

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF CANGKANG BIJI PALA
(*Myristica Fragrans H.*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

NURLISA

NIM.190702044

**Mahasiswa Dari Fakultas Sains Dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM – BANDA ACEH
2025 M/144H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN KARBON AKTIF CANGKANG BIJI PALA (*Myristica fragrans H.*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:

NURLISA

NIM. 190702044


Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan


Banda Aceh, 25 Agustus 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

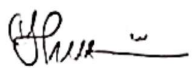
Pembimbing II


Arief Rahman, S.T., M.T
NIDN. 2010038901


Ir. Lisa Ginayatri, S.T., M.T

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh**


Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF CANGKANG BIJI PALA
(*Myristica fragrans H.*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Senin, 25 Agustus 2025
Senin, 25 Shafar 1446 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Tugas akhir/Skripsi

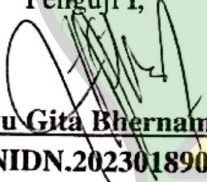
Ketua,


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Sekretaris


Ir. Lisa Ginayatri, S.T., M.T


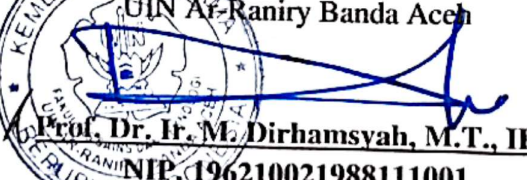
Penguji I,


Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN.2023018901

Penguji II,


Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc.
NIDN: 2031078204

Mengetahui:


Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Nurlisa
Nim : 190702044
Program Studi : Sains dan Teknologi UIN Ar-raniry Banda Aceh
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Biji Pala (*Myristica fragrans H.*) Sebagai Media Filtrasi Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Mengerjakan sendiri dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik apapun baik di Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh maupun diperguruan tinggi lainnya.;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebut sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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

Banda Aceh, 25 Agustus 2025

Yang menyatakan,


Nurlisa

ABSTRAK

Nama : Nurlisa
Nim : 190702044
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Biji Pala
(*Myristica fragran H.*) Sebagai Media Filtrasi Dalam
Pengolahan Air Limbah Domestik
Pembimbing I : Arief rahman, M.T.
Pembimbing II : Ir.Lisa Ginayatri, S.T.,M.T.
Kata Kunci : Filtrasi, Limbah Domestik, Cangkang Biji Pala

Air limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemaran yang berdampak buruk terhadap lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Oleh karena itu, mengolah air limbah domestik sangat penting untuk mengurangi jumlah pencemaran sebelum dibuang. Salah satu untuk mengurangi pencemaran tersebut adalah dengan menggunakan media filtrasi berbahan karbon aktif. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan filtrasi media arang aktif cangkang biji pala dalam mendegradasi pencemar pada air limbah domestik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah filtrasi *downflow*, pada unit 1 memiliki ketebalan penyangga kerikil adalah 20 cm, ketebalan media pasir adalah 30 cm dan arang cangkang biji pala tidak ada pada unit 1. Pada unit 2 terdiri dari penyangga kerikil adalah 20 cm, media pasir adalah 30 cm dan arang tanpa aktivasi 15 cm. Kemudian pada unit 3 penyangga kerikil adalah 20 cm, media pasir adalah 30 cm dan arang aktif 15 cm. Setelah dilakukan pengolahan, persentase efektivitas paling optimal terdapat pada unit filtrasi 2, pada unit tersebut mengurangi COD dari 73,35 mg/L menjadi 32,56mg/L dengan efektivitas penyisihan sebesar 55,6%. Konsentrasi awal BOD sebesar 48,32mg/L berkurang menjadi 18,12mg/L dengan efektivitas penyisihan sebesar 62,5%, konsentrasi awal TSS sebesar 644mg/L berkurang menjadi 370 mg/L dengan efektivitas penyisihan sebesar 42,5% dan pada pH 7,8. Parameter BOD TSS dan pH sudah memenuhi standar baku mutu parameter COD belum memenuhi standar

baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan lingkungan hidup. Hal ini menunjukkan perlunya memperkecil ukuran pasir yang akan menggunakan ayakan mesh lebih kecil untuk memperkecil angka pori agar meningkatkan efektivitas penurunan parameter COD, BOD, dan TSS, perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan aktivasi yang lain seperti HN03 dan menambahkan ketebalan media yang optimum sehingga air limbah domestik dapat diolah dan aman dibuang ke badan air dan menghitung nilai *Effective size (Es)*, *Coefficient keseragaman Uniformity Coefficient (CU)* media filter.



ABSTRACT

Name : Nurlisa
Student ID Number : 190702044
Departement : Environmental Engineering
Title : Utilization of Activated Carbon From Nutmeg Seed Shells (*Myristica fragrans* H.) As a Filtration Media In Domestic Wastewater Treatment
Advisor I : Arief rahman, M.T.
Advisor II : Ir.Lisa Ginayatri,S.T., M.T.
Keywords : filtration, domestic waste, shell charcoal

