

**PENGARUH KONSENTRASI KOH PADA AKTIVASI KARBON AKTIF
CANGKANG BUAH KARET (*Hevea brasiliensis*) UNTUK MENURUNKAN
KADAR COD, BOD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAHU**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat Sarjana Kimia**



Putri Mar Atus Shalihah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
17106030023
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2021



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1569/Un.02/DST/PP.00.9/08/2021

Tugas Akhir dengan judul : **PENGARUH KONSENTRASI KOH PADA AKTIVASI KARBON AKTIF CANGKANG BUAH KARET (Hevea brasiliensis) UNTUK MENURUNKAN KADAR COD, BOD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAHU**

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : **PUTRI MAR ATUS SHALIAH**
Nomor Induk Mahasiswa : **17106030023**
Telah diujikan pada : **Rabu, 04 Agustus 2021**
Nilai ujian Tugas Akhir : **A**

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6124464c322f



Penguji I
Khamidinal, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 610eb65d925c



Penguji II
Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6121d27b87eb



Yogyakarta, 04 Agustus 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 61245efc1d6ca



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Peretujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Putri Mar Atus Shalihah

NIM : 17106030023

Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi KOH Pada Aktivasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 26 Juli 2021

Pembimbing

Dr. Imelda Fairiati, M.Si

NIP. 19750725 200003 2 001



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Putri Mar Atus Shalihah
NIM : 17106030023
Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi KOH Pada Aktivasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2021

Konsultan

Khamidinal. S.Si., M.Si.
NIP. 19691104 200003 1 002



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Putri Mar Atus Shalihah
NIM : 17106030023
Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi KOH Pada Aktivasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2021

Konsultan



Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19811111 201101 1 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Putri Mar Atus Shalihah
NIM : 17106030023
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pengaruh Konsentrasi KOH Pada Aktivasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) Menggunakan KOH Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 Juli 2021



Putri Mar Atus Shalihah
NIM : 17106030023

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

***APAPUN YANG ADA DI DEPANMU, HADAPI, HAYATI, LALU NIKMATI
DAN JANGAN PERNAH SEKALI KALI KAMU MENGHINDAR ATAU
MELARIKAN DIRI***



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kami dedikasikan

Untuk almamater

Kimia UIN Sunan Kalijaga



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi KOH Pada Aktivasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet (*Hevea Brasiliensis*) Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu” dapat diselesaikan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana kimia.

Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabat dan seluruh ummatnya yang senantiasa istiqamah hingga akhir zaman, *Aamiin*.

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat membantu dan memberikan dorongan serta semangat dalam setiap tahapan-tahapan sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Ucapan terimakasih secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak membantu, mengarahkan serta memberikan motivasi mulai dari penyusunan proposal penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
4. Seluruh jajaran Dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.

5. Bapak Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustami, S.Si., selaku PLP Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu membantu dan mendampingi selama penelitian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Seluruh jajaran staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu urusan administrasi dan sebagainya sehingga penyusunan skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
7. Bapak Darso, S.IP., dan Ibu Ruslina, S.Pd.I., selaku orang tua saya tercinta yang selalu berada disamping saya memberikan do'a restu, dukungan dan semangat hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Syafrizal Ulum, S.Pd., M.Sc., selaku kakak laki-laki saya yang senantiasa memberikan masukan positif dan memberikan ide-ide kreatif nya selama proses penyusunan skripsi ini hingga dapat selesai dengan baik.
9. Seluruh keluarga besar saya yang turut mendoakan kelancaran penyusunan skripsi ini hingga selesai.
10. Annisa Amalia selaku sahabat dan teman satu rumah saya yang selalu hadir disaat saya jatuh, bersedia menjadi tempat berkeluh kesah dan selalu memberikan semangat untuk mengerjakan revisi hingga penyusunan skripsi ini selesai.
11. Mayang Setya Purwantika selaku sahabat dan teman satu rumah saya yang selalu bersedia memberikan tenaga dan fikirannya untuk membantu saya menyelesaikan masalah selama penyusunan skripsi hingga selesai.

12. Wiwit Dian Ramadhani selaku sahabat satu rumah saya dan juga teman satu bimbingan yang selalu bersedia menemani saya kesana kemari selama masa penelitian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar.
13. Teman- teman satu bimbingan saya yang bersedia menjadi tempat berbagi cerita suka maupun duka selama penyusunan skripsi.
14. Mba Annisatul, Mba Ziqqa, dan Mas Mamat selaku kakak tingkat yang bersedia memberikan informasi dan ilmu yang sangat membantu selama masa penelitian hingga penelitian ini selesai.
15. Teman- teman Kimia angkatan 2017 yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu saling dukung dan menyemangati.
16. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

Demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu kimia.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 21 Juli 2021

