

**APLIKASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA
SEBAGAI ADSORBEN UNTUK DEGRADASI
KANDUNGAN AMONIA, BOD, DAN COD PADA
LIMBAH CAIR PRODUKSI TAHU**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1



Diajukan oleh:

Maila Salsabila
19106020028

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2024

LEMBAR PENGESAHAN



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-172/Un.02/DST/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben untuk Degradasi Kandungan Amonia, BOD, dan COD pada Limbah Cair Produksi Tahu

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MAILA SALSABILA
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020028
Telah diujikan pada : Kamis, 25 Januari 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 65b709004a739



Penguji I

Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
SIGNED

Valid ID: 65b5a0f712e9d



Penguji II

Asih Melati, S.Si., M.Sc
SIGNED

Valid ID: 65b6fba4eda84



Yogyakarta, 25 Januari 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 65b73709e3fea

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maila Salsabila
NIM : 19106020028
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben untuk Degradasi Kandungan Amonia, BOD, dan COD Pada Limbah Cair Produksi Tahu” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 18 Januari 2024

Penulis





Maila Salsabila
NIM. 19106020028

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

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 : MAILA SALSABILA
NIM : 19106020028
Judul Skripsi : Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben untuk Degradasi Kandungan Amonia, BOD, dan COD Pada Limbah Cair Produksi Tahu

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

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 18 Januari 2024

Pembimbing

Dr. Wilayanti, S.Si., M.Si.
NIP. 19760526 200604 2 005

**APLIKASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK DEGRADASI KANDUNGAN AMONIA, BOD, DAN
COD PADA LIMBAH CAIR PRODUKSI TAHU**

MAILA SALSABILA

19106020028

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh dampak negatif pabrik industri tahu berskala kecil yang belum dilengkapi unit pengolahan air limbah dan pembuangannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif tempurung kelapa yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi limbah cair tahu. Penelitian ini juga menganalisis degradasi dan pengaruh variasi dosis serta waktu kontak adsorben terhadap kandungan amonia, BOD, dan COD pada limbah cair tahu. Adsorpsi dilakukan secara *batch* menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa. Adapun variasi dosis adsorben yang digunakan yaitu 2,5; 5,0; dan 7,5 gram dengan waktu kontak selama 60 menit. Semetara, pada variasi waktu selama 60, 90, dan 120 menit dengan dosis adsorben sebanyak 7,5 gram. Hasil karakterisasi menunjukkan adsorben yang digunakan memiliki kadar air sebesar 3%, kadar abu 7,5%, kadar zat terbang 9%, kadar karbon terikat 83,5%, dan daya serap iodin 818,5 mg/g. Hasil adsorpsi menunjukkan adanya degradasi pada setiap parameter. Kandungan amonia limbah cair tahu 11,4 mg/L dapat didegradasi hingga 4,3 mg/L, kandungan BOD yang semula 701 mg/L dapat didegradasi hingga 146 mg/L, dan kandungan COD yang semula 1036 mg/L dapat didegradasi hingga 177 mg/L. Hasil terbaik diberikan oleh dosis 7,5 gram selama 120 menit dengan persen degradasi amonia sebesar 62%, BOD sebesar 79%, dan COD sebesar 83% dengan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 0,47 mg/g untuk amonia, BOD sebesar 37 mg/g, dan COD sebesar 57 mg/g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adsorpsi yang dilakukan telah berhasil bahkan dapat mencapai persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan.

Kata kunci: limbah cair tahu, karbon aktif, amonia, BOD, COD

**APPLICATION OF COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON AS
ADSORBENT TO REDUCE AMMONIA, BOD, AND COD CONTENT ON
TOFU WASTEWATER**

MAILA SALSABILA

19106020028

ABSTRACT

This research is based by the negative impact of small-scale tofu industry factories that do not have wastewater treatment and discharge units. This study aims to determine the characteristics of coconut shell activated carbon used as an adsorbent in the adsorption of tofu liquid waste. This study also analyzed the degradation, the effect of dose variation, and adsorbent contact time on ammonia, BOD, and COD content in tofu wastewater. Adsorption was carried out in batch method using coconut shell activated carbon adsorbent. The adsorbent dose variations were 2.5; 5.0; and 7.5 grams with a contact time of 60 minutes. Meanwhile, the time variation for 60, 90, and 120 minutes with an adsorbent dose of 7.5 grams. The characterization results showed that the adsorbent used had a water content of 3%, ash content of 7.5%, volatile matter content of 9%, bound carbon content of 83.5%, and iodine adsorption of 818.5 mg/g. The adsorption results showed degradation in each parameter. The ammonia content of 11.4 mg/L tofu liquid waste can be degraded up to 4.3 mg/L, the BOD content which was originally 701 mg/L can be degraded up to 146 mg/L, and the COD content which was originally 1036 mg/L can be degraded up to 177 mg/L. The best results were given by the dosage of 7.5 grams for 120 minutes with a percent degradation of ammonia by 62%, BOD by 79%, and COD by 83% with adsorption capacity of 0.47 mg/g for ammonia, BOD by 37 mg/g, and COD by 57 mg/g, respectively. The results of this study indicate that the adsorption carried out has been successful and can even achieve the quality standard requirements that have been set.

Keywords: *tofu wastewater, activated carbon, ammonia, BOD, COD*

HALAMAN MOTTO

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita.”

(Q.S. At-Taubah: 40)

“Anglaras ilinging banyu, angeli ananging ora keli.”

-Sunan Kalijaga-

“Tetaplah jadi manusia, mengertilah manusia, dan manusiakanlah manusia.”

-Gus Mus-



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk:

Allah SWT.

Nabi Muhammad SAW.

Orang tua penulis Bapak Tukino dan Almh. Ibu Riyanti

Keluarga Besar Maila

Teman dan Sahabat Sekalian

Sahabat Fisika 2019

SC Fisika Material

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben untuk Degradasi Kandungan Amonia, BOD, dan COD pada Limbah Cair Produksi Tahu”. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya. Semoga kita semua mendapat syafaatnya di *yaumul qiyamah* kelak. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan karena adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Orang tua penulis Bapak Tukino dan Almh. Ibu Riyanti yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doanya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Phill. Al-Makin, S. Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
5. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik

6. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah sabar dan sangat baik dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir.
7. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
8. Bapak Wijayanto dan Bapak Agung selaku PLP laboratorium yang telah membantu dan mengarahkan dengan sabar pada saat penelitian.
9. Fatin dan Kusnia yang sangat saya cintai karena selalu memberi dukungan, nasehat, dan selalu menemani penulis dalam hal apapun. Tidak lupa kepada Zizi yang telah menemani dan memberikan dukungannya kepada penulis.
10. Teman-teman WWE, Fisika 19, KKN Ngargoretno, dan SC Material yang telah menemani dan memberi dukungan kepada penulis.
11. Serta semua pihak yang memberikan bantuan tulus dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak disebutkan satu persatu.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran demi kemajuan dan peningkatan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi maupun para pembaca.