Domestic wastewater is a source of pollution that has a negative impact on the environment if not properly treated. Therefore, treating domestic wastewater is very important to reduce the amount of pollution before being discharged. One way to reduce this pollution is by using activated carbon filtration media. The purpose of this study was to determine the filtration ability of nutmeg shell activated charcoal media in degrading pollutants in domestic wastewater. The method used in this study was downflow filtration, in unit 1 the gravel support thickness was 20 cm, the sand media thickness was 30 cm and nutmeg shell charcoal was not present in unit 1. In unit 2, it consisted of a gravel support of 20 cm, sand media was 30 cm and unactivated charcoal was 15 cm. Then in unit 3, the gravel support was 20 cm, sand media was 30 cm and activated charcoal was 15 cm. After treatment, the most optimal percentage of effectiveness was found in filtration unit 2, where the unit was able to reduce COD from 73,35 mg/L to 32,56 mg/L with a removal effectiveness of 55,6%. The initial BOD concentration of 48,32 mg/L was reduced to 18,12 mg/L with a removal effectiveness of 62,5%, while the initial TSS concentration of 644 mg/L was reduced to 370 mg/L with a iv removal effectiveness of 42,5% and at pH 7.8. The BOD, TSS and pH parameters have met the quality standards, the COD parameters have not met the quality standard stipulated in evironmental regulations. This indicates the need to reduce

the sand particle size by using a finer mesh sieve in order to decrease the pore size and thereby improve the effectiveness of reducing COD, BOD, and TSS parameters. Furthermore, additional studies are required using other activation methods, such as HNO_3 , and by adding an optimal media thickness so that domestic wastewater can be properly treated and safely discharged into water bodies. It is also necessary to calculate the Effective Size (ES) and the Uniformity Coefficient (CU) of the filter media.



KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum warahmatullahi wabarakatuh. Penulis mengucapkan syukur alhamdulillah kepada Allah Swt. karena dengan berkat dan rahmat-Nya, saya diberikan kemampuan dan petunjuk untuk menyelesaikan tugasakhir ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw. yang telah membimbing umat manusia menuju dunia yang penuh dengan cahaya pengetahuan.

Alhamdulillah berkat petunjuk dan pertolongan Allah Swt. penulis dapat menjalankan dan menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan karbon aktif dari dengan cangkang biji pala (*Myristica fragrans H.*) pala sebagai media filtrasi pada air limbah rumah tangga”. Penyusunan Tugas Akhir dilakukan sebagai salah satu keharusan untuk menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana Teknik Lingkungan di Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh.

Penulis memahami bahwa penyusunan Tugas Akhir ini melalui perjalanan yang cukup panjang, dimulai sejak pertama kali menginjakkan kaki di dunia perkuliahan, hingga kini sampai pada fase akhir dari pendidikan. Penulis juga menyadari bahwa proses penulisan Tugas Akhir penelitian ini bisa terwujud berkat bantuan serta dukungan dari berbagai pihak yang telah berkontribusi, memberikan arahan, masukan dan semangat. Oleh karna itu penulis ucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada ibunda tercinta. Safrina atas doa, bimbingan, motivasi, nasehat dan segala bentuk bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Dirhamsyah, M.T., IPU. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

3. Bapak Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc. selaku dosen wali yang selalu setia memberi arahan dan masukan di setiap permasalahan kuliah yang penulis alami.
4. Bapak Arief Rahman, S.T.,M.T. dan Ibu Ir. Lisa Ginayatri, S.T., M.T. Sebagai Dosen Pembimbing I dan I Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Bapak dan ibu dosen beserta seluruh staf dan karyawan yang bertugas di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry.
6. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan seluruhnya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidaklah sempurna. Dengan demikian, kritik dan saran sangat diharapkan dalam menyempurnakan Tugas Akhir penelitian ini agar lebih baik. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat, terutama bagi penulis dan juga untuk para pembaca.

Wassalamua'alaikumWr.Wb

Banda Aceh, 25 Agustus 2025

Penulis,

جامعة الرانيري
A R - R A N I R Y

Nurlisa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga	5
2.1.1 Baku Mutu Air Limbah Rumah Tangga	6
2.1.2 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik.....	6
2.1.2 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik.....	7
2.2 Metode Filtrasi	7
2.3 Media Filtrasi	9
2.3.1 Media Pasir.....	9
2.3.2 Media Arang Aktif.....	9
2.4 Karbon Aktif	10
2.5 Cangkang Biji Pala	12
2.6 Parameter Pencemaran Air Limbah Domestik.....	15
2.6.1 BOD (Biochemical Oxygen Demand).....	15

2.6.2. COD (<i>Chemical Oxygent Demand</i>)	15
2.6.3 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	15
2.6.4 pH (pH dari Hidrogen).....	16
2.7 Penelitain Terdahulu	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Sampel dan Bahan Penelitian.....	21
3.2.1 Teknik Pengambilan Sampel	21
3.2.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3 Tahapan Umum Penelitian.....	25
3.4 Prosedur Penelitian	26
3.4.1 Tahapan Pembuatan Arang Aktif Cangkang Biji Pala	26
3.4.2 Aktivasi Arang Aktif Cangkang Biji Pala.....	28
3.4.3 Cangkang Biji Pala Tanpa Proses Aktivasi.....	29
3.5 Desain Unit Filtrasi.....	29
3.6 Prosedur Eksperimen	30
3.7 Analisis Laboratorium Setelah filtrasi	31
3.7.1 Pengukuran parameter COD (SNI 6989-2-2009).....	31
3.7.2 Pengukuran parameter BOD (SNI 6989.72.2009).....	32
3.7.3 Pengukuran parameter TSS (SNI 06.6989.3-2004).....	32
3.7.4 Pengukuran parameter pH (SNI 06-6898.11-2004).....	33
3.8 Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengaruh Proses Variasi Teraktivasi dan Tidak teraktivasi terhadap Penyisihan Parameter Limbah Domestik	35
4.1.1 Parameter COD.....	36
4.1.2 Prameter BOD	37
4.1.3 Prameter TSS.....	39
4.1.4 Parameter pH.....	41
4.2 Efektivitas Arang Aktif Cangkang Biji Pala dan Tidak Teraktivasi dalam Meyisahkan parameter Limbah Domestik.....	43

BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	53



DAFTAR GAMBAR

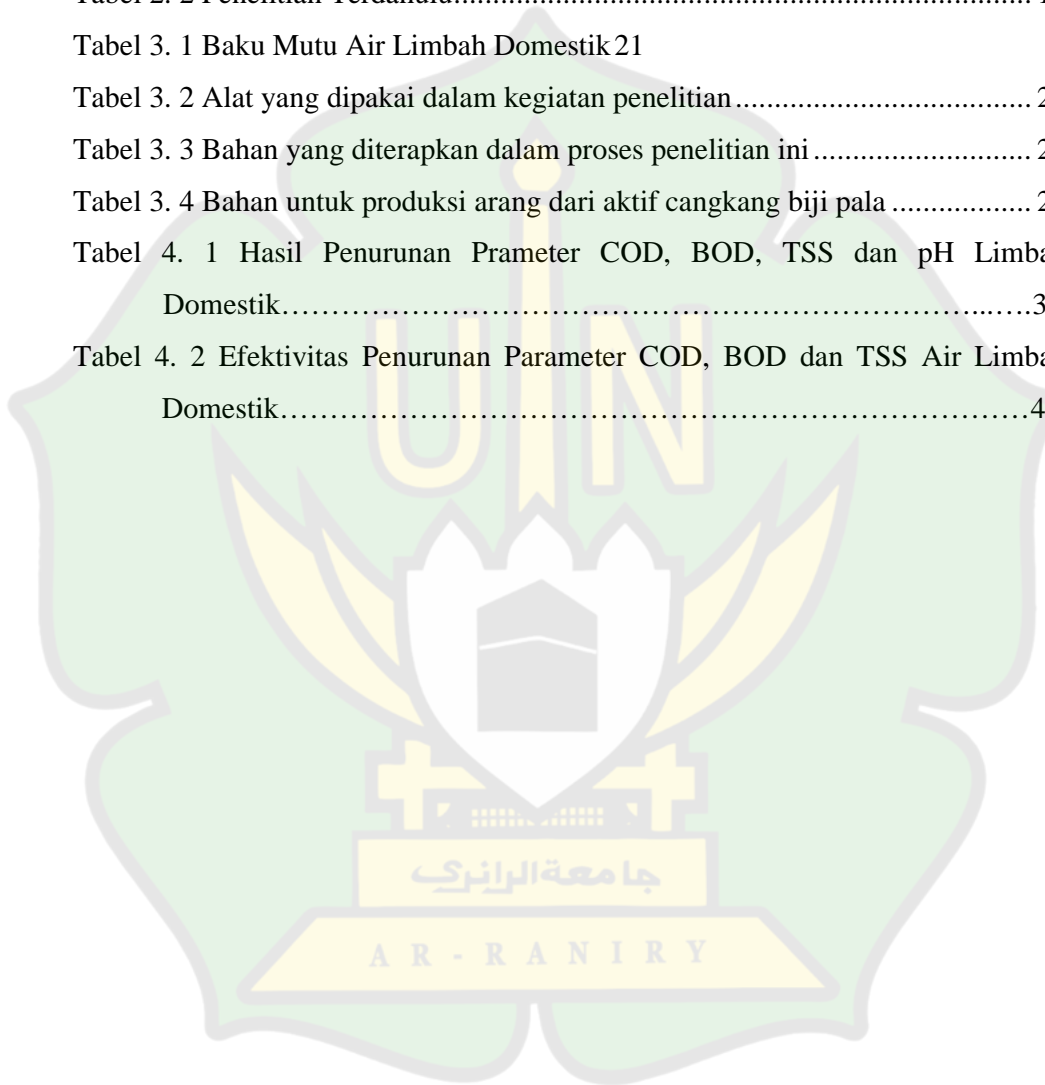
Gambar 1. 1 Cangkang Biji Pala	3
Gambar 2. 1 Media Pasir Kali	9
Gambar 2. 2 Media Arang Aktif.....	10
Gambar 3. 1 Lokasi titik Sampe	19
Gambar 3. 2 Peta lokasi Titik Sampel digampong Jeulingke, Banda Aceh.....	20
Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik	22
Gambar 3. 4 Diagram Alur Tahapan Penelitian	25
Gambar 3. 5 Proses Karbonisasi Manual Cangkang Pala.....	27
Gambar 3. 6 Arang Hasil Karbonisasi Manual Cangkang Pala	27
Gambar 3. 7 Proses Penghalusan Arang Menggunakan Mortar	27
Gambar 3. 8 Sumber: sapriyadi Desain Unit Filtrasi.....	29
Gambar 3. 9 Unit Filtrasi	30
Gambar 4. 1 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan COD	36
Gambar 4. 2 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan BOD	38
Gambar 4. 3 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan TSS.....	40
Gambar 4. 4 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan pH.....	41
Gambar 4. 5 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan COD....	44
Gambar 4. 6 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan BOD....	45
Gambar 4. 7 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan TSS	45