Putri Mar Atus Shalihah

NIM : 17106030023

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTASI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penulisan	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori	12
1. Cangkang buah karet.....	12
2. Karbon.....	15
3. Karbon Aktif	17
4. Adsorpsi	20
5. Fourirer Transform Infrared (FTIR)	21
6. Scanning Electron Microscope (SEM)	22

7. Limbah Cair Tahu	23
8. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	26
9. BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	27
10. TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	30
C. Kerangka Teori Penelitian	30
D. Hipotesis Penelitian	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	34
B. Alat-alat Penelitian	34
C. Bahan Penelitian	34
D. Cara Kerja	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Preparasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet	40
B. Kualitas Karbon Aktif Cangkang Buah Karet	43
1. Kadar Abu (<i>Ash Content</i>).....	43
2. Kadar Air Terikat (<i>Inherent Moisture</i>)	45
C. Karakterisasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet	47
1. Karakterisasi Menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	47
2. Karakterisasi Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	51
3. Karakterisasi Luas Permukaan Karbon Aktif Cangkang buah Karet Menggunakan Metode Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	54
D. Aktivitas Adsorpsi karbon Aktif Cangkang Buah Karet Teraktivasi KOH dalam Menurunkan Kadar COD, BOD dan TSS pada Limbah Cair Tahu.	60
1. Pengaruh Konsentrasi KOH Karbon Aktif Cangkang Buah Karet terhadap COD Limbah Cair Tahu	60
2. Pengaruh Konsentrasi KOH Karbon Aktif Cangkang Buah Karet terhadap BOD Limbah Cair Tahu	61
3. Pengaruh Konsentrasi KOH Karbon Aktif Cangkang Buah Karet terhadap TSS Limbah Cair Tahu	63
BAB V PENUTUP	67

A. Kesimpulan	67
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	77
CURRICULUM VITAE	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Syarat Mutu Karbon Aktif menurut SNI 06– 3730-1995	20
Tabel 4. 1	Data Hasil Uji Kadar Abu Karbon Aktif Cangkang Buah Karet Teraktivasi KOH dengan Variasi Konsentrasi Aktivator KOH	44
Tabel 4. 2	Data Hasil Uji Kadar Air Karbon Aktif Cangkang Buah Karet Teraktivasi KOH dengan Variasi Konsentrasi Aktivator KOH	46
Tabel 4. 3	Perbandingan Bilangan Gelombang (cm^{-1}) FTIR Karbon Aktif Cangkang Buah Karet teraktivasi KOH 1 M, 2 M, 3 M dan Tanpa Aktivasi	49
Tabel 4. 4	Data Luas Permukaan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet Teraktivasi KOH berdasarkan Daya Jerap <i>Methylene Blue</i>	57
Tabel 4. 5	Hasil Uji kadar COD Limbah Tahu Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet	61
Tabel 4. 6	Hasil Uji kadar BOD Limbah Cair Tahu Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet.....	62
Tabel 4. 7	Hasil Uji kadar TSS Limbah Cair Tahu Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Senyawa Lignin.....	13
Gambar 2. 2 Struktur Kimia Selulosa	14
Gambar 2. 3 Struktur Kimia Hemiselulosa	14
Gambar 2. 4 Struktur Grafit	15
Gambar 2. 5 Struktur Intan.....	16
Gambar 2. 6 Struktur Karbon Amorf	17
Gambar 2. 7 Morfologi permukaan karbon aktif dilihat menggunakan SEM	18
Gambar 2. 8 Struktur Kimia karbon aktif	19
Gambar 2. 9 Skema FT-IR.....	22
Gambar 2. 10 Skema SEM.....	23
Gambar 4. 1 Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Kadar Abu Karbon Aktif Cangkang Buah Karet.....	44
Gambar 4. 2 Pengaruh Hubungan Konsentrasi KOH terhadap Kadar Air Karbon Aktif Cangkang Buah karet.....	47
Gambar 4. 3 Spektra FTIR Karbon Aktif Cangkang Buah Karet Teraktivasi KOH 1 M, 2 M, 3 M dan Tanpa Aktivasi.....	48
Gambar 4. 4 Hasil uji morfologi permukaan menggunakan SEM.....	52
Gambar 4. 5 Grafik Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	55
Gambar 4. 6 Grafik Penentuan Kurva Standar Larutan <i>Methylene Blue</i>	56
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Konsentrasi KOH dengan Luas Permukaan Karbon Aktif Cangkang Buah Karet	57
Gambar 4. 8 Hubungan Konsentrasi KOH pada Aktivasi Karbon Aktif Cangkang Buah Karet Terhadap penurunan Kadar COD, BOD dan TSS Limbah cair Tahu	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penentuan Kadar Abu.....	77
Lampiran 2. Penentuan Kadar Air	77
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi Menggunakan FTIR	78
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM.....	80
Lampiran 5. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methylene Blue</i>	81
Lampiran 6. Pembuatan Kurva Standar <i>Methylene Blue</i>	82
Lampiran 7. Perhitungan Luas Permukaan <i>Methylene Blue</i>	83
Lampiran 8. Hasil Pengujian Kadar COD dan BOD	86
Lampiran 9. Perhitungan Kadar TSS Limbah Cair Tahu.....	90
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	91



ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI KOH PADA AKTIVASI KARBON AKTIF CANGKANG BUAH KARET (*Hevea brasiliensis*) UNTUK MENURUNKAN KADAR COD, BOD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAHU

Oleh

Putri Mar Atus Shalihah
NIM 17106030023

Pembimbing

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
NIP: 1975075 200003 2001

Telah dilakukan pembuatan karbon aktif cangkang buah karet (KACBK) dengan variasi konsentrasi KOH 1 M, 2 M dan 3 M untuk menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada adsorpsi limbah cair tahu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh konsentrasi KOH terhadap kualitas, karakteristik dan kemampuan adsorpsi karbon aktif cangkang buah karet untuk menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair tahu. Aktivasi KACBK dilakukan dengan metode karbonisasi menggunakan *furnance* pada suhu 500 °C selama 4 jam dan perendaman dengan KOH 1 M, 2 M dan 3 M selama 24 jam. Parameter kadar abu dan kadar air karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH semua variabel tidak melebihi baku mutu SNI 06– 3730-1995. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus C-H alifatik, C=C dan OH. Hasil karakterisasi menggunakan SEM menunjukkan karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH 1 M, 2 M dan 3 M memiliki permukaan yang kasar dan berpori. Hasil penentuan luas permukaan dengan metode metilen biru menunjukkan luas permukaan paling besar yaitu 861,7795 m²/g dimiliki oleh karbon aktif teraktivasi KOH 2 M. Hasil uji adsorpsi pada limbah cair tahu menunjukkan hasil optimum diperoleh pada adsorpsi menggunakan karbon aktif teraktivasi KOH 2M dengan penurunan kadar COD, BOD dan TSS berturut-turut adalah 81,31%, 80,54%, dan 57,5%.

Kata kunci: Karbon aktif, adsorpsi, COD, BOD, TSS

ABSTRACT

EFFECT OF KOH CONCENTRATION ON ACTIVATION OF RUBBER FRUIT SHELL ACTIVE CARBON (*Hevea Brasiliensis*) TO REDUCE COD, BOD AND TSS LEVELS IN TOFU LIQUID WASTE

By

Putri Mar Atus Shalihah
NIM 17106030023

Supervisor

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
NIP: 1975075 200003 2001

The manufacture of rubber fruit shell activated carbon with various concentrations of KOH 1 M, 2 M and 3 M to reduce the levels of COD, BOD and TSS in the adsorption of tofu liquid waste. The purpose of this study was to examine the effect of KOH concentration on the quality, characteristics and adsorption ability of rubber fruit shell activated carbon to reduce COD, BOD and TSS levels in tofu liquid waste. Rubber fruit shell activated carbon was carried out by carbonization method using a furnace at a temperature of 500 °C for 4 hours and immersion in 1 M, 2 M and 3 M KOH for 24 hours. Parameters of ash content and moisture content of activated carbon of rubber fruit shell activated by KOH all variables did not exceed the quality standard of SNI 06-3730-1995. The results of characterization using FTIR showed the presence of aliphatic C-H groups, C=C and OH. The results of characterization using SEM showed that activated carbon of rubber fruit shells activated by KOH 1 M, 2 M and 3 M had a rough and porous surface. The results of determining the surface area using the methylene blue method showed that the largest surface area was 861.7795 m²/g owned by activated carbon KOH 2 M. The results of the adsorption test on tofu liquid waste showed that the optimum results were obtained in adsorption using activated carbon activated KOH 2 M with a decrease COD, BOD and TSS levels were 81.31%, 80.54%, and 57.5%, respectively.

Keywords: Activated Carbon, Adsorption, COD, BOD, TSS

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Masyarakat Indonesia gemar mengonsumsi tahu dalam kehidupan sehari-hari. Tahu terbuat dari bahan baku kedelai sehingga makanan ini merupakan sumber protein yang baik. Harga tahu lebih terjangkau dibandingkan dengan sumber protein hewani seperti ikan, telur dan daging sehingga tahu dapat dikonsumsi oleh semua kalangan masyarakat. Berdasarkan sensus Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019 konsumsi tahu rata-rata per kapita per minggu adalah 0,152 Kg. Seiring berjalannya waktu dan populasi masyarakat yang semakin bertambah, permintaan pasar terhadap tahu meningkat. Hal ini mendorong berdirinya produsen tahu mulai dari skala rumahan hingga skala industri.

