 3 | 15 jam | 93,4 % |
| 4 | 18 jam | 93,8 % |
| 5 | 21 jam | 94,8 % |
| 6 | 24 jam | 96,8 % |
| 7 | 29 jam | 99,1 % |
| 8 | 32 jam | 98,6 % |

Agar lebih mudah dalam menginterpretasikan hasilnya maka disajikan juga dalam bentuk grafik sebagaimana yang disajikan dalam gambar 5.



Gambar 6. grafik daya serap yodium dari karbon aktif suhu aktivasi 800° C dan ukuran partikel lebih besar 200 mesh.

Dengan waktu kontak 9 jam saja karbon aktif dapat menyerap yodium sebesar 89,4% dan daya serapnya terus meningkat seiring dengan lamanya waktu kontak, namun kecepatan adsorpsi semakin berkurang dengan semakin banyaknya yodium yang diserap. Seperti pada waktu kontak 18 jam atau dua kali lipat dari 9 jam pertama, daya serap yodium hanya meningkat sebesar 3,7 % tidak dua kali lipat dari 89,4 %. Daya serap maksimal karbon aktif didapat dengan waktu kontak 29 jam dengan besarnya daya serap yodium adalah 99,1 %. Tetapi bila waktu kontak diperpanjang menjadi 32 jam atau ditambah 3 jam lagi maka daya serap karbon aktif terhadap yodium mengalami penurunan 0,5 % yaitu menjadi 98,6 %. Ini suatu tanda bahwa dengan waktu kontak 29 jam daya serap yodium karbon aktif telah maksimal. Waktu kontak yang diperpanjang lagi malah akan memberikan pengurangan adsorpsi.

Menurut Standar Industri Internasional (SII) syarat mutu karbon aktif meliputi kadar air, kadar abu, bagian yang tidak mengarang, dan bagian yang hilang pada pemanasan 950°C. Pada penelitian ini juga dilakukan uji kadar air dan kadar abu, sedangkan untuk uji bagian yang tidak mengarang dan bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, karena keterbatasan peralatan, waktu dan biaya tidak dilakukan. Pengujian ini dilakukan terhadap karbon aktif dengan variasi suhu aktivasi. Hasil pengujian kadar air dan kadar abu disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji kadar air dan kadar abu arang aktif dari biji salak dibandingkan dengan syarat dari SII.

| No | Karbon aktif dengan suhu aktivasi | Kadar air | Kadar abu |
|----|-----------------------------------|-----------|-----------|
| 1 | 400 °C | 7,8 % | 39,6 % |
| 2 | 600 °C | 5,4 % | 41,7 % |
| 3 | 800 °C | 3,3 % | 54,0 % |

Kadar air dari ketiga karbon aktif tidak lebih dari 15 % sebagai batas maksimal yang ditetapkan SII, sehingga biji Salak dapat digunakan sebagai bahan pembuatan karbon aktif. Bahkan kadar air untuk karbon aktif suhu aktivasi 800°C hanya 3,3 %. Namun kadar abu semuanya melebihi dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu maksimal 10 %. Hal ini dapat dimungkinkan karena alat aktivasi yang digunakan kurang kedap udara sehingga masih memungkinkan terjadi pembakaran sempurna yang akan merubah arang menjadi abu sehingga rendemen abunya tinggi.

Karakter kandungan logam-logam berat dalam penelitian ini adalah besi, nikel dan tembaga. Hasil yang didapat dibandingkan dengan karbon aktif impor (fluka) yang kandungannya diketahui dari referensi. Karena sampel berupa

padatan maka terlebih dahulu harus diubah menjadi larutan dengan dengan pelarut yang sesuai. Menurut Pranoto (1995) tidak ada ketentuan metode destruksi yang menguntungkan. Tapi yang penting adalah efektif dan tidak mengganggu langkah dan hilangnya unsur. Dekstruksi terhadap karbon aktif dilakukan dengan dipanaskan memakai HNO₃ dan HF kemudian dicampuri asam borat. Baru kemudian dilarutkan dengan akuabides sehingga sampel menjadi dalam bentuk larutan. Kandungan logam besi, Nikel dan Tembaga dianalisa dengan instrumen AAS 3110 Perkin Elmer. Pembacaan absorbansi larutan standar dan sampel lakukan pada panjang gelombang maksimal, sebelumnya dilakukan optimasi alat agar memberikan serapan yang maksimum. Hasil pembacaan absorbansi dan konsentarsi deret larutan standar diinterpolasikan kedalam program regresi linier pada kalkulator Casio fx 3600 untuk mencari persamaan garis lurus regresi linier $y = bx + a$ dimana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi sedangkan b adalah slope dan a adalah intersep dari persamaan. Setelah absorbansi sampel dibaca kemudian dimasukkan kedalam persamaan maka konsentrasi sampel dapat diketahui. Persamaan garis lurus regresi linier dan koefisien korelasi sesungguhnya dari masing-masing logam disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Persamaan regresi linier dan koefisien korelasi Untuk larutan standar logam besi, nikel dan tembaga.

| No | Logam | Persamaan regresi linier | Koefisien regresi (r) |
|----|-------|--------------------------|-----------------------|
| 1 | Fe | $Y : 0,0183 x + 0,0120$ | 0,9983 |
| 2 | Ni | $Y : 0,0235 x + 0,0219$ | 0,9942 |
| 3 | Cu | $Y : 0,0262 x + 0,0050$ | 0,9999 |

Besarnya kandungan logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dari biji Salak kemudian dibandingkan dengan karbon aktif impor (fluka).