Yogyakarta, 18 Januari 2024



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	10
1.4 Batasan Penelitian	10
1.5 Manfaat Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.1 Studi Pustaka	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2 Landasan Teori	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.1 Adsorben.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.2 Karbon Aktif.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.3 Tempurung Kelapa	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.4 Limbah Tahu.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.5 Baku Mutu	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.6 Amonia.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
2.2.7 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.

2.2.8 COD (*Chemical Oxygen Demand*) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.2.9 Adsorpsi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.2.10 Spektrofotometri UV-Vis .. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.2.11 Titrasi Iodometri **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

BAB III METODE PENELITIAN **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.1.1 Waktu Penelitian..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.1.2 Tempat Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.2 Alat dan Bahan Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.2.1 Alat dan Bahan Karakterisasi Karbon Aktif **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.2.2 Alat dan Bahan untuk Adsorpsi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.2.3 Alat dan Bahan Uji Kandungan Limbah Cair Tahu **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3 Prosedur Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3.2 Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3.3 Pengambilan Limbah Cair Tahu **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3.4 Proses Adsorpsi..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3.5 Identifikasi Kandungan Amonia, BOD, dan COD pada Limbah Cair Tahu Tanpa Perlakuan dan Setelah Perlakuan Adsorpsi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

3.3.6 Analisis Hasil **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.1 Hasil **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.1.1 Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.1.2 Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Tahu .. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.1.3 Hasil Persen Degradasi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.1.4 Hasil Kapasitas Adsorpsi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.2 Pembahasan **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

4.2.1 Karakteristik Karbon Aktif Tempurung Kelapa .	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.2.2 Pengaruh Variasi Dosis terhadap Degradasi dan Persen Degradasi Amonia, BOD, dan COD.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.2.3 Pengaruh Variasi Dosis terhadap Kapasitas Adsorpsi.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.2.4 Pengaruh Variasi Waktu Kontak terhadap Degradasi dan Persen Degradasi Amonia, BOD, dan COD	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.2.5 Pengaruh Variasi Waktu Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
4.2.6 Integrasi-Interkoneksi	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
BAB V PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Lampiran 1 Persiapan Alat dan Bahan	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Lampiran 2 Karakterisasi Karbon Aktif	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Lampiran 3 Pengambilan Sampel.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Lampiran 4 Adsorpsi Limbah Cair Tahu	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Lampiran 5 Uji Kandungan Amonia, BOD, dan COD ...	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Lampiran 6 Perhitungan Degradasi Kandungan Amonia, BOD, dan COD terhadap Limbah Cair Tahu.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1** Studi Pustaka **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2. 2** Lanjutan Studi Pustaka **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2. 3** Persyaratan Mutu Karbon Aktif**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2. 4** Baku Mutu Air Limbah **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 1** Alur Waktu Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 2** Alat untuk Karakterisasi Karbon Aktif**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 3** Bahan untuk Karakterisasi Karbon Aktif**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 4** Alat untuk Adsorpsi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 5** Bahan untuk Adsorpsi **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 6** Alat untuk Uji Kandungan Limbah Cair Tahu**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 7** Bahan untuk Uji Kadungan Limbah Cair Tahu**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 8** Persyaratan Mutu Karbon Aktif**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 9** Uji Kandungan Limbah Cair Tahu dengan Variasi Dosis.... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 10** Uji Kandungan Limbah Cair Tahu dengan Variasi Waktu Kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 11** Hasil Persen Degradasi..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3. 12** Hasil Kapasitas Adsorpsi.. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 1** Data Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4. 2** Data Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Tahu dengan Variasi Dosis **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tabel 4. 3 Data Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Tahu dengan Variasi Waktu

Kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tabel 4. 4 Data Hasil Persen Degradasi**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tabel 4. 5 Data Hasil Kapasitas Adsorpsi**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 3** Bentuk Karbon Aktif a) Granular, b) Serbuk, dan c) Pelet (Ibrahim dkk., 2014)..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 4** Anatomi Buah Kelapa (Mardiatmoko dan Mira, 2018)... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 1** Limbah Cair Tahu (Herawati dkk., 2019)**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 2** Adsorpsi Secara Batch (Irawan dkk., 2019)**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 5** Spektrofotometer UV-Vis Single Beam (Cazes, 2005)... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 6** Spektrofotometri UV-Vis Double Beam (Braga dkk., 2019) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2. 7** Proses Titrasi (Hakim, 2022)**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 1** Degradasi kandungan amonia pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 2** Degradasi kandungan BOD pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 3** Degradasi kandungan COD pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 4** Persen degradasi amonia pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 5** Persen degradasi BOD pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 6** Persen degradasi COD pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4. 7** Kapasitas adsorpsi amonia pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Gambar 4. 8 Kapasitas adsorpsi BOD pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Gambar 4. 9 Kapasitas adsorpsi COD pada variasi (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

DAFTAR ISTILAH

Adsorbat	: zat yang diserap
Adsorben	: zat penyerap
Adsorpsi	: suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut.
Absorpsi	: suatu proses yang terjadi ketika fluida terserap oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan.
Aerob	: memerlukan oksigen dalam pertumbuhan dan metabolismenya.
Aktivasi	: proses perubahan karbon dari daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi.
Amorf	: mempunyai struktur yang teratur, susunan atom atau ion yang teratur dalam struktur tiga dimensi.
Anaerob	: tidak menggunakan oksigen dalam pertumbuhan dan metabolismenya.
Analit	: kandungan zat yang akan diukur disaat penelitian di laboratorium.
Dekomposisi	: proses yang terjadi ketika suatu zat kompleks dipecah menjadi zat-zat yang lebih sederhana.
Desikator	: wadah yang terbuat dari bahan gelas yang kedap udara dan mengandung desikan yang berfungsi menghilangkan air dan kristal hasil pemurnian.
Difusi	: peristiwa perpindahan suatu zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah.
Eutrofikasi	: peningkatan produktivitas fitoplankton yang disebabkan oleh meningkatnya unsur nutrien.
Flokulan	: zat kimia atau bahan yang ditambahkan ke dalam air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil atau zat-zat terlarut dalam air.