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

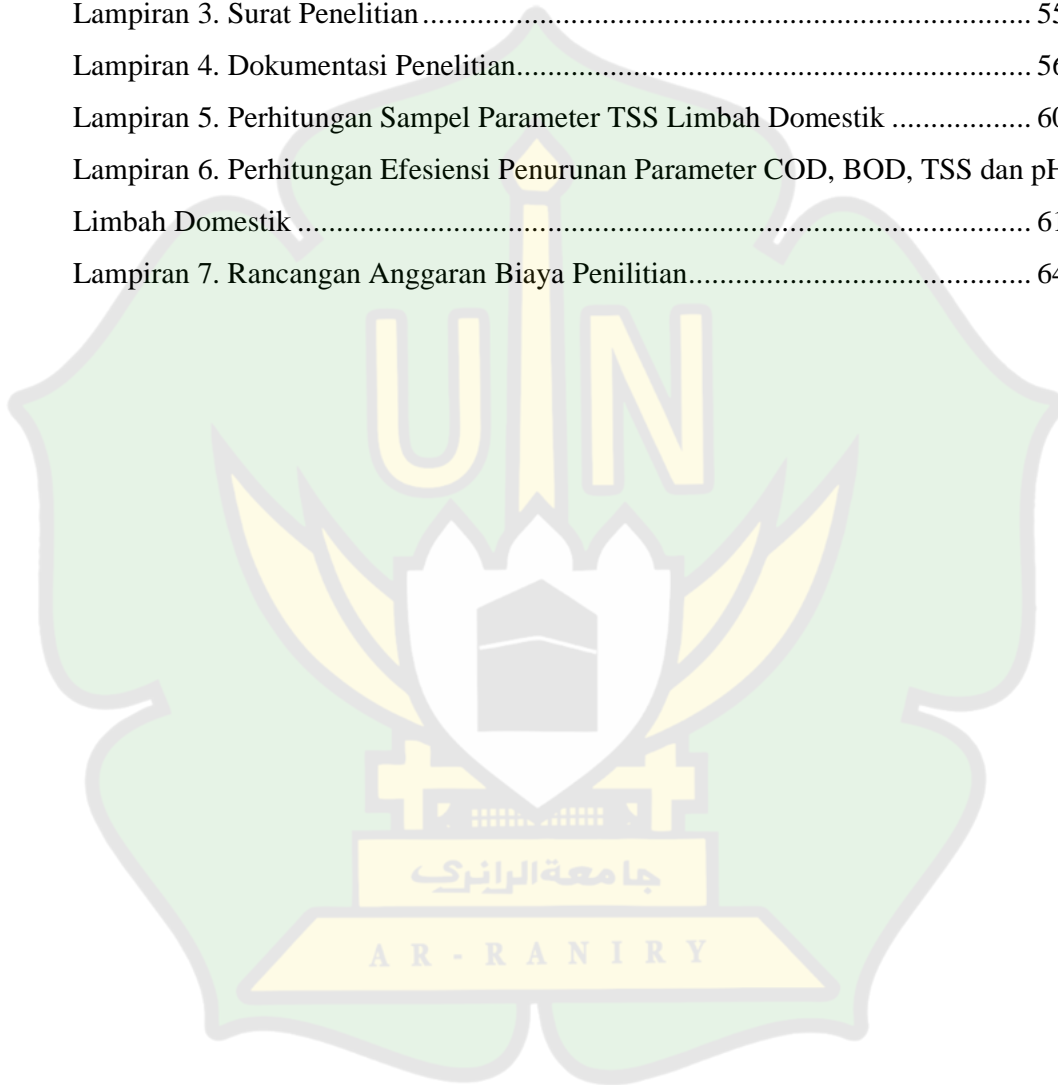
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku mutu Air Limbah Domestik.....	6
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 3. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik 21	
Tabel 3. 2 Alat yang dipakai dalam kegiatan penelitian.....	22
Tabel 3. 3 Bahan yang diterapkan dalam proses penelitian ini.....	24
Tabel 3. 4 Bahan untuk produksi arang dari aktif cangkang biji pala.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Penurunan Parameter COD, BOD, TSS dan pH Limbah Domestik.....	35
Tabel 4. 2 Efektivitas Penurunan Parameter COD, BOD dan TSS Air Limbah Domestik.....	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik	53
Lampiran 2. Hasil Uji (BOD, COD).....	54
Lampiran 3. Surat Penelitian	55
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	56
Lampiran 5. Perhitungan Sampel Parameter TSS Limbah Domestik	60
Lampiran 6. Perhitungan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, TSS dan pH Limbah Domestik	61
Lampiran 7. Rancangan Anggaran Biaya Penelitian.....	64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah domestik atau limbah rumah tangga, merupakan air buangan yang berasal dari berbagai aktivitas sehari-hari seperti memasak di dapur, mandi, mencuci, serta penggunaan toilet. Air limbah ini umumnya mengandung zat organik dan tanpa proses pengolahan yang memadai dapat menyebabkan penurunan kualitas udara. Oksigen Biokimia (BOD) menggambarkan seberapa banyak oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme guna menguraikan zat organik saat kondisi aerobik (Santoso, 2018). Nilai BOD bukanlah indikator langsung jumlah zat organik tetapi mencerminkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk proses dekomposisi tersebut (Wulandari, 2018). Tingginya nilai BOD dalam air limbah menunjukkan tingkat pencemaran yang besar, terutama akibat kandungan bahan organik yang tinggi.

Pencemaran dari limbah cair masih menjadi persoalan yang sangat penting. Air limbah bisa didapatkan dari aktivitas industri, rumah tangga, atau tempat lain. Ada berbagai tahap yang bisa diterapkan dalam proses mengurangi dampak negatif dari produksi udara dalam ruangan dan salah satunya adalah penggunaan metode filtrasi.

Filtrasi adalah proses penyaringan udara dengan menarik udara melalui unit filter yang terbuat dari material berbutir dengan ukuran diameter serta ketebalan tertentu (Febrina dan Ayuna, 2015). Penyaringan adalah salah satu metode penghilangan limbah yang paling efisien dan ekonomis (Puspawati, 2017). Berdasarkan Permen LHK No. p. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Mengenai Standar Kualitas Air Limbah Domesik merupakan air yang berasal dari kegiatan komersial seperti pemukiman (real estate), rumah makan (restaurant), apartemen, perkantoran, perniagaan dan asrama.

