

**PEMBUATAN DAN PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI
LIMBAH PERTANIAN (REVIEW JURNAL)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**AFIFUDDIN MUAMAR
NIM. 150704043
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM-BANDA ACEH
2021 M/1442 H**

Lembar Persetujuan

**PEMBUATAN DAN PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI
LIMBAH PERTANIAN (REVIEW JURNAL)**

SKRIPSI

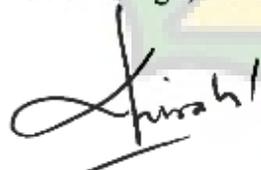
Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) dalam Ilmu Kimia

Oleh

**AFIFUDDIN MUAMAR
NIM. 150704043
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Khairun Nisah, M.Si
NIDN. 2016027902

Pembimbing II,



Reni Silvia Nasution, M. Si
NIDN. 2022028901

Lembar Pengesahan

**PEMBUATAN DAN PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH
PERTANIAN (REVIEW JURNAL)**

SKRIPSI

**Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Kimia**

Pada Hari/Tanggal: Selasa/25 Agustus 2020
6 Muharam 1441 H

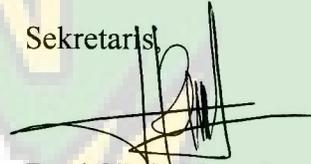
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi,

Ketua,



Khairun Nisah, M. Si
NIDN. 2016027902

Sekretaris,



Reni Silvia Nasution, M. Si
NIDN. 2022028901

Mengetahui

Penguji I,



Cut Nuzlia, M. Sc
NIDN. 2014058702

Penguji II,



Muammar Yulian, M. Si
NIDN. 2030118401

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Afifuddin Muamar

NIM : 150704043

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi (FST)

Judul Skripsi : Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pertanian
(review jurnal)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
3. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
4. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila ini dikemudian 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 Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 25 Agustus 2020

Yang Menyatakan,



METERAI
TEMPEL

D09AJX010246698

Afifuddin Muamar

ABSTRAK

Nama : Afifuddin Muamar
NIM : 150704043
Program Studi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pertanian
Tanggal Sidang : 25 Agustus 2020
Tebal Skripsi : 50 Halaman
Pembimbing I : Khairun Nisah, S.T., M.Si
Pembimbing II : Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
Kata Kunci : Limbah pertanian, arang aktif, adsorpsi

Limbah dari hasil pertanian sering di buang begitu saja tanpa dimanfaatkan lebih lanjut sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Beberapa tahun terakhir ini penggunaan limbah pertanian sering diteliti tentang fungsinya sebagai arang aktif untuk penyerapan polutan seperti penghilangan zat warna, penyerapan ion logam serta gas. Arang yang dihasilkan dari limbah pertanian terlebih dahulu dilakukan aktivasi atau modifikasi untuk membuka situs-situs aktif permukaan arang aktif sehingga luas permukaan akan semakin besar dan meningkatkan kemampuan adsorpsi. Dari hasil kajian kepustakaan (*Library Research*) aktivator asam lebih baik digunakan untuk bahan yang mengandung lignoselulosa sedangkan untuk aktivator basa digunakan untuk bahan yang memiliki kandungan karbon yang tinggi, untuk suhu karbonisasi terbaik berkisar antara range 300°C-600°C, sedangkan waktu karbonisasi yang optimum digunakan pada waktu kisaran 1-1,5 jam. Limbah pertanian sebagai arang aktif dapat dimanfaatkan untuk penyerapan zat warna, logam berat, dan gas beracun.

ABSTRACT

Name : Afifuddin Muamar
NIM : 150704043
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technologi (FST)
Title : The make and use of active charcoal from agricultural waste
Strial Date : 28 August 2020
Thesis thickness : 50 pages
Advisor I : Khairun Nisah, S.T., M.Si
Advisor II : Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
Keyword : Agricultural waste, active charcoal, adsorption

Agricultural waste is often discarded without further benefit and can causes environmental pollution. Recently frequent research on agricultural waste has been used as active charcoal for absorbings the polutan such as absorb the colour, metal ions and gas. Activation or modification of charcoal produced from agricultural waste is first carried out to increase porosity and widen the surface pores of the absorbent material. The condusion of this library research acid activator is better used for materials containing lignocellulose while alkaline activator are used for materials that have a high carbon content, for the best carbonization temperature range from 300°C-600°C, while the optimum carbonization time is used in the range of 1- 1.5 hours. The use of activated charcoal from agricultural waste which is utilized and further can be used absorb the colour, metal ions and gas.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Tak lupa pula kami kirimkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW. Beserta keluarganya, para sahabatnya, dan seluruh ummatnya yang senantiasa istiqomah hingga akhir zaman.

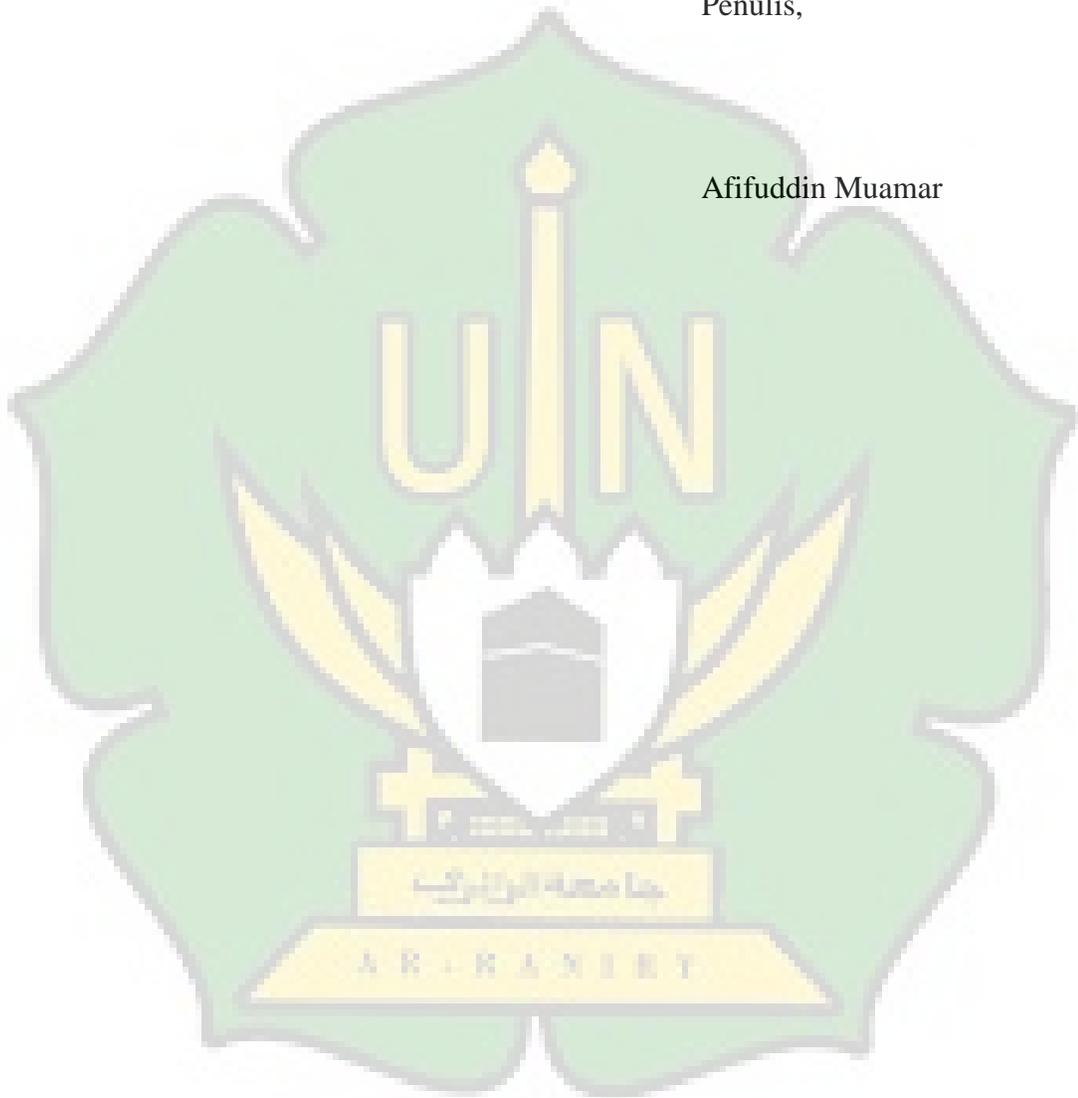
Dalam kesempatan ini peneliti mengambil judul skripsi **“Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pertanian”**. Tulisan ini bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si selaku pembimbing I serta ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si selaku sekretaris Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Reni Silvia Nasution, M.Si selaku Pembimbing II Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
5. Seluruh dosen Ibu/Bapak di Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Seluruh kawan-kawan mahasiswa/i stanbuk 2015 yang telah mensupport dalam menyelesaikan tulisan ini.

Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, Tulisan ini masih jauh dari sempurna, sehingga masukan dan kritikan sangat penulis harapkan demi sempurnanya tulisan ini.