- Gugus fungsi : atom atau gugus atom dalam suatu molekul yang bereaksi dengan senyawa karbon atau senyawa organik dan menentukan sifat-sifatnya.
- Hemiselulosa : polisakarida yang mengisi ruang antara serat-serat selulosa dalam dinding sel tumbuhan.
- Homogen : jenis campuran dengan komponen-komponennya tercampur secara merata dan tidak dapat dibedakan secara visual.
- Intercept : suatu titik perpotongan antara suatu garis dengan sumbu Y pada diagram/sumbu kartesius saat nilai $X = 0$ (titik potong).
- Ionisasi : proses fisik mengubah atom atau molekul menjadi ion-ion dengan menambahkan atau mengurangi partikel bermuatan seperti elektron atau lainnya.
- Kalibrasi : proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya.
- Karbonisasi : konversi dari zat organik menjadi karbon atau residu yang mengandung karbon melalui pirolisis atau destilasi destruktif.
- Koagulan : zat atau bahan kimia yang ditambahkan ke dalam air untuk menggumpalkan partikel-partikel yang halus dan menyebabkan mereka mengendap lebih cepat.
- Lignin : zat organik yang mengikat sel, serat dan pembuluh penyusun kayu dan unsur lignifikasi tumbuhan.
- Mesh : ukuran dari jumlah lubang suatu jaring atau kasa pada luasan 1 inch persegi jaring/kasa yang bisa dilalui oleh material padat.
- Mikropori : mengandung pori-pori dengan diameter kurang dari 2 nm.
- Monokromatis: cahaya yang hanya terdiri atas satu warna dan satu panjang gelombang.
- Non polar : senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsur yang membentuknya.
- Oksidasi : reaksi yang mengalami peningkatan bilangan oksidasi dan penurunan elektron.
- Pirolisis : proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi yang berlangsung tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas.
- Polar : Senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsurnya.
- Polikromatis : cahaya yang terdiri atas banyak warna dan panjang gelombang.
- Reagen : senyawa atau campuran yang ditambahkan ke suatu sistem untuk memulai atau menguji reaksi kimia.
- Reduksi : reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi dan kenaikan elektron.
- Redoks : reaksi kimia yang terjadi dari gabungan reduksi dan reaksi oksidasi.

- Selulosa : komponen utama penyusun dinding sel tanaman yang merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus.
- Slope : proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya (kemiringan).
- Sufokasi : kegagalan oksigen untuk mencapai darah sehingga menyebabkan kematian secara perlahan karena lemas
- Titran : larutan yang digunakan untuk mentitrasi.
- Titration : metode kimia untuk bisa menentukan konsentrasi larutan.
- Titrat : larutan yang dititrasi.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara agraris dengan lahan pertanian yang luas dan sumber daya alam melimpah. Salah satu produk unggulan pertanian Indonesia adalah tanaman pangan. Tanaman tersebut terdiri dari beberapa kelompok, yaitu kelompok biji-bijian, kacang-kacangan, dan umbi-umbian. Tanaman kacang-kacangan yang umum dibudidayakan di Indonesia adalah kacang tanah, kacang hijau, dan kedelai. Meskipun bukan penghasil karbohidrat, kedelai merupakan pangan utama karena mengandung sumber protein yang umum dikonsumsi masyarakat (Sahri dkk., 2022).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022), impor kedelai dari tahun 2017-2021 mengalami peningkatan yang fluktuatif dan cenderung meningkat setiap tahunnya. Artinya, permintaan masyarakat Indonesia akan bahan pangan kedelai adalah tinggi. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya variasi makanan yang dapat dibuat dari kedelai. Kedelai di Indonesia lebih banyak digunakan menjadi bahan industri dan diolah menjadi tahu, tempe, susu kedelai, kecap, dan tauco.

Dari beberapa jenis olahan kedelai, tahu menjadi salah satu produk yang banyak ditemui di pasaran dan memiliki peminat yang banyak. Hal ini dapat dikarenakan tahu memiliki sumber protein yang tinggi. Selain sehat dan bergizi, tahu biasanya dijual dengan harga murah dan mudah dijumpai di pasar.

Pembuatan tahu yang murah dan sederhana menyebabkan banyak tersebar pabrik industri tahu di setiap daerah. Industri tahu yang banyak tersebar adalah

industri pembuatan tahu skala rumah tangga (industri kecil) dengan teknologi sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan) masih rendah dan dapat dipastikan tingkat produksi limbah yang dihasilkan juga sangat tinggi.

Setiap industri tahu menghasilkan limbah cair setelah produksi. Umumnya, industri kecil skala rumah tangga tidak dilengkapi dengan unit pengolah air limbah. Industri rumah tangga ini biasanya mengalirkan limbah cair tahu langsung ke selokan tanpa diolah terlebih dahulu. Dalam proses produksinya menghasilkan limbah yang masih mengandung unsur-unsur organik yang mudah membusuk dan mengeluarkan bau kurang sedap sehingga selain mencemari air juga dapat mencemari udara sekitar pabrik produksi. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat (Komala dkk., 2021).

Industri tahu yang menghasilkan limbah cair, apabila tidak dilakukan pengelolaan dan dibuang ke perairan, akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia air yang berpengaruh pada kelangsungan hidup organisme perairan. Para pelaku usaha tidak menyadari dan minimnya wawasan tentang pengelolaan air limbah cair tahu yang akan berdampak ke lingkungan (Nasir dkk., 2015). Air limbah tahu harus dilakukan pengolahan sebelum limbah tersebut dibuang ke badan air untuk mencegah timbulnya masalah buangan limbah tahu (Suganda dkk., 2014). Limbah industri tahu memiliki kandungan bahan C-organik, yang mempengaruhi kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Menurut Arie dkk. (2005), buangan dari tahu mengandung bahan organik dan gas seperti oksigen terlarut (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), karbondioksida (CO_2), dan

amonia (NH_3). Gas-gas ini apabila melebihi standar, maka akan berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan. Parameter BOD dan COD sering digunakan untuk mengetahui kandungan zat organik dalam air. BOD dan COD adalah dua diantara parameter kualitas air di Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014. Pada umumnya, kandungan BOD dan COD dalam limbah cair dikaji untuk yang menggambarkan banyaknya zat organik yang terlarut dalam limbah cair tersebut. BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam limbah cair. COD merupakan jumlah oksigen kimia untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam limbah cair (Atima, 2015). Adapun amonia merupakan gas nitrogen anorganik tidak berwarna yang dapat larut dalam air dan berbau menyengat, dianggap sebagai salah satu pencemar utama perairan karena toksisitasnya tinggi (Hamonangan dan Yuniarto, 2022). Dengan mengkaji parameter amonia, BOD, dan COD dapat digunakan dalam penentuan kualitas limbah cair tahu.