Tabel 11. Kandungan logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dari biji salak yang dibandingkan dengan karbon aktif fluka.

| No | Logam | Karbon aktif dari biji salak | Karbon akti impor (Fluka) |
|----|-------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Fe | 26,25 ppm | 10 ppm |
| 2 | Ni | 3,00 ppm | 10 ppm |
| 3 | Cu | 1,68 ppm | 10 ppm |

Kandungan logam besi dalam karbon aktif dari biji salak ternyata lebih besar daripada karbon aktif fluka, yaitu hampir 3 kalinya, sedangkan kandungan logam Nikel dan Tembaga dalam karbon aktif dari biji salak lebih kecil daripada karbon aktif fluka. Untuk logam nikel hanyalah sepertiganya dan untuk logam tembaga seperlimanya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa karbon aktif dari biji salak dengan suhu aktivasi 800°C dan ukuran partikel lebih besar 200 mesh mampu menyerap yodium sebesar 99,1% dengan waktu kontak selama 29 jam. Sedangkan kadar air dan kadar abu karbon aktif dengan suhu aktivasi 800°C sebesar 3,3 % dan 46% serta kandungan logam besi, nikel dan tembaga berturut-turut 26,25 ppm ; 3,00 ppm dan 1,68 ppm..

6.2 Saran

Agar karbon aktif dari biji salak pada penelitian ini dapat mempunyai nilai yang tinggi maka karakternya harus terus ditambah dan diperbaiki, maka penulis menyarankan :

1. Perlu dilakukan pembuatan karbon aktif dari biji salak dengan keadaan aktivasi yang betul-betul terbebas dari udara, sehingga didapatkan rendemen karbon aktif yang maksimal.
2. Perlu dilakukan lebih banyak lagi uji seperti tingkat kemurnian, keseragaman ukuran partikel, kandungan logam-logam yang lain, tingkat kekerasan, berat jenis, dll.

3. Untuk dikembangkan dalam skala industri diperlukan suatu usaha yang terpadu untuk mengumpulkan biji salaknya, peralatan aktivasi yang mempunyai daya tampung yang besar dan jaringan pemasaran yang baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1998, *Arang aktif dari tempurung kelapa*, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Bassett, J., dkk, 1987, *Buku ajar vogel, kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*, Buku kedokteran EGC, Jakarta.
- Cotton, F. A dan Wilkinson, G., 1989, *Kimia anorganik dasar*, UI-Pres, Jakarta
- Ellen, 2003, *Penentuan kandungan Seng dalam kosmetik dengan spektrometri serapan atom*, Skripsi, UII, Jogyakarta.
- Hartati, SBK., 1998, *Unsur kelumit (Cr, Fe, Cu) dalam cuplikan bahan lingkungan, kasus : Hasil analisis algae, Kerang, casava dan ikan.*, Skripsi, STTL YLH, Jogyakarta.
- Ismawati, R., 1999, *Studi interferensi Besi terhadap penentuan Kobal dan Mangan dalam batuan laterit dengan metode Spektrometri serapan atom*, Thesis, UGM, Jogyakarta.
- Isnijah, S dan Yuda, A., 1984, *Penentuan beberapa logam dalam karbon aktif dengan Spektrometer Serapan Atom (AAS)*, Indokimia, Vol II, No 2, ISSN: 0854 – 3410.
- Mudasir, 2003, *Spektrometri atom : Emisi nyala (flame emission) FES dan serapan atom (atomic adsorption) AAS*, Hand out pelatihan Kimia instrumental II, UGM, Yogyakarta.
- Pari, G., 2002, *Teknologi alternatif pemanfaatan limbah industri pengolahan kayu*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pari, G., 1999, *Karakterisasi arang aktif dari arang serbuk gergaji sengon dengan NH_4HCO_3 sebagai bahan pengaktif*, Buletin penelitian hasil hutan.
- Pari, G., 1996, *Pembuatan arang aktif dari serbuk kayu gergajian Sengon dengan cara kimia*, Buletin penelitian hasil hutan.
- Pari, G., 1996, *Pembuatan arang aktif dari serbuk gergajian tusam untuk penjernih air sumur dan limbah cair industri pulp dan kertas*, Buletin penelitian hasil hutan.

- Pohan, H. G dan Wulandari, R., *Pengaruh suhu dan kosentrasi Natrium hidroksida pada pembuatan karbon aktif dari sekam padi*, Balai Pengembangan Khemurgi dan Aneka Industri Balai Besar Penelitian dan Perdagangan bekerjasama dengan FMIPA jurusan Kimia Universitas Indonesia.
- Prasetyo dkk, 2001, *Prospek gambut sebagai bahan baku karbon aktif*, Jurusan Biologi dan Kimia FMIPA Universitas Negeri Jogjakarta, Jogjakarta.
- Purwono, S., 1996, *Penentuan karakter filter karbon aktif terhadap gas argon aktif (Ar -41)*, STTL YLH, Yogyakarta.
- Salamah, S., 2001, *Pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan perlakuan perendaman dalam garam karbonat*, Prodi Teknik Kimia FTI Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Setyoningrum, T.M dan Hadi, F., 2001, *Aktivasi arang tempurung kelapa secara kimia dengan larutan kimia $ZnCl_2$, KCl dan HNO_3* , Jurusan Teknik Kimia UPN "Veteran", Yogyakarta.
- Sadono, S., 1995, *Pelacakan logam-logam berat Fe, Pb, Zn dan Sn dalam produk susu kaleng dengan metode SSA*, Skripsi, UGM, Yogyakarta.
- Suwarto, M dkk, 1988, *Suhu optimal pengarangan dan pembakaran sekam padi*, Pusat Penelitian Fisika, lembaga Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Widodo, A dkk., 1998, *Karactersasi arang karbon aktif untuk filter gas hasil fisi didala reaktor*, Laporan PKL di BATAN PPNY, Jurusan Teknik Mesin politeknik UNDIP, Semarang.

