

**ADSORPSI ION LOGAM KROMIUM (VI) OLEH KARBON
TEMPURUNG KEMIRI (*Aleurites moluccana*) YANG DIAKTIVASI
DENGAN KOH**

ST. FADLIZAH ARIS

H311 15 505



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**ADSORPSI ION LOGAM KROMIUM (VI) OLEH KARBON
TEMPURUNG KEMIRI (*Aleurites Moluccana*) YANG DIAKTIVASI
DENGAN KOH**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

ST. FADLIZAH ARIS

H311 15 505



MAKASSAR

2020

SKRIPSI

**ADSORPSI ION LOGAM KROMIUM (VI) OLEH KARBON
TEMPURUNG KEMIRI (*Aleurites moluccana*) YANG DIAKTIVASI
DENGAN KOH**

Disusun dan diajukan oleh:

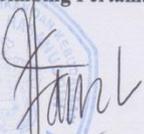
**ST. FADLIZAH ARIS
H311 15 505**

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama


Dr. Muhammad Zakir, M.Si
Nip. 19701103 199903 1001

Pembimbing Pertama


Dr. St. Fauziah, M.Si
Nip. 19720202 199903 2002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : St. Fadlizah Aris

NIM : H31115505

Program Studi : Kimia

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Januari 2021



ST. FADLIZAH ARIS

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil 'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian ini dengan judul **”Adsorpsi Ion Logam Kromium (VI) oleh Karbon Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) yang Diaktivasi dengan KOH”**. Hasil penelitian ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Kimia S1, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Asshalatu wassalam 'ala Rasulillah, salam dan shalawat semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wasallam*, seorang manusia terbaik yang pernah ada di muka bumi ini, dialah utusan Allah yang membawa perbaikan bagi alam semesta dan seisinya terkhusus kepada manusia agar tak salah arah dalam menentukan hidupnya.

Kemudian, penulis dengan tulus hati dan rasa hormat menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua tercinta, Ayahanda **Moh. Aris Pasigai, SE, MM**, Ibunda **Suriani Nurdin, S.Sos**, Kakek **Drs. H. Muh. Nurdin B.** dan Nenek Almh. **Hj. Sumriah**, serta saudara sejiwaku **Fadil** si Cuek, **Fira** si Dengkor yang Baik Hati, **Diba** si Dengkor yang Sholehah, **Ilal** si Teman Hausku, dan **Nadia** si Bocil Tiktokers, atas do'a dan dorongan semangat yang telah diberikan. Demikian pula keluarga besarku atas dukungannya yang senantiasa mengiringi langkah penulis.

Ucapan terimakasih kepada dosen pembimbing, Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Si** selaku pembimbing utama dan Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku

pembimbing pertama yang telah sabar memberikan bimbingan dan arahan mulai dari pembuatan proposal sampai penyelesaian laporan hasil penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kepada:

1. Ketua dan Sekertaris Jurusan Kimia Bapak **Dr. Abdul Karim, M.Si** dan Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan seluruh Dosen jurusan Kimia, serta staf dan pegawai atas bimbingan dan bantuan dalam proses perkuliahan maupun dalam penyelesaian laporan hasil penelitian ini.
2. Dosen Penguji, Bapak **Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc** dan Bapak **Dr. Yusafir Hala, M.Si**, terima kasih atas saran dan masukannya.
3. **Pak Sugeng, Kak Fibi, Ibu Tini, Kak Linda, Kak Hanna, Kak Anti, Kak Rahma** dan **Pak Iqbal**, terima kasih atas bantuan yang diberikan.
4. **Pak Sangkala** dan **Pak Suardi**, terima kasih atas bantuan yang diberikan dalam mengurus berkas sidang.
5. Partner penelitian **Andi Gita Tenri Sumpala** atas bantuan dan kerja samanya dalam proses penelitian dan penyelesaian laporan hasil penelitian ini.
6. **Kak Akbar** yang sudah sangat baik dalam membagi ilmunya.
7. Rekan-rekan **Peneliti Kimia Fisika S1 (Eka, Ghia, Nanda, Noela, Irwan Riskawati, Putu Santini, Yasinta, Novi, Fira, Ojan dan Getsi)**.
8. Teman-teman seperjuangan selama kuliah yang membuat perkuliahan penulis menjadi hoki, **Uci Mila, Niluh, Qiyadah, Mba Lala, Sapina, Ukhti Yulinar, Gita, Eka, Ghia, Neli, Iqri, Juntak, Lhia, Daniel, Ojan, Elsy, Noe, Mba Tri, Syafril, Aul, dan Koko Ronald**.