Limbah cair tahu adalah limbah yang ditimbulkan dalam proses pembuatan tahu dan berbentuk cairan. Menurut hasil penelitian yang dilakukan Kesuma dan Widyastuti (2013) terhadap limbah produksi tahu yang diteliti di daerah Kabupaten Klaten mengandung amonia sekitar 10,5-97 mg/L, BOD sebanyak 49-3324 mg/L, dan COD sekitar 413-3920 mg/L. Hal ini terdapat kandungan air limbah yang melebihi ketentuan baku mutu air limbah. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu air

limbah untuk pengolahan tahu yaitu BOD sebesar 150 mg/L dan COD sebesar 300 mg/L. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk kadar amonia adalah sebesar 10 mg/L.

Berkaitan dengan upaya manusia untuk melestarikan alam, agama Islam sudah mengajarkan untuk tidak merusak lingkungan sebagaimana dalam Al-Qur'an Surat Ar-Rum ayat 41 berikut.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Kementrian Agama Republik Indonesia, 2019).

Berdasarkan ayat di atas, diterangkan bahwa telah terjadi *al-fasad* di daratan dan lautan. *Al-fasad* adalah segala bentuk pelanggaran atas sistem atau hukum yang dibuat Allah, yang diterjemahkan dengan “perusakan”. Perusakan itu bisa berupa pencemaran alam sehingga tidak layak didiami atau bahkan penghancuran alam sehingga tidak bisa dimanfaatkan lagi (Febriyani, 2022). Sebagai khalifah, manusia harus mengikuti dan mematuhi semua hukum Allah, termasuk tidak melakukan kerusakan terhadap sumber daya alam yang ada. Mereka juga harus bertanggung jawab terhadap keberlanjutan kehidupan di bumi ini. Bumi ditundukkan Allah untuk menjadi tempat kediaman manusia. Akan tetapi, alih-alih bersyukur, manusia malah menjadi makhluk yang paling banyak merusak keseimbangan alam.

Sebagai makhluk Allah yang beriman hendaknya kita harus menjaga lingkungan sekitar dan tidak melakukan perusakan terhadap alam-Nya. Salah satunya yaitu dengan tidak mencemari lingkungan. Lingkungan dapat tercemar

karena beberapa hal salah satunya adalah limbah hasil produksi tahu. Oleh karenanya, kita sebagai manusia yang dikaruniai akal oleh Allah harus memikirkan bagaimana agar limbah hasil produksi tahu tidak mencemari lingkungan. Sehingga kita terhindar dari golongan orang-orang yang melakukan “perusakan”.

Adapun pada unit pengolahan limbah tahu perlu adanya upaya untuk mengurangi kandungan pencemar pada limbah cair tahu. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, telah banyak dilakukan penelitian-penelitian dalam upaya pengolahan pada unit pembuangan limbah hasil produksi tahu sehingga limbah yang dibuang tidak menimbulkan pencemaran. Penelitian Irawan dkk. (2020) melakukan pengolahan terhadap limbah tahu untuk adsorpsi BOD, COD, dan TSS (*Total Suspended Solid*) dari karbon aktif cangkang biji karet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran adsorben, dosis adsorben, dan modifikasi adsorben. Proses adsorpsi *batch* menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama 6 jam. Dari penelitian ini dosis adsorben dan ukuran partikel berpengaruh terhadap proses adsorpsi untuk peyisihan BOD, COD, dan TSS. Permukaan karbon aktif yang dimodifikasi sebagai adsorben memiliki kapasitas adsorben yang lebih besar daripada yang tidak dimodifikasi. Adsorben dari cangkang biji karet ini berpotensi untuk digunakan sebagai adsorben pada pengolahan air dan limbah cair.

Kemudian menurut penelitian Murdiningsih dkk. (2022), dilakukan pengolahan limbah cair tahu dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif dari kulit buah kelapa muda. Penelitian ini untuk menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan pH limbah cair tahu. Variasi yang dilakukan adalah variasi waktu pada

saat proses aktivasi. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas arang aktif dalam penurunan kadar BOD, COD, dan TSS limbah cair pabrik tahu berbanding lurus dengan massa karbon aktif yang digunakan.

Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap pengolahan limbah tahu di daerah asal peneliti. Penelitian ini dimulai dari keresahan peneliti pribadi terkait dampak limbah tahu yang terletak di lingkungan rumah peneliti. Dampak nyata yang ditimbulkan diantaranya yaitu bau yang tidak sedap, lingkungan menjadi kumuh, dan dapat membuat sungai menjadi tercemar karena buangan limbah cair tahu dibuang ke aliran sungai kecil di dekat lokasi pembuatan tahu.

Menurut Kementerian Perindustrian RI (2018), pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisika, kimia, maupun biologi. Adapun pengolahan yang umum digunakan untuk limbah cair yaitu dengan cara filtrasi (*screening*), adsorpsi, sedimentasi, proses oksidasi, koagulasi dan flokulasi, serta penggunaan mikroorganisme. Cara-cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kondisi yang dimiliki.

Screening adalah unit operasi pengolahan limbah cair tingkat pertama yang memisahkan material padatan berdasarkan ukuran tertentu yang relatif besar dari limbah cair (Martini dkk., 2020). Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap. Pada proses ini terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapannya (Murdiningsih dkk., 2022). Sedimentasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah cair secara fisika yang

menggunakan gaya gravitasi untuk memisahkan partikel padatan tersuspensi yang telah terbentuk dari dalam air (Martini dkk., 2020).

Proses oksidasi merupakan salah satu metode efektif yang melibatkan penggunaan berbagai bahan kimia yang dapat merubah kandungan senyawa organik dan non-organik berbahaya dalam air menjadi komponen yang ramah lingkungan seperti CO₂ dan H₂O. Proses pemurnian air dengan menggunakan zat koagulan atau flokulan merupakan salah satu metode untuk membentuk agregat yang membentuk gumpalan yang terikat satu sama lain yaitu antara koagulan/flokulan tersebut dengan partikel polutan yang menjadi target eliminasi. Pemanfaatan mikroorganisme merupakan pengolahan limbah cair secara biologi. Mikroorganisme tersebut biasanya adalah bakteri baik yang bersifat aerob atau anaerob (Martini dkk., 2020).

Dari berbagai pengolahan yang ada, peneliti tertarik untuk melakukan pengolahan air limbah tahu secara adsorpsi. Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah pengolahannya relatif sederhana, efisiensinya relatif tinggi, efektif, dan tidak memberikan dampak buruk bagi lingkungan (Hossain dkk., 2012). Selain itu, pada proses adsorpsi ini dapat memanfaatkan bahan alam yang ada di lingkungan sekitar. Proses adsorpsi dianggap sebagai metode yang berpotensi digunakan untuk menghilangkan semua jenis polutan air termasuk bahan organik dan anorganik dari air limbah industri, air limbah domestik, air sintetis, air limbah, air tanah, air permukaan termasuk air minum (Patel, 2021).