Banda Aceh, 22 Januari 2020
Penulis,

Afifuddin Muamar



DAFTAR ISI

LEMBARAN PERSETUJUAN	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Arang Aktif	5
2.1.1 Pembuatan Arang Aktif.....	5
2.2 Arang Aktif dari Limbah Pertanian	7
2.3 Proses Aktivasi.....	8
2.4 Adsorpsi	9
2.5 Pemanfaatan Arang Aktif	10
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu Penelitian	13
3.2 Jenis Metode Penelitian.....	13
BAB IV: PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil Pengamatan.....	14
4.2 Pembahasan.....	22
4.2.1 Limbah Pertanian sebagai Sumber Arang Aktif	22
4.2.2 Jenis Aktivator	23
4.2.3 Suhu Karbonisasi	25
4.2.4 Waktu Karbonisasi	27

BAB V: PENUTUP	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
RIWAYAT HIDUP PENULIS	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arang aktif.....	5
Gambar 2.2 Proses Metode Adsorpsi	10



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Arang Aktif.....	6
Tabel 4.1 Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pertanian.....	14



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Syarat Mutu Arang Aktif SNI 06 – 3730 – 1995.....	41
--	----



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan industri, kebutuhan arang aktif juga semakin meningkat, baik untuk kebutuhan ekspor maupun domestik. Arang aktif merupakan suatu produk yang dihasilkan dari modifikasi karbonisasi, baik secara kimia, fisika, maupun keduanya. Perlakuan modifikasi ini akan membentuk struktur arang dengan pori-porinya terbuka luas, sehingga kapasitas adsorpsinya menjadi lebih tinggi (Lempang, 2014).

Beberapa dekade terakhir, berbagai macam arang aktif dibuat dari berbagai limbah pertanian dan digunakan sebagai adsorben dengan harga yang murah serta mengandung selulosa yang cukup tinggi. Kandungan selulosa ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai arang aktif untuk menghilangkan jenis polutan (Erprihana dan Hartanto, 2014). Hal ini dibuktikan oleh Hanum, Kaban, dan Tarigan (2012) yang telah melakukan ekstraksi pektin dari limbah kulit buah pisang raja, dimana gugus aktif pektin dan selulosa pada saat dilakukan pengurangan suhu yang tinggi maka gugus aktif tersebut akan menguap sehingga tinggal atom karbon yang terletak pada setiap sudutnya. Ketidaktepatan penataan cincin segi enam yang dimiliki arang ini, mengakibatkan tersedianya ruang-ruang dalam struktur arang yang memungkinkan adsorbat masuk ke dalamnya.

Arang aktif dapat dimanfaatkan dari material yang mengandung sumber karbon seperti selulosa, lignin, pektin dan hemiselulosa. Ketertarikan pemilihan bahan baku untuk arang aktif dalam jumlah besar disebabkan oleh berbagai faktor

yaitu ketersediaannya yang mudah didapatkan, harga terjangkau dan mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu proses pembuatan dan penggunaan produk juga merupakan hal yang dipertimbangkan. Prekursor-prekursor yang digunakan untuk pembuatan arang aktif adalah bahan organik yang kaya karbon (Pujiono dan Mulyati, 2017) seperti : batu bara, kayu, limbah kayu, tulang ayam, tulang sapi, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol jagung dan pelepah sawit, bahkan bahan polimer seperti poliakrilonitril, rayon dan resin fenol. Meskipun batu bara merupakan prekursor yang sangat banyak digunakan, namun limbah pertanian pada saat ini merupakan pilihan yang sangat menjanjikan. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif untuk meningkatkan daya ekonominya (Lempang, 2014).

Arang aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti adsorben zat warna (Purnamawati dan Utami, 2014; Tanasale, Sutapa dan Topurtawy, 2014; Utomo, Santoso, Yuhaneka, Triantini, Fatqi, Huda dan Nurfitriya, 2019), adsorben logam berat (Masitoh dan Sianita, 2013; Baryatik, Moelyaningrum, Asihta, Nurcahyaningih, Baroroh dan Riskianto, 2019; Utami, Nurmayanti dan Marlik, 2020), adsorben gas (Syed-Hassan dan Zaini, 2016), dan lain-lain. Erprihana *et al.* (2014) melakukan penelitian pembuatan arang aktif dari kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) untuk adsorpsi pewarna *remazol brilliant blue*, perlakuan terbaik didapatkan pada variasi massa arang aktif 1 gram dan waktu kontak 30 menit. Berdasarkan hasil uji terhadap larutan iodin didapatkan bahwa arang aktif dari kulit jeruk keprok memiliki luas permukaan sebesar 529,17 mg/g.

Astuti dan Maiza (2019) mensintesis dan menguji kemampuan arang aktif dari kulit pisang untuk penyerap logam berat yang terlarut dalam air. Pembuatan arang aktif dilakukan dengan penambahan aktivator H_2SO_4 dengan variasi 20%, 25%, 30%, dan 35%. Berdasarkan hasil penelitian adsorpsi arang aktif terhadap logam berat yang dilakukan dengan mencampurkan 5 gram arang aktif kedalam 100 mL air limbah, maka hasil penyerapan terbaik pada konsentrasi aktivator H_2SO_4 35% dimana arang aktif mampu menyerap 90% logam berat dari limbah.

Widyastuti, Berlian dan Afghani (2013) melaporkan penelitian dengan judul arang aktif dari limbah cangkang sawit sebagai adsorben gas dalam biogas hasil fermentasi anaerobik sampah organik. Berdasarkan hasil analisis dengan instrumen *Gas Sorption Analyzer* (GSA) dan pengukuran gas, maka dapat disimpulkan arang aktif yang berasal dari cangkang sawit yang di aktivasi kimia menggunakan H_3PO_4 dapat menyerap gas. Hal ini dikarenakan pada peningkatan kadar CH_4 dalam biogas yang diserap dengan adsorben arang aktif kimia dengan pengaktivasi H_3PO_4 sebesar 65,5% dan arang aktif komersial sebesar 70,5% dibandingkan sebelum menggunakan aktivator sebesar 58,5%.

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan tinjauan literasi mengenai pembuatan dan pemanfaatan arang aktif dari limbah pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pembuatan arang aktif dari limbah pertanian berdasarkan jenis aktivator, suhu karbonisasi dan waktu karbonisasi ?
2. Bagaimana pemanfaatan arang aktif dari limbah pertanian ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pembuatan arang aktif dari limbah pertanian.
2. Untuk mengetahui pemanfaatan arang aktif dari limbah pertanian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pembuatan dan pemanfaatan arang aktif dari limbah pertanian.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini adalah

1. Hanya mengambil bahan baku dari limbah pertanian.
2. Variabel yang dibahas adalah jenis aktivator, suhu karbonisasi dan waktu karbonisasi.
3. Hanya membahas aplikasi arang aktif pada adsorpsi zat warna, logam berat dan gas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arang Aktif

Arang aktif adalah karbon yang mempunyai rumus kimia C dan berbentuk amorf, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300 – 2000 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorbsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif (Salamah, 2008).



Gambar 2.1. Arang aktif (Aryani, Mardiana, dan Wartomo, 2019)

2.1.1 Pembuatan Arang Aktif

Proses pembuatan arang aktif dapat dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah proses karbonisasi bahan baku untuk menghasilkan arang. Tahap

kedua adalah proses aktivasi arang untuk menghilangkan hidrokarbon. Pada kedua proses tersebut terjadi tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Dehidrasi yaitu merupakan proses penghilangan kadar air dengan cara memanaskan bahan baku pada suhu 170 °C.
- b. Karbonisasi yaitu merupakan proses penguraian selulosa organik menjadi unsur karbon.
- c. Aktivasi yaitu proses penghilangan senyawa pengotor sehingga pori pori menjadi lebih besar (Lempang, 2014).

Syarat mutu arang aktif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Arang Aktif SNI 06 – 3730 – 1995

NO	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1.	Kadar air	%	Maks 4,5	Maks 15
2.	Kadar abu	%	Maks 2,5	Maks 10
3.	Zat mudah menguap	%	Maks 15	Maks 25
4.	Daya serap I ₂	Mg/g	Min 750	Min 750

Sumber: SNI 06-3730-1995

Berdasarkan fungsinya, arang aktif dibedakan menjadi dua, yaitu

1. Karbon penyerap gas (gas adsorbent carbon). Jenis karbon ini biasanya digunakan pada penyerap kotoran berupa gas. Karbon jenis ini memiliki pori-pori berjenis mikropori sehingga menyebabkan molekul gas akan mampu

melewatinya, tetapi molekul dari cairan tidak bisa melewatinya. Karbon jenis ini dapat ditemui pada karbon tempurung kelapa.

2. Karbon fasa cair (*liquid-phase carbon*). Karbon jenis ini digunakan untuk menyerap kotoran atau zat yang tidak diinginkan dari cairan atau larutan. Jenis pori-pori dari karbon ini adalah makropori yang memungkinkan molekul besar untuk masuk. Karbon jenis ini biasanya berasal dari batubara dan selulosa (Setyaningsih, 2008).

2.2 Arang Aktif dari Limbah Pertanian

Kulit dan biji dari hasil pertanian setelah dimanfaatkan oleh industri makanan sering dibuang begitu saja, dalam beberapa dekade terakhir penggunaan limbah pertanian sering diteliti tentang fungsinya yang dapat digunakan sebagai penyerap zat warna, logam berbahaya dan penyerapan gas. Disamping ketersediaannya yang melimpah, biayanya murah serta distribusinya yang luas, limbah hasil pertanian juga dapat mengurangi sampah padat yang mengganggu nilai estetika. Penggunaan limbah industri pertanian sebagai penyerap disebabkan oleh keberadaan gugus fungsi yang terkandung didalamnya yang dapat berikatan dengan zat warna, logam berat maupun gas (Hevira, Zein dan Ramadhani, 2019). Limbah pertanian yang mengandung kadar selulosa tinggi dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif (Lazulva dan Sari, 2013).