9. Terima kasih kepada **Kak Zakir** yang selalu membantu dari awal penelitian hingga selesai.
10. Seluruh teman-teman **Kimia Angkatan 2015**.
11. Terima kasih kepada **Pak Taufik** dan **Om Parkiran** yang senantiasa meminjamkan helm.
12. Semua pihak yang tidak sempat tertulis namanya yang telah memberikan dukungan maupun bantuan kepada penulis.

Semoga segala bentuk bantuan, yaitu do'a, saran, motivasi dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis dapat bernilai ibadah dan diganjarkan pahala di sisi Allah *Subhanahu wa Ta'ala*. Aamiin Allahumma Amin.

Makassar, 22 Januari 2020

Penulis

ABSTRAK

Penelitian tentang adsorpsi ion logam kromium (VI) oleh karbon aktif tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) yang diaktivasi dengan kalium hidroksida telah dilakukan. Karbon aktif atau arang aktif adalah arang yang mempunyai daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk gas maupun larutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh aktivator kalium hidroksida terhadap luas permukaan karbon aktif tempurung kemiri dan pengaruh asam nitrat terhadap adsorpsi ion logam Cr (VI). Karbon aktif dibuat melalui 3 tahapan yakni karbonisasi pada suhu 600 °C selama 1 jam, aktivasi dengan kalium hidroksida 10 % selama 24 jam dan modifikasi permukaan dengan asam nitrat 6 N selama 24 jam. Karakterisasi karbon aktif dilakukan melalui uji luas permukaan dengan metilen biru, identifikasi gugus fungsi dengan FT-IR, dan analisis kondisi optimum adsorpsi serta kapasitas adsorpsi menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Luas permukaan karbon, karbon aktif, dan karbon aktif termodifikasi asam nitrat berturut-turut 400,48 m²/g, 404,35 m²/g, dan 433,38 m²/g. Berdasarkan hasil analisis dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), waktu optimum adsorpsi adalah 80 menit dan pH optimum adsorpsi adalah 5,5. Nilai Kapasitas adsorpsi ion Cr (VI) oleh karbon aktif termodifikasi asam nitrat memenuhi persamaan isotermal Langmuir yaitu sebesar 14,22 mg/g.

Kata kunci: Tanaman Kemiri (*Aleurites moluccana*), karbon aktif, logam Cr

ABSTRACT

Research on the adsorption of chromium (VI) metal ions by the activated carbon of the candlenut shell (*Aleurites moluccana*) activated by potassium hydroxide has been carried out. Activated carbon or activated charcoal is charcoal that has a high absorption or adsorption capacity for gaseous or soluble materials. This study aims to examine the effect of potassium hydroxide activators on the surface area of the activated carbon of the candlenut shell and the effect of nitric acid on the adsorption of Cr (VI) metal ions. Activated carbon is made through 3 stages namely carbonization at 600 °C for 1 hour, activation with 10 % potassium hydroxide for 24 hours and surface modification with 6 N nitric acids for 24 hours. Activation of carbon was carried out through surface area testing with methylene blue, identification of functional groups with FT-IR, and analysis of optimum adsorption conditions and adsorption capacity using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The surface area of carbon activated carbon and activated carbon modified with nitric acid was 400,48 m²/g, 404,35 m²/g, and 433,38 m²/g, respectively. Based on the results of the analysis with Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), the optimum time of adsorption is 80 minutes and the optimum pH of adsorption is 5,5. The value of Cr (VI) ion adsorption capacity by activated carbon modified with nitric acid fulfills the Langmuir isothermal equation, which is 14,22 mg/g.

Keywords: Candlenut plants (*Aleurites moluccana*), activated carbon, Cr metals

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan penelitian	5
1.3.1 Maksud Penelitian	5
1.3.2 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Adsorpsi	6
2.2 Tempurung Kemiri	7
2.3 Karbon Aktif	8
2.4 Pembuatan Karbon Aktif	9
2.4.1 Karbonisasi	9
2.4.2 Aktivasi	10
2.4.3 Modifikasi Permukaan	11
2.5 Daya Serap Karbon Aktif	11

2.6 Krom (Cr)	12
2.7 Isotermal Adsorpsi	13
2.7.1 Isotermal Langmuir	14
2.7.2 Isotermal Freundlich	14
2.8 Karakterisasi Karbon dengan Titrasi Boehm	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Bahan Penelitian	16
3.2 Alat Penelitian	16
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.4.1 Preparasi Sampel Karbon Tempurung Kemiri	17
3.4.2 Aktivasi	17
3.4.3 Modifikasi Permukaan	17
3.4.4 Penentuan Luas Permukaan	17
3.4.5 Pembuatan Larutan Induk Cr (VI) 1000 ppm	18
3.4.6 Pembuatan Larutan Baku Cr (VI) 50 ppm	19
3.4.7 Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi	19
3.4.8 Penentuan pH Optimum Adsorpsi	19
3.4.9 Penentuan Kapasitas Adsorpsi	19
3.4.10 Karakterisasi Permukaan Karbon Aktif Secara Kimia dengan Metode Titrasi Boehm	20
3.4.11 Karakterisasi Gugus Fungsi dengan FTIR	21
3.4.12 Penentuan Kapasitas Adsorpsi dengan Isotermal Langmuir dan Isotermal Freundlich	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22