PERHITUNGAN PEROLEHAN RENDEMEN PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK UNTUK DIANALISIS KANDUNGAN LOGAM BESI NIKEL DAN TEMBAGA DENGAN AAS

1. Rendemen biji salak setelah dikeringkan dengan sinar matahari.

a. Buah salak setelah dipetik 2 hari, dijemur dibawah sinar matahari,

berat biji salak : 195,95 gr

b. Diserbukkan, dijemur lagi, beratnya menjadi : 145,74 gr

$$\text{Rendemen penjemuran} : \frac{145,74}{195,95} \times 100\%$$

: 74,4 %

2. Rendemen arang biji salak setelah dibakar.

a. Serbuk biji salak yang dibakar : 70,17 gr

b. Dibakar, beratnya menjadi : 6,23 gr

$$\text{Rendemen arang} : \frac{6,23}{70,17} \times 100\%$$

: 8,8 %

3. Rendemen arang aktif

a. Berat arang yang dihaluskan : 6,23 gr

b. Berat arang setelah diaktivasi : 1,51 gr

$$\text{Rendemen arang aktif} : \frac{1,51 \text{ gr}}{6,23 \text{ gr}} \times 100\%$$

: 24,3 %

PERHITUNGAN RENDEMEN HASIL PEMBUTAN KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK DENGAN VARIASI SUHU AKTIVASI YANG HASIL AKHIRNYA DISAJIKAN PADA TABEL 5

1. Rendemen arang aktif dengan suhu aktivasi 400⁰C
 - a. Berat arang biji salak yang diaktivasi : 18,1 gr
 - b. Berat arang biji salak setelah diaktivasi : 2,58 gr

$$\text{Rendemen arang aktif} : \frac{2,58 \text{ gr}}{18,1 \text{ gr}} \times 100\%$$
$$: 14,3 \%$$

2. Rendemen arang aktif dengan suhu aktivasi 600⁰C
 - a. Berat arang biji salak yang diaktivasi : 26,69 gr
 - b. Berat arang biji salak setelah diaktivasi : 3,25 gr

$$\text{Rendemen arang aktif} : \frac{3,25 \text{ gr}}{26,69} \times 100\%$$
$$: 12,2 \%$$

3. Rendemen arang aktif dengan suhu aktivasi 800⁰C
 - a. Berat arang biji salak yang diaktivasi : 48,51 gr
 - b. Berat arang biji salak setelah diaktivasi : 11,62 gr

$$\text{Rendemen arang aktif} : \frac{11,62}{48,51} \times 100\%$$
$$: 24,0 \%$$

PERHITUNGAN DAYA SERAP YODIUM OLEH KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK DENGAN VARIASI SUHU AKTIVASI YANG HASIL AKHIRNYA DISAJIKAN PADA TABEL 6

Diketahui :

- a. Konsentrasi larutan standar yodium mula-mula : 0,0025 M
 - b. Konsentrasi larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan : 0,0022 M
 - c. Volume larutan yodium sisa yang dititisi yang diperlukan : 10 ml
1. Daya serap yodium arang aktif dengan suhu aktivasi 400°C

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 3,6 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = M . V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: M . V Yodium

$$0,0022 \cdot 3,6 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000792$$

Daya serap yodium

$$: \frac{\text{Konsentrasi yodium.mulamula} - \text{Konsentras.yodium.sisa}}{\text{Konsentrasi.yodium.mulamula}} \cdot 100\%$$

$$: \frac{0,0025 - 0,000792}{0,0025} \cdot 100\%$$

: 68,3 %

2. Daya serap yodium oleh arang aktif dengan suhu aktivasi 600°C

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 2,3 ml

V yodium : 10 ml

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 2,3 = M \cdot 10$$

$$M = 0,000511$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000511}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 79,6 \%$$

3. Daya serap yodium arang aktif dengan suhu aktivasi 800°C

$$\text{Diket. } M \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$$

$$\text{Hasil titrasi (V Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) : 0,40 \text{ ml}$$

$$\text{V yodium} : 10 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 0,40 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000088$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000088}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 96,5 \%$$

PERHITUNGAN UJI DAYA SERAP YODIUM OLEH KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK DENGAN VARIASI SUHU AKTIVASI DAN UKURAN PARTIKEL YANG HASIL AKHIRNYA DISAJIKAN PADA TABEL 7

Diketahui :

- a. Konsentrasi larutan standar yodium mula-mula : 0,0025 M
 - b. Konsentrasi larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan : 0,0022 M
 - c. Volume larutan yodium sisa yang dititasi yang diperlukan : 10 ml
1. Daya serap yodium arang aktif dengan suhu aktivasi 400°C

- a. Ukuran partikel 100 - 140 mesh

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 13,7 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = M . V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: M . V Yodium

$$0,0022 \cdot 13,7 : M \cdot 10$$

$$M = 0,0030$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,0030}{0,0025} \cdot 100\%$$

$$: 20,6 \%$$

- b. Ukuran partikel 140 - 200 mesh

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 5,6 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = M . V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: M . V Yodium

$$0,0022 \cdot 5,6 : M \cdot 10$$

$$M = 0,00123$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,00123}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 50,7 \%$$

c. Ukuran partikel > 200 mesh

$$\text{Diket. } M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$$

$$\text{Hasil titrasi (V Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) : 3,8 \text{ ml}$$

$$\text{V yodium} : 10 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{ Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 3,8 : M \cdot 10$$

$$M = 0,00022$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000836}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 66,6 \%$$

