

**PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI KARBON AKTIF DARI
LIMBAH BIOMASSA MENGGUNAKAN METODE
IODOMETRI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

RAHMAH SASQIA YULANDARI

NIM. 190208061

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2024 M/1446 H**

**PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI KARBON AKTIF
DARI LIMBAH BIOMASSA MENGGUNAKAN METODE
IODOMETRI**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Oleh

RAHMAH SASQIA YULANDARI

NIM. 190208061


Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia


Disetujui oleh:

AR - RANIRY

Pembimbing I

Pembimbing II


Adean Mayasri, M.Sc.
NIP. 199203122018012002


Muhammad Reza, M.Si.
NIP. 199402122020121015

PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI KARBON AKTIF DARI LIMBAH BIOMASSA MENGGUNAKAN METODE IODOMETRI

SKRIPSI


Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia


Pada Hari/Tanggal : Senin, 29 Juli 2024 M
23 Muharram 1446 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,


Sekretaris,



Adean Mayasri, M.Sc.
NIP. 199203122018012002


Muhammad Reza, M.Si.
NIP. 199402122020121015

Penguji I,

Penguji II,


Mukhlis, S.T., M.Pd.
NIP. 197211102007011050


Safrijal, S.Pd.I., M.Pd.
NIDN. 2004038801

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh




Prof. Safri Mulya, S.Ag., MA., M.Ed., Ph.D.,
NIP. 197401021997031003

H6

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmah Sasqia Yulandari
NIM : 190208061
Prodi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Dari Limbah Biomassa Menggunakan Metode Iodometri

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi, saya:

- A. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
- B. Tidak melakukan plagiasi terhadap karya orang lain;
- C. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber ahli atau tanpa izin pemilik karya;
- D. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
- E. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Aceh Besar, 29 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Rahmah Sasqia Yulandari

ABSTRAK

Nama : Rahmah Sasqia Yulandari
NIM : 190208061
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Kimia
Judul : Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Dari Limbah Biomassa Menggunakan Metode Iodometri
Tanggal Sidang : 29 Juli 2024
Tebal Skripsi : 70 halaman
Pembimbing I : Adean Mayasri, M.Sc
Pembimbing II : Muhammad Reza, M.Si
Kata kunci : *Karbon aktif; Kadar Logam; Titrasi Iodometri*

Limbah biomassa sangat bermanfaat karena mengandung unsur mineral yang berasal dari tumbuhan yang bervariasi dari satu tempat ke tempat lain karena kandungan mineral dalam tanah berbeda-beda tergantung tempat tumbuhnya tanaman tersebut. Untuk menguji perlu diketahui nilai standar kandungan iodium pada karbon aktif dapat mencapai 750 mg/g. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengukur kadar logam pada karbon aktif dari limbah biomassa dengan menggunakan metode AAS, menghitung kemampuan adsorpsi karbon aktif dari limbah biomassa menggunakan metode titrasi Iodometri. Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahapan yaitu menentukan kadar logam menggunakan AAS dan uji daya serap iodium. Penentuan kadar logam pada karbon sesudah aktivasi nilai rata-rata logam kalsium 0,339 mg/g sampai dengan 0,478 mg/g. Sedangkan dari karbon sebelum aktivasi nilai rata-rata logam kalsium $\pm 0,34$ mg/g sampai dengan $\pm 0,416$ mg/g. Pada karbon sebelum aktivasi nilai rata-rata logam kalium 0,096 mg/g sampai dengan 0,185 mg/g. Serta pada karbon sesudah aktivasi nilai rata-rata logam kalium $\pm 0,083$ mg/g sampai dengan $\pm 0,116$ mg/g. Pengujian daya serap iodium pada karbon aktif sebelum aktivasi mempunyai daya serap iodium paling tinggi yaitu sebesar 796,932 mg/g, sedangkan daya serap iodium paling rendah 527,904 mg/g.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji beserta syukur kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berbagai segala macam nikmat terutama nikmat dalam menuntut ilmu sehingga penulis dapat menyusun proposal skripsi ini dengan judul: **“Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Dari Limbah Biomassa Menggunakan Metode Iodometri”**. Shalawat beserta salam tidak lupa pula penulis hantarkan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari alam kejahilan ke alam yang penuh dengan nikmat ilmu pengetahuan.

Dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini, penulis juga telah mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Safrul Muluk, S. Ag., M. Ed., Ph.D sebagai Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, para wakil Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan beserta seluruh staf-stafnya
2. Ibu Sabarni, S.Pd.I., M.Pd., selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan bapak Teuku Badlisyah, S.Pd.I., M.Pd. sebagai Sekretaris Prodi Pendidikan Kimia beserta seluruh stafnya.
3. Ibu Adean Mayasri, M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga dalam memberikan masukan, bimbingan dan arahan kepada saya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu
4. Bapak Muhammad Reza, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga dalam memberikan masukan, bimbingan dan arahan kepada saya sehingga skripsi dapat diselesaikan tepat waktu.

5. Bapak Haris Munandar, M.Pd selaku laboran Laboratorium Kimia FTK yang telah memberikan arahan dan masukan selama penelitian berlangsung.

Penulis yang juga selaku manusia yang tidak luput dari kesalahan menyadari bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritikan dan saran yang bersifat membangun sebagai pedoman untuk perbaikan dimasa yang akan mendatang.

Aceh Besar, 29 Juli 2024

Penulis,

Rahmah Sasqia Yulandari



HALAMAN PERSEMBAHAN

Tiada lembar skripsi yang paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan. Bismillahirrahmanirrahim skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Cinta pertamaku dan pintu surgaku, Ayahanda Suflan dan Ibunda Almh. Yunila Ana. Terima kasih atas segala doa dan dukungan yang tidak pernah putus. Memberikan cinta, kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang mengiringi setiap Langkah untuk menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih telah mengantarkan Ananda sampai di titik ini. Terima kasih sudah berjuang untukku, membesarkan dan mendidikku sampai mendapat gelar sarjanaku. Semoga Allah SWT senantiasa menjaga kalian sampai melihatku berhasil dengan keputusanku dan hiduplah lebih lama.
2. Abang dan kakak tersayang, Hendrix Indra Kusuma dan Putri Puspita Dewi. Terimakasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh Pendidikan ini.
3. Adikku tercinta, Miftahul Rifqa. Terima kasih atas semangat dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis. Tumbuhlah menjadi versi paling hebat adikku.
4. Teman seperjuanganku, Rizky Jumatul Fajri, Saura Alaifa Nazmi, dan Asyraful Anam. Terima kasih sudah menemaniku selama masa perkuliahan. Terima kasih sudah menjadi teman, sahabat, dan saudara yang selalu menguatkan. Mengambil banyak peran penting dibalik layar, kebersamai dalam perjuangan dan tidak pernah mengeluh Ketika direpotkan. Semoga sama-sama dilancarkan segala urusannya. *See u on top guys!*
5. Sahabat tercinta, Amara Nahdyatul Hikmah Dasmara dan Siti Hajar. Terima kasih telah menjadi tempat terbaik untuk mengutarakan keluh dan kesahku. Menemani perjuangan dari jauh, memberikan doa dan dukungan penuh dalam proses penyelesaian Pendidikan ini.

6. Kepada teman-teman angkatan 2019 yang telah mendukung dan memberikan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
7. Kepada seluruh pihak yang tidak disebutkan disini yang telah membantu penelitian ini hingga selesai.
8. *Last but not least*, untuk diri saya sendiri Rahmah Sasqia Yulandari. Terima kasih sudah nertahan dan berjuang sampai saat ini atas banyaknya harapan dan Impian yang harus diwujudkan. Terima kasih untuk selalu percaya bahwa segala niat baik dan harapan akan selalu diberikan kemudahan. Selamat bergelar sarjana S.Pd.



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI	
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Tujuan Penelitian	6
C. Ruang Lingkup Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. Biomassa.....	8
B. Karakteristik Limbah Biomassa.....	9
1. Kulit Durian	9
2. Cangkang Kelapa Sawit.....	10
3. Kulit Kopi	12
4. Kulit Pinang.....	13
C. Karbon Aktif.....	14
D. Adsorpsi.....	16
E. Kadar Logam.....	18
1. Logam Kalsium.....	19
2. Logam Kalium	20
F. Spektometri Serapan Atom.....	21
G. Titrasi Iodometri	23
H. Bilangan Iod	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Garis Besar Penelitian	28

B. Alat dan Badan.....	28
1. Alat.....	28
2. Bahan	28
C. Waktu Dan Tempat.....	29
D. Prosedur Kerja	30
1. Pengukuran Kadar Logam Menggunakan <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS).....	31
2. Uji kemampuan Adsorpsi Iodin	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Penentuan Kadar Logam Limbah Biomassa	34
1. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Sabut Pinang	34
2. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Kulit Kopi	35
3. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit.....	36
4. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Kulit Durian	36
B. Uji Kemampuan Adsorpsi Iodin	38
BAB V PENUTUP	42
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	52
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	57



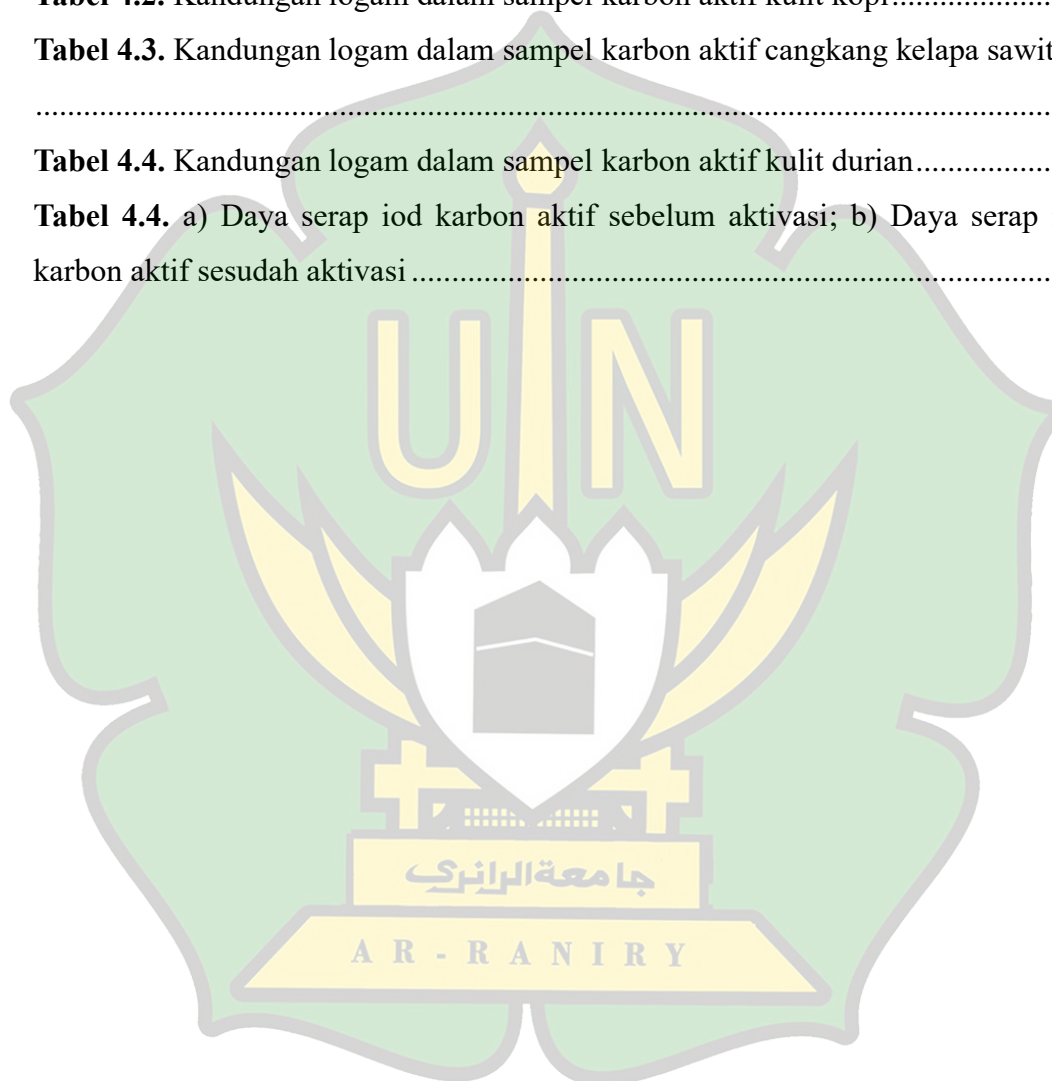
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kulit Durian	10
Gambar 2.2 Cangkang Kelapa Sawit.....	11
Gambar 2.3 Kulit Kopi	12
Gambar 2.4 Kulit Pinang (<i>Areca catechu L.</i>)	13
Gambar 2.5: a) Morfologi Karbon Aktif Sebelum Aktivasi; b) Morfologi Karbon Aktif Setelah Aktivasi	15
Gambar 2.6 Skema Umum komponen pada Alat SSA	23
Gambar 3.1 Bagan alir 1) Uji kadar logam; 2) Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif	30



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif sabut pinang.....	35
Tabel 4.2. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif kulit kopi.....	36
Tabel 4.3. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif cangkang kelapa sawit	36
Tabel 4.4. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif kulit durian.....	37
Tabel 4.4. a) Daya serap iod karbon aktif sebelum aktivasi; b) Daya serap iod karbon aktif sesudah aktivasi	39



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Cangkang kelapa sawit, cangkang pinang, kulit durian, dan kulit kopi arabika banyak bermanfaat karena mengandung unsur mineral dari tanah yang tidak dapat diproduksi oleh tumbuhan dan hewan. Namun tumbuhan dan hewan membutuhkan mineral untuk hidup sehat. Tumbuhan menyerap mineral dari tanah, dan hewan menyerap mineral dari tumbuhan atau hewan lain yang mereka makan. Mineral yang bersumber dari tumbuhan bervariasi dari satu tempat ke tempat lain karena kandungan mineral dalam tanah berbeda-beda tergantung tempat tanaman itu tumbuh (Akpakpan dkk., 2012).