4.1 Karbonisasi dan Aktivasi Karbon Tempurung Kemiri	22
4.2 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tempurung Kemiri	22
4.3 Karakterisasi Luas Permukaan dengan Metilen Biru	23
4.4 Optimasi Adsorpsi Ion Cr (VI)	24
4.4.1 Optimasi Waktu	24
4.4.2 Optimasi pH	25
4.5 Penentuan Kapasitas Adsorpsi	27
4.6 Karakterisasi Material Karbon	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Adsorpsi dan Desorpsi	6
2. Tempurung Kemiri.....	7
3. Proses Pembentukan Karbon Aktif	10
4. Grafik Luas Permukaan dengan Metode Metilen Biru	23
5. Grafik Pengaruh Waktu terhadap Kapasitas Adsorpsi	25
6. Grafik Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi	26
7. Grafik Pengaruh Konsentrasi terhadap Kapasitas Adsorpsi oleh KATK	27
8. Grafik Pengaruh Konsentrasi terhadap Kapasitas Adsorpsi oleh KATKM	27
9. Kurva Linear Isotermal Langmuir KATK	28
10. Kurva Linear Isotermal Freundlich KATK	29
11. Kurva Linear Isotermal Langmuir KATKM	29
12. Kurva Linear Isotermal Freundlich KATKM	29
13. Grafik Non-Linear Isotermal Langmuir dan Isotermal Freundlich untuk Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) oleh KATK dan KATKM	30
14. Spektrum FTIR	31
15. Diagram Analisis Gugus Fungsi dengan Metode Titrasi Boehm	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen Tempurung Kemiri	8
2. Data Parameter Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) oleh KATK dan KATKM Berdasarkan Isotermal Langmuir dan Freundlich	31
3. Spektrum IR dari KTK, KATK, KATKM dan KATKMA	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian	41
2. Bagan Kerja Penelitian	42
3. Dokumentasi Penelitian	47
4. Perhitungan Pembuatan Larutan Pereaksi	50
5. Perhitungan Luas Permukaan	52
6. Perhitungan Waktu Optimum Adsorpsi	55
7. Perhitungan pH Optimum Adsorpsi	56
8. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi KATK	57
9. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi KATKM	58
10. Perhitungan Kadar Gugus Fungsi	59
11. Perhitungan Nilai Q_0 dan b oleh KATK	66
12. Perhitungan Nilai k dan b oleh KATK	67
13. Perhitungan Nilai Q_0 dan b oleh KATKM	68
14. Perhitungan Nilai k dan b oleh KATKM	69
15. Data Kurva Non-Linear untuk Isotermal Langmuir dan Freundlich Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) oleh KATK dan KATKM	70
16. Spektrum Hasil FTIR	73

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Istilah	Pengertian
KTK	Karbon Tempurung Kemiri
KATK	Karbon Aktif Tempurung Kemiri
KATKM	Karbon Aktif Tempurung Kemiri Termodifikasi
KATKMA	Karbon Aktif Tempurung Kemiri Termodifikasi Setelah Adsorpsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dengan sumber daya alam yang berlimpah memiliki potensi yang sangat besar untuk kesejahteraan masyarakat. Hasil alamnya yang melimpah berpotensi menguasai segala bidang kehidupan baik industri, kelautan, pertanian, kesehatan dan sebagainya. Salah satu hasil alamnya adalah tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*) (Rusman, 2019).

Data Badan Pusat Statistik (2018) menyatakan bahwa produksi perkebunan rakyat untuk tanaman kemiri pada tahun 2014 mencapai 210,1 ribu ton. Hasil produksi yang banyak dari tanaman kemiri ini, menyebabkan banyak pula kegiatan produksi dari pengolahan tanaman kemiri untuk dijadikan beberapa produk atau dijual langsung di pasaran. Hal ini tidak terjadi pada cangkang kemiri yang dibiarkan saja menumpuk menjadi limbah. Peningkatan limbah dari cangkang kemiri perlu diatasi. Oleh karena itu, upaya untuk mengolah cangkang kemiri perlu dikembangkan sehingga cangkang tersebut dapat memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengolah limbah cangkang kemiri menjadi karbon aktif (Maulana dkk., 2017).