Industri tahu menghasilkan limbah organik yang terdiri dari limbah cair dan limbah padat. Dalam sekali produksi 1 ton kedelai dapat dihasilkan limbah cair sebanyak 8500 L. Limbah cair tahu berasal dari air pencucian, perendaman, penggumpalan dan pencetakan pada proses produksi (Hikmah dkk., 2019). Industri tahu rumahan yang banyak tersebar di pemukiman masyarakat umumnya tidak memiliki instalasi pengolahan limbah sehingga produsen sering membuang limbah ke badan air seperti sungai dan parit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, limbah cair tahu memiliki kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) antara 4000-12000 ppm, BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*) antara 2000-10000 ppm dan bersifat asam

pada pH antara 4,0-5,0. Data tersebut jika dibandingkan dengan Keputusan MENLH No: KEP51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair kegiatan industri, maka limbah tahu merupakan zat pencemar karena memiliki kadar COD, BOD₅, dan pH yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan (Nurlina dkk., 2015). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah cair tahu sebelum dibuang agar tidak mencemari lingkungan.

Metode pengolahan limbah cair secara kimia yang dapat dilakukan antara lain adsorpsi, koagulasi, dan flokulasi (Yuliasuti dan Hendaru, 2017). Pada penelitian ini digunakan metode adsorpsi. Metode adsorpsi sesuai digunakan dalam pengolahan limbah cair industri karena pengolahannya cukup mudah serta biaya yang dikeluarkan relatif murah (Nabilla dan Rusmini, 2019). Pengolahan limbah cair dengan metode adsorpsi memerlukan suatu media penjerap yang sering disebut dengan adsorben. Material adsorben yang umum digunakan pada pengolahan limbah cair antara lain zeolit, alumina, silika gel dan karbon aktif. Adsorben yang dipilih dalam penelitian ini adalah karbon aktif. Karbon aktif cukup efektif sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair industri. Hal ini dikarenakan karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dan daya serap yang baik dibandingkan dengan material adsorben lainnya (Wahjuni, 2015).

Karbon aktif dapat di preparasi dari pemanfaatan limbah biomassa seperti tempurung kelapa, bonggol jagung dan sekam padi. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif dari cangkang buah karet. Cangkang buah karet memiliki potensi untuk dijadikan karbon aktif karena mengandung 50%

senyawa karbon (Bangun dkk, 2016). Bentuk fisik cangkang buah karet yang keras mengindikasikan bahwa cangkang buah karet mengandung senyawa lignin sehingga cukup potensial untuk diolah menjadi karbon aktif (Arofah dkk, 2019).

Kemampuan daya adsorpsi karbon aktif dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi. Karbon aktif dapat di aktivasi melalui dua cara yaitu aktivasi fisik (*Physical activation*) dan aktivasi Kimia (*Chemical activation*). Aktivasi fisik terdapat dua tahapan yaitu tahap karbonisasi dengan pemanasan pada suhu 700 °C kemudian dilanjutkan dengan mengalirkan gas karbon dioksida (CO₂). Aktivasi secara kimia biasanya dilakukan perendaman dengan menggunakan asam kuat atau basa kuat. Aktivasi secara kimia memiliki kelebihan dibandingkan dengan aktivasi secara fisik karena aktivasi secara kimia hanya melalui satu tahapan (*one-step activation*) sehingga lebih menghemat waktu pengerjaan. Suhu yang digunakan pada aktivasi kimia lebih rendah dibandingkan dengan suhu yang digunakan pada aktivasi fisik sehingga dapat menghemat energi. Penambahan senyawa kimia yang berperan sebagai *hydrating agent* dapat memperbaiki struktur karbon dan membuka pori-pori agar daya serap karbon meningkat (Gunawan dkk., 2010). Selama proses aktivasi terjadi pemecahan ikatan hidrokarbon dan molekul-molekul permukaan akan teroksidasi sehingga karbon akan mengalami perubahan sifat fisika maupun kimia. Setelah proses aktivasi luas permukaan karbon akan bertambah besar sehingga daya adsorpsi dari permukaan adsorben akan meningkat (Ratnawati S. H., 2019). Bahan kimia yang sering

digunakan sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif antara lain asam fosfat (H_3PO_4), Asam Sulfat, kalium hidroksida (KOH), seng klorida, dan kalium karbonat.

Dilaporkan bahwa karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi H_3PO_4 dan teraktivasi fisik dengan uap air. Karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH memiliki kadar air 3,74%, kadar abu 3,65%, kadar zat terbang 13,55%, kadar karbon terikat 82,8%, daya jerap iod 569,39 mg/g, daya jerap metilen biru 17,61 mmol/g, daya jerap benzena 8,09%, dan luas permukaan 65,29 m^2/g (Efiyanti dkk., 2020).