Salah satu media untuk proses adsorpsi adalah karbon aktif sebagai adsorben. Adapun bahan alam yang berada di sekitar dapat digunakan sebagai salah satu

alternatif untuk pembuatan karbon aktif seperti yang telah disebutkan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Dalam hal ini, peneliti menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan karbon aktif karena sudah banyak penelitian mengenai tempurung kelapa dan terbukti efisien untuk proses adsorpsi. Selain itu, karbon aktif dari tempurung kelapa sudah banyak terjual secara komersil sehingga tidak sulit untuk mencarinya.

Metode adsorpsi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu *column* (dinamis) dan *batch* (statis). *Column* merupakan proses adsorpsi dengan memasukkan komponen yang diinginkan dalam wadah berisi adsorben dan setelah komponen terserap pada waktu tertentu dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut yang volumenya lebih kecil. Sedangkan secara *batch* merupakan proses adsorpsi dengan memasukkan fluida adsorbat ke dalam wadah berisi adsorben dan diaduk dalam waktu tertentu. Setelah itu dipisahkan antara adsorbat dan adsorben (Hardyanti dkk., 2017). Adsorpsi sistem kolom memiliki beberapa keuntungan, yaitu kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan metode *batch* dan berpotensi jika diaplikasikan pada skala besar (Subhan dkk., 2022). Perbedaannya terletak pada ukuran partikel adsorben yang digunakan. Sistem pengadukan ukuran partikelnya kecil sedangkan sistem kolom ukuran partikel lebih besar.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Irawan dkk. (2019), adsorpsi dilakukan secara *batch* dan kolom. Adapun hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu nilai efisiensi sistem *batch* lebih besar jika dibandingkan dengan proses kolom. Hal ini karena sistem *batch* pada proses adsorpsinya dilakukan dengan pengadukan yang konstan sehingga akan terjadi kontak antara seluruh

permukaan adsorben dengan larutan. proses penyerapan akan berlangsung baik jika semua permukaan adsorben terkontak dengan larutan. Sedangkan pada sistem kolom, selama proses berlangsung terdapat larutan input dan output pada sistem, pada model ini larutan akan teradsorpsi secara cepat pada permukaan lapisan atas adsorben, sedangkan lapisan adsorben selanjutnya akan menyerap larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah demikian seterusnya, dengan bergulirnya waktu lapisan teratas akan relatif jenuh dan berkurang efisiensi penyerapannya sehingga lapisan berikutnya menggantikan fungsinya.

Oleh karena itu, pada penelitian ini metode yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu adsorpsi secara *batch*. Adapun variasi pada penelitian ini yaitu pada pengaruh dosis dan lama waktu kontak adsorben terhadap air limbah. Kemudian pada penelitian ini juga dilakukan uji degradasi Amonia dan COD menggunakan spektrofotometer UV-Vis sedangkan BOD menggunakan pengujian secara titrasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif tempurung kelapa yang digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi limbah tahu.?
2. Bagaimana pengaruh dosis adsorben terhadap degradasi kandungan Amonia, BOD, dan COD pada limbah cair tahu?
3. Bagaimana pengaruh waktu kontak adsorben terhadap degradasi kandungan Amonia, BOD, dan COD pada limbah cair tahu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, karbon terikat, dan daya serap terhadap iodium pada karbon aktif tempurung kelapa yang digunakan sebagai adsorben.
2. Menganalisis pengaruh dosis adsorben terhadap degradasi kandungan Amonia, BOD, dan COD pada limbah cair tahu.
3. Menganalisis pengaruh waktu kontak adsorben terhadap degradasi kandungan Amonia, BOD, dan COD pada limbah cair tahu.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Karakterisasi yang dilakukan untuk menentukan karakteristik karbon aktif tempurung kelapa yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, karbon terikat, dan daya serap terhadap iodium.
2. Metode yang digunakan yaitu metode adsorpsi *batch* dengan perlakuan variasi dosis dan waktu kontak adsorben terhadap limbah cair tahu.
3. Limbah cair tahu baik tanpa perlakuan maupun setelah perlakuan diuji dengan titrasi iodometri untuk uji kandungan BOD dan spektrofotometri UV Vis untuk kandungan amonia dan COD.
4. Limbah cair industri diperoleh di salah satu pabrik produksi tahu Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat diantaranya yaitu:

1. Bagi Mahasiswa

Manfaat penelitian bagi mahasiswa yaitu mendapatkan pengetahuan dan pengalaman mengenai karbon aktif dan aplikasinya. Manfaat lainnya yaitu mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari dalam kuliah untuk kepentingan masyarakat luas.

2. Bagi Akademik

Adapun manfaat bagi akademik yaitu sebagai bahan informasi dan referensi bagi pelaku akademik mengenai pengolahan limbah cair tahu menggunakan karbon aktif dari bahan alam.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat memberikan solusi kepada masyarakat khususnya bagi pelaku industri tahu dalam pengolahan limbah cair tahu sebagai upaya mencegah pencemaran lingkungan. Adapun metode pada penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam menentukan metode yang lebih efektif dan efisien jika dibandingkan dengan metode lainnya.

BAB V

PENUTUP

1.6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada kajian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik karbon aktif tempurung kelapa yang digunakan sudah memenuhi syarat karbon aktif yang baik berdasarkan SNI diantaranya kadar air sebesar 3%, kadar abu 7,5%, kadar zat terbang 9%, kadar karbon terikat 83,5%, dan daya serap iodin 818,5 mg/g.
2. Kandungan amonia, BOD, dan COD pada limbah cair tahu berhasil didegradasi dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa. Degradasi kandungan amonia, BOD, dan COD dipengaruhi oleh banyaknya dosis adsorben yang digunakan. Dari hasil penelitian, semakin banyak dosis adsorben yang digunakan maka kandungan amonia, BOD, dan COD akan semakin menurun. Bertambahnya dosis adsorben meningkatkan degradasi dan persen degradasi, namun dapat menurunkan kapasitas adsorpsi amonia, COD, dan BOD.
3. Degradasi kandungan amonia, BOD, dan COD juga dipengaruhi oleh waktu kontak adsorben yang digunakan. Dari hasil penelitian, semakin lama waktu kontak adsorben yang digunakan maka kandungan amonia, BOD, dan COD akan semakin menurun. Semakin lama waktu kontak adsorben terhadap limbah cair tahu meningkatkan degradasi, persen degradasi, dan kapasitas adsorpsi amonia, COD, dan BOD. Degradasi terbaik yang ditunjukkan dari hasil

penelitian ini adalah pada dosis 7,5 gram dengan waktu kontak selama 120 menit. Pada kondisi ini menghasilkan persen degradasi amonia sebesar 62%, BOD sebesar 79%, dan COD sebesar 83% dengan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 0,47 mg/g untuk amonia, BOD sebesar 37 mg/g, dan COD sebesar 57 mg/g.