Sumber utama yang dapat dijadikan dalam pembuatan arang aktif haruslah mengandung unsur karbon, baik organik maupun anorganik dan yang memiliki banyak pori-pori. Sumber utama yang dapat digunakan adalah limbah pertanian seperti tempurung kemiri, batok kelapa, kulit buah kopi, kulit buah coklat, alang-

alang, jerami, tongkol jagung, limbah sawit maupun limbah kayu. Limbah pertanian tersebut mempunyai karakteristik yang lebih baik dibandingkan dari bahan non biomas atau fosil. Hal ini disebabkan antara lain dari segi kemudahan proses pengolahan dan kualitas hasil penyerapannya (Arsad, dan Hamdi, 2010).

2.3 Proses Aktivasi

Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Aktivasi merupakan suatu proses penghilangan senyawa pengotor yang melekat pada permukaan dan pori-pori adsorben baik secara fisika maupun secara kimia yang bertujuan untuk memperbesar pori serta memperluas permukaan dari arang dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul- molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Metoda aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah:

- 1) Aktivasi Kimia: proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia.
- 2) Aktivasi Fisika: proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 .

Untuk aktivasi kimia, aktivator yang digunakan adalah bahan-bahan kimia seperti garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl_2 , asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 . Untuk aktivasi

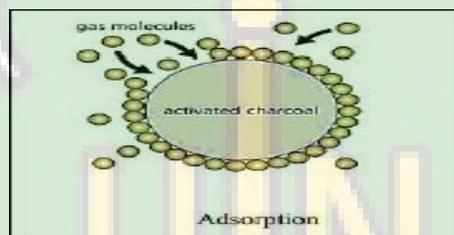
fisika, biasanya arang dipanaskan didalam furnace pada temperatur 800-900°C (Ramdja, Halim, dan Jo, 2008).

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses terakumulasinya suatu zat oleh permukaan dari adsorben. Dalam proses adsorpsi luas permukaan merupakan hal yang penting diperhatikan, suatu molekul pada antarmuka mengalami ketidakseimbangan gaya, pada keadaan tersebut molekul-molekul pada permukaan mudah sekali menarik molekul lain, sehingga keseimbangan gaya akan tercapai. Dari proses adsorpsi ini, dikenal istilah adsorbat untuk zat yang diadsorpsi dan adsorben untuk zat yang mengadsorpsi. Pemanfaatan arang aktif sebagai adsorben dinilai sangat baik dalam proses menghilangkan bermacam-macam kontaminan karena luas permukaan dari arang aktif spesifiknya yang besar, namun memiliki harga jual yang sangat tinggi sehingga saat ini para ilmuwan terdorong untuk mengembangkan adsorben alternatif dengan biaya yang terjangkau (Priya, dan Selvan, 2017).

Metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben yang berasal dari limbah padat alami dikenal dengan istilah biosorpsi. Proses ini melibatkan fase padat (biosorben, adsorben, bahan alami) dan fase cair (pelarut) yang mengandung spesies terlarut untuk diserap atau adsorbat seperti zat warna, logam berat dan gas. Biosorpsi merupakan proses fisiko-kimia yang terjadi secara alami dalam biomassa tertentu. Proses yang terjadi memungkinkannya untuk berkonsentrasi secara pasif dan mengikat kontaminan ke dalam struktur seluler biomassa tersebut (Sharma, Saxena, dan Gaur, 2014).

Keuntungan menggunakan metode biosorpsi yaitu lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta berbiaya rendah karena menggunakan bahan-bahan alami yang berasal dari limbah pertanian. Salah satu faktor yang menjadi penentu dalam proses adsorpsi yaitu luas permukaan dari biosorben. Semakin luas permukaan dari biosorben maka semakin tinggi pula efektivitas biosorben dalam penyisihan polutan. (Ramadhani *et al.* 2019).



Gambar 2.2. Proses metode adsorpsi (Raouf dan Rahheim, 2017)

2.5 Pemanfaatan Arang Aktif

Arang aktif berbiaya terjangkau mempunyai aplikasi yang luas untuk pengelolaan polutan. Beberapa ilmuwan telah melaporkan bagaimana memanfaatkan adsorben alami dari limbah pertanian yang berbiaya terjangkau. Pemanfaatan adsorben alami berbiaya terjangkau yang berasal dari material limbah pertanian memiliki peran penting terhadap kelestarian alam, meningkatkan keindahan lingkungan serta menawarkan manfaat yang menjanjikan untuk tujuan komersial di masa yang akan datang (Ramadhani, Zein, Chaidir, Zilfa, dan Hevira, 2019).

Penggunaan arang aktif pada umumnya sebagai bahan pembersih dan penyerap. Namun, pada sistem pengelolaan limbah cair arang aktif dapat dimanfaatkan sebagai pembersih air buangan dari pencemaran zat warna, logam

berat, serta gas polutan (*pollutant remover*). Pada pengolahan air, arang aktif dimanfaatkan sebagai adsorben dalam menghilangkan bau, warna serta rasa yang diakibatkan oleh kandungan bahan berbahaya dalam air. Limbah pertanian yang melimpah dalam jumlah besar memiliki potensi sebagai biosorben. Ketersediaan serta kemudahan dalam memperoleh limbah pertanian merupakan salah satu alasan dalam pemilihan bahan baku utama untuk pembuatan biosorben. Pemanfaatan biosorben yang berasal dari material padat organik seperti limbah pertanian memiliki keuntungan utama yaitu tidak memerlukan bahan kimia yang banyak, mudah diimplementasikan, efektivitasnya tinggi dan prosesnya cepat (Chuah, Jumaisah, Azni, Katayon dan Thomas, 2005).

a. Pemanfaatan arang aktif pada adsorpsi zat warna

Komponen-komponen struktural utama pada limbah pertanian biasanya mengandung hemiselulosa, lignin, dan selulosa sehingga sering disebut sebagai zat lignoselulosa. Struktur zat biokimia ini mengandung sejumlah gugus aktif seperti gugus karbonil, metil dan hidroksil. Gugus fungsi tersebut berperan dalam proses adsorpsi zat warna dalam air limbah (Sulyman, Namiesnik, dan Gierak, 2017). Penelitian yang dilaporkan oleh Zein, Astuti, Wahyuni, Furqani dan Munaf (2015) bahwa gugus hidroksil dan karbonil merupakan gugus fungsi utama yang ada pada permukaan biosorben yang berperan dalam proses biosorpsi zat warna *methyl red* oleh biji rambutan.

b. Pemanfaatan arang aktif pada adsorpsi logam berat

Mukhlieshin (1997) pemanfaatan limbah ampas tebu menjadi arang mempunyai keuntungan yang bagus dan ekonomis untuk dikembangkan, hasil pengurangan ampas tebu pada suhu 320°C akan mengakibatkan penguraian ligneselulosa. Proses karbonisasi pada suhu tertentu dapat dijadikan alternatif adsorben untuk menyerap ion logam berat.

c. Pemanfaatan arang aktif pada adsorpsi gas

Kandungan selulosa dan senyawa organik lainnya pada kulit kopi kaya akan unsur arang berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan arang aktif begitu pula dengan tempurung kluwek merupakan bahan organik yang selalu terdiri dari beberapa komponen berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin, sehingga baik digunakan dalam penyaring atau memisahkan partikel gas. (Nurhayati dan Zikri, 2020).

Prinsip kerja arang aktif dalam pengolahan limbah adalah dengan adsorpsi sehingga terjadi akumulasi zat terlarut yang ada dalam larutan (adsorbat) oleh permukaan arang aktif atau zat penyerap (adsorben). Mekanisme yang terjadi adalah molekul adsorben berpindah dari fase terbesar ke permukaan antara adsorben yaitu lapisan film yang melapisi permukaan adsorben, molekul-molekul adsorben berpindah dari permukaan antara adsorben ke permukaan luar, dimana molekul tersebut menyebar menuju pori-pori adsorben, molekul-molekul adsorbat menempel pada permukaan pori-pori adsorben (Yuliasuti dan Cahyono, 2018).