Ada tiga belas mineral dianggap "penting", yaitu kalsium, fosfor, magnesium, natrium, kalium, besi, mangan, tembaga, seng, selenium, kromium, kobalt, dan iodium. Mineral-mineral ini kembali diklasifikasikan menurut kebutuhannya di dalam tubuh; Jika tubuh membutuhkan lebih dari 100 miligram mineral dalam sehari, maka termasuk makromineral, yaitu kalsium, magnesium, fosfor, natrium, dan kalium (Paul dkk., 2014). Cangkang kelapa sawit, cangkang pinang, kulit durian, dan kulit kopi arabika digunakan sebagai sumber energi dan abu yang dihasilkan mengandung logam kalium dan kalsium tinggi (Akpakpan dkk., 2012; Aziz dkk, 2019; Berego dkk., 2023; Zote dkk., 2021).

Jika daerah tempat tumbuhnya banyak mengandung kalsium dan potasium, maka buah juga akan banyak mengandung kalsium dan potasium. Kurangnya ion kalsium dalam tanah akan semakin menghambat sumber kalsium yang

diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Pada saat yang sama, kekurangan ion kalium dapat menyebabkan daun terbakar dan akhirnya rontok. Ketersediaan unsur hara kalium dalam tanah meningkatkan konsentrasi ion kalium pada daun dan mempengaruhi proses pembukaan stomata, penambahan karbon dioksida, dan proses fotosintesis. Akibatnya tanaman memerlukan produk fotosintesis untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pembelahan sel meristematik, sehingga mengakibatkan peningkatan berat, ukuran, dan volume organ tanaman. Selain nitrogen, kalsium, magnesium, dan belerang, fosfor dan kalium juga merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Apabila unsur hara tersebut kurang dalam tanah maka pertumbuhan tanaman akan terhambat .

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kalium merupakan unsur terpenting yang terdapat pada cangkang kelapa sawit dan inti sawit sebesar 118,7 mg/kg dan 579,10 mg/kg. Kalsium merupakan unsur penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia, kandungan dalam inti sawit dan cangkang kelapa sawit adalah 83,37 mg/kg dan 32,06 mg/kg (Akpakpan dkk., 2012). Pada kulit kopi terdapat unsur makro yang terdeteksi dalam kulit kopi di semua lokasi pengambilan sampel pertanian, kalium (K) memiliki konsentrasi logam tertinggi ($681,43 \pm 1,52$ mg/kg) dalam sampel tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa sejumlah besar kalsium juga terdeteksi pada sampel kulit kopi dari kebun petani, dengan konsentrasi logam sebesar $1.538,67 \pm 3,20$ mg/kg pada sampel tanah (Berego dkk., 2023). Studi eksperimental yang ada, semuanya dilakukan di India bagian selatan, menunjukkan bahwa kulit buah pinang dan tanah memiliki kadar

kalium (0,719 mg/kg) dan kalsium (0,341 mg/kg) yang jauh lebih tinggi karena praktik pertanian yang tidak berkelanjutan (Zote dkk., 2021). Hasil ini variasi durian menunjukkan komposisi mineral pada logam kalium sebesar 377,00-489,42 mg/kg. Hal ini setara dengan buah yang kaya kalium seperti pisang, dan lain-lain. Komposisi mineral durian pada kalsium adalah 4,298-6,134 mg/kg (Aziz dkk., 2019).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar aktivator kimia meningkatkan nilai kapasitas serapan (Taer dkk., 2016). Pemilihan jenis senyawa pada saat aktivasi kimia akan mempengaruhi karbon aktif yang dihasilkan, misalnya penggunaan senyawa H_3PO_4 dalam aktivasi karbon akan menghasilkan pori-pori yang lebih banyak dibandingkan dengan senyawa HCl. Hal ini terjadi karena pori-pori tersebut kemudian menjadi celah ketika permukaan karbon aktif membesar (Hasan dkk., 2015). Perbandingan antara senyawa dengan bahan karbon juga harus diperhatikan, menurut (Tumimomor dkk., 2018) perbandingan optimal antara aktivator dan arang adalah 3:1 selama 24 jam, karena hal ini menjamin kelangsungan proses difusi pori-pori permanen. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat bahan kimia yang digunakan sebagai aktivator dapat mempengaruhi kemampuan karbon aktif, misalnya aktivator HCl mengalami perubahan struktur akibat proses dealuminasi sehingga menghasilkan nilai kapasitas adsorpsi yang lebih kecil dibandingkan aktivator NaOH (Prayogatama dkk., 2022). Ada dua metode proses aktivasi karbon, yaitu aktivasi fisik dan aktivasi kimia. Proses aktivasi fisika dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara pada suhu 800-100°C, sedangkan proses aktivasi kimia dilakukan

dengan merendam bahan baku dalam bahan kimia seperti H_3PO_4 , $ZnCl_2$, HCl , H_2SO_4 , $CaCl_2$, K_2S , $NaCl$, dan lain-lain (Santi, 2016).

Berdasarkan penelitian pembuatan karbon aktif dari limbah kopi, proses dilakukan dengan menggunakan tungku bersuhu $600^\circ C$ dengan proses karbonasi selama ± 4 jam dengan berbagai jenis aktivator HCl dan H_3PO_4 dengan konsentrasi masing-masing 0,1 M. Diperoleh hasil terbaik analisa daya serap iod pada jenis aktivator (HCl dan H_3PO_4) yaitu (302,13 mg/g dan 344,21 mg/g). Perlakuan suhu menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka semakin rendah serapan iodium oleh aktivator. Terlihat pada suhu $400-700^\circ C$ penyerapan iodium mengalami penurunan yang cukup signifikan. Kapasitas adsorpsi iodium terendah diperoleh pada suhu $700^\circ C$ berkisar antara 336,91-414,32 mg/g; kapasitas adsorpsi iodium tertinggi diperoleh pada karbon aktif pada suhu $400^\circ C$ berkisar antara 674,60-797,46 mg/g. Hal ini dikarenakan pada suhu tinggi mempengaruhi struktur karbon dan membuatnya rapuh akibat serangan karbon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar abu tidak mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan peningkatan suhu karbonisasi. Terlihat nilai abu tertinggi diperoleh pada suhu $700^\circ C$ berkisar antara (4,61% hingga 4,79%), dan nilai abu terendah diperoleh pada suhu $400^\circ C$ berkisar antara (2,57% hingga 2,64%). Peningkatan ini disebabkan oleh kandungan unsur anorganik yang teroksidasi pada suhu tinggi membentuk senyawa abu, sehingga terjadi menempelnya endapan unsur anorganik pada permukaan karbon aktif. Kadar abu merupakan sisa pembakaran. Residunya ada dalam bentuk K, Na, Mg dan mineral logam lainnya (Oko dkk., 2021). Semakin lama waktu karbonisasi, maka semakin rendah nilai iodiumnya. Hal ini dikarenakan proses

karbonisasi merupakan reaksi oksidasi, semakin lama proses maka zat-zat yang mudah menguap dan karbon akan tereduksi sehingga semakin banyak residu yang tersisa. Tingkat residu yang tinggi ini mengurangi kemampuan karbon aktif dalam menyerap iodium (Rohmah, 2014).

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) atau spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah instrumen dalam kimia analitik yang memanfaatkan prinsip energi serapan atom. Atom yang menyerap radiasi menciptakan keadaan energi elektronik tereksitasi (Setiawan, 2022). Metode AAS didasarkan pada penyerapan cahaya oleh atom, yang menyerap panjang gelombang cahaya tertentu, bergantung pada sifat unsurnya. Cahaya dalam gelombang ini mempunyai energi yang cukup untuk mengubah tingkat energi elektron atom. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) mencakup penyerapan cahaya oleh atom netral unsur logam yang masih dalam keadaan dasar. Prinsip AAS pada dasarnya sama dengan penyerapan cahaya oleh molekul atau senyawa ion dalam larutan (Lolo dkk., 2020a).

Kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap iodium berkaitan dengan luas permukaan karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin kuat kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Salah satu metode analisis kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi larutan iodium ialah titrasi iodometri. Reaktivitas karbon aktif dapat dilihat dari kemampuannya dalam mengadsorpsi substrat. Kapasitas adsorpsi dapat dinyatakan dengan angka iod, yaitu bilangan yang menunjukkan banyaknya iodium yang dapat diadsorpsi oleh suatu adsorben. Semakin besar angka iod maka semakin besar pula kapasitas adsorpsi adsorben (Dewi dkk., 2022).

Metode iodometri merupakan metode titrasi iodometri langsung yang mengacu pada titrasi dengan larutan standar iodium. Salah satu ciri iodium adalah nilai potensial baku (E°) iodium berada pada daerah tengah, yaitu iodium dapat digunakan sebagai zat pengoksidasi maupun zat pereduksi. Walaupun pada dasarnya iodium lebih mudah teroksidasi dibandingkan tereduksi. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI No. 06-3730), kandungan iodium pada karbon aktif bisa mencapai 750 mg/g. Untuk meneliti kualitas karbon aktif untuk penjernihan air, perlu diketahui standar nilai pH penjernihan air yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan yaitu 6,5-9,0 (Idrus dkk., 2013).

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur kadar logam pada karbon aktif dari limbah biomassa dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).
2. Menghitung kemampuan adsorpsi karbon aktif dari limbah biomassa menggunakan metode titrasi Iodometri.

C. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini memakai bahan baku karbon aktif dari limbah cangkang kelapa sawit, kulit kopi, kulit durian, kulit pinang, dan kulit durian. Pada tahap awal karbon aktif sebelum dan sesudah aktivasi dilakukan pengecekan untuk kandungan kadar logam yang ada dari limbah biomassa menggunakan metode AAS. Proses selanjutnya diuji daya serap menggunakan I_2 dan KI pada karbon

aktif dari limbah biomassa menggunakan metode titrasi iodometri. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi yang lebih lanjut terhadap kadar logam karbon aktif dari limbah biomassa sebagai alternatif pembuatan karbon aktif sehingga dapat mengurangi jumlah limbah biomassa.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Biomassa

Biomassa adalah bahan biologis dari organisme hidup atau makhluk hidup yang mempunyai struktur karbon dan merupakan campuran kimia bahan organik yang mengandung hidrogen, nitrogen, oksigen dan sejumlah kecil atom dan unsur lainnya. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan karena persediaannya tidak terbatas, seperti tanaman, pertanian, dan limbah yang dihasilkan akan selalu tersedia. Biomassa juga dapat mencakup limbah biodegradable yang dapat dibakar sebagai bahan bakar, seperti cangkang sawit, kulit kopi, kulit durian, dan kulit sabut pinang (Ridhuan dkk., 2020).

Biomassa memiliki beberapa keunggulan dan kegunaan adalah sebagai berikut:

- 1) Sumber energi alternatif berasal dari tanaman yang dapat tumbuh kembali.
- 2) Membantu mengurangi impor bahan bakar fosil dan secara langsung membantu meningkatkan kemandirian energi.
- 3) Biomassa yang diekstraksi dari limbah membantu mengurangi tingkat polusi.
- 4) Memanfaatkan biomassa pada sampah yang bermanfaat untuk mengubah sampah menjadi energi yang bermanfaat.
- 5) Penggunaan biomassa lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan bahan bakar fosil.

Pada saat yang sama, kelemahan biomassa adalah sebagai berikut:

- 1) Sumber biomassa berbahan bakar kayu berkontribusi lebih besar terhadap perubahan iklim dibandingkan sumber energi fosil. Oleh karena itu, pemanfaatan kayu sebagai energi hendaknya berasal dari limbah kayu pabrik, bukan dari kayu hasil penggundulan hutan.
- 2) Penanaman kayu memerlukan lahan yang luas untuk memenuhi kebutuhan energi biomassa. Akibatnya, lahan yang digunakan untuk menanam tanaman pangan akan tergantikan oleh pepohonan sehingga menimbulkan ancaman kelaparan.
- 3) Efisiensi teknis konversi bahan baku energi menjadi energi biomassa saat ini belum cukup tinggi dan biayanya tinggi (Dewi dkk., 2022).