Tempurung kemiri memang merupakan limbah organik yang dapat diuraikan namun dengan teksturnya yang cukup keras membutuhkan waktu untuk menguraikannya secara alamiah (Maulana dkk., 2017). Berdasarkan Penelitian Muzakir (2018) preparasi tempurung kemiri dilakukan dengan cara mencuci

tempurung kemiri untuk membersihkan kotoran-kotoran (sisa-sisa daging buah kemiri, kerikil, tanah) dan dijemur hingga kering. Kemudian dipecah kecil-kecil.

Darmawan dkk. (2016) melaporkan bahwa tempurung kemiri sebagai sumber karbon tinggi akan kandungan lignoselulosa (selulosa 25,77 %, hemiselulosa 28,73 % dan lignin 36,02 %). Menurut Tambunan dkk. (2014) karbon tempurung kemiri mengandung 76,315 % karbon tetap, 9,56 % abu, 8,73 % senyawa mudah menguap dan 5,35 % air. Adanya kandungan tersebut, maka tempurung kemiri dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben, yang pengelolaannya dilakukan pada suhu tinggi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia (Polii, 2017). Adsorben telah diaktifkan, baik secara fisika maupun kimia yang memiliki diameter pori-pori yang sangat kecil untuk dapat menyerap gas. Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini bisa menjadi tinggi, jika karbon tersebut diaktivasi dengan aktivator bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Iskandar, 2012).

Karbon aktif dibuat melalui tahap karbonisasi dan tahap aktivasi (Lempang, 2014). Tahap karbonisasi akan menghasilkan arang atau karbon, sedangkan tahap aktivasi akan memperluas pori-pori (Sani, 2001). Muzakir (2018) melaporkan bahwa proses karbonisasi tempurung kemiri dilakukan dalam tanur pada temperatur 600 °C selama 1-2 jam. Adapun proses aktivasi yang digunakan adalah aktivasi kimia, yakni prekursor mengimpregnasi agen aktivasi KOH (Rusman, 2019).

KOH sebagai aktivator kimia yang baik pada karbon, mampu meningkatkan luas permukaan karbon hingga 3000 m²/g. Selain itu, KOH sebagai basa kuat dapat menghilangkan zat pengotor seperti zat volatil dan tar dalam karbon hasil pengarangan yang kurang sempurna (Nurfitria dkk., 2019).

Karbon aktif mengandung gugus fungsi yang bervariasi, yaitu gugus karbonil (CO), karboksil (COO), fenol, lakton dan beberapa gugus ester, tidak hanya mengandung atom karbon (Lembang, 2014). Gugus fungsi berperan dalam meningkatkan daya serap karbon aktif. Selain identifikasi, gugus fungsi juga dapat dimodifikasi (Setyadhi dkk., 2005). Modifikasi permukaan dengan menggunakan larutan oksidator dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Adapun larutan-larutan oksidator yang pernah digunakan antara lain H₂O₂, NaOCl, (NH₄)S₂O₈, AgNO₃, HNO₃, dan H₂SO₄ (Wibowo dkk., 2004).

Proses modifikasi permukaan karbon aktif di beberapa penelitian sebelumnya membuktikan bahwa kemampuan adsorpsi pada ion logam meningkat (Rusman, 2019). Menurut Wulandari dkk. (2016), modifikasi permukaan karbon aktif dari tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) menggunakan HNO₃ sebagai larutan yang paling efektif. Hasil penelitian Amiruddin (2016) untuk modifikasi permukaan karbon aktif tongkol jagung (*Zea mays*) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan setelah modifikasi gugus fungsi dengan menggunakan larutan HNO₃, H₂SO₄ dan H₂O₂, terutama gugus fungsi yang mengandung oksigen.

Industri *electroplating*, metalurgi, smelting dan lain-lain, banyak terdapat limbah logam berat. Salah satu logam berat yang dihasilkan adalah krom (Suprihatin dan Erriek, 2009). Krom (Cr) di alam berada pada valensi 3 Cr (III)

dan valensi 6 Cr (VI). Cr (VI) memiliki kelarutan yang tinggi dan mobilitas yang tinggi di lingkungan, sehingga lebih toksik dibandingkan dengan Cr (III) (Rahman dkk., 2007). Krom yang terakumulasi dalam jumlah besar pada manusia akan mengganggu kesehatan karena memiliki dampak negatif terhadap organ hati dan ginjal. Apabila terdeposit melalui rantai makanan dapat menyebabkan keracunan pada ukuran tertentu dan kerusakan struktur DNA hingga terjadi mutasi jika masuk ke dalam sel. Selain itu, krom bersifat karsinogen (penyebab kanker), teratogen (menghambat pertumbuhan janin), serta kerusakan terhadap organ respirasi (Schiavon dkk., 2008; Mulyani, 2004; Suprati, 2008).