BAB III

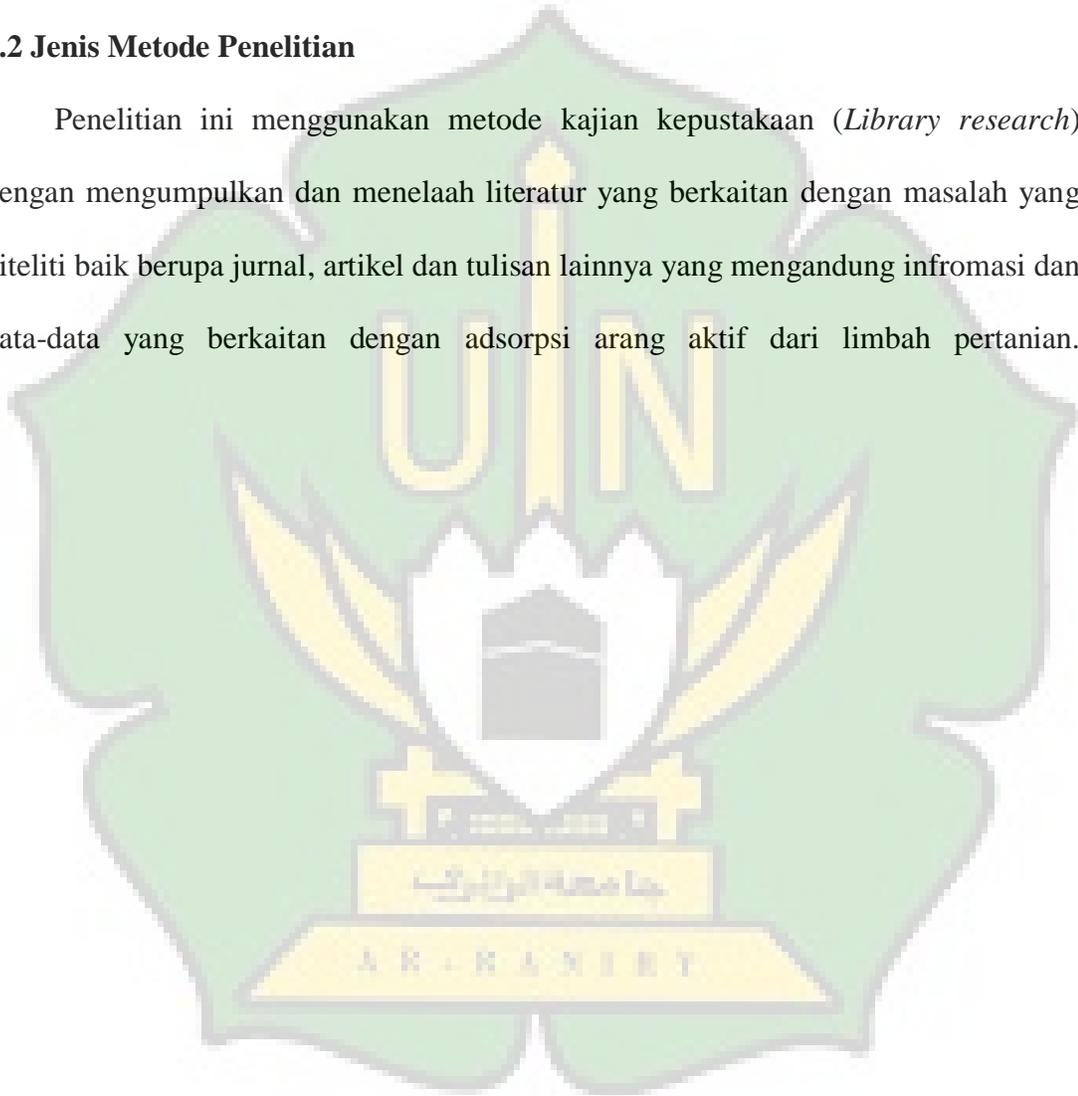
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan April 2020

3.2 Jenis Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kajian kepustakaan (*Library research*) dengan mengumpulkan dan menelaah literatur yang berkaitan dengan masalah yang diteliti baik berupa jurnal, artikel dan tulisan lainnya yang mengandung informasi dan data-data yang berkaitan dengan adsorpsi arang aktif dari limbah pertanian.



BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

Tabel 4.1 Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pertanian

No.	Referensi	Sumber bahan baku arang aktif	Jenis aktivator	Suhu karbonisasi	Waktu karbonisasi	Aplikasi arang aktif	Kemampuan dan efektifitas adsorpsi
1	Suhendra <i>et al.</i> (2010)	Batang jagung	H ₂ SO ₄	300°C	1 Jam	Adsorpsi logam tembaga (Cu) II	Kapasitas serapan sebesar 25,1 mg/g
2	Saputro dan Mugiyono (2010)	Kulit kacang tanah (<i>Arachis hypogaea</i>)	H ₂ SO ₄	400°C	90 Menit	-	Daya adsorpsinya sebesar 1,269 mg/g
3	Prabarini <i>et al.</i> (2013)	Tempurung kemiri dan kelapa	H ₂ SO ₄	400°C	1 Jam	Adsorpsi logam besi (Fe)	Hasil terbaik karbon aktif tempurung kemiri dalam penurunan logam Fe yaitu sebesar 0,5791 mg/l dan karbon

							aktif tempurung kelapa yaitu 0,4226 mg/l
4	Masitoh <i>et al.</i> (2013)	Kulit buah kakao (<i>Theobroma cacao. L</i>)	ZnCl ₂ 9%	600°C	1 Jam	Adsorpsi logam kadmium (Cd) II	Kapasitas serapan sebesar 23,738 mg/L
5	Prasetyo <i>et al.</i> (2013)	Tongkol jagung	ZnCl ₂ 8%	400°C	1 Jam	Adsorpsi linier alkyl benzene sulphonate (LAS)	Penurunan sebesar 1,414 mg/l dari konsentrasi awal 1,485 mg/l
6	Deviyanti <i>et al.</i> (2014)	kulit singkong	NaOH 2%			Adsorpsi Pb ²⁺	Kapasitas adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion Pb ²⁺ adalah 3,1622 mg/g
7	Tanasale <i>et al.</i> (2014)	Kulit durian (<i>Durio</i>)	KOH 3 M	450°C	2 Jam	Adsorpsi zat warna Rhodamin	Kapasitas serapan sebesar 21,542 mg/g

		<i>zibethinus</i>)				<i>B</i>	
8	Rohmah <i>et al.</i> (2014)	Sekam padi	KOH 10%	600°C	1,5 Jam	-	Pengurangan kekeruhan pada pengujian bilangan iod sebesar 458,109 mg I ₂ /gr karbon aktif
9	Dewi <i>et al.</i> (2015)	Kulit pisang raja	H ₂ SO ₄ 2,5 M	-	-	Adsorpsi logam timbal (Pb) II	Kapasitas adsorpsi isotermodsorpsi langmuir sebesar 16,3666 mg/g
10	Podala <i>et al.</i> (2015)	Kulit kakao (<i>Theobroma cacao L</i>)	Aktivasi fisika	-	-	Adsorpsi logam timbal (Pb)	Kapasitas serapan sebesar 96,88% dan berat logam yang terserap 25,25 mg/g
11	Liem <i>et al.</i> (2015)	Kulit salak	KOH	500°C	1 Jam	Adsorpsi zat warna metilen biru	Kapasitas maksimum yang dimiliki karbon aktif adalah 0,674 mg
12	Nurhasni <i>et al.</i> (2015)	Sekam padi	-	250°C	2,5 Jam	Adsorpsi logam timbal (Pb) dan logam tembaga	Nilai efisiensi penyerapan yang paling tinggi adalah logam Pb,yaitu dengan nilai sebesar 0.4703 mg/g;

						(Cu)	Pada logam Cu kapasitas penyerapan sebesar 0.0213 mg/g.
13	Sianipar <i>et al.</i> (2016)	Kulit buah kakao (<i>Theobroma cacao L</i>)	HCl 4 M	600°C	1 Jam	Adsorpsi logam besi (Fe) II	Kapasitas penyerapan sebesar 0,446 mg/g
14	Wahyuni <i>et al.</i> (2016)	Biji kapuk (<i>Ceiba pentandra L</i>)	H ₃ PO ₄ 85%	500°C	1 Jam	Adsorpsi logam timbal (Pb)	Kapasitas serapan tertinggi yaitu sebesar 0,05 mg/g
15	Nasruddin <i>et al.</i> (2017)	Tempurung kemiri (<i>aleurites moluccana</i>)	NaOH	700°C	1 Jam	Adsorpsi Logam kromium Cr (VI)	kapasitas adsorpsi sebesar 3.5714 mg/g
16	Haura <i>et al.</i>	Kulit	-	450°C	2 Jam	Adsorpsi logam	Adsorpsi tertinggi biosorben untuk

	(2017)	manggis				timbal (Pb) II dan kromium (Cr) VI	menyerap Pb (II) dan Cr(VI) masing-masing 36,98 mg/g dan 36,12 mg/g
17	Wardani <i>et al.</i> (2017)	Pisang kapok (<i>Musa Acuminata L</i>)	H ₂ SO ₄ 1 N	450°C	1,5 Jam	Adsorpsi gas karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO ₂)	Penyerapan gas CO sebesar 25% serta gas SO ₂ sebesar 40%
18	Alifaturrahman <i>et al.</i> (2017)	Pisang kapok	HCL 1 N	350°C	30 Menit	Adsorpsi logam tembaga (Cu)	Kapasitas serapan tertinggi yaitu sebesar 1,773 mg/g.
19	Sitanggang <i>et al.</i> (2017)	Sabut pinang (<i>Areca catechu L</i>)	H ₂ SO ₄ 0,5M; 1M; 1,5M	300°C	1 Jam	Adsorpsi logam timbal (Pb)	Kapasitas penyerapan sebesar 6,57 mg/g
20	Sari <i>et al.</i> (2017)	Ampas tebu	-	450°C	2 Jam	Adsorpsi zat warna <i>procion</i>	Kapasitas penyerapan sebesar serapan maksisum 0,45 mg/g

						merah	
21	Sumardiyono <i>et al.</i> (2017)	Kulit kelapa	H ₂ SO ₄ 0,5 N; 1 N; 1,5 N; 2N; dan 2,5 N	300°C	0,5 Jam	Adsorpsi BOD	Effisiensi penurunan BOD limbah cair tahu sebesar 76,86 % yaitu dari 912 mg/L menjadi 211 mg/L.
22	Setiawan <i>et al.</i> (2017)	Daun nanas (<i>Ananas comosus</i>)	H ₂ SO ₄ 1 M atau H ₃ PO ₄ 1 M	300°C	1 Jam	Adsorpsi logam besi (Fe)	Daya adsorpsi yang diaktivasi H ₂ SO ₄ sebesar 2,15 mg/g, sedangkan H ₃ PO ₄ sebesar 1,075 mg/g
23	Rahmawati <i>et al.</i> (2018)	Buah bintaro	KOH, ZnCl ₂ , dan H ₃ PO ₄	500°C	1 jam	Adsorpsi logam besi (Fe)	Kapasitas penurunan sebesar 75% yakni dari 0,080 mg/L menjadi <0,02 mg/L
24	Aisyahlika <i>et al.</i> (2018)	Cangkang bintaro (<i>Cerbera</i>	ZnCl ₂ 20%	400°C	1 Jam	Adsorpsi zat warna Sintetis <i>Reactive red-120</i>	Kondisi optimum adsorpsi zat warna <i>Reactive red</i> sebesar 322,6 mg/g sedangkan untuk zat warna <i>Reactive</i>