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH seperti pada penelitian sebelumnya. Aktivator KOH berperan sebagai agen dehidrasi karena KOH memiliki sisi aktif yang dapat mengikat molekul air dan menghambat pembentukan senyawa tar (Hwang, Y.J dkk., 2007 dalam Sibarani dkk., 2020). Aktivasi karbon aktif cangkang buah karet divariasikan dengan konsentrasi KOH 1 M, 2 M, dan 3 M yang mana tidak dilakukan pada penelitian sebelumnya. Menurut Yong Xiao, 2018 konsentrasi aktivator dapat mempengaruhi daya jerap karbon aktif terhadap adsorbat. Hal ini dikarenakan konsentrasi aktivator selama proses aktivasi menentukan luas permukaan spesifik dan distribusi pori yang terbentuk pada permukaan karbon aktif (Sibarani dkk., 2020).

Karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH 1 M, 2 M dan 3 M dilakukan karakterisasi meliputi penentuan kadar abu, kadar air, gugus fungsi

menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), analisis morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan penentuan luas permukaan menggunakan metode metilen biru. Sejauh penelusuran pustaka belum dilaporkan aplikasi karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH sebagai adsorben dalam adsorpsi limbah cair tahu. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh konsentrasi KOH terhadap kemampuan adsorpsi karbon aktif cangkang buah karet dalam menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) pada limbah cair tahu.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas perlu adanya batasan masalah agar penelitian ini lebih terarah yaitu:

1. Cangkang buah karet diperoleh dari perkebunan karet di desa Bandar Sungai Kecamatan Sabak Auh, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.
2. Aktivasi karbon aktif menggunakan kalium hidroksida (KOH) 1 M, 2 M dan 3 M.
3. Karakterisasi karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH antara lain penentuan struktur molekul karbon aktif menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), analisis morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan penentuan luas permukaan menggunakan metode metilen biru.
4. Limbah cair tahu diperoleh dari pengusaha tahu di daerah Sewon, Bantul, Yogyakarta.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi KOH terhadap kualitas karbon aktif cangkang buah karet meliputi kadar air dan kadar abu berdasarkan SNI 06– 3730-1995?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi KOH terhadap karakteristik gugus fungsi, morfologi serta luas permukaan karbon aktif cangkang buah karet?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi KOH terhadap kemampuan karbon aktif cangkang buah karet dalam menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada adsorpsi limbah cair tahu?

D. Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi KOH terhadap kualitas karbon aktif cangkang buah karet meliputi kadar air dan kadar abu berdasarkan SNI SNI 06– 3730-1995
2. Mempelajar pengaruh konsentrasi KOH terhadap karakteristik gugus fungsi, morfologi serta luas permukaan karbon aktif cangkang buah karet.

3. Mempelajari pengaruh konsentrasi KOH terhadap kemampuan karbon aktif cangkang buah karet dalam menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada adsorpsi limbah cair tahu.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan terkait aktivasi karbon aktif dari cangkang buah karet menggunakan KOH dan aplikasinya dalam pengolahan limbah cair tahu melalui metode adsorpsi untuk menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) limbah cair tahu agar tidak mencemari lingkungan.



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil uji kadar abu karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH 1 M, 2 M dan 3 M berturut turut adalah 1,605%, 1,943% dan 1,589% dan kadar air berturut turut adalah 2,969%, 3,334% dan 3,292%. Kadar abu dan kadar air karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH semua variabel telah memenuhi baku mutu karbon aktif yang baik menurut SNI 06– 3730-1995.
2. Karakterisasi karbn aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH menggunakan FTIR menunjukkan bahwa pada karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi semua variabel terdapat spektra pada bilangan gelombang tertentu yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana, C=C dan OH. Karakterisasi menggunakan SEM menunjukkan bahwa karbon aktif cangkang buah karet semua variabel memiliki bentuk permukaan yang berpori. Hasil karakterisasi luas permukaan menggunakan *methylene blue* karbon aktif cangkang buah karet teraktivasi KOH 1 M, 2 M dan 3 M berturut-turut adalah 799,0317 m²/g, 861,7795 m²/g, 821,3715 m²/g.
3. Karbon aktif cangkang buah karet dapat berperan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair tahu melalui adsorpsi. Hasil penurunan paling besar terjadi pada adsorpsi menggunakan karbon aktif teraktivasi KOH 2 M dengan penurunan kadar COD, BOD dan TSS berturut-turut adalah 81,31%, 80,54%, dan 57,5%.