1.7 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan sehingga perlu diperbaiki dan menjadi perhatian bagi peneliti selanjutnya. Oleh karena itu, berikut adalah saran peneliti terhadap penelitian selanjutnya.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan karakterisasi karbon aktif lain seperti FTIR, SEM, XRD, dan lain-lain. Adapun karakterisasi karbon aktif juga dapat dilakukan baik sebelum dan sesudah proses adsorpsi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pori-pori sebelum dan setelah proses adsorpsi.
2. Pada pengujian amonia, BOD, dan COD hendaknya dilakukan seketika setelah proses adsorpsi dilakukan. Hal ini dimaksudkan agar sampel setelah proses adsorpsi tidak berubah dan mempengaruhi sifat fisik maupun kimianya.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan adsorpsi dengan dosis dan waktu kontak adsorben yang lebih bervariasi untuk mengetahui dosis dan waktu kontak optimum pada adsorben karbon aktif. Kondisi ini dapat ditandai dengan mulai jenuhnya karbon aktif dalam mengadsorpsi karbon aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, T., dan Winata, H.S. 2010. Pengolahan Air Limbah Industri Tahu dengan Menggunakan Teknologi Plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, **Vol.2 No.2** : 19-28.
- 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*, **Vol.2 No.2** : 148–155.
- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Arif, A.R., Saleh, A., dan Saokani, J. 2015. Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium edule) Terhadap Penurunan Fenol. *Al Kimia*, **Vol.3 No.1** : 34–47.
- Ashar, Y.K. 2020. *Analisis Kualitas (BOD, COD, DO) Air Sungai Pesanggrahan Desa Rawadenok Kelurahan Rangkepan Jaya Baru Kecamatan Mas Kota Depok*. (Tugas Akhir). Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, UIN Sumatera Utara, Medan.
- Asmah, N., Amri, Y., dan Fajri, R. 2020. Penentuan Kadar Anion dan Kation pada Air Injeksi di WTIP (Water Treatment Injection Plant) PT. Pertamina EP Asset 1 Rantau Field. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, **Vol.2 No.1 April 2020** : 1–4.
- Astuti, A.D., Wisaksono, W., dan Nurwini, A.R. 2007. *Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Bioreaktor Anaerob-Aerob Bermedia Karbon Aktif dengan Variasi Waktu Tunggal*. **Vol.4 No.2 Desember 2007** : 30-35.
- Astuti, H., Noor, R., dan Mahmud 2021. Aplikasi Karbon Aktif Kayu Ulin sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Sungai. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan*, **Vol.4 No.1** : 33-40.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*, **Vol.4 No.1 Januari**: 99–111.
- Badan Standardisasi Nasional 2009. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. SNI 6968.72:2009. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional 1995. *Arang Aktif Teknis*. SNI 06-3730-1995. Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional 1998. *Tahu*. SNI 01-3142-1998. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional 2004. *Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Iodometri (Modifikasi Azida)*. SNI 06-6989.14-2004. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional 2005. *Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer Secara Fenat*. SNI 06-6989.30-200. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional 2019. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri*. SNI 6989.2:2019. Jakarta.
- Bakti, A.I., Harianto, Y.A., dan Nugraha, M.K. 2022. Karakterisasi Karbon Aktif yang Terbuat dari Tempurung Kelapa Dengan Aktivasi Na_2CO_3 dan Suhu 1000°C Menggunakan Teknik XRD dan SEM-EDX. *Chemistry Progress*, **Vol.15 No.2 November 2022**: 76–82.
- Barros, L.M., Macedo, G.R., Duarte, M.M.L., Silva, E.P., dan Lobato, A.K.C.L. 2003. Biosorption of cadmium using the fungus *aspergillus niger*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, **Vol.20 No.3 Juli 2003** : 229–239.
- Braga, M.S., Gomes, O.F., Jaimes, R.F.V.V., Braga, E.R., Borysow, W., dan Salcedo, W.J. 2019. Multispectral colorimetric portable system for detecting metal ions in liquid media. *INSCIT 2019 - 4th International Symposium on Instrumentation Systems, Circuits and Transducers*, **Vol.2 No.2 Agustus 2019** : 1–6.
- Dewi, R., Azhari, A. dan Nofriadi, I. 2021. Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, **Vol.9 No.2** : 1-12.
- Ezeh, K., Ogbu, I., Akpokmie, K.G., Ojukwu, N., dan Ibe, J.C. 2017. Utilizing the Sorption Capacity of Local Nigerian Sawdust for Attenuation of Heavy Metals from Solution: Isotherm, Kinetic, and Thermodynamic Investigations Soil and water pollution studies View Project *The Pacific Journal of Science and Technology*, **Vol.18 No.1** : 251–264.
- Febriyani, H. 2022. *Kesetimbangan Kimia dalam Perspektif Islam*. CV Jejak (Jejak Publisher). Sukabumi.
- Gale, M., Nguyen, T., Moreno, M., dan Gilliard-Abdulaziz, K.L. 2021. Physiochemical Properties of Biochar and Activated Carbon from Biomass Residue: Influence of Process Conditions to Adsorbent Properties. *ACS Omega*, **Vol.6 No.15** : 10224–10233.
- Gandjar, I.G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisa*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.