		<i>odollam)</i>				dan <i>Reactive blue-198</i>	<i>blue</i> sebesar 243,9 mg/g
25	Putri dan Rahmatullah. (2019)	Ampas tebu	KOH 0,1 N	300, 350 dan 400 °C	2 Jam	-	Hasil penelitian terbaik pada temperatur karbonisasi 300°C dengan daya serap sebesar 142,9 mg/g
26	Hariyanti dan Razif. (2019)	Ampas tebu (<i>Saccharum officinarum</i>)	HCL	500°C	1 Jam	Adsorpsi logam kromium (Cr 6+)	Efisien removal kromium heksaalen (<i>Cr6+</i>) dengan adsorben ampas tebu rata-rata sebesar 82% dari konsentrasi awal 1 mg/L menjadi 0,18 mg/L
27	Utomo <i>et al.</i> (2019)	Ampas tebu	H ₂ SO ₄ 0,5, 1,0, 1,5, dan 2,0 M	400°C	2 Jam	Adsorpsi zat warna <i>Naphthol yellow s</i>	Kapasitas adsorpsi 95,81% atau jumlah zat warna teradsorpsi sebesar 143,72 mg/g
28	Susilawati dan Andriyanie (2019)	Ampas tebu	HNO ₃	-	-	Adsorpsi logam kromium (Cr) dan mangan	Kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 0,32 mg/g untuk logam Cr dan 0,0262 mg/g

						(Mn)	untuk logam Mn.
29	Utami <i>et al.</i> (2020)	Jerami	-	500°C	15 Menit	Adsorpsi logam mangan (Mn)	Kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 0,855 mg/L.
30	Wibowo <i>et al.</i> (2020)	Buah mangrove	KOH 0,5M	400°C	3 Jam	Adsorpsi gas hidrogen sulfida	Kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 0,324 mg/g.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Limbah Pertanian sebagai Sumber Arang Aktif

Bahan dasar dalam pembuatan arang aktif yang digunakan harus mengandung unsur karbon yang tinggi. Limbah pertanian yang mengandung kadar selulosa tinggi dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan karbon aktif (Lazulva *et al*, 2013).

Pemanfaatan adsorben dari limbah pertanian merupakan salah satu alternatif dalam pengolahan limbah zat warna. Alamsyah (2007), melaporkan bahwa limbah dari kulit buah kakao juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna biru metilen dari limbah tekstil, hal tersebut menunjukkan bahwa limbah pertanian yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin dapat digunakan sebagai adsorben. Purnamawati *et al.* (2014) dalam penelitiannya melaporkan bahwa interaksi karbon aktif dari limbah kulit kakao dengan zat warna *rhodamin B* adalah secara kimia dan fisika, tetapi cenderung secara kimia. Proses adsorpsi yang terjadi secara kimia yaitu melalui interaksi antara gugus $-OH$ yang terdapat dalam selulosa dari adsorben dengan zat warna *rhodamin B*. Interaksi inilah yang menyebabkan penurunan zat warna *rhodamin B* dalam larutan (terjadi proses adsorpsi secara kimia). Sedangkan pada proses adsorpsi secara fisika, zat warna *rhodamin B* hanya menempel pada permukaan selulosa saja dan terikat tidak kuat sehingga mudah lepas.

Selain itu juga arang aktif dari limbah pertanian dapat mengatasi pencemaran logam berat. Hamzah, Zein dan Munaf (2013) memanfaatkan kulit jengkol sebagai bahan penyerap ion logam Pb (II) dan Cu (II), dengan alasan bahwa kulit jengkol mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, glikosida antrakinon,

tannin, triterpenoid/steroid, dan saponin yang berpotensi sebagai bahan untuk menyerap logam berat.

Disisi lain juga limbah pertanian dari arang aktif yang telah melalui proses aktivasi dapat dimanfaatkan pada proses penghilangan hidrogen dan gas beracun (Pujiyanto, 2010). Polimer sederhana dari selulosa membentuk ikatan kimia yang memiliki permukaan rantai selulosa seragam dan membentuk lapisan berpori. Material padatan berpori inilah yang menyerap bahan-bahan di sekelilingnya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap bahan berbahaya (Nasir, Nurhaeni dan Musafira, 2014).

4.2.2 Jenis Aktivator

Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan bertujuan untuk membuka situs-situs aktif permukaan arang aktif sehingga luas permukaan akan semakin besar dan meningkatkan kemampuan adsorpsi, sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Peningkatan jumlah adsorbat yang masuk ke dalam struktur arang aktif berhubungan dengan jumlah pori-pori arang aktif sebagai adsorben. Pembentukan pori-pori tersebut memerlukan suatu aktivator yang berfungsi untuk mengaktifkan permukaan arang (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Penentuan luas permukaan dan ukuran pori dilakukan untuk mengetahui secara spesifik luas permukaan dan ukuran pori adsorben. Dewi, Susatyo dan

Susilaningsih (2015) melaporkan bahwa arang aktif dari pisang kulit raja yang di aktivasi dengan H_2SO_4 lebih efektif untuk digunakan sebagai adsorben ion Pb (II) dibandingkan dengan arang aktif tanpa perlakuan aktivasi. Hal ini dikarenakan arang aktif kulit pisang raja tanpa aktivasi memiliki ukuran jari-jari pori terlalu besar, maka resiko terjadinya desorpsi akan semakin besar sehingga daya serapnya kecil.

Hasil serupa, juga diperoleh pada penelitian (Hendrawan, Sutan dan Kreative Y.R, 2017) dimana penambahan NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif dengan bahan dasar ampas tebu sangat berpengaruh terhadap karakteristiknya yakni kadar air, kadar abu, dan kadar zat mudah menguap.

Pada proses aktivasi kimia ada 2 jenis aktivator yaitu aktivator asam dan basa. Perbedaan aktivator asam dan basa berdasarkan sifat zatnya. (Esterlita dan Herlina, 2015). Erawati dan Fernando (2018) melakukan penelitian tentang pengaruh jenis aktivator dan ukuran karbon aktif terhadap pembuatan adsorben dari serbuk gergaji kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*). Hasil karakteristik pada aktivator NaOH dengan pengujian kadar air menghasilkan nilai tertinggi sebesar 8,79% sedangkan pada aktivator H_3PO_4 kadar air sebesar 3,69%. Pada proses aktivasi menggunakan aktivator yang bersifat asam akan menyebabkan kerusakan kompleks pada oksigen sehingga air yang terkandung dalam arang aktif lebih sedikit dibandingkan aktivator yang bersifat basa. Berdasarkan data yang di peroleh bahwa aktivator terbaik pada pembuatan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu sengon adalah H_3PO_4 , tinggi rendahnya kadar air menunjukkan banyak sedikitnya air yang menutupi pori-pori arang aktif. Semakin rendah kadar air maka semakin banyak tempat dalam pori yang

dapat ditempati oleh adsorbat sehingga adsorpsi berlangsung secara optimal (Esterlita dan Netti, 2015).

Pada pengujian hasil kadar abu yang dilakukan Erawati dan Fernando (2018), telah memenuhi syarat pengujian, nilai kadar abu yang didapatkan adalah 10%. Pada dasarnya aktivator yang bersifat asam lebih baik dalam memperluas permukaan karbon aktif sehingga terbentuk situs aktif yang lebih banyak. Hal ini dikarenakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang tinggi memiliki kandungan oksigen tinggi sehingga aktivator yang bersifat asam mampu bereaksi cepat dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen, sedangkan aktivator basa mampu bereaksi dengan karbon, maka aktivator tersebut lebih tepat digunakan untuk bahan yang mengandung karbon yang tinggi. Pengujian kualitas daya serap terhadap iodin menunjukkan bahwa aktivator yang bersifat asam merupakan aktivator terbaik dibandingkan aktivator basa. Hal ini dikarenakan sifat asam memiliki kemampuan mengikat air lebih sempurna untuk melarutkan zat-zat organik maupun anorganik yang terikat dalam material karbon sehingga diperoleh karbon dengan pori-pori yang lebih bersih dan terbuka. (Esterlita dan Netti, 2015).