Efektivitas proses penyaringan sangat terpengaruhi dari tipe serta komposisi dari bahan yang digunakan. Tujuan dari penyaringan ialah agar menghapus zat pencemar yang ada dalam air limbah serta memanfaatkan media filter yang memiliki lubang-lubang kecil. Penyaringan ialah suatu tahap guna mengelolah air

limbah yang mudah diterapkan karena sifatnya yang sederhana efisien dan ekonomis (Utomo dkk,2018). Pasir ialah suatu jenis media yang sering diterapkan dalam proses penyaringan, namun ada pula yang menggabungkannya dengan arang aktif agar tercapainya hasil yang lebih baik.

Pada proses penyaringan air, salah satu bahan yang bisa diterapkan sebagai penyerap adalah arang aktif. Arang aktif dipilih karena mempunyai luas area permukaan yang besar sehingga kemampuannya dalam adsorpsi lebih tinggi Pada pengolahan sumber air arang aktif bisa menghapuskan warna, bau, serta kontaminan hingga dapat meningkatkan kualitas air untuk dijadikan sumber air yang baik (Lubis dkk, 2020). Arang aktif bisa dibuat dari bahan alami yang mengandung lignoselulosa. Arang aktif mempunyai luas permukaan internal yang umumnya lebih dari 500m²/gram bahkan bisa melebihi 1.908m²/gram (Hasanah, 2019).

Tanaman pala tumbuh subur diIndonesia, terutama didaerah beriklim tropis dengan ketinggian hingga 700 meter. Tanaman ini memiliki batang yang tidak terlalu besar dan daun yang berbentuk oval atau bulat berwarna hijau. Biji pala terletak di dalam lapisan merah yang dikenal sebagai fulli dan biji ini sering digunakan untuk memberikan rasa pada berbagai masakan (Hitijahubssy, 2019)

Kandungan lignin dalam tempurung pala biasanya dapat bervariasi, tetapi umumnya berada dalam kisaran 20% sampai 30%. Lignin adalah bagian penting dari struktur kayu dan tanaman, berfungsi memberikan kekuatan serta melindungi dari serangan mikroba. Tingginya kandungan lignin dalam cangkang pala dapat menawarkan keuntungan di berbagai bidang. Salah satunya adalah penggunaannya sebagai arang aktif untuk proses penyerapan (Al Hudha, 2022). Oleh karena itu, memakai cangkang biji pala sebagai arang aktif tidak hanya membantu mengurangi limbah, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut.



Gambar 1. 1 Cangkang Biji Pala

Diharapkan penelitian ini menjadi referensi untuk pembuatan arang aktif cangkang biji pala, sehingga nantinya limbah cangkang biji pala menjadi berkualitas karena dapat dimanfaatkan menjadi arang aktif dan meningkatkan nilai ekonomis dari cangkang biji pala.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini ialah:

1. Bagaimana efektivitas arang aktif cangkang biji pala dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah rumah tangga?
2. Bagaimana kemampuan arang aktif dari cangkang biji pala yang melalui proses aktivasi dan tanpa proses diaktivasi sebagai media filtrasi dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah domestik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Menentukan efektivitas arang aktif cangkang biji pala dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah domestik?
2. Menentukan tingkat kemampuan arang aktif cangkang biji pala baik yang melalui proses aktivasi, maupun tanpa melalui proses aktivasi sebagai media filtrasi dalam menyisihkan parameter COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah domestik?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Analisis ini hanya akan berfokus pada pengukuran parameter BOD, COD, TSS dan penyesuaian parameter pH pada air limbah rumah tangga
2. Proses karbonisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu proses karbonisasi secara manual (tradisional)
3. Tidak ada kriteria tertentu dalam pemilihan cangkang biji pala yang digunakan, hanya saja menggunakan cangkang biji pala yang masih bersih dan tidak berjamur.
4. Cangkang biji pala diambil di Aceh Selatan di Kecamatan Tapak Tuan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah:

1. Manfaat penelitian ini bagi akademik memberikan informasi terkait pengelolaan limbah pemanfaatan karbon aktif dengan media filtrasi pada air limbah domestik.
2. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan peneliti tentang proses pengolahan air limbah Domestik sederhana dengan menggunakan filtrasi bermedia arang aktif Cangkang Biji Pala.
3. Diharapkan dapat menangani serta mengurangi jumlah timbunan sampah dari limbah cangkang biji pala. Sehingga menjadi solusi bagi masyarakat untuk mengatasi pencemaran lingkungan akibat hasil air limbah domestik.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga

Air limbah domestik yang tidak memenuhi standar harus diolah sebelum dibuang ke badan air. Proses pengolahan air limbah bisa dilakukan di lokasi pengolahan air limbah. Tujuan dari pengelolaan air limbah di area itu adalah memindahkan air limbah dari rumah tangga ke tempat pengolahan air limbah sehingga dapat diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sumber air. Dengan cara ini kerusakan pada lingkungan dapat dicegah dan juga kesehatan manusia tetap aman (Hardjosuprpto, 2000).

Semakin banyaknya proyek pembangunan berisiko menimbulkan kerusakan pada air, baik di daerah pemukiman, area pertanian, maupun sektor industri. Jumlah limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut menyebabkan adanya zat kimia di dalam badan air, yang pada akhirnya mengakibatkan kontaminasi air (Dawud dkk. , 2016).

Pencemaran air terjadi ketika zat-zat kimia ataupun partikel lain masuk dan merusak sumber air seperti sungai serta danau. Aktivitas industri dan transportasi ialah faktor utama pencemaran penggunaan berbahaya melepaskan zat-zat merusak lingkungan. Sebagian dari limbah air rumah tangga berasal dari penggunaan air untuk kegiatan seperti memasak, mandi, mencuci dan aktivitas lainnya dirumah. Limbah air rumah tangga juga mengandung berbagai bahan, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Limbah air rumah tangga terbagi jadi dua, diantaranya greywater serta blackwater. Greywater ialah limbah air yang bersumber dari aktivitas mandi, mencuci, memasak dan sejenisnya, sedangkan blackwater merupakan limbah air dari toilet atau kamar mandi. Secara umum, pengelolaan air di Indonesia masih belum mencukupi. Meskipun sebagian besar tempat sudah memisahkan antara pembuangan air limbah *greywater* serta *blackwater*, proses pengolahannya masih belum baik (Sugiharto, 1987).