Oleh karena itu, metode pengelolaan yang baik dan efektif untuk ion logam krom agar tidak mencemari perairan adalah metode adsorpsi. Metode adsorpsi dapat menghilangkan ion-ion logam kromium dalam larutan. Adsorben yang banyak dan baik digunakan dalam media adsorpsi adalah karbon aktif (Rusman, 2019).

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, penelitian adsorpsi terhadap ion kromium dengan menggunakan karbon aktif dari bahan biomassa tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) yang diaktivasi dengan kalium hidroksida (KOH) dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. bagaimana pengaruh aktivasi dengan aktivator KOH terhadap luas permukaan karbon aktif tempurung kemiri?
2. bagaimana pengaruh modifikasi karbon aktif tempurung kemiri dengan HNO₃ terhadap adsorpsi ion logam Cr (VI) ?

3. berapa waktu dan pH optimum oleh karbon aktif tempurung kemiri termodifikasi?
4. berapa kapasitas adsorpsi ion Cr (VI) oleh karbon aktif tempurung kemiri termodifikasi?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan dan menganalisis modifikasi permukaan Karbon Aktif Tempurung Kemiri (KATK) sebagai adsorpsi ion logam Cr (VI).

1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. menentukan pengaruh aktivasi dengan aktivator KOH terhadap luas permukaan karbon aktif tempurung kemiri.
2. menentukan pengaruh modifikasi karbon aktif tempurung kemiri dengan HNO₃ terhadap adsorpsi ion logam Cr (VI).
3. menentukan waktu dan pH optimum oleh karbon aktif tempurung kemiri termodifikasi.
4. menentukan kapasitas adsorpsi ion Cr (VI) oleh karbon aktif tempurung kemiri termodifikasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang potensi pemanfaatan karbon aktif tempurung kemiri, yang telah diaktivasi dengan KOH, serta pengaruh modifikasi karbon dengan HNO₃ sehingga dapat digunakan sebagai bahan adsorben dalam mengatasi masalah yang ada pada lingkungan seperti limbah dan penjernihan suatu material.

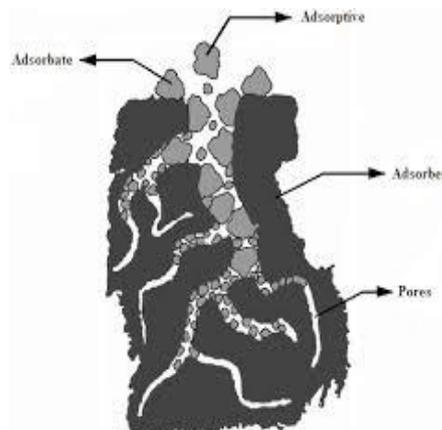
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Suatu molekul fluida yang terakumulasi di permukaan padatan disebut proses adsorpsi (Nasruddin, 2005). Saat molekul-molekul gas atau cair menyentuh suatu permukaan padatan maka sebagian dari molekul tersebut mengembun (Suryawan, 2004). Berpindahannya suatu gas atau cairan kesuatu permukaan padatan dan cairan merupakan hal yang berkaitan dengan adsorpsi. Selain itu, pada proses adsorpsi dikenal istilah adsorben. Adsorben adalah adsorbat yang terakumulasi (Hines dan Maddox, 1985).

Menurut Ginting (2008) bahwa gaya kohesif terdapat pada proses adsorpsi, jika permukaan padatan dan molekul-molekul gas atau cair menyentuh molekul-molekul tersebut. Perubahan konsentrasi molekul pada *interface solid/fluida* disebabkan oleh gaya yang tidak seimbang pada batas fasa. Untuk mengetahui karakteristik yang terjadi dalam proses adsorpsi dapat diilustrasikan dengan Gambar 1.



Gambar 1. Adsorpsi dan Desorpsi (Ginting, 2008)

Penghisapan padatan yang berpori (*adsorption*) dan pelepasan (*desorption*) suatu fluida disebut adsorben. Permukaan adsorben yang menghisap molekul fluida tetapi tidak terakumulasi/tidak melekat disebut *adsorptive*, sedangkan yang terakumulasi/melekat disebut *adsorbat* (Ginting, 2008).

2.2 Tempurung Kemiri

Klasifikasi pada tanaman kemiri (*Alleurites mollucana*) yaitu Kingdom *Plantae*, divisio *Spermatophyta*, sub divisio *Angiospermae*, kelas *Dicotyledoneae*, ordo *Euphorbiales*, famili *Euphorbiaceae*, genus *Alleurites*, dan spesies *Alleurites mollucana* (Lempang, 2009). Menurut Rusman (2019), *candle nut* merupakan istilah lain dari kemiri dalam perdagangan internasional. Sulawesi Selatan, salah satu wilayah di Indonesia yang terdapat tanaman kemiri.