4.2.3 Suhu Karbonisasi

Suhu karbonisasi juga seringkali merupakan faktor yang diperhatikan dalam pembuatan karbon aktif. Secara umum pembentukan karbon terjadi pada temperatur 400 – 600°C (Sembiring *et al.* 2003). Penelitian serupa juga dilaporkan oleh Utami *et al.*, (2020) dalam penelitiannya menggunakan aktivasi secara fisika yaitu menggunakan pembakaran pada suhu 500°C.

Demiral, Samdan dan Demiral (2016), memvariasikan suhu pada 400, 500, dan 600°C dengan rasio $ZnCl_2$: biomassa 3:1, peningkatan luas permukaan dari 1.148m²/g (400°C) menjadi 1.564m²/g (500°C), dan turun menjadi 1.369 m²/g pada (600°C). Peningkatan dapat diakibatkan oleh karena pada suhu di bawah 500°C, lebih banyak senyawa volatil yang dilepaskan, seiring kenaikan suhu, sehingga membantu membuka pori-pori dan meningkatkan luas permukaan.

Hasil penelitian Laos, Masturi dan Yulianti (2016) juga menunjukkan bahwa makin tinggi suhu aktivasi maka semakin tinggi pula daya serap arang aktif. Meningkatnya suhu aktivasi menyebabkan semakin terbukanya pori, perubahan struktur tersebut terjadi karena adanya dekomposisi senyawa hidrokarbon dan terbentuknya senyawa aromatik yang merupakan dasar penyusun struktur kristalin heksagonal arang aktif. Arang aktif yang terbaik dihasilkan pada arang yang disintering pada suhu 400°C. Sementara itu pada suhu di atas 500°C, terjadi pelebaran pori-pori yang menyebabkan hancurnya struktur pori-pori yang sudah terbentuk.

Disisilain Nurhasni, Hendrawati dan Saniyyah (2014) melaporkan bahwa pada penelitian arang aktif sekam padi untuk menyerap ion logam tembaga dilakukan karbonisasinya pada suhu 250°C, hasil penelitian menunjukkan karbonisasi sekam padi pada suhu di atas 250°C diperoleh adsorben dengan daya adsorpsi yang sangat rendah. Hal ini diperkirakan bahwa suhu diatas 250°C sebagian sekam padi terbakar menjadi abu, pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga menurunkan kemampuan adsorpsi, serta kecenderungan randemen diperoleh menurun.

Secara keseluruhan penggunaan suhu pada saat proses karbonisasi berkisar antara range 300°C-600°C tergantung bahan baku yang digunakan, semakin keras struktur bahan baku maka semakin tinggi pula suhu yang digunakan dalam proses pengkarbon.

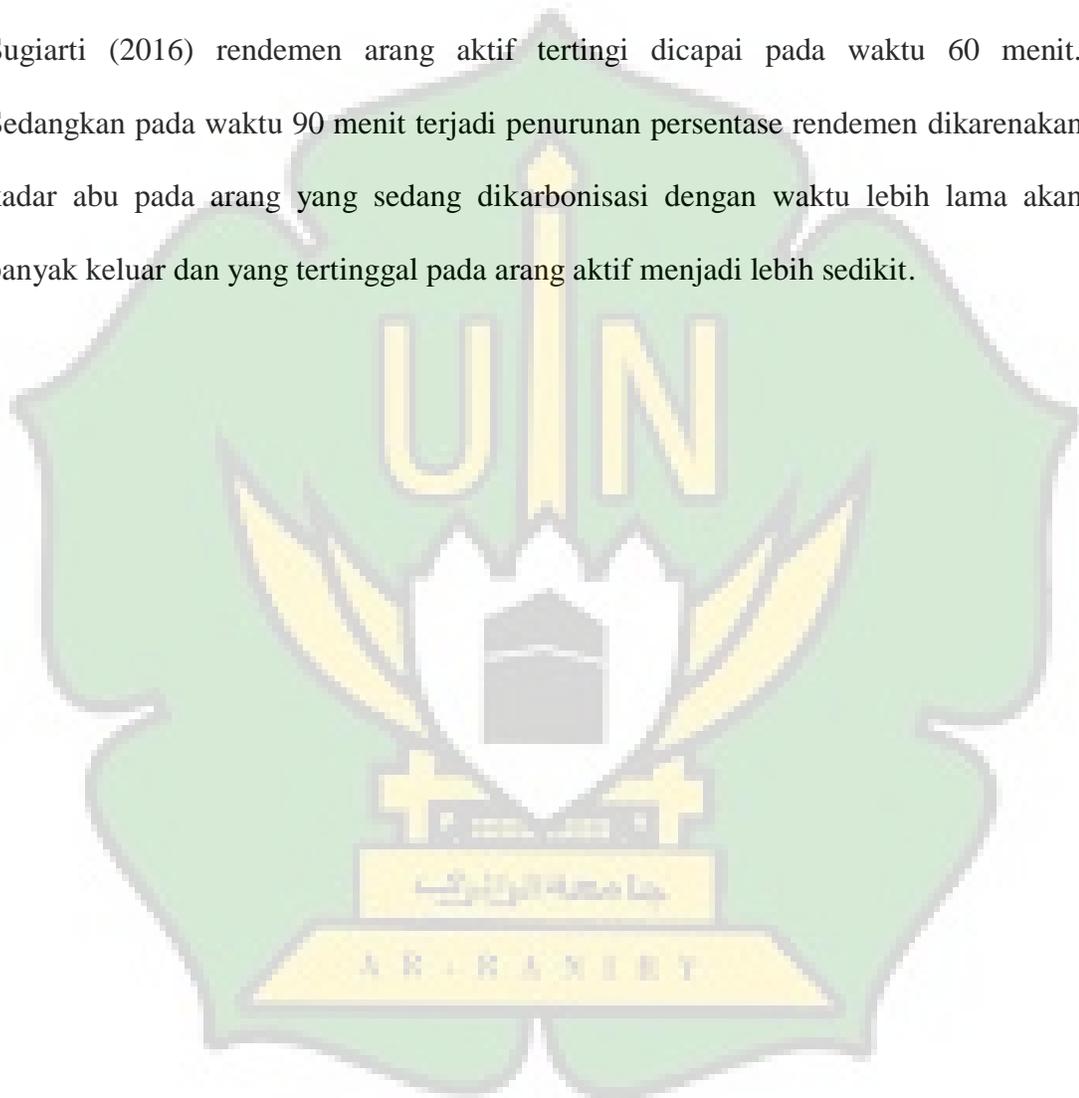
4.2.4 Waktu Karbonisasi

Selain aktivasi dan suhu, waktu karbonisasi juga menjadi variabel yang diperhatikan dalam pembuatan arang aktif. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rohmah dan Redjeki (2014) dimana waktu karbonisasi terbaik dalam pembuatan arang aktif dengan menggunakan limbah sekam padi pada waktu 90 menit memberikan hasil yang tertinggi, karena pada keadaan tersebut proses pengkarbonan berjalan dengan baik dan kandungan seperti aldehid, asam-asam, serta tar telah terdegradasi semua termasuk hidrogen yang terikat, dengan keluarnya zat pengotor yang terkandung dalam sekam padi tersebut, akan menurunkan kadar arang yang dihasilkan, namun meningkatkan daya peyerapan (adsorbisivitas) dari arang aktif tersebut karena dengan keluarnya senyawa-senyawa tersebut dari komponen sekam padi yang telah dibakar, akan menghasilkan pori-pori dengan ukuran tertentu. Dari ukuran pori ini akan menghasilkan luas permukaan penyerapan dari arang aktif, karena semakin besar luas permukaan penyerapan yang terbentuk maka daya adsorbisivitas yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Juwita, Ahmad, Musdalifah, Bujawati dan Basri (2018) melaporkan penelitian dengan judul efektifitas penggunaan arang limbah kulit kakao (*Theobroma cacao L.*) untuk menurunkan kesadahan, salinitas dan senyawa organik air. Berdasarkan data