B. Saran

Untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut, maka terdapat beberapa saran:

1. Perlu dilakukan variasi variabel lainnya yang mempengaruhi efektivitas adsorpsi limbah cair tahu menggunakan karbon aktif cangkang buah karet.
2. Perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut pada karbon aktif yang telah digunakan sebagai adsorben untuk mengetahui secara pasti interaksi yang terjadi pada permukaan karbon dengan molekul adsorbat.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D. H., Suyani, H., Nasir, M., Safni, & Nugraha, W. C. 2013. Adsorpsi Cu Menggunakan Nanofiber Polisulfon-Feooh yang Disintesis dengan Metode Elektrosinning. *Jurnal Litbang Industri*. 101-108.
- Ailin, Anastasia, Yarangga, Conrad Danisworo, & Agus Harjanto. 2017. Studi Grafit Berdasarkan Analisis Petrografi dan SEM-EDX pada Daerah Windesi Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*. 185-191
- Alaerts, G., & Santika, S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Alimano, M., & Syafila, M. 2014. Reduksi Ukuran Adsorben untuk Memperbesar Diameter Pori dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Adsorpsi Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 173-182.
- Arofah, S., Naswir, M., & Yasdi. 2019. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Aktivator H₃PO₄ untuk Adsorpsi Logam Besi (III) dalam Larutan. *Jurnal Engineering*. 38-51.
- Atmayudha, Ardhana. 2007 Pembuatan dan Karakterisasi ZnO/Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Teraktivasi ZnCl₂ Menggunakan Metode Hidrotermal untuk Penjerapan Fenol. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Azizah, D. 2017. Kajian Kualitas Lingkungan Perairan Teluk Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. *Dinamika Maritim*. 40-46.
- Bangun, T., Zaharah, T., & Shofiani, A. 2016. Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Buah Karet untuk Adsorpsi Ion Besi (II) dalam Larutan. *JKK UNTAN*. 18-24.
- Castellan, G. 1982. *Physical Chemistry Third Edition*. New York: General Graphics Sevice.
- Cornish K. 2001. Similarities and Differences in Rubber Biochemistry Among Plant Species. *Phytochemistry*. 1123-1134.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektrofotometri*. Sumatera Barat: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.

- Darmadji, P. 2002. Optimalisasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Destilasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 267-271.
- Daulay, L.R. 2009. *Adhesi Penguat Serbuk PulpTandan Kosong Kelapa Sawit Teresterifikasi dengan Matriks Komposit Polietilena*. Disertasi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- De Fay, E., & Jacob J.L. 2010. Cyanogenesis and the Onset of Tapping Panel Dryness in Rubber Tree. *Pesq. Agropec. Bras.* 1372-1380.
- Dewi, R., Azhari, & Nofriardi, I. 2020. Aktivasi Karbon dari Kulit Pinang dengan Menggunakan Aktivator Kimia KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 12-22.
- Dewi, Y. S., & Buchori, Y. 2016. Penurunan COD, TSS Pada Penyaringan Air Limbah Tahu Menggunakan Media Kombinasi Pasir Kuarsa, Karbon Aktif, Sekam Padi dan Zeolit. *Jurnal Universitas Satya Negara Indonesia*. 74-80.
- Ding, L., & Bhatia, S. 2003. Analysis of Multicomponent Adsorption Kinetics on Activated Carbon. *AIChE Journal*. 883-895.
- Efiyanti, L., Wati, S. A., & Maslahat, M. 2020. Pembuatan dan Analisis Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Proses Kimia dan Fisika. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 94-108.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Erlina, Umiatin, & Budi, Esmar. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon AKTif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2015*. 55-60.
- Fadillah, H., & Alfiarty, A. 2015. The Influence Of Pyrolysis Temperature And Time To The Yield And Quality of Rubber Fruit (*Hevea brasiliensis*) Shell Liquid Smoke. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. B1-1-B1-7.
- Firman, Taufik, Kusyanto, & Nisa, C. 2018. Pemanfaatan Cangkang Buah Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Arang Aktif. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. 110-115.
- Fitriasari, Widya, Nanang Masruchin & Euis Hermiati. 2019. *Selulosa: Karakteristik dan Pemahamannya*. Jakarta: LIPI press

- Gunawan, Suhendra, D., & Ryantin, E. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya Pada Penjerapan Ion Tembaga (Ii). *Makara Sains*. 22-26.
- Hartanto, Singgih, & Ratnawati. 2010. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12-16.
- Hartati. 2003. *Mengola Air Limbah Hasil Produksi Pembuangan Tahu*. Surabaya: ProRistand Indag.
- Hendra, D., & Darmawan, S. 2007. Sifat Arang Aktif dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 291-302.
- Herlambang, A. 2005. Penghilangan Bau Secara Biologi dengan Biofilter Sintetik. *JAI*. 99-112.
- Hikmah, S. F., Rahman, A., Kholiq, I. N., & Andriani, Z. D. 2019. Teknologi Pengolahan Limbah Industri Tahu Sebagai Upaya Pengembangan Usaha Kecil Menengah (Ukm) Di Kecamatan Gambiran Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Istiqro: Jurnal Hukum Islam, Ekonomi dan Bisnis*. 53-71.
- Hwang, Y. J., jeong, s. k., Nahm, K. S., Shin, J. S., & Stephan, A. M. 2007. Pyrolytic Carbon Derived From Coffee Shells As Anode Materials For Lithium Batteries. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 182-188.
- Ilmi, M. M., Khoiroh, N., Firmansyah, T. B., & Santoso, E. 2017. Optimasi Penggunaan Biosorbent Berbasis Biomassa: Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Berbahan Eceng Gondok (*Eichornia Crossipes*) untuk Meningkatkan Kualitas Air. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*. 129-136.
- Jindal, Vijay K. dan Keya Dharamvir. 2002. *New Solid s of Carbon Clusters- Materials of Fullerenes and Nanotubes*. India: Narosa Publishing House
- Kayadoe, V., Sunarti, Utubira, Y., & Kayadoe, N. 2020. Preparasi Dan Karakterisasi Arang Dari Ampas Sagu sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar COD Dan BOD Limbah Cair Pabrik Tahu. *MJoCE*. 81-88.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Ando Offest.