B. Karakteristik Limbah Biomassa

1. Kulit Durian

Tanaman durian (*Durio zibethinus Murr*) merupakan tanaman buah yang produktif. Bagian buah yang dapat dimakan (sebagai persentase berat daging buah) tergolong rendah, hanya 20,52%. Artinya sekitar 79,08% merupakan bagian yang tidak dapat dimakan, seperti kulit dan biji durian. Kulit durian merupakan limbah rumah tangga yang dibuang begitu saja dan tidak memiliki nilai ekonomi. Hal ini tergambar dari tingginya kandungan unsur selulosa (50-60%), rendahnya kandungan lignin (5%), dan rendahnya kandungan pati (5%) pada kulit durian. Bahan tersebut dapat digunakan sebagai campuran bahan baku untuk pengolahan lembaran dan produk kompresi lainnya. Kulit durian mengandung selulosa 50-60%, lignin 5%, pati 5%, mempunyai nilai kalori

3786,95 kalori/g, nilai kuat lentur 360 kg/cm^2 , dan nilai kuat putus sebesar 543 kg/cm^2 (Ridhuan dkk., 2020).



Gambar 2.1 Kulit Durian

Dilihat dari strukturnya durian terdiri dari tiga komponen, yaitu komponen daging buahnya sekitar 20-30%, komponen bijinya sekitar 5-15%, dan komponen kulitnya sekitar 60-75%. Kulit durian dibuang begitu saja dan dijadikan sampah. Tujuan pengabuan kulit durian adalah untuk menghilangkan limbah kulit durian. Artinya, sekitar 60-75% kulit durian terbakar sehingga meningkatkan pencemaran udara dan menyebabkan kerusakan lingkungan. Selulosa mempunyai potensi dalam proses adsorpsi dan mempunyai posisi aktif seperti gugus hidroksil (OH^-) yang rentan membentuk serangkaian reaksi kimia dan bergabung dengan senyawa kationik dan anionik (Susanto dkk., 2020).

2. Cangkang Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman industri yang menjadi tulang punggung perekonomian Indonesia, dan seiring dengan meningkatnya produksi kelapa sawit, hal ini juga akan berdampak pada jumlah limbah yang dihasilkan (Silalahi dkk., 2017). Limbah yang dihasilkan

dari kelapa sawit berupa cangkang kelapa sawit yang dapat dibakar di insinerator untuk dijadikan energi atau langsung digunakan untuk pengerasan jalan di perkebunan kelapa sawit. Teknologi ini terbukti tidak efektif dan berkontribusi terhadap pencemaran udara, sehingga diperlukan alternatif penggunaan cangkang sawit untuk mendapatkan nilai tambah ekonomi. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan mengolah cangkang kelapa sawit menjadi karbon aktif (Najmia dkk., 2021).



Gambar 2.2 Cangkang Kelapa Sawit

Limbah cangkang kelapa sawit merupakan salah satu bahan potensial untuk pembuatan karbon aktif. Sebab, kaya akan sumber daya dan biaya produksi rendah, namun produk yang dihasilkan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Cangkang kelapa sawit mengandung 51,6% karbon C dan memiliki kadar abu yang rendah sehingga berpotensi menjadi bahan pembuatan karbon aktif (Dhian dkk., 2020)

3. Kulit Kopi

Kulit kopi merupakan limbah yang dihasilkan pada saat buah kopi diolah menjadi biji kopi kemudian digiling menjadi bubuk kopi. Saat ini pemanfaatan kulit kopi belum maksimal dan tidak mempunyai nilai ekonomis, seperti yang dilansir (Zulnazri dkk, 2022) petani biasanya hanya membuangnya dan sebagian kecil limbahnya terbuang begitu saja. Digunakan dengan harga murah untuk pakan, ternak dan kompos. Meskipun bahan-bahan yang terkandung dalam budidaya kopi memiliki nilai ekonomi yang sangat besar, namun di sisi lain jumlah limbah kulit kopi sangat melimpah karena produktivitas yang cukup tinggi dari pabrik kopi Indonesia yang menghasilkan 706.770 ton kopi setiap tahunnya, termasuk 65% dari produksi kopi. biji kopi dan 35% limbah kulit kopi (Wardhana dkk., 2019).



Gambar 2.3 Kulit Kopi

Komponen utama yang berpotensi besar pada kulit kopi adalah selulosa, hemiselulosa, glukosa dan turunan karbohidrat lainnya, selain lignin. Komposisi kulit batang kopi terdiri dari 63% selulosa, 2,3% hemiselulosa, 17% lignin, 11,5% protein, 1,8-8,56% tanin, dan 6,5% pektin (Corro dkk., 2013).

Menurut penelitian terdahulu, kulit kayu kopi mengandung 46,3% selulosa, 35% hemiselulosa, 18,8% lignin, dan 8,2% abu. Ekstraksi selulosa dengan alkali meninggalkan selulosa, sedangkan hemiselulosa dan lignin larut dalam alkali (Zulnazri dkk., 2022).

4. Kulit Pinang

Pinang (*Areca catechu L.*) merupakan tanaman dari famili Arecaceae, tinggi mencapai 15-20 m, batang tegak, diameter lingkaran 15 cm. Komposisi kimia utama serat kulit pinang adalah sekitar 53,20% α -selulosa, 32,98% hemiselulosa (32,98%), 7,20% lignin dan 4,81% komponen lain yang tertahan dalam serat kulit pinang (Batu dkk., 2022) . Pinang dibudidayakan untuk diambil biji dan batangnya. Pinang kini telah menjadi komoditas perdagangan, dan pinang saat ini diekspor dari india ke banyak negara Asia termasuk India, Pakistan, dan Nepal. Namun kulit buah pinang saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan selama ini dibuang begitu saja oleh petani.



Gambar 2.4 Kulit Pinang (*Areca catechu L.*)

Tanaman pinang terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah. Data ini menunjukkan bahwa hasil panen pinang sangat melimpah. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan luas

lahan pertanian di Penang, Indonesia, pada tahun 2014 adalah 3.838.000 hektar dengan produksi cangkang sebesar 49.590.000 ton. Jika hasil panen buah pinang kupas kering bisa mencapai 3 sampai 4 ton per hektar, maka jumlah limbah kulit buah pinang yang dihasilkan harus lebih (Frida dkk., 2019).

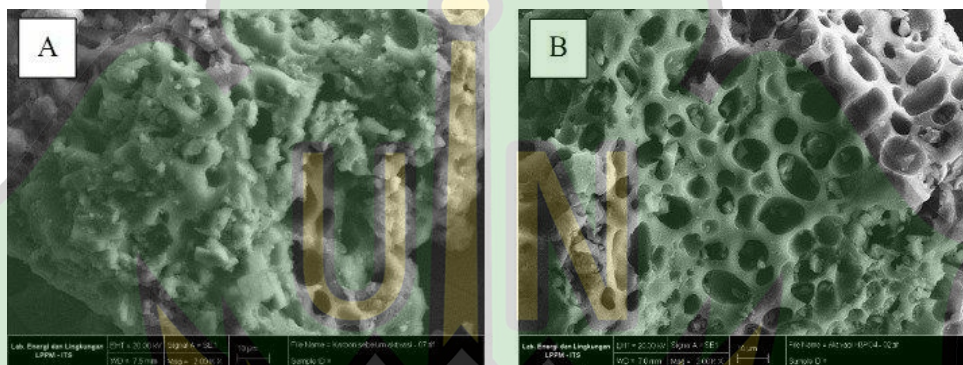
C. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah material karbon yang memiliki struktur amorf, memiliki luas permukaan internal yang besar, dan porositas yang tinggi (Husin dkk., 2020). Ada dua jenis karbon aktif, yaitu mikrokristalin dan non-grafit. Bentuk non-visual berarti komposisinya terdiri dari sedikit hidrogen atau banyak oksigen. Karbon aktif telah digunakan belakangan ini karena memiliki tingkat konduktifitas listrik yang tinggi, stabilitas termal yang baik, dan reaktivitas permukaan yang bagus. Struktur karbon aktif mengandung mikropori, mesopori, dan makropori. Struktur memegang peranan penting dalam menentukan kinerja karbon aktif sebagai adsorben (Dhian dkk., 2020).

Karbon aktif disebut sebagai karbon non-grafit karena memiliki kerapatan yang rendah dan memiliki struktur berpori. Karbon aktif bisa dibuat dari bahan-bahan karbon termasuk limbah pertanian seperti sekam, kulit, cangkang, akar, batang, kulit kayu, bunga, daun, dan kulit kelapa sawit. Beberapa faktor untuk memilih bahan baku karbon aktif adalah: tinggi karbon, rendah anorganik, rendah abu, kaya, murah, rendah degradasi, dan potensi menghasilkan karbon aktif (Alfi dkk., 2020).

Arang aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon. Bahan yang mengandung unsur karbon dapat dipanaskan hingga suhu

tinggi untuk menghasilkan karbon aktif. Pori-pori ini dapat berperan sebagai penyerap (adsorben). Karbon aktif dengan luas permukaannya yang besar dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yaitu sebagai decolorizing agent, pewangi, pewangi dan purifier pada industri makanan. Selain itu juga banyak digunakan dalam proses pemurnian air, termasuk proses produksi air minum dan pengolahan limbah (Idrus dkk., 2013).



Gambar 2.5: a) Morfologi Karbon Aktif Sebelum Aktivasi; b) Morfologi Karbon Aktif Setelah Aktivasi

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang kapasitas adsorpsinya ditingkatkan melalui proses aktivasi. Selama proses aktivasi ini, hidrogen, gas, dan air dikeluarkan dari permukaan karbon, menyebabkan perubahan fisik pada permukaan. Selama proses aktivasi, pori-pori baru juga terbentuk akibat terkikisnya atom karbon akibat oksidasi atau pemanasan. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g, hal ini berkaitan dengan struktur pori internal, sehingga karbon aktif memiliki karakteristik sebagai adsorben. Pada karbon aktif berbentuk bubuk, semakin besar luas permukaan pori adsorben maka semakin besar pula kapasitas adsorpsinya (Dewi dkk., 2020).

D. Adsorpsi

Adsorpsi adalah fenomena terkait permukaan yang melibatkan interaksi antara molekul cair atau gas dan molekul padat. Interaksi ini terjadi karena adanya gaya tarik menarik atom atau molekul yang menutupi permukaannya. Kapasitas adsorpsi karbon aktif bergantung pada jenis pori dan luas permukaan yang tersedia untuk adsorpsi. Adsorpsi sifat kationik dan anionik zat warna oleh karbon aktif dipelajari dari dua sudut pandang, yaitu penghilangan zat warna dari air limbah dan karakterisasi luas permukaan, sifat mikropori dan polaritas permukaan karbon aktif (Paradila dkk., 2019).

Untuk penggunaan adsorpsi karbon aktif untuk menghilangkan zat warna pada air limbah, keasaman permukaan karbon aktif sangat mempengaruhi adsorpsi zat warna yang mengandung kation atau anion. Kehadiran gugus asam pada permukaan karbon cenderung mengurangi adsorpsi pewarna anionik secara signifikan, sesuai dengan konsentrasi gugus tersebut. Pewarna mempunyai kecenderungan untuk beragregasi (berasosiasi) dalam larutan. Karena polimerisasi, molekul pewarna menjadi kompleks dan agregasi dapat terjadi. Molekul pewarna harus bisa masuk ke pori-pori untuk mengeluarkannya dari larutan. Oleh karena itu, keberadaan mesopori dalam struktur adsorben seringkali lebih penting dibandingkan muatan negatif pada permukaan adsorben. Oleh karena itu, adsorpsi pewarna kationik dan anionik dalam larutan oleh karbon aktif sangat bergantung pada sifat kimia permukaan karbon dan struktur pori permukaan karbon (Zulichatun dkk., 2018).

Adsorpsi merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran logam merkuri pada penambangan emas tradisional, dimana limbahnya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke air. Teknologi ini lebih menguntungkan dibandingkan teknologi lainnya karena biayanya yang rendah, tidak adanya efek samping toksik, dan kemampuannya dalam menghilangkan bahan organik. Metode adsorpsi umumnya didasarkan pada interaksi ion logam dengan gugus fungsi permukaan adsorben melalui interaksi van der Waals, ikatan hidrogen, pertukaran ion, atau pembentukan kompleks, yang sering terjadi pada permukaan padat yang kaya akan gugus fungsi (Hasan dkk., 2015).

Untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi adsorben diperlukan proses aktivasi. Adsorben tanpa aktivasi terlebih dahulu terkadang tidak efektif menghilangkan logam berat. Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperluas pori-pori, yaitu dengan cara menghancurkan ikatan karbon-hidrogen atau mengoksidasi molekul permukaan, sehingga sifat fisik dan kimia arang berubah yaitu luas permukaan bertambah sehingga mempengaruhi sifat fisik dan kimia arang. kapasitas adsorpsi. Aktivasi dapat dibedakan menjadi aktivasi fisik dan aktivasi kimia. Contoh aktivasi fisika adalah pemanasan dan perebusan air. Sedangkan contoh aktivasi kimia adalah pembersihan dengan asam, basa, alkohol, atau kombinasinya (Paradila dkk., 2019).

E. Kadar Logam

Logam dibedakan menjadi dua golongan, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat mengacu pada logam dengan berat lebih dari 5 gram/sentimeter kubik. Logam berat dikenal sebagai logam non esensial dan dapat bersifat racun bagi makhluk hidup pada kadar tertentu. Sedangkan logam ringan adalah logam yang beratnya kurang dari 5 g/cm³ (Nugroho, 2017).

Logam berat yang terdapat pada badan air dapat berasal dari sumber alami yaitu erosi batuan mineral, partikel logam di udara, dan aktivitas manusia berupa limbah industri atau domestik. Selain mencemari lingkungan perairan, logam berat juga dapat mengendap di dasar perairan dan bertahan di sana selama ribuan tahun. Logam berat terakumulasi dalam organisme melalui proses biokonsentrasi dan biomagnifikasi melalui beberapa jalur yaitu: melalui saluran pernafasan, saluran pencernaan, dan melalui kulit. Sumber makanan yang terkontaminasi logam berat sangat berbahaya bagi organisme perairan, terutama yang mencari makanan di dasar perairan. Logam berat secara alami terakumulasi di perairan pada kadar yang sangat rendah, namun seiring berjalannya waktu kadar tersebut meningkat akibat kontaminan antropogenik, yang mempengaruhi biota perairan dan menimbulkan risiko bagi konsumen ikan seperti manusia dan hewan (Syaifullah dkk., 2018).

Logam berat esensial merupakan logam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah tertentu, namun jika berlebihan logam tersebut dapat menimbulkan efek toksik. Sebagaimana tercantum pada hasil penelitian, konsentrasi logam berat Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn semuanya merupakan logam berat esensial bagi tubuh manusia. Kita tetap harus berhati-hati karena masih bisa

berbahaya jika menumpuk. Logam berat non esensial, yaitu logam yang belum jelas manfaatnya bagi tubuh manusia atau bahkan bersifat racun, seperti merkuri, kadmium, timbal, dan kromium. Berdasarkan hasil analisis AAS, konsentrasi logam berat merkuri (Hg) sebesar 0,00463 ppm; analisis serapan timbal (Pb) sebesar 0,0602 ppm; konsentrasi kromium (Cr) yang digunakan untuk analisis serapan sebesar 0,0502 ppm. Dari standar SNI, hanya merkuri yang berada di atas ambang batas baku mutu, sedangkan Cr dan Pb masih di bawah ambang batas SNI. Namun kita tetap harus waspada dan berhati-hati karena logam berat, terutama logam berat non esensial, bersifat racun (Irhamni dkk., 2017).

1. Logam Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh, berkontribusi sebanyak 1,5-2% dari berat tubuh orang dewasa, atau sekitar 1 kilogram. Kalsium memiliki peran dalam mengirimkan sinyal saraf dan vital dalam proses pembentukan struktur tulang dan gigi serta pencegahan osteoporosis. Orang dewasa memerlukan sekitar 500-800 mg kalsium mineral setiap harinya. Sumber utama kalsium berasal dari mineral yang berisi kalsium, dengan kalsit sebagai yang paling berlimpah. Tanah yang terbentuk dari batu gamping memiliki kandungan kalsium yang tinggi. Kalsium diperlukan untuk beragam fungsi tubuh karena merupakan nutrisi yang penting.

Asupan kalsium yang tidak mencukupi dalam tubuh dapat menyebabkan kelainan metabolisme, terutama pada anak usia dini, dan gangguan pertumbuhan, seperti tulang yang tidak cukup kuat serta rentan

bengkok dan rapuh. Kelebihan kalsium juga bisa meningkatkan risiko bagi tubuh, seperti mendatangkan batu ginjal, kanker prostat, kesulitan buang air besar, dan penimbunan kalsium dalam pembuluh darah. Kalsium diperoleh oleh tanaman dari tanah, diserap melalui akar dan diangkut ke bagian atas melalui xilem dalam bentuk ion positif kalsium (Luh dkk, 2012).

2. Logam Kalium

Kalium merupakan mineral penting yang dibutuhkan tubuh untuk mengatur keseimbangan cairan, kontraksi otot, dan menjaga kesehatan sistem saraf. Sebanyak 95% kalium ditemukan dalam cairan intraseluler. Makanan yang mengandung potasium cocok untuk penderita tekanan darah tinggi. Kebutuhan kalium diperkirakan 2000 mg/hari. Sumber kalium dalam tanah berasal dari pelapukan mineral yang mengandung kalium. Semakin dalam Anda pergi dari permukaan, semakin rendah kandungan potasiumnya.

Kalium juga merupakan mineral yang bermanfaat bagi tubuh kita, yaitu fungsinya untuk mengontrol tekanan darah, mengobati tekanan darah tinggi, dan menghilangkan karbon dioksida dari darah. Kekurangan kalium dapat berdampak buruk pada tubuh karena dapat menyebabkan hipokalemia, yang dapat menyebabkan detak jantung melambat. Pada saat yang sama, kelebihan kalium dapat menyebabkan hiperkalemia, yang dapat

menyebabkan aritmia jantung, dan konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan serangan jantung atau fibrilasi (Deskriana dkk, 2015).

F. Spektrometri Serapan Atom

Spektrometri ialah kaedah analisis kuantitatif yang mengukur jumlah sinaran yang dihasilkan atau diserap oleh spesies atom atau molekul analit. Sebahagian daripada spektrum analisis spektroskopi ialah spektrometri serapan atom (SSA), yaitu kaedah analisis unsur kuantitatif berdasarkan pengukuran penyerapan cahaya bagi panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebasnya (Holler, 2013).

Sejarah SSA erat kaitannya dengan pengamatan matahari. Pada tahun 1802 Wollaston menemukan garis hitam pada spektrum matahari, dan pada tahun 1820 Fraunhofer mempelajari lebih lanjut garis hitam tersebut. Brewster mengemukakan bahwa garis Fraunhofer ini disebabkan oleh proses penyerapan di atmosfer matahari. Prinsip penyerapan ini kemudian menjadi dasar studi sistematis Kirchhoff dan Bunsen tentang spektrum logam alkali dan alkali tanah. Planck kemudian mengajukan hukum kuantum untuk penyerapan dan emisi cahaya. Ia percaya bahwa atom hanya akan menyerap panjang gelombang (frekuensi) cahaya tertentu, atau dengan kata lain hanya akan menyerap dan melepaskan sejumlah energi tertentu ($\epsilon = h\nu = hc/\lambda$). SSA sendiri lahir pada tahun 1955 dengan munculnya publikasi yang ditulis oleh Walsh dan Alkemade & Milatz. Dalam publikasi ini, SSA direkomendasikan sebagai metode analisis yang dapat diterapkan secara umum (Welz dkk., 2005).

Jika cahaya dengan panjang gelombang tertentu melewati sel yang mengandung atom bebas tersebut, sebagian cahaya akan diserap, dan intensitas penyerapan akan sebanding dengan jumlah atom logam bebas di dalam sel. Hubungan antara serapan dan konsentrasi diberikan dengan rumus berikut:

- 1) Hukum Lambert: Ketika sumber cahaya monokromatik melewati media transparan, intensitas cahaya yang ditransmisikan berkurang seiring dengan bertambahnya ketebalan media penyerap.
- 2) Hukum Beer: Ketika konsentrasi zat penyerap cahaya meningkat, intensitas cahaya yang ditransmisikan menurun secara eksponensial.

Berdasarkan kedua hukum tersebut dapat diperoleh persamaan:

$$I_t = I_o \cdot e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau}$$

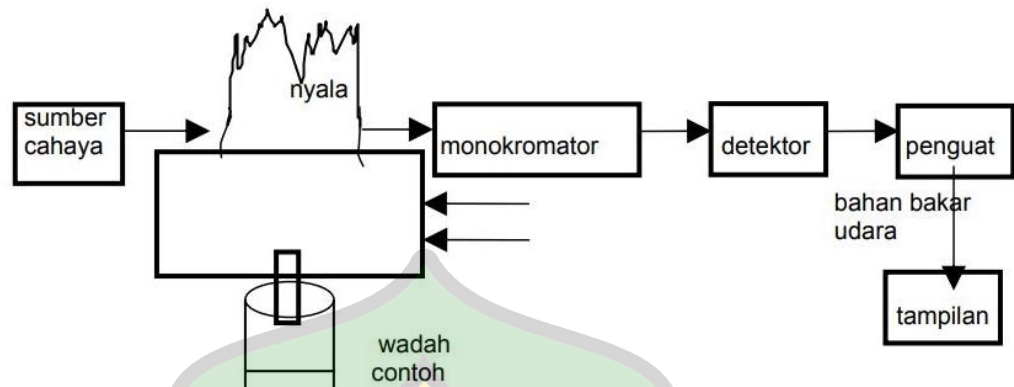
$$A = -\text{Log } I_t/I_o = \epsilon bc$$

Dimana :

- I_o = Intensitas sumber cahaya
- I_t = Intensitas cahaya yang ditransmisikan
- ϵ = Serapan molar
- b = Panjang medium
- c = Konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar
- A = Absorbans.

Dari rumus di atas dapat disimpulkan bahwa serapan cahaya sebanding dengan konsentrasi atom (Holler, 2013).

Perangkat SSA memiliki dua bagian utama, ruang atom yang menghasilkan atom gas bebas dalam keadaan dasar dan sistem optik untuk pengukuran sinyal. Diagram keseluruhan alat SSA adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6 Skema Umum komponen pada Alat SSA

Dalam metode SSA, seperti pada metode spektroskopi atom lainnya, sampel harus diubah menjadi bentuk uap atom. Proses konversi ini disebut atomisasi, dimana sampel diuapkan dan dipecah menjadi atom dalam bentuk uap.

Secara umum, pembentukan atom bebas berbentuk gas melalui tahapan sebagai berikut:

- a) Buang pelarutnya, pada tahap ini pelarut akan menguap meninggalkan residu padat.
- b) Penguapan suatu zat padat, yang terdisosiasi menjadi atom-atom penyusunnya, yang mula-mula berada dalam keadaan dasar.
- c) Beberapa atom akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi dan mencapai keadaan di mana atom dapat memancarkan energi (Anshori, 2005).

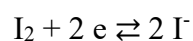
G. Titrasi Iodometri

Metode iodometri merupakan suatu metode analisis volumetrik kuantitatif dengan menggunakan penentuan oksidasi dan reduksi melalui proses titrasi. Titrasi oksidasi adalah titrasi larutan zat pereduksi (reduktor) dengan larutan standar zat

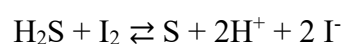
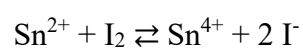
pengoksidasi (*oxidizing agent*). Titrasi reduksi adalah titrasi larutan zat pengoksidasi (*oxidizing agent*) dengan larutan standar zat pereduksi (*reducing agent*). Oksidasi adalah proses pelepasan satu atau lebih elektron atau peningkatan bilangan oksidasi suatu unsur. Reduksi adalah proses menangkap satu atau lebih elektron atau mengurangi bilangan oksidasi suatu unsur. Reaksi oksidasi dan reduksi terjadi secara bersamaan, dimana zat pengoksidasi akan tereduksi dan zat pereduksi akan teroksidasi sehingga terjadilah reaksi yang sempurna (Saputra dkk., 2014)

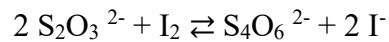
Dalam titrasi iodometri tidak langsung, natrium tiosulfat digunakan sebagai titran dan larutan amilum digunakan sebagai indikator. Natrium tiosulfat bereaksi dengan larutan iodium yang dihasilkan dari reaksi analit dengan larutan KI berlebih. Penambahan indikator pati sebaiknya dilakukan pada saat titrasi mendekati titik ekuivalen karena pati dapat membentuk kompleks yang stabil dengan iodium (Padmaningrum, 2008).

Titrasi iodometri menggunakan larutan standar iodium (I_2). Metode iodometri menggunakan larutan standar natrium tiosulfat, $Na_2S_2O_3$, untuk mentitrasi yodium yang dilepaskan dalam reaksi redoks. Potensi oksidasi reaksi adalah 0,535 volt.