Sulawesi tengah sebagai wilayah penghasil kemiri dapat memanfaatkan tempurung kemiri menjadi bahan baku arang. Hasil penelitian dari beberapa peneliti telah melaporkan bahwa pengolahan arang dari tempurung kemiri menggunakan tungku pengarangan (Darmawan dkk., 2009).



Gambar 2. Tempurung Kemiri (Taqiuddin, 2018)

Lempang (2009) melaporkan bahwa tempurung kemiri mengandung lignin, holoselulosa, pentosan, dan ekstraktif yang diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Tempurung Kemiri (Lempang, 2009)

No.	Komponen	Kadar (% dari berat kayu)
1.	Holoselulosa (Polisakarida)	49,22
2.	Pentosan	14,55
3.	Lignin	54,46
4.	Ekstraktif:	
	- Larut air dingin	1,96
	- Larut air panas	6,18
	- Larut alkohol-benzena (1:2)	2,69
	- Larut NaOH 1 %	17,14
5.	Abu	8,73

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon berbentuk amorphous atau mikrokristalin. Karbon yang memiliki “permukaan dalam” (*internal surface*) dan memiliki luas permukaan berkisar antara 300-2000 m²/gr (Ramdja dkk., 2008).

Berdasarkan persyaratan SNI 06-3730-1995, kualitas karbon aktif yaitu karbon aktif berbentuk serbuk yang berkualitas baik memiliki kadar air maksimal sebesar 15 % dan kadar abu maksimal 10 %. Karbon aktif yang baik memiliki daya serap terhadap I₂ minimal sebesar 750 mg/g dan daya serap terhadap metilen biru minimal sebesar 120 mg/g (Laos dkk., 2016).

Karbon aktif terdiri dari dua jenis yaitu karbon aktif fasa cair dan karbon aktif fasa gas. Material dengan berat jenis rendah menghasilkan karbon aktif fasa

cair. Sedangkan karbon aktif fasa gas dihasilkan dari material dengan berat jenis tinggi (Ramdja dkk., 2008).

Industri yang menggunakan karbon aktif, seperti industri obat-obatan, makanan, minuman, pengolahan air (penjernihan air) dan lain-lain. Proses pemurnian dalam sektor minyak kelapa, farmasi dan kimia menggunakan karbon aktif kurang lebih 70 %. Semua bahan yang mengandung karbon merupakan bahan baku pembuatan karbon aktif, seperti berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu-bara, tempurung kelapa, kulit biji kopi (Pambayun dkk., 2013).

2.4 Pembuatan Karbon Aktif

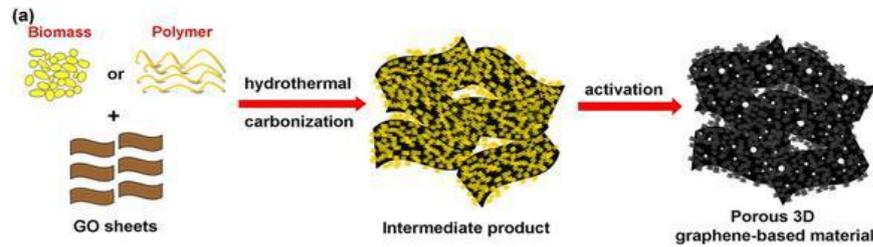
Pembuatan karbon aktif dilakukan dalam dua tahap yaitu karbonisasi dan aktivasi (Lempang, 2014). Tahap ekstraksi silika dan modifikasi permukaan yaitu tahap pembuatan karbon aktif untuk keperluan tertentu (Rusman, 2019).

2.4.1 Karbonisasi

Karbonisasi ialah mengurainya selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 275 °C. Desi dkk. (2015), menyatakan bahwa proses karbonisasi terdiri atas 4 tahap, yaitu:

1. suhu 100-120 °C mengalami penguapan air dan suhu 270 °C mengalami penguapan selulosa. Proses ini menghasilkan destilat yang mengandung asam organik dan sedikit metanol.
2. suhu 270–310 °C terjadi reaksi eksotermik. Penguraian selulosa menjadi larutan pirolignat, gas kayu (CO dan CO₂).
3. jumlah gas CO, CH₄ dan H₂ meningkat serta pada suhu 310–510 °C jumlah asam pirolignat dan CO₂ menurun.

4. kadar karbon meningkat pada suhu 500–1000 °C.