2.1.1 Baku Mutu Air Limbah Rumah Tangga

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 mengatur mengenai Standar Kualitas Air Limbah. Standar kualitas air limbah ini ialah indikator atau batasan, ukuran dari tingkat pencemaran yang diperbolehkan ada dalam air limbah sebelum dibuang ke sumber air akibat kegiatan atau usaha tertentu. Patokan yang digunakan mengacu pada Standar Kualitas Air Limbah domestik yang tercantum dalam Permen LHK No. p. 68/MENLHK/Setjen/KUM. 1/8/2016 bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Baku mutu Air Limbah Domestik

Parameter	BakuMutu(mg/L)
BOD	30 mg/L
COD	100 mg/L
TSS	30 mg/L
Ph	6-9

Sumber: Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No.p. 68/2016)

2.1.2 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik

Pencemaran air berlangsung ketika organisme, bahan, energi serta elemen lain tercemar kedalam air akibat aktivitas manusia. Kondisi ini bisa menurunkan kualitas air hingga tingkat tertentu sehingga air tersebut tidak lagi bisa dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya (PP No. 82Tahun 2001). Terdapat dalam Permen LHK No. p. 68/MENLHK/Setjen/KUM.1/8/2016. Sumber air yang tercemar dari limbah domestik biasanya berasal dari daerah tempat tinggal. Limbah cair yang dihasilkan oleh manusia mengalir ke dalam badan ier melalui limpasan dari kawasan pertanian, pemukiman dan daerahperkotaan (Sahabuddin, 2014). Berbagai aktivitas di sekitar sungai dapat menyebabkan pencemaran dan berdampak negatif pada kualitas air. Selain aktivitas manusia, perubahan iklim juga bisa menjadi faktor yang menyebabkan pencemaran (Zanatia, 2019).

2.1.2 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik

Pencemaran air berlangsung ketika organisme, bahan, energi serta elemen lain tercemar ke dalam air akibat aktivitas manusia. Kondisi ini bisa menurunkan kualitas air hingga tingkat tertentu sehingga air tersebut tidak lagi bisa dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya (PP No. 82 Tahun 2001). Terdapat dalam Permen LHK No. p. 68/MENLHK/Setjen/KUM.1/8/2016. Sumber air yang tercemar dari limbah domestik biasanya berasal dari daerah tempat tinggal. Limbah cair yang dihasilkan oleh manusia mengalir ke dalam badan air melalui limpasan dari kawasan pertanian, pemukiman dan daerah perkotaan (Sahabuddin, 2014). Berbagai aktivitas di sekitar sungai dapat menyebabkan pencemaran dan berdampak negatif pada kualitas air. Selain aktivitas manusia, perubahan iklim juga bisa menjadi faktor yang menyebabkan pencemaran (Zanatia, 2019).

2.2 Metode Filtrasi

Salah satu tahap yang sangat krusial bagi pengolahan air limbah ialah proses penyaringan. Metode ini terbukti efektif dalam menghapus bahan organik yang terdapat pada air limbah. Penyaringan ialah teknologi yang sederhana, efisien serta terjangkau. Pengolahan limbah yang menerapkan media berpori sebagai filter agar memisahkan partikel padat dari cairan serta menghilangkan koloid, senyawa larut serta zat lainnya dalam air limbah. Proses penyaringan umumnya diterapkan untuk memperbaiki kualitas air. Teknik ini bertujuan memisahkan zat padat dari aliran fluida dengan menggunakan media berpori, agar menghapus sebanyak mungkin partikel halus dan koloid yang ada (Gultom dkk, 2017).

Proses penyaringan bertujuan untuk menghilangkan kontaminan seperti koloid dan zat yang mengapung dengan memanfaatkan media penyaring. Tujuan proses filtrasi adalah untuk menghilangkan zat pencemar seperti koloid dan material tersuspensi dengan penyaringan menggunakan media filter. Keunggulan menggunakan filtrasi yaitu mampu menghilangkan bakteri patogen dan dapat menyingkirkan bau, rasakan warna. (Kusnadi, 2014).

Pemisahan melalui penyaringan dapat terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara lingkungan luar. Perbedaan tekanan ini akan mendorong partikel pencemar yang padat untuk melewati lapisan media penyaring, hingga zat padatnya akan terperangkap di dalam media tersebut. Prinsip kerja penyaringan adalah dengan menyaring partikel-partikel pencemar yang berukuran lebih besar dibandingkan dengan pori-pori media penyaring. Penyaringan adalah metode untuk mengolah limbah dengan memisahkan zat padat dari cairan, yang bertujuan untuk menghapus partikel yang mengapung serta koloidal dengan menyaringnya menggunakan media penyaring (Artiyani, 2016).

Berdasarkan Abuzar (2014), terdapat empat faktor yang dapat memengaruhi efektivitas proses penyaringan dalam filtrasi, yaitu:

1. Ketebalan lapisan media filter

Ketika lapisan media filter semakin tebal, kualitas hasil filtrasi akan meningkat. Ini terjadi karena area yang dapat menahan partikel-partikel menjadi lebih luas dan jarak yang dilalui oleh air menjadi lebih jauh.

2. Suhu air

Suhu air akan terpengaruh pada kekentalan air aktivitas biologis serta reaksi kimia yang akan memengaruhi proses filtrasi.