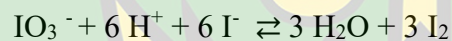
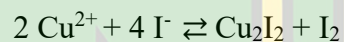
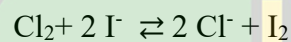
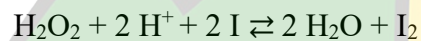


Iodium termasuk oksidator lemah dibandingkan kalium permanganat maupun kalium dikromat. Beberapa reaksi oksidasinya adalah:

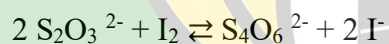




Jika kelebihan ion iodida (seperti KI) ditambahkan ke oksidan kuat dalam suasana asam atau netral, jumlah zat pereduksi teroksidasi (I_2) dapat ditentukan secara kuantitatif. Dalam hal ini, jumlah yodium yang dilepaskan (setara dengan zat pengoksidasi) dititrasi dengan reagen standar (zat pereduksi) natrium tiosulfat yang umum digunakan. Jumlah I_2 setara dengan oksidan bila ditambahkan KI berlebih. Beberapa contoh reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi yang terjadi pada titrasi dengan tiosulfat adalah:



I_2 dapat membentuk kompleks biru dengan pati. Jika indikator pati digunakan dalam titrasi ini, titik ekuivalen ditandai ketika warna biru menghilang dari larutan. Indikator pati harus ditambahkan sebelum titik ekuivalen terjadi, yaitu pada saat larutan yang dititrasi berubah warna menjadi kuning jerami. Hal ini untuk mengurangi kesalahan titrasi karena kompleks pati yodium tidak akan larut sempurna dalam pelarut berair (Padmaningrum, 2008).

H. Bilangan Iod

Kemampuan karbon aktif dalam menyerap larutan iodium digunakan sebagai parameter kualitas karbon aktif. Semakin besar daya serap iodium maka semakin besar pula daya serap zat yang teradsorpsi atau terlarut. Berdasarkan hasil percobaan, rata-rata kapasitas serapan iodium karbon aktif kulit durian adalah 1.194.336 mg/g. Jumlah serapan iodium pada penelitian sebelumnya adalah 1083,57 mg/g. Hasil yang diperoleh memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/g (Ridhayanti dkk., 2020).

Mikroporositas karbon aktif dievaluasi dengan mengukur indeks iodium. Hal ini ditentukan berdasarkan standar dan prosedur yang ditetapkan oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Jumlah iodium yang teradsorpsi diberikan oleh:

$$YI \frac{1}{4} \frac{AC}{A} = \frac{V-M}{W} = 253;81$$

Dalam rumusnya, A dan C adalah volume larutan tiosulfat yang diperlukan untuk titrasi blanko dan titrasi sampel; W adalah berat karbon aktif; M adalah konsentrasi iodium, 253,81 g/mol = berat molar iodium; V, iodium volume dosis.

Jika aktivatornya adalah asam fosfat, bilangan iod meningkat seiring dengan suhu karbonisasi; bila kalium hidroksida digunakan sebagai aktivator, bilangan iod menurun seiring dengan suhu. Meningkatnya bilangan iodium seiring dengan penurunan suhu dapat dijelaskan dengan kesimpulan bahwa penurunan suhu menyebabkan pori-pori terbuka sehingga meningkatkan adsorpsi molekul iodium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator dan waktu tinggal dalam tungku mempunyai pengaruh kuadrat terhadap bilangan karbon iodium yang

diperoleh melalui aktivasi asam. Sebaliknya, untuk karbon yang dibuat dengan aktivasi basa, bilangan iod dipengaruhi secara linier, kuadrat, dan interaktif oleh suhu kalsinasi, konsentrasi aktivator, dan waktu tinggal tungku (Ngueabouo dkk., 2022).



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Garis Besar Penelitian

Secara umum, penelitian ini dibagi ke dalam dua bagian yang saling tidak terikat. Bagian pertama adalah pengujian kadar logam dalam pori karbon aktif menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), keberadaan logam kalsium dan kalium (Akpakpan dkk., 2012; Aziz dkk, 2019; Berego dkk., 2023; Zote dkk., 2021). Bagian kedua adalah pengukuran kapasitas adsorpsi dengan metode titrimetri, khususnya titrasi iodometri, dimana kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap iodium berhubungan dengan luas permukaan karbon aktif. Semakin besar bilangan iod maka semakin kuat kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut (Dewi dkk., 2022).

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu ukur, gelas ukur, erlenmeyer, gelas kimia, pipet tetes, corong, pipet ukur, batang pengaduk, buret, statif, *magnetic stirrer*, neraca analitik, kaca arloji, spatula, mortar dan alu, dan spektrofotometer serapan atom (SSA).

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu karbon aktif kulit kopi (KAKK), karbon aktif sabut pinang (KASP), karbon aktif cangkang sawit (KACS), karbon aktif kulit durian (KAKD), iodin (I_2) 0,1 N, natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$), kalium iodida (KI), aquades (H_2O), dan amilum 1%.

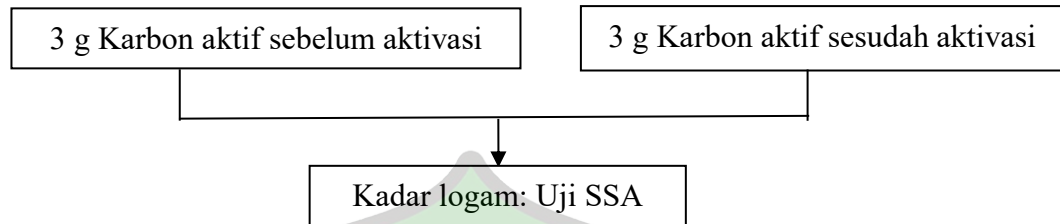
C. Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama enam bulan yang dimulai dari bulan November 2023 sampai dengan Mei 2024. Penggunaan sampel yang dipakai pada penelitian ini merupakan sampel yang sudah diperoleh dari penelitian sebelumnya, sampel tersebut adalah karbon aktif sebelum dan sesudah aktivasi yang nantinya akan diuji kadar logam menggunakan instrumen AAS dilakukan di Laboratorium Terpadu UII. Uji kemampuan adsorpsi karbon aktif dilakukan di Laboratorium Pendidikan Kimia UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

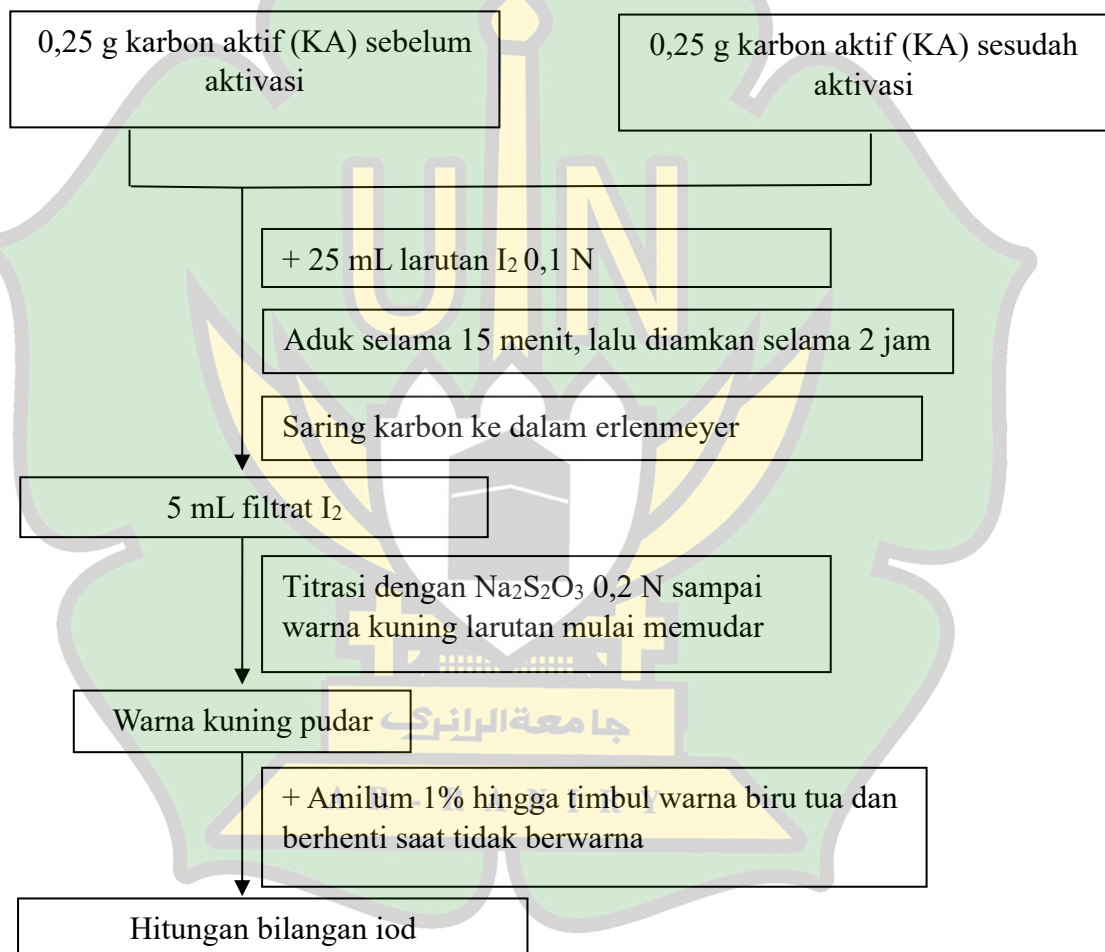


D. Prosedur Kerja

a) Uji Kadar Logam



b) Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif



Gambar 3.1 Bagan alir 1) Uji kadar logam; 2) Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif

1. Pengukuran Kadar Logam Menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS)

Uji AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) berfungsi mengukur jumlah kadar logam yang terkandung dalam sampel karbon aktif (Lolo dkk., 2020). Jumlah kadar logam dalam karbon aktif dapat dilihat dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), dilakukan di Laboratorium Terpadu UII, dengan ukuran akhir karbon aktif 100 *mesh*. Prosedur kerja AAS: sejumlah energi pada panjang gelombang tertentu dilewatkan pada elemen target yang menyebabkan elemen tersebut tereksitasi. Eksitasi akibat jumlah energi yang terserap dibaca sebagai absorbansi yang dideteksi melalui perbandingan panjang gelombang yang diberikan dengan yang ditransmisikan. Parameter analisa antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), Kromium (Cr), seng (Zn), dan lain-lain. Beberapa metode untuk menganalisis kandungan logam berat suatu zat menggunakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA), yaitu: *Flame basic*, *Graphite furnace*, dan *FIAS-Flame*.

2. Uji kemampuan Adsorpsi iodine

a) Pembuatan larutan Iod (I_2) 0,1 N

Gunakan air suling untuk melarutkan 0,63 g iodine dan 0,83 g KI hingga larut sempurna. Jika iodine masih belum larut, tambahkan KI. Masukkan larutan iodine ke dalam labu takar 50 mL dan tambahkan air suling hingga tanda batas.

b) Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,2 N

Gunakan air suling untuk melarutkan 1,24 g natrium tiosulfat. Setelah larut, masukkan ke dalam labu takar 50 mL dan tambahkan air suling hingga tanda batas.

c) Pembuatan larutan Amilum 1%

Amilum sebanyak 0,5 gram, dilarutkan dengan aquades lalu masukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan tambahkan aquades hingga tanda batas.

d) Daya Serap Iod

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan sebanyak 0,25 g karbon aktif sebelum aktivasi dan 0,25 g karbon aktif sesudah aktivasi ke dalam labu erlenmeyer tertutup. Kemudian ditambahkan 25 ml larutan iodium 0,1 M, diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit, dan didiamkan selama 2 jam. Disaring larutan dan dipipet 5 mL ke dalam labu erlenmeyer. Larutan dititrasikan dengan natrium tiosulfat 0,2 N sampai warna kuning larutan mulai memudar, dicatat volume natrium tiosulfat yang digunakan pada buret. Kemudian ditambahkan amilum 1% sebagai indikator dan dititrasikan kembali hingga berwarna biru tua dan bening. Ulangi penentuan kapasitas serapan iodium karbon aktif sebanyak tiga kali, dan hitung volume natrium tiosulfat (ASTM D4607-94) yang digunakan (Tejawati dkk., 2017).

$$\text{Daya serap iod: } (\text{mg/g}) = \frac{(V_{\text{sampel}} - \frac{V_{\text{rata-rata}} \times N}{0,1}) \times 12,69 \times 5}{w}$$

Dimana:

V = banyak $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan (mL)

N = normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ s

12.69 = jumlah iod sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1 N

W = berat karbon (g)

(Sari dkk., 2023).