Gambar 3. Proses Pembentukan Karbon Aktif (Desi dkk., 2015)

2.4.2 Aktivasi

Proses pembentukan dan penyusunan karbon sehingga pori-pori menjadi lebih besar disebut tahap aktivasi. Aktivasi yang sering dilakukan yaitu aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika. Prinsip aktivasi kimia yaitu perendaman arang/karbon dengan senyawa kimia sebelum dipanaskan. Prinsip aktivasi fisika yaitu aktivasi dimulai dengan mengairi gas-gas ringan, seperti uap air, CO₂ atau udara ke dalam retort yang berisi arang dan dipanaskan pada suhu 800–1000 °C (Lempang, 2014).

Prekursor pada aktivasi kimia mengimpregnasi agen aktivasi seperti seng klorida atau asam fosfat setelah proses karbonisasi dalam gas inert pada suhu 400–800 °C (Alhamed, 2006). Bahan kimia seperti H₃PO₄, NH₄Cl, AlCl₃, HNO₃, KOH, NaOH, KMnO₄, SO₃, H₂SO₄, dan K₂S digunakan dalam aktivasi kimia (Kienle, 1986). Karbon aktif dari tempurung kemiri dapat diaktivasi dengan menggunakan aktivator KOH.

Kalium Hidroksida (KOH) adalah zat berbentuk padatan putih, tidak berbau, memiliki titik lebur 360 °C dan titik didih pada 1327 °C. Kalium hidroksida merupakan bahan kimia berbahaya, dapat menyebabkan iritasi dan luka bakar. Kalium hidroksida memiliki batas LD yaitu 273 mg/kg yang dipercobakan pada tikus (Anonim, 2018).

2.4.3 Modifikasi Permukaan

Modifikasi permukaan pada karbon aktif bertujuan menambah gugus fungsi, terutama gugus oksigen (Harti dkk., 2014). Adanya gugus fungsi tersebut dapat meningkatkan daya serap karbon aktif (Setyadhi dkk., 2005). Ismanto dkk. (2010), melakukan modifikasi permukaan karbon aktif dari kulit singkong dengan menggunakan larutan HNO_3 , H_2SO_4 dan H_2O_2 . Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai kapasitas spesifik paling tinggi diperoleh dari karbon aktif yang permukaannya dimodifikasi dengan HNO_3 , 72,6 % yang lebih tinggi dibandingkan karbon aktif tanpa modifikasi permukaan.

Asam Nitrat atau HNO_3 memiliki tampilan cairan bening, sedikit beruap, memiliki titik lebur $-41\text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih pada $121\text{ }^\circ\text{C}$. Asam nitrat juga merupakan bahan kimia berbahaya. Kebakaran atau ledakan dapat terjadi jika asam nitrat dalam keadaan panas, guncangan, gesekan atau kontak dengan bahaya lainnya (Anonim, 2018).

HNO_3 sebagai oksidator kuat akan mengoksidasi atom karbon yang mengakibatkan hilangnya elektron sehingga atom karbon bermuatan positif. Bertambahnya konsentrasi HNO_3 membuat karbon menjadi lebih bermuatan positif sehingga molekul-molekul atom yang diadsorpsi akan semakin banyak pula (Setyadhi dkk., 2005).

2.5 Daya Serap Karbon Aktif

Daya serap karbon aktif adalah ketika kedua fasa saling berinteraksi maka akan membentuk suatu fasa baru yang berbeda. Hal ini disebabkan karena adanya gaya *Van der Waals*. Gaya *Van der Waals* adalah gaya tarik-menarik antar molekul, ion atau atom dalam kedua fasa tersebut. Ketidakseimbangan gaya pada

atom, ion atau molekul dikondisi tertentu, mampu menarik molekul lain sampai keseimbangan gaya tercapai (Manocha, 2003). Komponen dalam karbon aktif yaitu karbon bebas 85–95 %, hidrogen 0,6-7,8 %, senyawa organik 0,04-0,45 % dan senyawa anorganik (abu) 1,2-3,3 % memiliki pengaruh terhadap daya serap karbon aktif (Utomo, 2014).

Menurut Agustina (2005), beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap karbon aktif, yaitu sifat karbon aktif, sifat komponen yang menyerap, sifat larutan dan sistem kontak. Kondisi permukaan dan struktur pori menyebabkan adanya daya serap karbon aktif terhadap komponen-komponen yang berada dalam larutan atau gas (Guo dkk., 2007). Secara umum, karbon aktif yang memiliki pori yang banyak dan permukaan yang luas merupakan karbon aktif yang termasuk menyerap secara fisik. Daya serap karbon aktif juga dipengaruhi oleh sifat polaritas dari permukaan karbon aktif tersebut. Berbagai jenis karbon aktif menghasilkan sifat polaritas yang bervariasi, karena sangat bergantung pada bahan baku, cara pembuatan karbon dan bahan pengaktif yang digunakannya (Lempang, 2014).