- Kumar, P., Barrett, D.M., Delwiche, M.J., & Stroeve, .P. 2009. Methods for Pretreatment of Lignocellulosic biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production. *Ind. Eng. Chem. Res.* 3713-3729.
- Kvech, S., & Tull, E. 1998. Activated Carbon in Water Treatment Primer. *Environmental Information Management Civil Engineering Dept, Virginia Teach.*
- Kwaghger, A., & J.S., I. 2013. Optimization of Conditions for the Preparation of Activated Carbon from Mango Nuts using HCl. *American Journal of Engineering Research (AJER)*. 74-85.
- Laos, L. E., & Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. 32-36.
- Latupeirissa, J., Tanasale, M. F., & Musa, S. H. 2018. Kinetika Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru oleh Karbon Aktif dari Kulit Kemiri (*Aleurites moluccana L Willd*). *Indo. J. Chem.* 12-21.
- Maulinda, L., Nasrul, Z., & Sari, D. 2015. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 11-19.
- Meilianti. 2017. Karakteristik Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H₃PO₄. *Jurnal Distilasi*. 1-9.
- Menon, V., & Raon, M. 2012. Trends in Biocoverion of Lignocellulose: Biofuels, Platform Chemical & Biorefinary Concept. *Progress in Enegy and Combustion Science*. 522-550.
- Mentari, V. A., Handika, G., & Maulina, S. 2018. Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat (H₃PO₄) dan Asam Nitrat (HNO₃). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 16-20.
- Metcalf, & Inc, E. 1991. *Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse*. 3rd ed. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). New York, Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Mohanty, Amar K., Misra, Masjusri, Lawrence T. Drzal, Susan E. Selke, Bruce R. Harte, dan George Hinrichsen. 2016. Natural Fibers, Biopolymers, dan Biocomposites: An Instration. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 22-45.

- Nabilla, L. E., & Rusmini. 2019. Pengaruh Waktu Kontak Karbon Aktif dari Kulit Durian Terhadap Kadar COD, BOD dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu. *Chemica : Jurnal Teknik Kimia*. 6 (2). 47-53.
- Nurfitriana, N., Febriyantiningrum, K., Utomo, W., Nugraheni, Z., Pangastuti, D., Maulida, H., et al. 2019. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) pada Karbon Aktif dan Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya. *Akta Kimia Indonesia*. 75-85.
- Nurhasan, A., & Pramudyanto, B. 1997. *Pengolahan Air Buangan Tahu*. Semarang: Yayasan Bina Karta Lestari dan Wahana Lingkungan Hidup Indonesia.
- Nurlina, Zahara, T. A., Gusrizal, & Kartika, I. D. 2015. Efektivitas Penggunaan Tawas dan Karbon Aktif pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Prosiding SEMIRATA bidang MIPA BKS-PTN Barat*. 690 - 699.
- Nurullatifah. 2011. *Senyawa Organik Pada Limbah Cair Tahu*. Tesis. Semarang : Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Pamungkas, Diajeng Indraswary. 2019. Analisis Struktur dan Sifat Optik Lapisan Tipis Karbon Amorf dari Nira Kelapa. Tesis. ITS Surabaya.
- Pari, G. 2004. *Kajian Struktur Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu sebagai Adsorben Emisi Formaldehida Kayu Lapis. Disertasi Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan*. Bogor: Pasca Sarjana. IPB.
- Pari, G., Santoso, A., & Hedra, D. 2006. Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Reduktor Emisi Formaldehida Kayu Lapis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 425-436.
- Prasetyo, A., Yudi, A., & Astuti, N. R. 2011. Adsorpsi Metilen Blue Pada Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan Variasi Konsentrasi NaCl Pada Suhu Pengaktifan 600 °C dan 650 °C. *Jurnal Neutrino*. 16-23.
- Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. 1997. *Manfaat Karbon Aktif dalam Dunia Industri*. LIPI.
- Ramdja, F. A., Halim, M., & Handi, J. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*. 1-8.