2. Daya serap yodium arang aktif dengan suhu aktivasi 600°C

a. Ukuran partikel 100 - 140 mesh

$$\text{Diket. } M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$$

$$\text{Hasil titrasi (V Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) : 7,8 \text{ ml}$$

$$\text{V yodium} : 10 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{ Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 7,8 : M \cdot 10$$

$$M = 0,001716$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,001716}{0,0025} \times 100\% : 31,4 \%$$

b. Ukuran partikel 140 – 200 mesh

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 1,0 ml

V yodium : 3,6 ml

Konsentrasi yodium sisa = M . V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: M . V Yodium

$$0,0022 \cdot 3,6 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000792$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000792}{0,0025} \cdot 100\%$$

$$: 68,3 \%$$

c. Ukuran partikel > 200 mesh

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 1,0 ml

V yodium : 3,2 ml

Konsentrasi yodium sisa = M . V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: M . V Yodium

$$0,0022 \cdot 3,2 : M \cdot 10$$

$$M = 0,00022$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,00022}{0,0025} \cdot 100\%$$

$$: 71,8 \%$$

3. Daya serap yodium arang aktif dengan suhu aktivasi 800°C

a. Ukuran partikel 100 - 140 mesh

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 3,3 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$

$$0,0022 \cdot 3,3 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000726$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000726}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 71,0 \%$$

b. Ukuran partikel 140 - 200 mesh

Diket. $M \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 1,9 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$

$$0,0022 \cdot 1,9 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000418$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000418}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 83,3 \%$$

c. Ukuran partikel > 200 mesh

Diket. $M \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 0,7 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodiu...}$

$$0,0022 \cdot 0,7 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000154$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000154}{0,0025} \times 100\%$$

: 93,8 %



PERHITUNGAN DAYA SERAP YODIUM OLEH KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK DENGAN SUHU AKTIVASI 800°C DAN UKURAN PARTIKEL 200 MESH DENGAN VARIASI WAKTU KONTAK YANG HASIL AKHIRNYA DISAJIKAN PADA TABEL 8.

1. Waktu kontak 9 jam

Diket. $M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi ($V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 1,2 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: $M \cdot V$ Yodium

$$0,0022 \cdot 1,2 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000264$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000254}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 89,4 \%$$

2. Waktu kontak 12 jam

Diket. $M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi ($V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 1,05 ml

V yodium : 10 ml

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: $M \cdot V$ Yodium

$$0,0022 \cdot 1,05 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000231$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000231}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 90,8 \%$$

3. Waktu kontak 15 jam

Diket. $M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 0,752 ml

$V \text{ yodium} : 10 \text{ ml}$

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{ Yodium}$

$$0,0022 \cdot 0,752 : M \cdot 10$$

$$M = 0,001654$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,001654}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 93,4 \%$$

4. Waktu kontak 18 jam

Diket. $M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 0,785 ml

$V \text{ yodium} : 10 \text{ ml}$

Konsentrasi yodium sisa = $M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{ Yodium}$

$$0,0022 \cdot 0,785 : M \cdot 10$$

$$M = 0,0001727$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,0001727}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 93,8 \%$$

5. Waktu kontak 21 jam

Diket. $M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 0,594 ml

V yodium : 10 ml

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 0,594 : M \cdot 10$$

$$M = 0,0001307$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,0001307}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 94,8 \%$$

6. Waktu kontak 24 jam

Diket. $M \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 0,368 ml

V yodium : 10 ml

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 0,368 : M \cdot 10$$

$$M = 0,000081$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,000081}{0,0025} \times 100\%$$

$$: 96,8 \%$$

7. Waktu kontak 29 jam

Diket. $M \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : 0,0022 \text{ M}$

Hasil titrasi ($V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 1,02 ml

V yodium : 10 ml

$$\text{Konsentrasi yodium sisa} = M \cdot V \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 : M \cdot V \text{Yodium}$$

$$0,0022 \cdot 1,02 : M \cdot 10$$

$$M = 0,00002244$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,00002244}{0,0025} \times 100\%$$

: 99,1 %

8. Waktu kontak 32 jam

Diket. M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0,0022 M

Hasil titrasi (V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) : 0,154 ml

V yodium : 10 ml

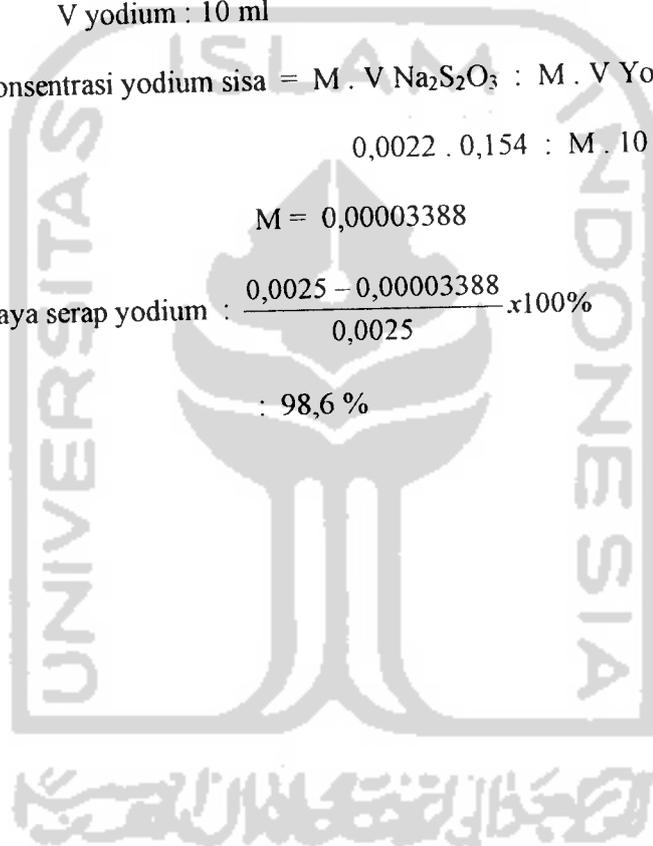
Konsentrasi yodium sisa = M . V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: M . V Yodium