2.6 Krom (Cr)

Krom adalah sebuah unsur kimia yang memiliki massa molekul 52; nomor atom 24 dalam tabel periodik dengan simbol kimia Cr. Krom merupakan unsur pertama dalam golongan VI.

Krom merupakan logam yang memiliki toksisitas tinggi dan bersifat karsinogenik (Shanker dkk., 2005). Secara umum dijumpai dalam bentuk oksida krom trivalen Cr (III) dan krom heksavalen Cr (VI). Cr (VI) lebih berbahaya jika

dibandingkan Cr (III). Cr (VI) merupakan oksidator yang sangat kuat, bersifat kurang stabil, mudah membentuk kompleks, banyak terkandung di dalam limbah cair industri pelapisan logam, galvanis, tekstil, cat dan penyamakan kulit. Dampak pencemaran Cr (VI) terhadap lingkungan adalah mudah terserap oleh tanaman budidaya karena terakumulasi pada tanah dan juga dapat terakumulasi pada ikan. Dapat pula menyebabkan dampak kesehatan bagi manusia, seperti gagal fungsi ginjal, hati dan usus yang dapat berakibat kematian jika mengkonsumsi tanaman dan ikan yang mengandung kadar Cr (VI) tinggi (Dewi dan Nurhayati, 2012).

Cr (VI) paling banyak dipelajari sifat racunnya karena sangat toksik, korosif dan karsinogenik. Sedangkan, Cr (III), meskipun cukup berbahaya namun memiliki efek toksik yang jauh lebih kecil dibandingkan Cr (VI). Efek-efek negatif inilah yang perlu diwaspadai dari limbah yang mengandung logam kromium karena daya toksik kromium bergantung pada valensi ionnya (Rahmawati dan Suhendar, 2014).

Berdasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom logam, metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dapat menentukan konsentrasi ion Cr (VI). Penyerapan cahaya oleh atom-atom pada panjang gelombang 357,9 nm untuk unsur krom (Putri dkk., 2014).

2.7 Isotermal Adsorpsi

Isotermal adsorpsi terdiri atas isotermal Langmuir dan isotermal Freundlich. Model isotermal Langmuir untuk adsorpsi dengan permukaan yang homogeny. Sedangkan model isotermal Freundlich untuk adsorpsi permukaan yang heterogen (Nasruddin dkk., 2017).

Selain model Langmuir dan Freundlich, isotermal adsorpsi juga dianalisis dengan model BET. Namun, model isoterm Langmuir dan Freundlich umum digunakan pada adsorpsi cairan dengan konsentrasi rendah. Model isoterm adsorpsi digunakan untuk mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat (Singh dkk., 2008).

2.7.1 Isotermal Langmuir

Menurut model Langmuir, adsorpsi terjadi merata pada sisi aktif adsorben. Model isoterm Langmuir digambarkan dengan mengikuti persamaan (1) berikut ini (Sharma, 2013):

$$q_e = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (1)$$

dimana, q_e (mmol/g) adalah keseimbangan kapasitas adsorpsi (mg/l), C_e adalah konsentrasi keseimbangan (mg/l), q_m adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g) dan K_L (1/mg) adalah konstanta Langmuir (Sharma, 2013).

2.7.2 Isotermal Freundlich

Isotermal Freundlich merupakan jenis adsorpsi yang terjadi pada permukaan heterogen. Persamaan Freundlich digambarkan oleh persamaan (2), dimana x adalah jumlah zat terlarut yang diadsorpsi (mg), m adalah banyaknya adsorben yang digunakan dalam gram, C_e adalah konsentrasi kesetimbangan larutan (mg/L), k dan n adalah konstanta adsorpsi seperti kapasitas dan intensitas adsorpsi (Namasivayam dkk., 2001).

$$\log (x/m) = \log k + 1/n (\log C_e) \quad (2)$$

2.8 Karakterisasi Karbon dengan Titrasi Boehm

Hans Peter Boehm pada tahun 1994 mengembangkan titrasi boehm untuk mengukur gugus fungsional permukaan yang mengandung oksigen dari karbon. Reaktan boehm terdiri dari NaOH yang menetralkan karboksilat, fenol dan lakton; Na_2CO_3 yang menetralkan karboksilat dan lakton; serta NaHCO_3 yang menetralkan karboksilat. Senyawa reaktif fasa padat, termasuk oksida, hidroksida dan karbonat, basa konjugatif dari asam anorganik lemah seperti ortofosfat dan sulfat telah hilang sebelum keseimbangan dengan reaktan boehm. Reaktan boehm tidak melarutkan jumlah yang signifikan dari molekul organik yang mengandung gugus fungsional yang reaktif (Gortzen dkk., 2010).