3. Kecepatan filtrasi

Kecepatan aliran akan memengaruhi proses penahanan mekanis pada bahan-bahan tersuspensi. Jika kecepatan filtrasi meningkat maka efektivitas filtrasi akan menurun.

4. Kualitas air

Makin buruk kualitas air yang akan diolah maka akan memerlukan pengolahan lebih kompleks

5. Ukuran partikel

Makin besar ukuran layar mesh maka bahan juga akan makin lembut dan ukuran partikel akan semakin besar sehingga lebih efektif dalam mengurangi tingkat pencemaran.

2.3 Media Filtrasi

Dalam kegiatan penyaringan, zat padat yang terlarut dalam cairan dapat dipisahkan dengan cara menggunakan bahan berpori yang mampu menahan zat tersebut dan yang memungkinkan cairan bersih untuk melewati, bahan berpori ini biasanya dikenal sebagai media filtrasi (Nugroho,2019). Penyaringan menggunakan bahan berpori dilakukan dengan cara menghalangi partikel-partikel tersebut di permukaan butiran bahan. Dengan adanya akumulasi partikel yang terhalang di poribahan tersebut maka air bersih akan menjadi lebih jernih (Zikri, 2017 dan Mashadi dkk, 2018).

2.3.1 Media Pasir

Pasir sangat krusial dalam menghapus sifat fisik dari air yang tercemar, seperti keruh dan lumpur (Rahmawati:A. 2013). Pada proses adsorpsi, pasir ialah suatu bahan yang paling sering diterapkan sebagai adsorben. Hal ini disebabkan oleh kemudahan dalam memproduksi pasir serta kemungkinan modifikasinya yang tinggi (Fahmiati dkk, 2014). Pasir juga sering digunakan sebagai media penyaring saat mengolah air kotor menjadi bersih, umumnya pasir berfungsi sebagai penyaring pada tahap awal proses filtrasi (Syahrir dkk, 2012).



Gambar 2. 1 Media Pasir Kali

2.3.2 Media Arang Aktif

Arang aktif memiliki kemampuan untuk menghapus rasa, bau, warna serta zat pengotor baik organik maupun anorganik dalam air. Bahan baku arang aktif berasal dari senyawa yang mengandung karbon. Karbon yang diperoleh dari sumber tumbuhan atau hewan ini memiliki karakteristik yang istimewa. Limbah-limbah yang kaya akan karbon, contohnya serbuk gergaji yang telah diproses untuk membuka pori-porinya, tempurung kelapa, batu bara, kayu keras, kayu

lunak, sekam dan sabut kelapa. Partikel dari limbah tersebut akan diserap kedalam pori-pori arang aktif. Arang aktif bisa ditemukan dalam berbagai bentuk

Karbon yang telah dipanaskan secara lambat dan diproses dengan uap agar sehingga memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap berbagai bahan dikenal sebagai arang aktif. Proses pengolahan arang dilakukan untuk memperbesar ukuran pori-porinya. Ini dilakukan dengan mengoksidasi molekul teratas dari arang atau memutuskan ikatan hidrokarbon, yang mengubah sifat fisik dan kimia arang. Perubahan ini mencakup peningkatan luas permukaan dan pengaruh terhadap kapasitas adsorpsinya (Lempang, 2014).



Gambar 2. 2 Media Arang Aktif

Manfaat dalam menggunakan arang aktif sebagai media penyaring dalam proses pemrosesan air. Salah satu keuntungan adalah kemampuannya untuk menghilangkan senyawa organik serta bahan kimia yang terdapat dalam limbah. Ketika limbah mengalir dari bagian atas unit, air akan melewati media penyaring yang terbuat dari partikel arang yang relatif besar, sehingga prosesnya menjadi cepat dan mudah. Salah satu teknik yang biasa digunakan untuk mengumpulkan bahan kimia dari lingkungan yang terkontaminasi adalah melalui proses adsorpsi (Yulianti dkk. 2019).

2.4 Karbon Aktif

Karbon aktif dibuat dari bahan karbon yang sudah menjadi proses aktivasi fisik dan kimia untuk meningkatkan area permukaan pori-porinya. Kandungan karbon dalam karbon aktif berkisar antara 85% hingga 95%. Aktivasi yang digunakan berpengaruh pada efisiensi karbon aktif yang dihasilkan dari bahan dengan kadar karbon tinggi. Menggunakan aktivator, kapasitas adsorpsi karbon aktif dapat ditingkatkan melalui perbesaran pori-pori dan pengembangan luas permukaan porimaterial. Karena terdapat keterkaitan antara struktur pori dan luas

permukaan karbonaktif, bahan ini sangat berguna sebagai adsorben dalam berbagai bidang, termasuk industri minuman dan kesehatan untuk proses penyaringan (Febrianti dkk., 2023). Karbon aktif ialah tipe karbon yang telah melalui proses aktivasi, hingga menghasilkan celah-celah terbuka dan meningkatkan kemampuan untuk menyerap zat. (Sagita dkk, 2020). Proses aktivasi bertujuan guna memperbesar ukuran pori-pori arang dengan memutuskan ikatan hidrokarbon ataupun mengoksidasi molekul yang terdapat di permukaannya. Hal ini mengubah karakteristik fisik dan kimia arang, termasuk meningkatkan luas permukaan berdampak pada kemampuan adsorpsinya. Secara umum, ada beberapa cara untuk mengaktivasi karbon aktif secara kimia. Aktivasi ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan hidroksida dari logam alkali, berbagai garam seperti klorida, karbonat, sulfat, fosfat dan terutama $ZnCl_2$ yang berasal dari logam alkali tanah, serta asam anorganik seperti H_2SO_4 .