$$0,0022 \cdot 0,154 : M \cdot 10$$

$$M = 0,00003388$$

$$\text{Daya serap yodium} : \frac{0,0025 - 0,00003388}{0,0025} \times 100\%$$

: 98,6 %



PERHITUNGAN KADAR AIR DAN KADAR ABU KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK YANG HASIL AKHIRNYA DISAJIKAN PADA TABEL 9.

I. Kadar air

a. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 400⁰C

i. Berat karbon aktif sebelum dipanaskan : 0,51 gr

ii. Berat karbon aktif setelah dipanaskan : 0,47 gr

$$\text{Kadar air} : \frac{0,51 - 0,47}{0,51} \times 100\%$$

: 7,8 %

b. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 600⁰C

i. Berat karbon aktif + kaca arloji sebelum dipanaskan : 37,21 gr

ii. Berat karbon aktif + kaca arloji setelah dipanaskan : 37,19 gr

$$\text{Kadar air} : \frac{37,21 - 37,19}{37,21} \times 100\%$$

: 5,3 %

c. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 800⁰C

i. Berat karbon aktif + kaca arloji sebelum dipanaskan : 61,41 gr

ii. Berat karbon aktif + kaca arloji sesudah dipanaskan : 11,39 gr

$$\text{Kadar air} : \frac{61,41 - 11,39}{61,41} \times 100\%$$

: 3,3 %

2. Kadar abu

a. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 400⁰C

i. Berat karbon aktif sebelum difaurnace : 0,48 gr

ii. Berat karbon aktif setelah difaurnace : 0,29 gr

$$\text{Kadar abu} : \frac{0,48 - 0,29}{0,48} \times 100\%$$

: 39,6 %

b. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 600⁰C

i. Berat karbon aktif sebelum difaurnace : 0,48 gr

ii. Berat karbon aktif setelah didfaurnace : 0,28 gr

$$\text{Kadar abu} : \frac{0,48 - 0,28}{0,48} \times 100\%$$

: 41,7 %

c. Karbon aktif dengan suhu aktivasi 800⁰C

i. Berat karbon aktif sebelum difaurnace : 0,50 gr

ii. Berat karbon aktif sesudah difaurnace : 0,23 gr

$$\text{Kadar abu} : \frac{0,50 - 0,23}{0,48} \times 100\%$$

: 54,0 %

PERHITUNGAN KANDUNGAN LOGAM BESI, NIKEL DAN TEMBAGA
DALAM KARBON AKTIF DARI BIJI SALAK YANG HASIL AKHIRNYA
DISAJIKAN PADA TABEL 11

1. Logam Besi

Tabel 12. Hasil pembacaan absorbansi larutan standar dengan AAS

| No | Konsentrasi standar (x) Dalam satuan ppm | Absorbansi (y) |
|----|---|---------------------|
| 1 | 0 | 0,000 |
| 2 | 2,5 | 0,054 |
| 3 | 5 | 0,102 |
| 4 | 7,5 | 0,151 |
| 5 | 10 | 0,190 |

a. Sampel diencerkan 5 kali, dan dibaca absorbansi 3 kali dengan hasil
rata-rata : 0,108

b. Hasil perhitungan persamaan regresi linier larutan standar besi dengan
kalkulator casio fx 3600 adalah :

$$y = 0,0183 x + 0,012$$

c. Konsentrasi sampel adalah:

$$0,108 = 0,0183 x + 0,012$$

$$x = \frac{0,012 - 0,108}{-0,0183}$$

$$x = 5,25$$

Maka konsentrasi sampel sebenarnya adalah

$$= 5,25 \times 5 \text{ kali pengenceran}$$

$$= 26,25 \text{ ppm}$$



2. Logam Nikel

Tabel 13. Hasil pembacaan absorbansi larutan standar dengan AAS

| No | Konsentrasi standar (x) Dalam satuan ppm | Absorbansi (y) |
|----|---|---------------------|
| 1 | 0 | 0,000 |
| 2 | 2,5 | 0,085 |
| 3 | 5 | 0,154 |
| 4 | 10 | 0,274 |
| 5 | 15 | 0,356 |

- a. Sampel absorbansi dibaca 3 kali dengan hasil rata-rata :0,029
- b. Hasil perhitungan persamaan regresi linier larutan standar besi dengan

kalkulator casio fx 3600 adalah :

$$y = 0,0235 x + 0,043$$

- c. Konsentrasi sampel adalah:

$$0,029 = 0,0235 x + 0,0219$$

$$x = \frac{0,029 - 0,0219}{0,00235}$$

$$x = 3,00$$

Maka konsentrasi sampel sebenarnya adalah 3,00 ppm

3. Logam Tembaga

Tabel 14. Hasil pembacaan absorbansi larutan standar dengan AAS

| No | Konsentrasi standar(x) Dalam satuan ppm | Absorbansi (y) |
|----|--|---------------------|
| 1 | 0 | 0,000 |
| 2 | 2,5 | 0,070 |
| 3 | 5 | 0,136 |
| 4 | 7,5 | 0,202 |
| 5 | 10 | 0,260 |