yang diperoleh arang aktif yang dikarbonisasi pada waktu 90 menit cenderung memberikan nilai rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan arang aktif yang dikarbonisasi pada waktu 60 menit.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Rosliana, Tedja, Riani dan Sugiarti (2016) rendemen arang aktif tertinggi dicapai pada waktu 60 menit. Sedangkan pada waktu 90 menit terjadi penurunan persentase rendemen dikarenakan kadar abu pada arang yang sedang dikarbonisasi dengan waktu lebih lama akan banyak keluar dan yang tertinggal pada arang aktif menjadi lebih sedikit.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil kajian kepustakaan (*Library Research*) dengan mengumpulkan data dan menelaah literatur yang berkenaan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Aktivator asam lebih baik digunakan untuk bahan yang mengandung lignoselulosa sedangkan untuk aktivator basa digunakan untuk bahan yang memiliki kandungan karbon yang tinggi, Untuk suhu karbonisasi terbaik berkisar antara range 300°C-600°C, sedangkan waktu karbonisasi yang optimum digunakan pada waktu kisaran 1 - 1,5 jam.
2. Limbah pertanian sebagai arang aktif dapat dimanfaatkan untuk penyerapan zat warna, logam berat, dan gas beracun.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada tulisan ini yaitu bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan pengontrolan massa arang aktif, pH larutan, kecepatan pengadukan pada saat pengontakkan dengan arang aktif dari limbah pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyahlika, S. Z., Firdaus, M. L., dan Elvia, R. (2018). Kapasitas adsorpsi arang aktif cangkang bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap zat warna sintesis *reactive red-120* dan *reactive blue-198*. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2 (2), hal.148-155. ISSN 2252-8075.
- Alamsyah, Z. (2007). *Biosorpsi biru metilen oleh kulit buah kakao*. (Skripsi). Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Alifaturrahma, P., dan Hendriyanto. C. O. (2017). Kulit pisang kepok sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Cu. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8 (2), hal. 105-111.
- Arsad, E dan Hamdi, S. (2010). Teknologi pengolahan dan pemanfaatan karbon aktif untuk industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2 (.2), hal. 43-51.
- Aryani, F., Mardiana, F. dan Wartomo. (2019). Aplikasi metode aktivasi fisika dan aktivasi kimia pada pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa (*Cocos nucifera L.*). *Journal Of Laboratory Indonesian*, 1 (2), hal. 16-20. ISSN 2655 1624
- Asano, N., J. Nishimura, K. Nishimiya, T. Hata, Y. Imamura, S. Ishihara, and B. Tomita. (1999). *Formaldehyde reduction in indoor environments by wood charcoals*. Wood Researchs No.86. Kyoto University. Japan.
- Astuti As dan, Maiza, R., K. (2019). Pengaruh aktivator H₂SO₄ terhadap pori karbon aktif dan aplikasinya sebagai absorber logam berat. *jurnal ilmu fisika*, 11 (1) 25-30. DOI: 10.25077/jif.11.1.30-36.2019.
- Baryatik, P., Moelyaningrum, A., D., Asihita, U., Nurcahyaningih, W., Baroroh, A., dan Riskianto, H. (2019). Pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben kadmium pada air sumur. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2 (1) hal. 1- 9. ISSN: 2622-2884.
- Chuah, T. G., Jumasih, A., Azni, I., Katayon, S., & Thomas Choong, S. Y. (2005). Ricehusk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: An overview. *Desalination*, 175 (3), Hal. 305–316. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.10.014>.
- Demiral, I.; Samdan C. A. dan Demiral H. (2016). Production and characterization of activated carbons from pumpkin seed shell by chemical activation with ZnCl₂. *Desalination and Water Treatment*, 57 (6), 2446–2454.
- Deviyanti, Side, S., Herawati, N. 2014. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion Logam Timbal (Pb²⁺). *Jurnal Chemical*. 15 (2) hal. 58 – 65.

- Dewi, M., S., Susatyo, E., B., dan Susilaningsih, E. (2015). Parang aktif kulit pisang raja untuk menurunkan kadar ion Pb (II). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4 (3), hal 228-233. ISSN 2252-6951.
- Erawati, E. dan Fernando, A., (2018). Pengaruh jenis aktivator dan ukuran karbon aktif terhadap pembuatan adsorbent dari serbuk gergaji kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, 7 (2). hal. 58-66. Website: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>.
- Erprihana, A., A., dan Hartanto, D. (2014). Pembuatan karbon aktif dari kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) untuk adsorbs pewarna *Remazol brilliant blue*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3 (2), hal. 25-32. ISSN 2303-0623.
- Esterlita, M. O. dan Herlina, N. (2015). Pengaruh penambahan aktivator $ZnCl_2$, KOH, dan H_3PO_4 dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren (*Arenga pinnata*), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (1), hal. 47-52.
- Hamzah, U., Zein, R., dan Munaf, E. (2013). Kulit jengkol (*Pithecellobium jiringa prain.*) sebagai biosorben untuk penyerapan ion logam Pb (II) dan Cu(II) dari air limbah. *Jurnal Kimia Unand*, 2 (3). hal 1-12.
- Hanum, F.I.M.D kaban dan M.A. Tarigan. (2012). Ekstraksi pektin dari kulit buah pisang raja (*Musa sapientum*). *jurnal teknik kimia*, 1 (2), hal. 21-26.
- Hariyanti, P dan Razif, M. (2019). *Pemanfaatan ampas tebu (Saccharum officinarum l) sebagai adsorben untuk penurunan logam berat kromium heksavalen (Cr 6+) pada limbah buatan dengan menggunakan metode batch, Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur FTSP ITATS 28 Agustus 2019. Surabaya. ISSN 2715-4599*
- Haura, U., Razi, F., dan Meilina, H. (2017). Karakterisasi adsorben dari kulit manggis dan kinerjanya pada adsorpsi logam Pb (II) dan Cr (VI). *Jurnal Biopropal Industri*, 8 (1), hal. 47-54.
- Hendrawan, Y., Sutan, S., M., dan Kreative Y.R, R., (2017). Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan KonsentrasiAktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (*Bagasse*) Menggunakan Activating Agent NaCl. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5 (3), hal. 200-207.
- Juwita, A., I., Ahmad, I., Musdalifah., Bujawati, E., Basri, S. (2018). Efektifitas penggunaan arang limbah kulit kakao (*Theobroma cacao L.*) untuk menurunkan kesadahan, salinitas dan senyawa organik air. *Jurnal Higiene*, 4, (1), hal 1-10. ISSN : 2541-5301.
- Laos, L., E., Masturi., dan Yulianti, I. (2016). *Pengaruh suhu aktivasi terhadap daya serap karbon aktif kulit kemiri*. Prosiding Seminar Nasional Fisika.

- Lasma Debora Sianipar, L., D., Zaharah, T., A. dan Syahbanu, I. (2016). Adsorpsi Fe(II) dengan arang kulit buah kakao (*Theobroma cacao l.*) teraktivasi asam klorida. *JKK*, 5 (2), hal. 50-59. ISSN 2303-1077.
- Lazulva, dan Sari W. W. (2013). Uji kualitas karbon aktif dari kulit ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*). *Jurnal Photon*, 3 (2), hal. 33-37.
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan kegunaan arang aktif. *Info Teknis EBONI*, 11 (2), hal. 65 – 80.
- Liem, V., Putranto, A., dan Andreas, A. (2015). *Sintesis karbon aktif dari kulit salak aktivasi kimia-senyawa KOH sebagai adsorben proses adsorpsi zat warna metilen biru*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Yogyakarta, Indonesia. ISSN 1693-4393.
- Masitoh, Y. F. dan Sianita B., M. M. (2013). Pemanfaatan arang aktif kulit buah coklat (*Theobroma cacao L.*) sebagai adsorben logam berat Cd (II) dalam pelarut air. *UNESA Journal of Chemistry*, 2 (2), hal. 23-28.
- Mukhlieshin. (1997). *Pembuatan arang dari ampas tebu secara pirolisis*. laporan penelitian. Aceh: Universitas Syiah kuala Darussalam Aceh.
- Nasir W., N., S., Nurhaeni dan Musafira (2014), Pemanfaatan arang aktif kulit pisang kapok (*musa normalis*) sebagai adsorben untuk menurunkan angka peroksida dan asam lemak bebas minyak goreng bekas. *journal of natural science*, 3 (1), hal 18 – 30.
- Nurhasni., Hendrawati., dan Saniyyah, N. (2014). Sekam padi untuk menyerap ion logam tembaga dan timbal dalam air limbah. *Jurnal Valensi*, 4 (1), hal. 36-44. ISSN : 1978 – 8193.
- Nurhayati dan Zikri. (2020). Efektifitas karbon aktif cangkang buah kluwek (*Pangium edule*) dan cangkang biji kopi (*Coffea arabica l*) terhadap daya serap gas CO dan partikel Pb dari emisi kendaraan bermotor. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5 (1), hal. 43-49. ISSN. 2541-4275.
- Pandia, S., dan Warman, B. (2016). Pemanfaatan kulit jengkol sebagai adsorben dalam penyerapan logam Cd (II) pada limbah cair industri pelapisan logam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5 (4), hal. 57-62.
- Podala, k., Walanda, D., K. dan Napitupulu, M. (2015). Biocharcoal dari kulit kakao (*Theobroma cacao l*) untuk mengadsorpsi ion logam timbal. *Jurnal Akademika Kim*. 4(3), hal. 136-142. ISSN 2302-6030.
- Prabarini, N., dan Okayadnya, DG. 2013. Penyisihan logam besi (Fe) pada air sumur dengan karbon aktif dari tempurung kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 5 , (2), hal 33-41.