- Gunawan, S., Hasan, H., dan Lubis, R.D.W. 2020. Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, **Vol.3 No.1 Maret 2020** : 38–47.
- Guniswara, S. 1981. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Habibunnisa, Utami, W.T., Fadillah, D.J., L.P., Villanda, B., dan Daulay, R.A. 2023. Proses Pembuatan Tahu Putih di Desa Sei Bambi Dusun Tahun X Kec. Batang Serangan Kab. Langkat. *Jurnal Dirosah Islamiyah*, **Vol.5 No.2** : 528–534.
- Hakim, L. 2022. *Materi Olimpiade Kimia*. Lukman Hakim. Bandung.
- Hamonangan, M.C. dan Yuniarto, A. 2022. Kajian Penyisihan Amonia dalam Pengolahan Air Minum Konvensional. *Jurnal Teknik ITS*, **Vol.11 No.2** : 35–42.
- Harahap, M.R., Amanda, L.D. dan Matondang, A.H. 2020. Analisis Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Amina*, **Vol.2 No.2** : 79–83.
- Hardyanti, I.S., Nurani, I., Hardjono, D.S., Apriliani, E. dan Wibowo, E.A.P. 2017. Pemanfaatan Silika (SiO₂) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, **Vol.3 No.2 Oktober 2017**: 37-41.
- Hartono, H., Pane, P.Y., Manalu, P. dan Aprilliandy, R. 2019. Efektivitas Penambahan Biosulfa Dalam Menurunkan Kadar Biological Oxygen Demand (BOD) Pada Air Limbah Tahu. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI)*, **Vol.2 No.1** : 1–6.
- Herawati, D., Pujiastuti, P. dan Arfian, W. 2019. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Upaya Sanitasi Lingkungan Di Sekitar Ukm Tahu Tempe Daerah Krajan Kalurahan Mojosongo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, **Vol.3 No.1 Mei 2019** : 41–46.
- Herlambang, A. 2017. Penghilangan Bau Secara Biologi Dengan Biofilter Sintetik. *Jurnal Air Indonesia*, **Vol.1 No.1** : 99-112.
- Hidayati, E. 2016. Efek Temperatur terhadap Morfologi *Carbon Nanotube* (CNT) Hasil Sintesis dari Bahan Alam Tempurung Kelapa dan Potensi Penggunaannya Bagi Penanganan Air Limbah *Laundry*. (Tugas Akhir), Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Hossain, M.A., Ngo, H.H., Guo, W.S. dan Nguyen, T. V. 2012. Removal of copper

- from water by adsorption onto banana peel as bioadsorbent. *International Journal of GEOMATE*, **Vol.2 No.2 Juni 2012** : 227–234.
- Hung, J.J. 2012. *The production of activated carbon from coconut shells using pyrolysis and fluidized bed reactors*. (Tesis), Chemical Engineering, The University of Arizona, Amerika Serikat.
- Ibrahim, Martin, A. dan Nasruddin 2014. Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Akti Berbahan Dasar Cangkag Sawit Dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave. *Jom FTEKNIK*, **Vol.1 No.2 Oktober 2014** : 1–11.
- Imran, Saisa, Sartika, Z. dan Hasmita, I. 2020. Proses Pirolisis Pengolahan Limbah Tempurung Kemiri menjadi Arang Aktif sebagai Media Penjernihan Air Pyrolysis of Candlenut Shell Waste Management becomes Active Charcoal as Water Purification Media. *Jurnal TEKSAGRO*, **Vol. 1 No.1 Agustus 2020** : 26–37.
- Indrajaya, I.N.R., Irfansyah, A.N. dan Pirngadi, H. 2021. Titrator Otomatis untuk Mengukur Kadar Kalsium Karbonat (CaCO_3) pada Batu Kapur. *Jurnal Teknik ITS*, **Vol.10 No.2** : 8-13.
- Irawan, C., Purwanti, A. dan Norhasanah, N. 2019. Adsorpsi Logam Timbal Secara Batch dan Kontinu Menggunakan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, **Vol.4 No.2 Desember 2019** : 267-276.
- Irawan, C., Yuniar, S., Khotimah, H., Nata, I.F. dan Putra, M.D. 2020. High Adsorption Capacity of Activated Carbon from Rubber Seed Shells on Tofu (Soybean Whey) Wastewater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **Vol.499** : 1-6.
- Jamilatun, S., Setyawan, M., Salamah, S., Purnama, D.A.A. dan Putri, R.U.M. 2015. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivasi Sebelum dan Sesudah Pirolisis. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, **Vol.5 No.258 November 2015** : 1–8.
- Juliasih, N.L.G.R. dan Amha, R.F. 2019. Analisis COD, DO, Kandungan Posfat dan Nitrogen Limbah Cair Tapioka. *Analit: Analytical And Environmental Chemistry*, **Vol.4 No.1 April 2019** : 65–72.
- Kamaludin, A., Iqbal, M. dan Alfian, A.R. 2021. *Teori dan Praktik : Pemeriksa Air Limbah*. LPPM Universitas Andalas. Padang.
- Kementerian Agama Republik Indonesia 2019. *Al-Qur'an dan Terjemahnya: Edisi Penyempurnaan 2019*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Kesuma, D.D. dan Widyastuti, M. 2013. Pengaruh Limbah Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Di Kabupaten Klaten. *Jurnal Bumi Indonesia*, **Vol.2 No.1**

: 77725.

- Khopkar 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi I*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Komala, R., Dewi, D.S. dan Pandiyah, N. 2021. Proses Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah terhadap Penurunan Kadar COD dan BOD Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Redoks*, **Vol.6 No.2 Desember 2021** : 139–148.
- Mardiatmoko, G. dan Mira, A. 2018. *Produksi Tanaman Kelapa (Cocos nucifera L.)*. Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Ambon.
- Martini, S., Yuliwati, D., Martini, S., Yuliwati, E. dan Kharismadewi, D. 2020. Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Distilasi*, **Vol.5 No. September 2020** : 26-33.
- Murdiningsih, H., Angka, A.B., Katu, U., Patulak, A.M. dan Damayanti, D. 2022. Penggunaan Karbon Aktif Kulit Buah Kelapa Muda pada Kolom Adsorpsi untuk Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu. *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, **Vol.7 No.1** : 42–47.
- Nasir, M., Saputro, D.E.P. dan Handayani, S. 2015. Manajemen Pengelolaan Limbah Industri. *BENEFIT Jurnal Managemen dan Bisnis*, **Vol.19 No.2 Desember 2015** : 143-149.
- Neldawati, Ratnawulan dan Gusnedi 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Pillar of Physics*, **Vol.2 Oktober 2013** : 76–83.
- Nurhidayanti, N., Ardiatma, D. dan Anggriawan, B. 2020. Pemanfaatan karbon aktif dari tempurung kelapa dalam menurunkan kadar amonia total dalam air limbah industri. *Jurnal Pelita Teknologi*, **Vol.15 No.1** : 68–76.
- Nustini, Y. dan Allwar 2019. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship (AJIE)*, **Vol.4 No.3** : 217–226.
- Paramitha, D.M. dan Noor, R. 2021. Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Tebu sebagai Adsorben COD pada Limbah Cair Sasirangan. *JTAM Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat*, **Vol.4 No.2** : 61-70.
- Pardede, E.P. dan Mularen, A. 2020. Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Berbasis Cangkang Telur Purification of Used Cooking Oil Using Egg Shell Based Adsorbent. *Atmosphere*, **Vol.1 No.1 Oktober 2020** : 8–16.
- Patel, H. 2021. Comparison of batch and fixed bed column adsorption: a critical review. *International Journal of Environmental Science and Technology*,

Vol.19 No.10 Juni 2021 : 10409-10426.