- Rampe, Jeanne Meytij, Setiaji, Bambang, Trisunaryanti, wega, & Triyono. Analisis Struktur Mikro dan Struktur Kristal karbon Tempurung Kelapa dan Polivinil Alkohol (PVA) pada Temperatur Tinggi. *Chem. prog.* 74-80
- Ratnani, R. D. 2011. Kecepatan Penyerapan Zat Organik Pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Lumpur Aktif. *Momentum.* 18-24.
- Ratnawati, & Hartanto, S. 2010. Pengaruh Suhu Pirolisis Cangkang Sawit Terhadap Kuantitas dan Kualitas Asap cair. *Jurnal Akreditasi LIPI.* 7-11.
- Ratnawati, S. H. 2019. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Sains Materi Indonesia.* 12 - 16.
- Sahara, E., Sulihingtyas, W. D., & Mahardika, I. A. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes Erecta*) yang Diaktivasi dengan H_3PO_4 . *Jurnal Kimia.* 1-9.
- Sartika, Z., Mariana, & Supardan, M. D. 2019. Penurunan Kadar COD, BOD dan Nitrit Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Karbon Aktif Ampas Bubuk Kopi. *Serambi Engineering.* 557-564.
- Sasongko, & B, S. 1990. *Beberapa Parameter Kimia Sebagai Analisi. Edisi Keempat.* Semarang: Reaktor.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia* . Bandung: UPI PRESS.
- Setiawan, Adhi., Tarikh Azis Ramadani., & Rizka Lutfia Hanastasia. 2020. Pengolahan Logam Pb(II) pada Limbah Cair Menggunakan Metode Kombinasi Elektrokoagulasi–Adsorpsi Karbon Aktif. *Jurnal Presipitasi.* 96-103.
- Setyamidjaja, D. 1993. *Karet Budidaya dan Pengolahan.* Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Shofa. 2012. *Pembuatan Karbon Aktif berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida.* Skripsi. Universitas Indonesia
- Sibarani, R. Z., Dwidiani, N. M., & Santhiarsa, I. N. 2020. Karakterisasi Karbon Aktif dari Kulit Kopi dengan Variasi Konsentrasi Aktivator sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAINfMEKANIKA.* 902-907.
- Sontheimer, J.E. 1985. *Activated Carbon for Water Treatment.* Netherlands: Elsevier.

- Sudarmadji, S. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Bandung: Liberty.
- Sudrajat, R., & Pari, G. 2011. *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Massa depannya*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Sugesti, Ulul. 2018. Pembuatan dan Karakterisasi ZnO/Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Teraktivasi ZnCl₂ Menggunakan Metode Hidrotermal untuk Penjerapan Fenol. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia.
- Sugiharto. 1994. *Dasar - Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Sujanto, Agus., Rohmad Salam., Bandriyana., & Arbi Dimiyati. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 44-50.
- Sutrisno, & Suciati. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta Karya.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik*. 11-20.
- Turmuzi, M., & Syaputra, A. 2015. Pengaruh Suhu Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (*Salacca Edulis*) Dengan Impregnasi Asam Fosfat (H₃PO₄). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 42-46.
- Underwood, A., & Day, R. 1980. *Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Wahjuni, N. D. 2015. Perbandingan Tingkat Adsorpsi Chitin dan Karbon Aktif dalam Menjerap Logam Chromium dalam Tangki Berpengaduk. *Seminar Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS. Surakarta*. 71-76.
- Wibowo, S., Syafi, W., & Pari, G. 2011. Karakterisasi Permukaan Arang Aktif Tempurung Biji Nyamplung. *Makara Teknologi*. 17-24.
- Winardi, S., Kusdianto, & Widiyastuti. 2011. Preparasi Film ZnO-Silika Nanokomposit Dengan Metode Sol-Gel. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. 1-4.
- Yakout, S., & El-Deen, G. S. 2016. Characterization of Activated Carbon Prepared by Phosphoric Acid Activation of Prepared by Phosphoric Acid Activation of Olive Stones. *Arabian Journal of Chemistry*. 1-9.

- Yuliastuti, R., & Cahyono, H. B. 2017. Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Industri Asbes Menggunakan Flokulan Dan Adsorben. *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri*. 77-83.
- Yusra, Arif., Yusnimar, & Drastinawati. 2016. Penentuan Daya Jerap Karbon Aktif dari Meranti Merah Terhadap Ion Fe(III). *Jom FTEKNIK*. 1-6.
- Yusraini, D., Heryanto, R., Riyadhi, A., Heny, T., & Nurlela. 2015. Karakteris asi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 103-116.
- Zulfadhli, M., & Iriany. 2016. Pembuatan karbon Aktif dari cangkang Buah Karet (*Hevea brasillensis*) dengan aktivator asam fosfat dan aplikasinya sebagai penjerap Cr(VI). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 23-28.