- a. Sampel dibaca absorbansi 3 kali dengan hasil rata-rata : 0,049
- b. Hasil perhitungan persamaan regresi linier larutan standar besi dengan

kalkulator casio fx 3600 adalah :

$$y = 0,0262 x + 0,005$$

- c. Konsentrasi sampel adalah:

$$0,049 = 0,0262 x + 0,005$$

$$x = \frac{0,005 - 0,049}{0,0262}$$

$$x = 1,68$$

Maka konsentrasi sampel sebenarnya adalah 1,68 ppm

KONDISI OPTIMUM PARAMETER AAS UNTUK ANALISIS LOGAM BESI,
 NIKEL DAN TEMBAGA

Tabel 15. Kondisi optimum parameter AAS untuk analisis logam Besi,
 Nikel dan Tembaga

| No | Parameter | Besi | Nikel | Tembaga |
|----|-------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Panjang gelombang maksimum | 248,3 nm | 232,0 nm | 324,9 nm |
| 2 | Kuat arus HCL | 12,0 mA | 14,0 mA | 11 mA |
| 3 | Lebar Celah | 0,7 nm tipe tipe High | 0,7 nm tipe High | 0,7 nm tipe High |
| 4 | Laju alir gas asetilena | 2,3 L/menit | 2,3 L/menit | 2,3 L/menit |
| 5 | Laju alir udara | 3,5 L/menit | 3,0 L/menit | 3,2 L/menit |
| 6 | Tinggi burner | 7,5 mm | 7,5 mm | 7,5 mm |

PERHITUNGAN PEMBUATAN REAGEN

1. Aguaragia

Sudah jelas

2. Larutan HNO₃ : Aquades = 1:3

Sudah jelas

3. HCl 0,5 M

Pembuatan HCl 0,5 M dengan mengencerka HCl pekat BJ 1,19 gr/ml 37 %

$$BJ = \text{gr/ml}$$

$$\text{gr} = BJ \times \text{ml}$$

$$= 1,19 \text{ gr/ml} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 1190 \text{ gr}$$

$$M = \frac{\text{gr}}{BM.L}$$

$$M = \frac{1190}{36,5 \times 1}$$

$$M = 32,6$$

$$M.V_{\text{HCl pekat}} = M.V_{\text{HCl 0,5 M}}$$

$$32,6.V_{\text{HCl pekat}} = 0,5 \cdot 100$$

$$V_{\text{HCl pekat}} = \frac{0,5 \times 100}{32,6}$$

$$= 1,53 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat HCl 0,5 M sebanyak 100 ml, diambil HCl pekat sebanyak 1,53 ml diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 ml sampai tanda tera.

4. H₃BO₃ jenuh

Sudah jelas

5. KI 2 M

Untuk membuat KI 2 M dengan cara mengencerkan dari KI 4 M

$$M \cdot V_{KI\ 4\ M} = M \cdot V_{KI\ 2\ M}$$

$$4 \cdot V_{KI\ 4\ M} = 2 \cdot 500$$

$$V_{KI\ 4\ M} = \frac{2 \times 500}{4}$$
$$= 250\ \text{ml}$$

Jadi untuk membuat KI 2 M diambil 250 ml KI 4 M sebanyak 250 ml diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

6. H₂SO₄ 2 M

Pembuatan H₂SO₄ 2 M dengan cara mengencerka H₂SO₄ pekat BJ 1,84 gr/ml

BJ = gr/ml

$$\text{gr} = \text{BJ} \times \text{ml}$$

$$= 1,84\ \text{gr/ml} \times 1000\ \text{ml}$$

$$= 1840\ \text{gr}$$

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{BM} \cdot L}$$

$$M = \frac{1840}{98,06 \times 1} \quad M = 18,76\ \text{M}$$

$$M.V \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ pekat} = M.V \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ 2 M}$$

$$18,76. V \text{ HCl pekat} = 2 . 500$$

$$V \text{ HCl pekat} = \frac{2 \times 500}{18,76}$$

$$= 53,3 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat H_2SO_4 2 M sebanyak 500 ml, diambil H_2SO_4 pekat sebanyak 53,3 ml diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

7. Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,004 M

Terlebih dahulu membuat larutan induk $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 M

$$\text{gr} = M.BM.V$$

$$= 0,1 \times 294,3 \times 0,1$$

$$= 2,94 \text{ gr}$$

Ditimbang kristal $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebanyak 2,98 gr diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 ml sampai tanda tera.

$$M.V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 0,1 M} = M.V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 0,004 M}$$

$$0,1. V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 0,1 M} = 0,004 . 500$$

$$V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 0,1 M} = \frac{0,004 \times 500}{0,1}$$

$$= 4 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,004 M sebanyak 500 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 M diencerkan dengan aquades dalam labu uku tanda tera.

8. larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0020 M

Terlebih dahulu membuat larutan induk $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M

$$\text{gr} = M \cdot \text{BM} \cdot V$$

$$= 0,1 \times 248,18 \times 0,1$$

$$= 2,48 \text{ gr}$$

Ditimbang kristal $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebanyak 2,48 gr diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 ml sampai tanda tera.

$$M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1 M} = M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,0020 M}$$

$$0,1 \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1 M} = 0,0020 \cdot 500$$

$$V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1 M} = \frac{0,002 \times 500}{0,1}$$
$$= 10 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0020 M sebanyak 500 ml diambil 10 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0020 M dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,004 M

Data hasil tetras

| No | Volume $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,004 M | Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0020 M |
|----|--|---|
| 1 | 10,0 ml | 18,20 ml |
| 2 | 10,0 ml | 18,20 ml |
| | Rata-rata : 10,0 ml | 18,20 ml |

$$M \cdot V \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 0,004 M} = M \cdot V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,0020 M}$$

$$0,004 \cdot 10 = M \cdot 18,2$$

$$M = \frac{0,004 \times 10}{18,2}$$

$$M = 0,0022$$

9. Larutan yodium 0,0020 M

Untuk membuat yodium 0,0020 M dengan cara mengencerkan yodium 0,05 M

$$M.V \text{ yodium } 0,05 \text{ M} = M.V \text{ yodium } 0,0020 \text{ M}$$

$$0,05 . V \text{ yodium } 0,05 \text{ M} = 0,0020 . 500$$

$$V \text{ yodium } 0,05 \text{ M} = \frac{0,0020 \times 500}{0,05}$$

$$= 20 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat yodium 0,0020 M sebanyak 500 ml diambil 20 ml yodium 0,05 M diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 ml sampai tanda tera.

Standarisasi larutan yodium 0,0020 M dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0022 M

Data hasil tetraasi

| No | Volume yodium 0,0020 M | Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0022 M |
|----|------------------------|---|
| 1 | 10,0 ml | 11,30 ml |
| 2 | 10,0 ml | 11,30 ml |
| | Rata-rata : 10,0 ml | 11,30 ml |

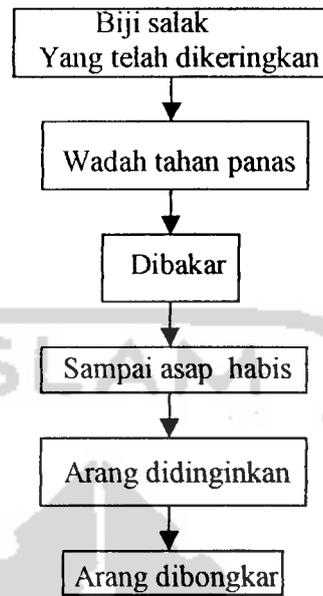
$$M.V \text{ yodium } 0,0020 \text{ M} = M.V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ } 0,0022 \text{ M}$$

$$M . 10 = 0,0020 . 11,30$$

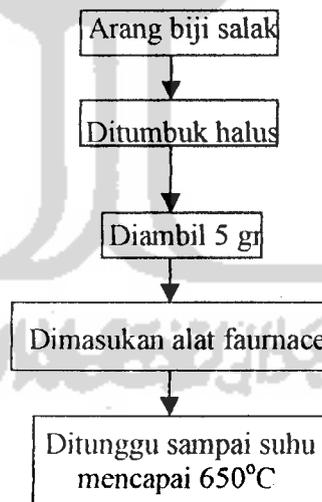
$$M = \frac{0,0022 \times 11,30}{10}$$

$$M = 0,0025$$

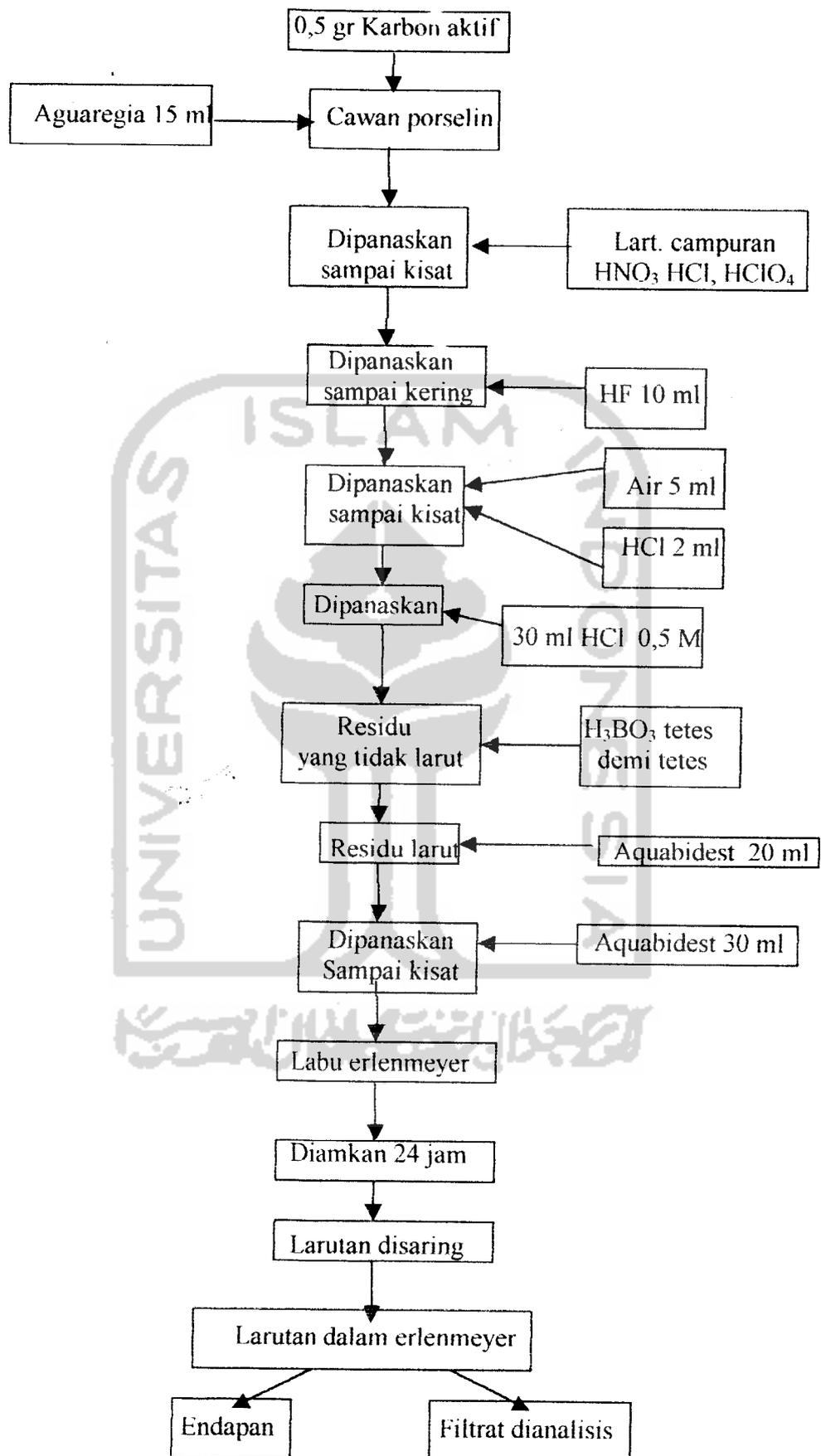
Gambar sistematika kerja penelitian yang dilakukan