- Prasetyo, Y. dan Nasrudin, H. (2013). penentuan konsentrasi $ZnCl_2$ pada proses pembuatan karbon aktif tongkol jagung dan penurunan konsentrasi *surfaktan linier alkyl benzene sulphonate* (LAS). *Journal of Chemistry Unesa*, 2 (3), hal. 231-235.
- Priya, E. S., & Selvan, P. S. (2017). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment – A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, Hal. 3548–3558. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.03.002>.
- Pujiono, F. E., Tri dan Mulyati, A. (2017). Potensi karbon aktif dari limbah pertanian sebagai material pengolahan air limbah. *Jurnal Wiyata*, 4 (1), hal. 37-45. ISSN 2442-6555.
- Pujiyanto. (2010). *Pembuatan karbon aktif super dari batu bara dan tempurung kelapa*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Purnamawati, H dan Utami, B. (2014). *Pemanfaatan limbah kulit buah kakao (Theobroma cocoa L.) sebagai adsorben zat warna Rhodamin B. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) (edisi ke-5) 2014*. Surakarta. Indonesia. ISSN : 2302-7827.
- Putri, R., W. dan Rahmatullah , S., H. (2019). Pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif dari limbah ampas tebu. *Jurnal Teknik Kimia* (1) 25, hal. 1-4
- Rahmawati, Wilaksono, A., Amri, N., Davidson, K., N., Rimawan, B. dan Heriyanti. (2018). Adsorpsi air gambut menggunakan karbon aktif dari buah bintang. *Chempublish Journal*, 2 (2), hal. 11-20. ISSN: 2503-4588.
- Ramadhani, P., Zein, R., Chaidir. Z., Zilfa., dan Hevira. L. (2019). Pemanfaatan limbah padat pertanian dan perikanan sebagai biosorben untuk penyerap berbagai zat warna: suatu tinjauan. *Jurnal Zarah*, 7 (2), hal. 46-56. ISSN: 2549-2217.
- Ramdja, A. Fuadi., Halim M, dan Jo Handi. (2008). Pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*, 15 (2), hal. 1-8.
- Raouf MS, A. and Raheim ARM, A. (2017) ‘Removal of Heavy Metals from Industrial Waste Water by Biomass-Based Materials: A Review’, *Journal of Pollution Effects & Control*, 05 (01), hal. 1–13. doi: 10.4172/2375-4397.1000180.
- Rohmah, P., M., dan Redjeki, A., S. (2014). Pengaruh waktu karbonisasi pada pembuatan karbon aktif berbahan baku sekam padi dengan aktivator KOH. *Jurnal Konversi*, 3 (1) hal.19-26. ISSN 2252-7311.

- Rosalina., Tedja, T., Riani, E., dan Sugiarti, S. (2016). Pengaruh aktivasi fisika dan kimia arang aktif buah bintaro terhadap daya serap logam berat krom. *Jurnal Biopropal industry*, 7 (1) hal. 35-45.
- Salamah, S. (2008). *Pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan perlakuan perendaman dalam larutan KOH. Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia dan Tekstil, 22 November 2008. Yogyakarta.* ISBN : 978-979-3980-15-7
- Saria, M., F., P., Loekitowatib, P. dan Mohadib, R. (2017). Penggunaan karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben zat warna *procion* merah limbah cair industri songket. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (1), hal. 37-40. doi: 10.19081/jpsl.2017.7.1.37.
- Sembiring, M., T., dan Sinaga, T., S. (2003). Arang aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). USU digital library.
- Setiawan, Ab., A. Anis Shofiyani, A. dan Syahbanu, I. (2017). Pemanfaatan limbah daun nanas (*Ananas comosus*) sebagai bahan dasar arang aktif untuk adsorpsi Fe (II). *JKK*, 6 (3), hal. 66-74. ISSN 2303-107.
- Setyaningsih, H. (2008). *Pengolahan Limbah Batik dengan Proses Kimia dan Adsorpsi Karbon Aktif.* Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sharma, S., Saxena, R., & Gaur, G. (2014). Study of Removal Techniques for Azo Dyes by Biosorption: A Review. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 7 (10), 6–21. Retrieved from www.iosrjournals.org.
- Sitanggang, T., Shofiyani, A. dan Syahbanu, I. (2017). Karakterisasi adsorpsi Pb (II) pada karbon aktif dari sabut pinang (*Areca catechu L*) teraktivasi H₂SO₄. *JKK*, 6 (4), hal. 49-55. ISSN 2303-1077.
- SNI 06 – 3730 – 1995: Syarat Mutu Arang Aktif
- Suhendra, D. dan Gunawan., E., R. (2010). Pembuatan arang aktif dari batang jagung menggunakan aktivator asam sulfat dan penggunaannya pada peyerapan ion tembaga (II). *Jurnal Makara Sains*, 14 (1), hal. 22-26.
- Sulyman, M., Namiesnik, J., & Gierak, A. (2017). Low-cost Adsorbents Derived from Agricultural By-products/Wastes for Enhancing Contaminant Uptakes from Wastewater : A Review. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26 (2), 479–510. <https://doi.org/10.15244/pjoes/66769>.
- Sumardiyono., Herawati, D., A. dan Supriyono. (2017). Pengaruh konsentrasi aktivator asam sulfat pada arang aktif kulit kelapa muda untuk menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Biomedika*, 10 (2), hal. 73-78. ISSN : 2302 – 1306.

- Sunarsih, S., Hastutiningrum, S. dan Wahyuningtyas, D. (2019). *Adsorpsi Fe dengan ampas tebu termodifikasi kalium hidroksida, Simposium Nasional RAPI XVIII Tahun 2019 FT UMS. Yogyakarta*. ISSN 1412-9612
- Susilawati, N. dan Andriyane, F. (2019). *Pengaruh waktu kontak dan aktivasi ampas tebu terhadap kapasitas adsorpsi logam Cr dan Mn. Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri, 26 Agustus 2019. Palembang*. ISSN 2654-8550.
- Syed-Hassan, S. S. A. dan Zaini M. S. M. (2016). Optimization of the preparation of activated carbon from palm kernel shell for methane adsorption using Taguchi orthogonal array design, *Korean J. Chem. Eng*, 33 (8), 2502-2512.
- Tanasale, M., F., J., D., P. Sutapa, I., W. dan Topurtawy, R. R. (2014). Adsorption of rhodamine b dye by active carbon from durrian shell (*Durio zibethinus*). *Ind. J. Chem*, hal. 116 – 121.
- Utami, P., S., Nurmayanti, D., dan Marlik. (2020). Efektivitas karbon aktif jerami sebagai adsorben untuk menurunkan kadar mangan (Mn) air sumur gali. *Jurnal gema lingkungan kesehatan*, 18 (1). hal 45-52.
- Utomo, E., W., Santoso, P., Yuhaneka, G., Triantini, G., A., I., Fatqi, M., R., Huda, M., F. dan Nurfitriana, N. (2019). Studi adsorpsi zat warna *naphthol yellow S* pada limbah cair menggunakan karbon aktif dari ampas tebu. *Jurnal kimia (journal of chemistry)* 13 (1), hal. 104 - 116. ISSN 2599-2740.
- Wahyuni, S., Ningsih, P. dan Ratman. (2016). Pemanfaatan arang aktif biji kapuk (ceiba pentandra l.) sebagai adsorben logam timbal (Pb). *Jurnal Akademika Kimia*, 5 (4), hal. 191-196. DOI: 10.22487/j24775185.2016.v5.i4.8069.
- Wardani, S., Elvitriana. dan Viena., V. (2018). Potensi karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata* l) dalam menyerap gas CO Dan SO₂ pada emisi kendaraan bermotor. *Serambi Engineering*, 3 (1), hal. 262-270. ISSN : 2528-3561.
- Wibowo, W., A., Paryanto., Lutfiani, R., A. dan Putra, M., R. (2020). Pemurnian biogas dari gas H₂S menggunakan karbon aktif dari buah mangrove. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. 5 (1), hal. 1-4. ISSN 2541-5891.
- Widyastuti, A., Berlian, S., Afghani, J. (2013). Karbon aktif dari limbah cangkang sawit sebagai adsorben gas dalam biogas hasil fermentasi anaerobik sampah organik. *JKK, volume 2* (1), hal. 30-33. ISSN 2303-1077.
- Yuliastuti, R dan Cahyono, H. B., (2018). Penggunaan karbon aktif yang teraktivasi asam fosfat pada limbah cair industri krisotil. *Jurnal teknologi proses dan inovasi industri*, 3 (1), hal. 23-26.

Zein, R., Astuti, A. W., Wahyuni, D., Furqani, F., & Munaf, E. (2015). Removal of Methyl Red from Aqueous Solution by *Nepthelium lappaceum*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6 (3), 86–97.



Lampiran 1 Syarat Mutu Arang Aktif SNI 06 – 3730 – 1995

SNI 06 - 3730 - 1995

ARANG AKTIF TEKNIS

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, cara pengemasan dan syarat penandaan arang aktif teknis.

2. DEFINISI

Arang aktif teknis adalah arang yang telah diaktifkan sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap warna, bau, zat-zat beracun dan zat-zat kimia lainnya yang tidak digunakan untuk bahan baku obat.

3. SYARAT MUTU

Syarat mutu arang aktif teknis seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel
Syarat Mutu Arang Aktif Teknis

No.	Uraian	Satuan	persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1.	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C,%	-	maks. 15	maks. 25
2.	Air, %	-	maks. 4,4	maks. 15,
3.	Abu, %	-	maks. 2,5	maks. 10
4.	Bagian yang tidak terarang	-	Tidak ter-nyata	Tidak ter-nyata
5.	Daya serap terhadap I ₂	mg/g	min. 750	min. 750
6.	Karbon aktif murni, %	-	min. 80	min. 65
7.	Daya serap terhadap benzena, %	-	min. 25	-
8.	Daya serap terhadap biru metilena	ml/g	min. 60	min.120
9.	Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45-0,55	0,30-0,35
10.	Lolos ukuran mesh 325%	-	-	min. 90
11.	Jarak mesh, %	-	90	-
12.	Kekerasan, %	-	80	-

PT LANYAN LINDA

Komp. Ambengan Plaza B135-36-37
Jl. Ngemplak 30, R.O. Bojonegara
SURABAYA - 60172
☎ (031) 5319635-7, 5442644-5, 5442645
Fax: (031) 1241 80 100