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Kadar Logam Limbah Biomassa

Spektroskopi Serapan Atom/SSA atau biasa dikenal dengan bahasa aslinya/Inggris: *Atomic Absorption Spectrophotometer/AAS* merupakan suatu instrumen kimia analitik yang memanfaatkan prinsip penyerapan energi oleh atom. Spektroskopi atom adalah metode pengukuran spektral yang berkaitan dengan serapan dan emisi atom (Sugito dkk., 2022). Pada laboratorium pengujian karbon aktif, analisis unsur dilakukan dengan spektrometri serapan atom. Metode ini menggunakan Flame Atomic Absorpsi Spectrophotometer (FAAS) atau Graphite Furnace Atomic Absorpsi Spectrophotometer (GF-AAS) dengan kurva kalibrasi dari tiga atau lima larutan standar. FAAS digunakan untuk mengukur kandungan kalium (K) dan kalsium (Ca) pada karbon aktif dari limbah biomassa. Teknik ini sangat umum digunakan untuk mendeteksi logam seperti kalium (Ca), magnesium (Mg), dan kalium (K) dalam limbah biomassa. Proses pengukuran melibatkan serapan unsur logam dari atom bebas, yang kemudian diubah menjadi gelombang elektromagnetik untuk ditangkap oleh detector (Rahayu, 2020).

Hasil analisis AAS dengan menggunakan 4 sampel dengan 8 kali pengerjaan, antara lain karbon aktif sebelum aktivasi dan karbon aktif sesudah aktivasi.

1. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Sabut Pinang

Kandungan logam yang terdapat pada karbon aktif sabut pinang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Parameter logam	KA Sebelum Aktivasi	KA Sesudah Aktivasi	Satuan
Kalsium (Ca)	11,21 ±0,34	6,189 ±0,359	mg/g
Kalium (K)	2,685 ±0,185	0,520 ±0,083	mg/g

Tabel 4.1. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif sabut pinang

Kalsium dan kalium merupakan unsur penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Kandungan logam kalsium pada karbon aktif sabut pinang sebelum aktivasi sebesar $11,21 \pm 0,34$ mg/g dan pada karbon aktif sabut pinang sesudah aktivasi $6,189 \pm 0,359$ mg/g. Sedangkan kandungan logam kalium pada karbon aktif sabut pinang sebelum aktivasi sebesar $2,685 \pm 0,185$ mg/g dan pada karbon aktif sabut pinang sesudah aktivasi sebesar $0,520 \pm 0,083$ mg/g.

2. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Kulit Kopi

Kandungan logam yang terdapat pada karbon aktif kulit kopi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Parameter logam	KA Sebelum Aktivasi	KA Sesudah Aktivasi	Satuan
Kalsium (Ca)	18,40 ±0,41	6,310 ±0,352	mg/g
Kalium (K)	140,8 ±0,1	1,942 ±0,116	mg/g

Tabel 4.2. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif kulit kopi

Kandungan logam kalsium pada karbon aktif kulit kopi sebelum aktivasi sebesar $18,40 \pm 0,41$ mg/g dan pada karbon aktif kulit kopi sesudah aktivasi $6,310 \pm 0,352$ mg/g. Sedangkan kandungan logam kalium pada karbon aktif kulit kopi sebelum aktivasi sebesar $140,8 \pm 0,1$ mg/g dan pada karbon aktif kulit kopi sesudah aktivasi sebesar $1,942 \pm 0,116$ mg/g.

3. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit

Kandungan logam yang terdapat pada karbon aktif cangkang kelapa sawit ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Parameter logam	KA Sebelum Aktivasi	KA Sesudah Aktivasi	Satuan
Kalsium (Ca)	0,967 ±0,416	0,903 ±0,478	mg/g
Kalium (K)	0,989 ±0,096	0,403 ±0,114	mg/g

Tabel 4.3. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif cangkang kelapa sawit

Kandungan logam kalsium pada karbon aktif cangkang kelapa sawit sebelum aktivasi sebesar 0,967 ±0,416 mg/g dan pada karbon aktif cangkang kelapa sawit sesudah aktivasi 0,903 ±0,478 mg/g. Sedangkan kandungan logam kalium pada karbon aktif cangkang kelapa sawit sebelum aktivasi sebesar 0,989 ±0,096 mg/g dan pada karbon aktif cangkang kelapa sawit sesudah aktivasi sebesar 0,520 ±0,083 mg/g.

4. Kandungan Logam Pada Karbon Aktif Kulit Durian

Kandungan logam yang terdapat pada karbon aktif kulit durian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Parameter logam	KA Sebelum Aktivasi	KA Sesudah Aktivasi	Satuan
Kalsium (Ca)	9,036 ±0,403	4,748 ±0,339	mg/g
Kalium (K)	54,90 ±0,12	0,619 ±0,107	mg/g

Tabel 4.4. Kandungan logam dalam sampel karbon aktif kulit durian

Kandungan logam kalsium pada karbon aktif kulit durian sebelum aktivasi sebesar 9,036 ±0,403 mg/g dan pada karbon aktif kulit durian

sesudah aktivasi $4,748 \pm 0,339$ mg/g. Sedangkan kandungan logam kalium pada karbon aktif kulit durian sebelum aktivasi sebesar $54,90 \pm 0,12$ mg/g dan pada karbon aktif kulit durian sesudah aktivasi sebesar $0,619 \pm 0,107$ mg/g.

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan hasil berupa logam kalsium dan logam kalium pada setiap sampel karbon. Penentuan kadar logam kalsium dan kalium ini dilakukan agar limbah biomassa pada sampel tidak mencemari lingkungan sebelum di buang ke lingkungan sekitar. Semakin tinggi nilai kadar logam Ca dan K maka semakin rendah nilai konsentrasi aktivatornya. Dapat dilihat dari karbon sesudah aktivasi nilai rata-rata logam kalsium $\pm 0,339$ mg/g sampai dengan $\pm 0,478$ mg/g. Sedangkan dari karbon sebelum aktivasi nilai rata-rata logam kalsium $\pm 0,34$ mg/g sampai dengan $\pm 0,416$ mg/g. Serta pada karbon sesudah aktivasi nilai rata-rata logam kalium $\pm 0,083$ mg/g sampai dengan $\pm 0,116$ mg/g. Sedangkan dari karbon sebelum aktivasi nilai rata-rata logam kalium $\pm 0,096$ mg/g sampai dengan $\pm 0,185$ mg/g.

Proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif merupakan proses adsorpsi fisika. Proses adsorpsi ion logam Ca^{2+} dan ion logam K^+ terjadi pada permukaan karbon aktif. Dengan adanya gaya *van der Waals* pada pori-pori karbon aktif, maka partikel-partikel polutan yang terdapat pada limbah tertarik dan terperangkap pada pori-pori karbon aktif. Dengan demikian, ion logam Ca^{2+} dan ion logam K^+ pada limbah bahan baku dapat direduksi.

Sedikitnya jumlah karbon aktif yang digunakan dalam proses adsorpsi menjadi faktor mengapa logam kalsium dan kalium dalam limbah masih berada di atas baku

mutu yang ditentukan. Selain itu, ukuran karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini juga berbeda-beda sehingga mempengaruhi luas permukaan pori-pori karbon aktif. Semakin besar pori-pori karbon aktif maka semakin banyak pula partikel yang dapat teradsorpsi.

B. Uji Kemampuan Adsorpsi Iodin

Analisis menunjukkan bahwa karbon aktif mampu menyerap zat dengan berat molekul rendah dan juga dapat menyerap zat pencemar serta pewarna dalam larutan. Karbon aktif yang memiliki kemampuan penyerapan iodium tinggi menandakan memiliki area permukaan yang lebih luas serta struktur mikro dan pori-pori yang lebih besar. Hal ini terkait dengan kemampuan zat adsorben dalam menyerap zat yang akan diabsorpsi. Nilai iodium (I_2) didefinisikan sebagai jumlah miligram iodium (I_2) yang dapat diserap oleh 1 gram karbon aktif. Larutan iodium (I_2) berperan sebagai zat yang diserap dan akan diambil oleh karbon aktif. Kemampuan karbon aktif dalam menyerap iodium (I_2) dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti keberadaan sisa hidrokarbon pada permukaannya yang dihilangkan saat proses aktivasi, membuat permukaan tersebut menjadi aktif. Informasi mengenai tingkat penyerapan iodium dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. a) Daya serap iod karbon aktif sebelum aktivasi

Jenis Karbon Aktif	Volume Rata-Rata (mL)	Bilangan iod (mg/g)
Kulit Kopi	1,03	746,172
Cangkang Kelapa Sawit	0,93	796,932
Kulit Durian	1,4	558,36
Sabut Pinang	1,46	527,904

b) Daya serap iod karbon aktif sesudah aktivasi

Jenis Karbon Aktif	Volume Rata-Rata (mL)	Bilangan iod (mg/g)
Kulit Kopi	1,9	304,56
Cangkang Kelapa Sawit	1,2	659,88
Kulit Durian	1,43	543,132
Sabut Pinang	1,56	477,144

Terlihat pada tabel 4.4 di atas, karbon aktif sebelum aktivasi mempunyai daya serap iodium paling tinggi yaitu sebesar 796,932 mg/g, sedangkan daya serap iodium paling rendah 527,904 mg/g. Pada karbon aktif sesudah aktivasi mempunyai daya serap iodium paling tinggi yaitu sebesar 659,88 mg/g, sedangkan daya serap iodium paling rendah yaitu sebesar 304,56 mg/g.

Berdasarkan hasil tabel 4.4 di atas di temukan karbon sebelum dan sesudah aktivasi yang paling baik terdapat pada karbon cangkang kelapa sawit 796,932 mg/g dan 659,88 mg/g yang memiliki daya serap iodium sesuai dengan syarat ketentuan SNI 06-3730-1995, dan kapasitas serapan iodium minimal 750mg/g. Semakin tinggi nilai daya serap iodium maka luas permukaan pori-pori semakin besar. Nilai daya serap iodium yang rendah disebabkan oleh rusaknya atau runtuhnya dinding pori-pori karbon. Sebab semakin luas permukaan pori maka semakin besar pula kemampuan pori dalam menyerap gas atau cairan. Hal ini sesuai dengan teori kinetika reaksi yang menyatakan bahwa semakin luas permukaan pori maka semakin cepat reaksinya atau semakin banyak gas atau cairan yang terserap.

Menurut Oko dkk (2021) menyatakan bahwa kapasitas adsorpsi dipengaruhi secara signifikan oleh luas permukaan karbon aktif karena proses adsorpsi terkait

dengan jumlah pori. Semua hasil pengujian serapan iodium karbon aktif yang diaktifkan dengan HCl dan karbon aktif yang tidak diaktivasi memenuhi standar kualitas karbon aktif SNI 06-3730-1995, dengan kapasitas serapan minimal 750 mg/g. Aktivasi meningkatkan kemampuan penyerapan karbon aktif, tetapi perlu mencapai tingkat konsentrasi yang spesifik. Penggunaan konsentrasi yang berlebihan dapat mengubah susunan molekul karbon aktif.

Kemampuan karbon aktif dalam menyerap iodium terkait dengan luas permukaannya. Besarnya area permukaan menandakan jumlah pori-pori yang terbentuk, yang dapat meningkatkan kemampuan penyerapan iodium. Kemampuan penyerapan iodium merujuk pada kapasitas karbon aktif untuk menyerap iodium yang memiliki banyak pori dengan ukuran 10-15 Å. Apabila kapasitas adsorpsi tinggi berarti karbon aktif memiliki struktur mesopori dan mikropori yang lebih besar. Semakin banyak pori pada karbon aktif, semakin banyak tumbukan antara molekul iodium dan karbon aktif, sehingga jumlah molekul iodium yang diserap oleh karbon aktif juga semakin banyak. (Dwi dkk., 2022).

Kemampuan karbon aktif untuk menyerap iodium terkait dengan kelebaran permukaan karbon aktif. Semakin tinggi jumlah iodium, semakin efektif karbon aktif dalam menyerap adsorbat atau zat terlarut. Salah satu cara untuk menganalisis kemampuan karbon aktif dalam menyerap larutan iodium adalah dengan melakukan titrasi iodometri. Kemampuan adsorpsi substrat dapat menunjukkan reaktivitas karbon aktif. Besar kecilnya bilangan iod adalah cara untuk mengungkapkan kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben terhadap iodium. Semakin besar jumlah iod, semakin tinggi kemampuan adsorpsi adsorben. Larutan iodium yang ditambahkan

berperan sebagai adsorben, yang akan diadsorpsi oleh karbon aktif sebagai adsorben. Penurunan konsentrasi larutan iodium menunjukkan penyerapan larutan iodium. Penentuan konsentrasi residu iodium dapat dilakukan melalui metode titrasi larutan iodium dengan larutan natrium trisulfat 0,2 N, menggunakan amilum sebagai indikator.