- Pattabathula, V. dan Richardson, J. 2016. Introduction to ammonia production. *Chemical Engineering Progress*, **Vol.112 No.9 September 2016** : 69–75.
- Purwono, P., Hibbaan, M., Rezagama, A. dan Budihardjo, M.A. 2017. Ammonia-nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) and ammonium-nitrogen ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) equilibrium on the process of removing nitrogen by using tubular plastic media. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, **Vol.8 No.S** : 4915–4922.
- Rahmasari, P.K., Mahmudati, N. dan Purwanti, E. 2021. Analisis Kemampuan Remediasi Karbon Aktif Biji Tamarindus indica L. pada Limbah Cair Tahu. *Seminar Nasional VI*, 336–343.
- Riyanto, C.A., Prabalaras, E. dan Martono, Y. 2020. Karakterisasi Nanopartikel Karbon Aktif dari Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Berdasarkan Variasi Suhu dan Waktu Aktivasi. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, **Vol.42 No.2 Juli 2020** : 85-92.
- Rohmah, S.A.A. 2020. *Validasi Metode Penetapan Kadar Pengawet Natrium Benzoat pada Sari Kedelai di 3 Kecamatan Kabupaten Tulungagung Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, **Vol.3 No.2** : 120-127
- Rohmah, S.N., IW, H.R. dan Hilal, N. 2019. Efisiensi Tanaman *Azolla Pinnata* dalam Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Sohun di Desa Arcawinangun Kecamatan Purwokerto Timur Kabupaten Banyumas Tahun 2018. *Buletin Keslingmas*, **Vol.38 No.1** : 37–47.
- Rohmawati, E.K. 2019. *Variasi Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Adsorpsi Terhadap Penurunan Kadar Amonia (NH_3) dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah di RSIA Samudra Husada Magetan Tahun 2019*. (Tesis Diploma), Program Studi DIII Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes, Surabaya.
- Rukhiat, D., Rahmat, A., Rahayu, D., Rustiana, T. dan Noviani, R. 2022. Pemanfaatan Limbah Kulit Jagung Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan Amonia pada Air Limbah Tahu. *Jurnal Analis Kimia*, **Vol.6 No.2 Agustus 2022** : 22-27.
- Sahri, R.J., Hidayah, N., Fadhillah, N., Fuadi, A., Abidin, I., Hannifah, W. dan Wulandari, S. 2022. Tanaman Pangan sebagai Pendapatan Petani di Kabupaten Karo. *Jurnal Inovasi Penelitian*, **Vol.2 No.10 Maret 2022** : 3223–3230.
- Boaventura, R.A.R. 2008. Adsorption modelling of textile dyes by sepiolite. *Applied Clay Science*, **Vol.42 No.1** : 137–145.

- Saputra, P.K.B., A. P, I.M.O. dan Sudarma, N. 2014. Pengaruh Pemanasan Karbon Aktif Dalam Penurunan Kadar Klor pada Air. *Jurnal Chemistry Laboratory*, **Vol.1 No.2** : 69–168.
- Sembiring, M.T. dan Sinaga, T.S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya). *USU Digital Library*, 1–9.
- Setiawan, A., Rahmadania, A.N., dan Mayangsari, N.E. 2021. Adsorpsi Cu(II) Menggunakan Zeolit Sintesis Kombinasi Abu Terbang dan Abu Dasar dengan Variasi Waktu Aging. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, **Vol.15 No.1 Juni 2021**: 113–124.
- Setyaningrum, D., Anisa, Z., dan Rasydta, H.P. 2022. Pengujian Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Tinggi Kalsium Klorida Menggunakan Metode Refluks Terbuka. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, **Vol.1 No.4 Agustus 2022** : 353–362.
- Silviana, E., Fauziyah, dan Adriani, A. 2019. *The Comparison of Potassium Iodate Concentration in Jangka Salt of Matang Glumpang Dua Production From The Cooking and Natural Drying Process by Iodometri Method*. *Lantanida Journal*, **Vol.7 No. 2** : 135-146.
- Skoog, D.A., West, D.M., dan Holler, F.J. 1996. *Fundamentals of Analytical Chemistry* (7th ed). Saunders College Publishing. Philadelphia.
- Solikhah, A., Rachmaniyah, dan Rokhmalia, F. 2018. Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD Dan Amonia (NH₃) (Studi pada Limbah Cair Industri Tahu Dinoyo Kota Surabaya). *Gema Kesehatan Lingkungan*, **Vol.16 No.1 April 2018** : 248-254.
- Suganda, R., Sutrisno, E., dan Wardana, I.W.W.W. 2014. Penurunan Konsentrasi Amonia, Nitrat, Nitrit Dan Cod Dalam Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Biofilm – Kolam (Pond) Media Pipa Pvc Sarang Tawon Dan Tempurung Kelapa Disertai Penambahan Ecotru. *Jurnal Teknik Lingkungan*, **Vol.3 No.4** : 1–8.
- Suhada, F. dan Alfiah, T. 2019. Perbandingan Kemampuan Sargassum sp. dan Alginat sebagai Adsorben Logam Cu dengan Variasi pH. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII - Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 85–90.
- Sukmadewa, Y. 2007. *Analisis Status dan Trend Kualitas Air Sungai Ciliwung didaerah DKI Jakarta 2000-2005*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Suparman dan Suparmin. 2001. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Suyasa, W.B. 2015. *Pencemaran Air dan Pengolahan Air Limbah*. Udayana

University Press. Denpasar.

- Syauqiah, I., Amalia, M. dan Kartini, H.A. 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi. *Info Teknik*, **Vol.12 No.1 Juli 2011** : 11–20.
- Tamado, D., Budi, E., Wirawan, R., Dwi, H., Tyaswuri, A., Sulistiani, E. dan Asma, E. 2013. Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta*, 73–81.
- Triyati, E. 1985. Spektrofotometer Ultra-Violet dan sinar tampak serta aplikasinya dalam Oseanologi. *Oseana*, **Vol.X No.1** : 39-47.
- Tumbel, N., Makalalag, A.K. dan Manurung, S. 2019. Proses Pengolahan Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Tungku Pembakaran Termodifikasi. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, **Vol.11 No.2 Desember 2019** : 83–92.
- Winoto, E., Hatina, S. dan Sobirin 2020. Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Serbuk Kayu Merbau Dan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Untuk Pengolahan Limbah Cair Aas. *Jurnal Redoks*, **Vol.5 No.1 Januari** : 32.
- Yuningsih, L.M., Mulyadi, D. dan Kurnia, A.J. 2016. Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia VALENSI*, **Vol.2 No.1 Mei 2016** : 30–34.
- Zammi, M., Rahmawati, A. dan Nirwana, R.R. 2018. Analisis Dampak Limbah Buangan Limbah Pabrik Batik di Sungai Simbangkulon Kab. Pekalongan. *Walisongo Journal of Chemistry*, **Vol.1 No.1 Mei 2018** : 1–5.