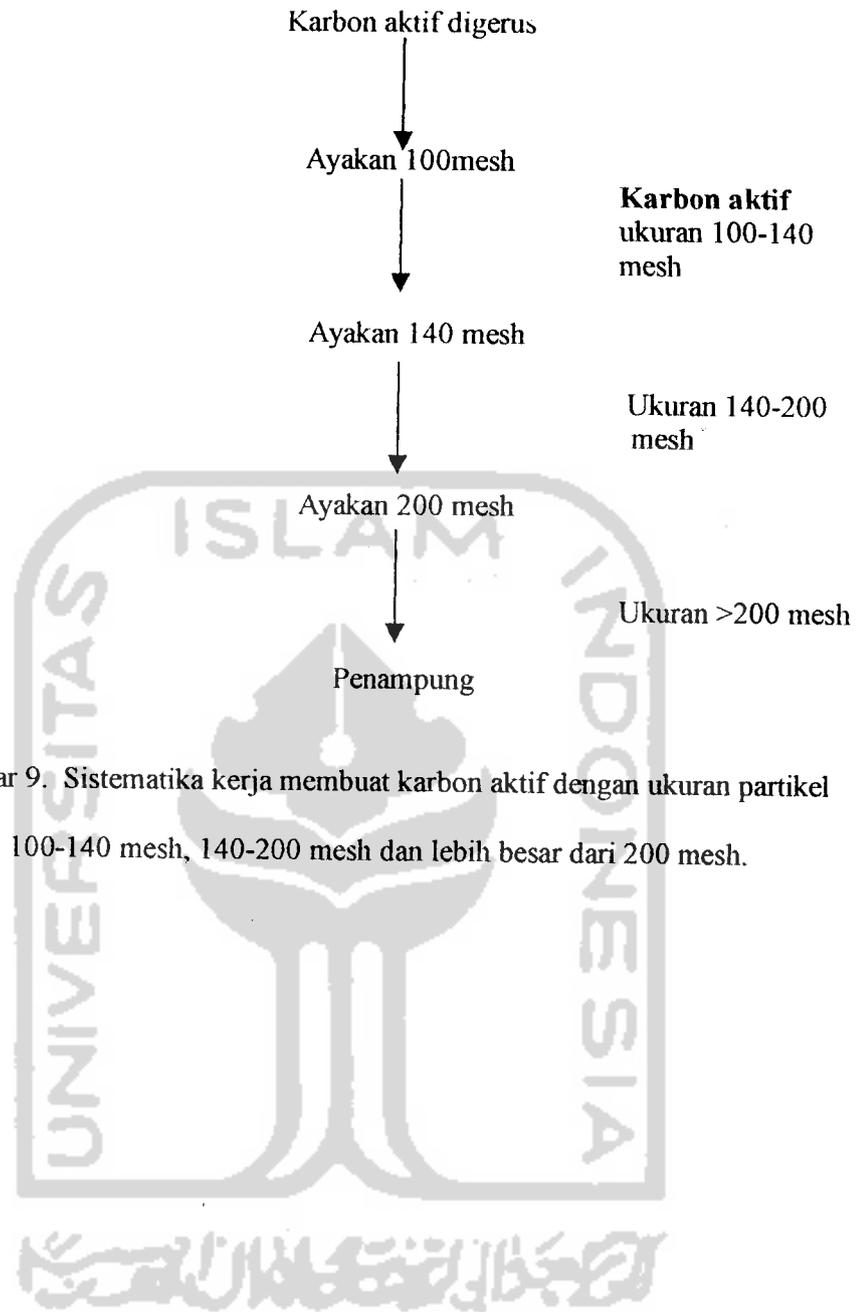
Gambar 6. Sistematika kerja proses pengarangan biji salak



Gambar 7. Sitematika kerja proses aktivasi arang biji salak



Gambar 8. Sistematika kerja analisis logam besi, nikel dan tembaga dalam karbon aktif dengan AAS (Isnijah dan Yuda, 1984)



Gambar 9. Sistematika kerja membuat karbon aktif dengan ukuran partikel 100-140 mesh, 140-200 mesh dan lebih besar dari 200 mesh.