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada penelitian penentuan kapasitas adsorpsi karbon aktif dari limbah biomassa menggunakan metode iodometri, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penentuan kadar logam kalsium dan kalium ini dilakukan agar limbah biomassa pada sampel tidak mencemari lingkungan sebelum di buang ke lingkungan sekitar. Semakin tinggi nilai kadar logam Ca dan K maka semakin rendah nilai konsentrasi aktivatornya. Dapat dilihat dari karbon sesudah aktivasi nilai rata-rata logam kalsium 0,339 mg/g sampai dengan 0,478 mg/g. Sedangkan dari karbon sebelum aktivasi nilai rata-rata logam kalsium 0,34 mg/g sampai dengan 0,416 mg/g. Serta pada karbon sesudah aktivasi nilai rata-rata logam kalium 0,083 mg/g sampai dengan 0,116 mg/g. Sedangkan dari karbon sebelum aktivasi nilai rata-rata logam kalium 0,096 mg/g sampai dengan 0,185 mg/g.
2. Daya serap iodium karbon sebelum dan sesudah aktivasi yang paling baik terdapat pada karbon cangkang kelapa sawit 796,932 mg/g dan 659,88 mg/g yang memiliki daya serap iodium sesuai dengan syarat ketentuan SNI 06-3730-1995, dan kapasitas serapan iodium minimal 750mg/g. Semakin tinggi nilai daya serap iodium maka luas permukaan pori-pori semakin besar. Nilai daya serap iodium yang rendah disebabkan oleh rusaknya atau runtuhnya dinding pori-pori karbon. Hal ini sesuai dengan teori kinetika

reaksi yang menyatakan bahwa semakin luas permukaan pori maka semakin cepat reaksinya atau semakin banyak gas atau cairan yang terserap.

B. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini perlu dilakukan variasi penentuan kadar logam lain seperti Cr, Fe, Mn, Cu yang terdapat pada karbon aktif limbah biomassa. Bagi peneliti lain perlu lebih teliti lagi dalam menggunakan alat buret saat melakukan titrasi agar mendapatkan hasil yang baik dan lancar.



DAFTAR PUSTAKA

- Akpakpan, A. E., Eduok, U. M., Udiong, D. S., Udo, I. E., & Ntukuyoh, A. I. (2012a). Levels Of Metals In Kernels And Shells Of Oil Palm And Coconut Fruits Utilization Of Waste Oil In The Production Of Usefull Industrial Products View Project Preparation Of Novel Bioadsorbent From Pulping Waste/Black Liquor View Project Level Of Metals In . *International Journal Of Modern Chemistry*, 2012(1), 20–27.
- Akpakpan, A. E., Eduok, U. M., Udiong, D. S., Udo, I. E., & Ntukuyoh, A. I. (2012b). Levels Of Metals In Kernels And Shells Of Oil Palm And Coconut Fruits Utilization Of Waste Oil In The Production Of Usefull Industrial Products View Project Preparation Of Novel Bioadsorbent From Pulping Waste/Black Liquor View Project Level Of Metals In . *International Journal Of Modern Chemistry*, 2012(1), 20–27.
- Al Anshori, J. (2005). *Spektrometri Serapan Atom Panitia Penyelenggara Pelatihan Instrumentasi Analisa Kimia*.
- Alfi, R., Lubis, F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production Of Activated Carbon From Natural Sources For Water Purification. *Indonesian Journal Of Chemical Science And Technology*, 03(2), 67–73.
- Astrian Ridhayanti, S., & Rusmini. (2020). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Durian Sebagai Adsorben Limbah Industri Tahu Di Daerah Sepanjang, Sidoarjo. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 4(1).
- Aziz, N. A. A., & Jalil, A. M. M. (2019a). Bioactive Compounds, Nutritional Value, And Potential Health Benefits Of Indigenous Durian (*Durio Zibethinus Murr.*): A Review. *Foods*, 8(3).
- Aziz, N. A. A., & Jalil, A. M. M. (2019b). Bioactive Compounds, Nutritional Value, And Potential Health Benefits Of Indigenous Durian (*Durio Zibethinus Murr.*): A Review. *Foods*, 8(3).

- Berego, Y. S., Sota, S. S., Ulsido, M., & Beyene, E. M. (2023a). The Contents Of Essential And Toxic Metals In Coffee Beans And Soil In Dale Woreda, Sidama Regional State, Southern Ethiopia. *Peerj*, 11.
- Berego, Y. S., Sota, S. S., Ulsido, M., & Beyene, E. M. (2023b). The Contents Of Essential And Toxic Metals In Coffee Beans And Soil In Dale Woreda, Sidama Regional State, Southern Ethiopia. *Peerj*, 11.
- Brury Marco Silalahi, S. (2017). Waste Management Of Palm Oil (*Elaeis Guineensis* Jacq.) In Angsana Estate, South Kalimantan. Dalam *Bul. Agrohorti* (Vol. 5, Nomor 3).
- Cicik Fitriani, N. L., K. Walanda, D., & Rahman, N. (2012). Penentuan Kadar Kalium (K) Dan Kalsium (Ca) Dalam Labu Siam (*Sechium Edule*) Serta Pengaruh Tempat Tumbuhnya. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 174–180.
- Corro, G., Pal, U., Bañuelos, F., & Rosas, M. (2013). Generation Of Biogas From Coffee-Pulp And Cow-Dung Co-Digestion: Infrared Studies Of Postcombustion Emissions. *Energy Conversion And Management*, 74, 471–481. *J.Enconman.2013.07.017*
- Dewi, R., Dan, A., & Nofriadi, I. (2020). Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12–22.
- Dewi, R., Djufri, U., & Wijaya, H. (2022). Pemanfaatan Biomassa Padat Kelapa Sawit Sebagai Energi Baru Terbarukan DI PLTU Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Bunut. *Journal Of Electrical Power Control And Automation (Jepca)*, 5(1), 17.
- Dwi Chrisnandari, R., Septia Witasari, W., & Mustikarini, A. W. (2022). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Batang Daun Buah Naga Teraktivasi Asam Kuat Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb) (Utilization Of Activated Carbon Derived From Dragon Fruit Foliage Using Strong Acid

- Activator As A Lead (Pb) Metal Adsorbent). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 7(2), 141–158. <https://doi.org/10.33366/Reka>
- E. Taer, H. Yusra, Iwanto, & R. Taslim. (2016). Analisa Dimensi, Densitas Dan Kapasitansi Spesifik Elektroda Karbon Superkapasitor Dari Bunga Rumput Gajah Dengan Variasi Konsentrasi Pengaktifan Koh. Spektra: *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 1(1).
- F. James Holler, S. R. C. (2013). *Fundamentals Of Analytical Chemistry 9th Edition*.
- Frida, E., & Pandia, J. (2019). Preparasi Dan Karakterisasi Biomassa Kulit Pinang Dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket Dengan Menggunakan Tepung Tapioka Sebagai Perekat. *Juitech*, 03.
- Husin, A., & Hasibuan, A. (2020). Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat (H_3PO_4) Dan Waktu Perendaman Karbon Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Kulit Durian Study Of Phosphoric Acid (H_3PO_4) Concentration Effect And Carbon Soaking Time On Activated Carbon Characteristics From Durian Shell. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 09(2), 80–86.
- Idrus, R., Pahlanop Lapanporo, B., & Satria Putra, Y. (2013). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Prisma Fisika*, 1(1), 50–55.
- Indra Wardhana, D., Ruriani, E., Nafi, A. (2019). Karakteristik Kulit Kopi Robusta Hasil Samping Pengolahan Metode Kering Dari Perkebunan Kopi Rakyat Di Jawa Timur Characteristics Of Robusta Coffee Husk Obtained From Dry Processing Method Of Smallholder Coffee Plantation In East Java. *Agritrop*, 17(2), 220–229.
- Irhamni, S. P. E. P. Dan W. H. (2017). Serapan Logam Berat Esensial Dan Non Esensial Pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh Dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. *Serambi Engineering*, II(3).

- Karina Ventika Sari, A. P. (2023). Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Sabut Pinang (*Areca Catechu L*) Sebagai Material Termoelektrik Sistem C/Cuo. *Chemistry Journal Of Universitas*, 12(2).
- Kuncoro Rachmad Setiawan, A. (2022). Uji Performa AAS Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Cu Menggunakan CRM 500 Dan CRM 697 Di UPT Laboratorium Terpadu UNS. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(1), 2654–251.
- La Hasan, N., Zakir, M., & Budi, P. (2015). Desilikasi Karbon Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Hg Pada Limbah Pengolahan Emas Di Kabupaten Buru Propinsi Maluku. *Indonesia Chimica Acta*, 7(2).
- Lolo, A., Patandean, C. F., & Ruslan, E. (2020a). Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong Dengan Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) Di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 4(2), 102–110. <https://doi.org/10.20956/Geoelebes.V4i2.8928>
- Lolo, A., Patandean, C. F., & Ruslan, E. (2020b). Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong Dengan Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) Di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 4(2), 102–110. <https://doi.org/10.20956/Geoelebes.V4i2.8928>
- Lutfi Nurohmah Paradila, Apriliani Wulandari, R. F. (2019). Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu Dan Pb Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (*Zea Mays*) Adsorption Ability Of Cu And Pb Heavy Metal Using Corn Skin Adsorben (*Zea Mays*). *Jurnal Chemurgy*, 03(2).
- Najmia, H., Sri Mahreda, E., Putri Mahyudin, R., & Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan, J. (2021). Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Teraktivasi H_3PO_4 Untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) Dan Kondisi Ph Pada Air Asam Tambang Utilization Of

Activated Carbon Of Palm Shell Activated H_3PO_4 For Decreased Iron (Fe), Manganese (Mn) And Ph C. *Enviroscientiae*, 17(1).

Ngueabouo, A. M. S., Tagne, R. F. T., Tchuifon, D. R. T., Fotsop, C. G., Tamo, A. K., & Anagho, S. G. (2022). Strategy For Optimizing The Synthesis And Characterization Of Activated Carbons Obtained By Chemical Activation Of Coffee Husk. *Materials Advances*, 3(22), 8361–8374. <https://doi.org/10.1039/D2ma00591c>

Ni Ayu Putu Tejawati, M. M. Dan O. R. (2017). Karakterisasi Karbon Aktif Komersial Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Timbal(Ii) Dan Krom(Iii). *Jurnal Kimia*, 11(2), 181–186.

Oko, S., Kurniawan, A., Sthefani Bara Palulun Jurusan Teknik Kimia, E., Negeri Samarinda Jl Cipto Mangungkusumo Kampus Gunung Lipan Samarinda, P., & Timur, K. (2021). Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Aktivator Hcl Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Ampas Kopi. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses Dan Teknologi Tepat Guna*, 17(1), 15–21. <https://doi.org/10.14710/Metana.V17i1.37702>

Pande Komang Bayu Saputra, I Made Oka A.P, N. S. (2014). Pengaruh Pemanasan Karbon Aktif Dalam Penurunan Kadar Klor Pada Air. *Chemistry Laboratory*, 1(2).

Paul, B. N., Chanda, S., Das, S., Singh, P., Pandey, B. K., & Giri, S. S. (2014). Mineral Assay In Atomic Absorption Spectroscopy. *The Best Of Natural Sciences*, 1(4).

Prayogatama, A., & Kurniawan, T. (2022). Modifikasi Karbon Aktif Dengan Aktivasi Kimia Dan Fisika Menjadi Elektroda Superkapasitor. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 11, 47–58. <https://doi.org/10.23887/Jst-Undiksha.V11i1>

Prof. Dr. Agung Endro Nugroho, M.Sc., Apt., F. Prof. Dr. U. H. (2017). Logam Berat Dan Kesehatan.

- Putri Miftakhul Rohmah, A. S. R. (2014). Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi Dengan Aktivator KOH. *Konversi*, 3(1).
- Rahayu, A. (2020). Validation Method Of Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS) Of Dry Ashing And Wet Ashing Method For Mineral Analysis In Isotonic Water Metode Validasi Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS) Metode Destruksi Kering Dan Destruksi Basah Untuk Analisis Mineral Minuman Air Isotonik. *Farmasis: Jurnal Sains Farmasi*, 1(1).
- Rahmelia, D., M.Diah, A. W., & Said, I. (2015). Analisis Kadar Kalium (K) Dan Kalsium (Ca) Dalam Kulit Dan Daging Buah Terung Kopek Ungu (*Solanum Melongena*) Asal Desa Nupa Bomba Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(3), 143–148.
- Regina Tutik Padmaningrum. (2008). Titrasi Iodometri. *Jurdik Kimia*.
- Reynol Tumimomor, F., & Christin Palilingan, S. (2018). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa Sebagai Elektroda Superkapasitor. Fullerene *Journ. Of Chem*, 3(1), 13–18.
- Ridhuan, K., Eng, M., & Dwi Irawan, M. T. (2020). *Energi Terbarukan Pirolisis*.
- Santi. (2016). Kinetika Adsorpsi Ion Logam Pb(II) Pada Karbon Aktif Dengan Gelombang Ultrasonik. *Al Kimia*.
- Stefanus Batu, M., Naes, E., Magdalena Kolo. (2022). Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Sabut Pinang Asal Pulau Timor Sebagai Biosorben Logam Ca Dan Mg Dalam Air Tanah. *Jurnal Integrasi Proses*, 11(1), 21–25.
- Sugito, Dewi Marliyan, S., & Diah Apriana, H. (2022). Uji Kinerja Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Shimadzu 6650 F Terhadap. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 5(2), 4887.

Susanto, T., Ramadhan, M. B., Roni, K. A., Lestari, D. W., Farida, D. (2020). Aktivasi Karbon Aktif Dari Kulit Durian Sebagai Adsorben Limbah Dari Kegiatan Laundry Activation Of Activated Carbon From Durian Skin As A Waste Adsorbent From Laundry Activities. *Majalah BIAM*, 16.

Syaifullah, Moch., Candra, Y. A., Soegianto, A., & Irawan, B. (2018). Kandungan Logam Non Esensial (Pb, Cd Dan Hg) Dan Logam Esensial (Cu, Cr Dan Zn) Pada Sedimen Di Perairan Tuban Gresik Dan Sampang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology*, 11(1), 69. <https://doi.org/10.21107/Jk.V11i1.4497>

Tirta Suci Dhian Kasih, M. Taufik, M. K. (2020). Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Menggunakan Metoda Sonikasi. *Chemistry Journal Of Universitas Negeri Padang*, 9(2). <https://doi.org/10.1016/J.Cherd.2011.10.001>

Welz, B., & Sperling, M. (2005). *Atomic Absorption Spectrometry*.

Zote, L., Lalrammawia, K., Buragohain, A., Lalrinhlupuii, Kakki, B., Lalmuanpuii, R., Pachuau, Z., Vanlalhruaia, J., Muthukumaran, R. B., Kumar, N. S., Jahau, L., Sudarshan, M., Yushin, N., Nekhoroshkov, P., Grozdov, D., Sergeeva, A., & Zinicovscaia, I. (2021a). Macro-, Micro-, And Trace Element Distributions In Areca Nut, Husk, And Soil Of Northeast India. *Environmental Monitoring And Assessment*, 193(2). <https://doi.org/10.1007/S10661-021-08859-9>

Zote, L., Lalrammawia, K., Buragohain, A., Lalrinhlupuii, Kakki, B., Lalmuanpuii, R., Pachuau, Z., Vanlalhruaia, J., Muthukumaran, R. B., Kumar, N. S., Jahau, L., Sudarshan, M., Yushin, N., Nekhoroshkov, P., Grozdov, D., Sergeeva, A., & Zinicovscaia, I. (2021b). Macro-, Micro-, And Trace Element Distributions In Areca Nut, Husk, And Soil Of Northeast India. *Environmental Monitoring And Assessment*, 193(2). <https://doi.org/10.1007/S10661-021-08859-9>

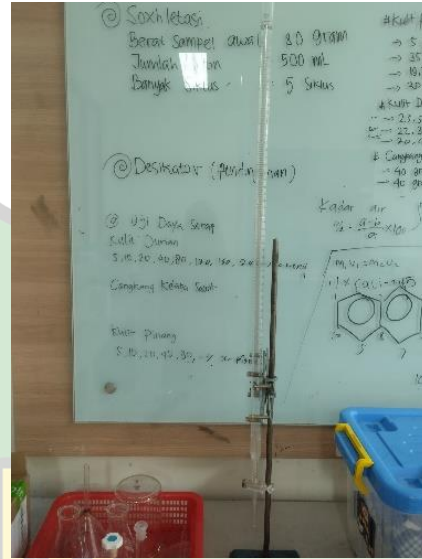
Zulichatun, S., Ella Kusumastuti Jurusan Kimia, D., & Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2018). Indonesian Journal Of Chemical Science Pembuatan Karbon Aktif Ampas Tahu Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Crystal Violet Dan Congo Red. *J. Chem. Sci*, 7(3).

Zulnazri, Almia Permata Putri, Rozanna Dewi, Syamsul Bahri, S. (2022). Karakterisasi Glukosa Sebagai Bahan Baku Bioetanol Yang Diproduksi Dari A-Selulosa Berbasis Limbah Kulit Kopi Arabika. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(1), 102–111.



LAMPIRAN

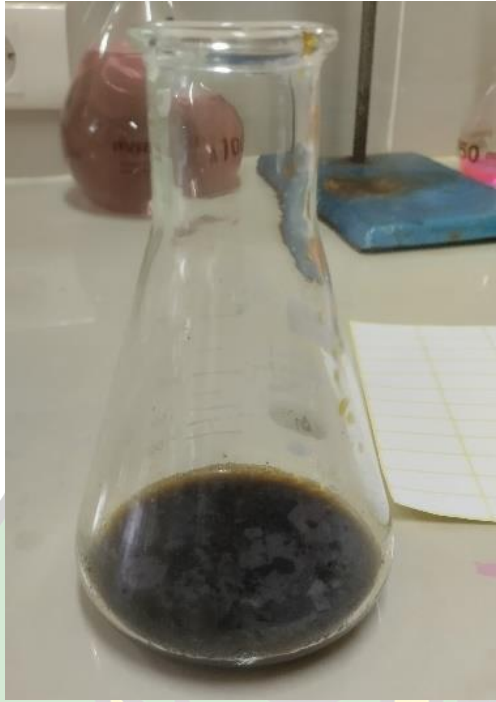
a) Alat



b) Pembuatan Iodin



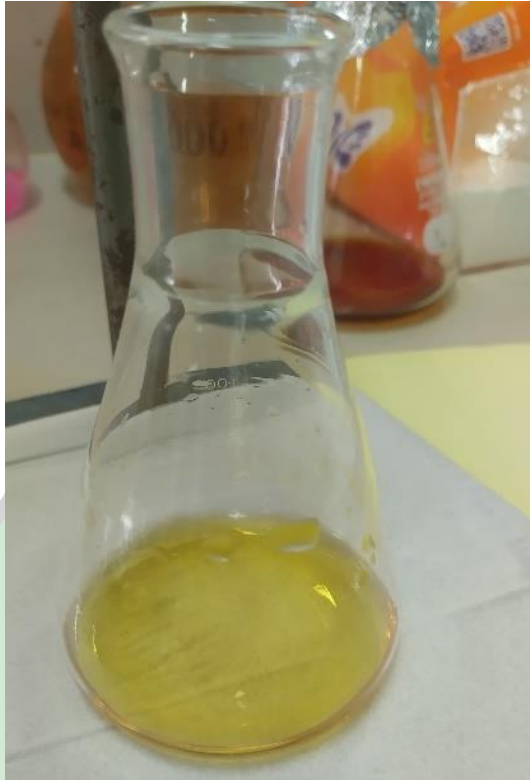
c) **Pencampuran larutan iodin dengan karbon aktif limbah biomassa**



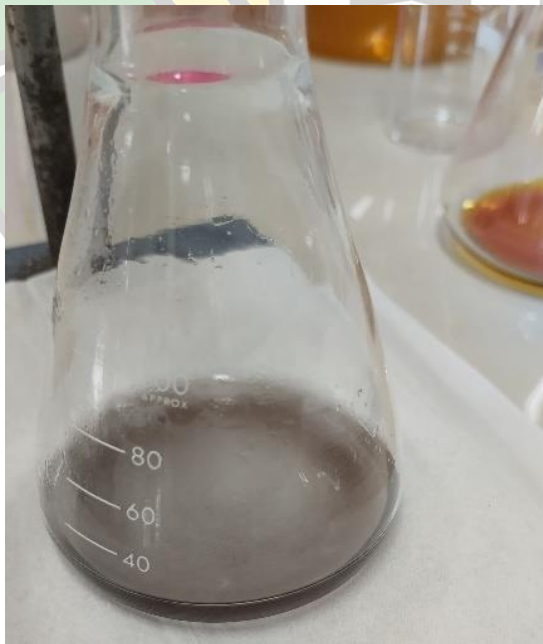
d) **Filtrat I₂**



e) **Titration with Sodium Tiosulfate**



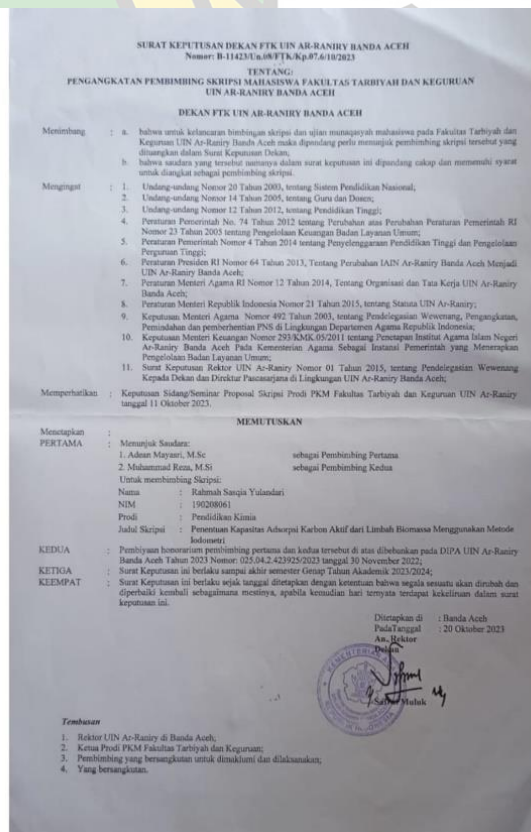
f) **Penambahan amilum**



g) Titrasi akhir



h) Surat Keterangan Pembimbing



i) Data Hasil AAS

Gedung Lab Terpadu
 Jl. Kaliteng Km 16,5 Yogyakarta
 0274089444 ext. 4027
 http://labterpadu.uin.ac.id
 labterpadu@uin.ac.id

Gedung Lab Terpadu
 Jl. Kaliteng Km 16,5 Yogyakarta
 0274089444 ext. 4027
 http://labterpadu.uin.ac.id
 labterpadu@uin.ac.id

Nomor : 01640224B/LT.U/IB/2024
 Nomor

Nomor : 01640224B/LT.U/IB/2024
 Nomor

HASIL PENGUJIAN
TEST RESULT

No	Label Pelanggan	Label Lab. Terpadu	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	A(sebelum aktivasi)	01640224-1	Ca	11,21 ±0,34	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
2	A(sesudah aktivasi)	01640224-2	Ca	6,189 ±0,339	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
3	B(sebelum aktivasi)	01640224-3	Ca	18,40 ±0,41	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
4	B(sesudah aktivasi)	01640224-4	Ca	6,310 ±0,332	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
5	C(sebelum aktivasi)	01640224-5	Ca	0,967 ±0,416	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
6	C(sesudah aktivasi)	01640224-6	Ca	0,903 ±0,478	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
7	D(sebelum aktivasi)	01640224-7	Ca	9,036 ±0,403	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
8	D(sesudah aktivasi)	01640224-8	Ca	4,748 ±0,339	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
9	A(sebelum aktivasi)	01640224-1	K	2,685 ±0,185	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
10	A(sesudah aktivasi)	01640224-2	K	0,520 ±0,083	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
11	B(sebelum aktivasi)	01640224-3	K	140,8 ±0,1	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
12	B(sesudah aktivasi)	01640224-4	K	1,942 ±0,116	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
13	C(sebelum aktivasi)	01640224-5	K	0,989 ±0,096	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
14	C(sesudah aktivasi)	01640224-6	K	0,403 ±0,114	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom

No	Label Pelanggan	Label Lab. Terpadu	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode
15	D(sebelum aktivasi)	01640224-7	K	54,90 ±0,12	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom
16	D(sesudah aktivasi)	01640224-8	K	0,619 ±0,107	mg/g	Spektrofotometri Serapan Atom


 Yogyakarta, 15 Maret 2024
 Koordinator Teknis
 Dr. Dhorul Fuda, S.Si., M.Sc.
 NIP. 052316003

Catatan : 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji
 2. Untuk masalah yang berkaitan dengan hasil uji ini, harap hubungi kami
 3. Untuk informasi yang lebih lanjut, hubungi kami di nomor yang tertera di atas
 4. Dengan ini, kami menyatakan bahwa kami bertanggung jawab atas hasil pengujian ini
 The Integrated Laboratory of UIN declares its responsibility for the sampling



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Rahmah Sasqia Yulandari
 Nim : 190208061
 Fakultas/Jurusan : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Kimia
 Tempat/Tanggal Lahir : Tapaktuan, 09 Januari 2002
 Alamat : Desa Batu Itam, Kec. Tapaktuan, Kab. Aceh Selatan

Jenis Kelamin : Perempuan
 Agama : Islam
 Pekerjaan : Mahasiswa
 E-mail : rahmahsasqia@gmail.com

Riwayat Pendidikan
 Tahun 2007-2013 : MIN Tapaktuan
 Tahun 2013-2016 : SMP Negeri 1 Tapaktuan
 Tahun 2016-2019 : SMA Negeri 1 Tapaktuan
 Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Data Orang Tua
 Nama Ayah : Suflan
 Pekerjaan Ayah : Pensiunan
 Nama Ibu : Almh. Yunila Ana
 Pekerjaan Ibu : A R : - R A N I R Y
 Alamat : Desa Batu Itam, Kec. Tapaktuan, Kab. Aceh Selatan