Dalam hal ini, kemampuan penyerapan arang aktif akan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk lama waktu aktivasi, suhu, ukuran partikel, rasioaktivator, jenisnya serta aspek lain yang berkontribusi dalam proses aktivasi (Pambayundkk.,2013). Karbon aktif adalah material yang terbuat dari karbon dan memiliki banyak rongga didalamnya, termasuk rongga mikro, meso dan makro. Dengan luas permukaan yang besar serta tingkat porositas yang tinggi dan adanya kelompok fungsional di bagian luar karbon aktif sangat efektif sebagai bahan penyerap dalam proses adsorpsi (Kurniawandkk.,2021).

Memanfaat arang aktif sebagai penyaring dalam pengolahan air memiliki sejumlah keuntungan. Salah satu dari keuntungan tersebut adalah kemampuannya untuk menghilangkan bahan kimia dan zat organik dari limbah. Proses ini menjadi lebih mudah dan cepat karena limbah melewati media saringan yang terdiri dari partikel arang berukuran relatif besar dari bagian atas unit. Arang aktif beroperasi berdasarkan prinsip dan mekanisme adsorpsi. Adsorpsi ialah suatu teknik yang sering diterapkan untuk menarik bahan kimia dari lingkungan yang tercemar (Yuliantidkk.,2019).

2.5 Cangkang Biji Pala

Arang aktif dapat dibuat dengan menggunakan cangkang biji pala, yang kemudian dapat diadsorpsi atau diserap melalui proses aktivasi. Proses aktivasi berfungsi untuk menghilangkan hidrokarbon yang ada dalam ampas kopi, sehingga meningkatkan porositasnya. Hal ini diungkapkan oleh Syauqiah dan rekan-rekan pada tahun 2011. Tingkat daya serap dari karbon aktif umumnya ditentukan oleh ukuran permukaan partikel. Dengan mengaktivasi arang menggunakan bahan kimia seperti HCl, HNO₃ dan lain-lain daya serap tersebut dapat ditingkatkan. Selain itu, arang juga dapat dibuat dengan pemanasan pada suhu antara 500°C hingga 900°C, yang akan mengubah sifat fisik dan kimia karbon aktif. Karbon aktif dihasilkan dari sumber-sumber yang memiliki kandungan karbon, baik itu bersifat organik maupun anorganik melalui proses pemanasan pada temperatur tinggi (Alfiany dan kelompoknya, 2013).

Di banyak tempat, cangkang pala kerap dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar, khususnya di wilayah yang melimpah dengan cangkang ini. Namun, memakai cangkang pala sebagai bahan bakar tidak banyak membantu dalam memperbaiki kualitas limbah yang dihasilkan. Salah satu solusinya yaitu dengan mengolah cangkang pala menjadi karbon aktif, yang dapat meningkatkan nilai dari limbah ini (Kakomole, 2012).

Cangkang pala, yang merupakan bagian keras di luar buah pala, dapat diolah menjadi karbon aktif melalui metode aktivasi. Karbon aktif berwarna hitam dan tersedia dalam bentuk bulat atau bubuk dan digunakan sebagai bahan penyerap untuk membersihkan udara, gas, atau cairan. Dengan jumlah luas permukaan yang besar, karbon aktif mampu menyerap berbagai zat dalam air, terutama logam, saat proses pengolahan air (Antika dkk., 2019). Cangkang pala juga memiliki manfaat sebagai bahan arang aktif untuk menyerap sisa-sisa, disebabkan oleh kandungan hemiselulosa, selulosa, serat kasar, lignin, abu, fenol, karbonil dan total asam yang tinggi. Sebagai jenis kayu keras, cangkang pala mengandung hemiselulosa dan lignin dalam jumlah besar, sehingga efektif dalam penyerapan logam (Sagita dkk., 2020).

Dalam konteks ini, studi ini akan fokus pada pemanfaatan cangkang biji pala sebagai bahan utama untuk menghasilkan karbon. Sasaran dari penelitian ini adalah untuk mengurangi limbah cangkang biji pala serta menghasilkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Rukmana dkk. , 2015).

Di banyak tempat, cangkang pala kerap dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar, khususnya di wilayah yang melimpah dengan cangkang ini. Namun, memakai cangkang pala sebagai bahan bakar tidak banyak membantu dalam memperbaiki kualitas limbah yang dihasilkan. Salah satu solusinya yaitu dengan mengolah cangkang pala menjadi karbon aktif, yang dapat meningkatkan nilai dari limbah ini (Kakomole, 2012).

Cangkang pala, yang merupakan bagian keras di luar buah pala, dapat diolah menjadi karbon aktif melalui metode aktivasi. Karbon aktif berwarna hitam dan tersedia dalam bentuk bulat atau bubuk dan digunakan sebagai bahan penyerap untuk membersihkan udara, gas, atau cairan. Dengan jumlah luas permukaan yang besar, karbon aktif mampu menyerap berbagai zat dalam air, terutama logam, saat proses pengolahan air (Antika dkk.,2019). Cangkang pala juga memiliki manfaat sebagai bahan arang aktif untuk menyerap sisa-sisa, disebabkan oleh kandungan hemiselulosa, selulosa, serat kasar, lignin, abu, fenol, karbonil dan total asam yang tinggi. Sebagai jenis kayu keras, cangkang pala mengandung hemiselulosa dan lignin dalam jumlah besar, sehingga efektif dalam penyerapan logam (Sagita dkk. , 2020). Dalam konteks ini, studi ini akan fokus pada pemanfaatan cangkang biji pala sebagai bahan utama untuk menghasilkan karbon. Sasaran dari penelitian ini adalah untuk mengurangi limbah cangkang biji pala serta menghasilkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Rukmana dkk. , 2015).

Taksonomi tanaman pala bisa dijelaskan sebagai berikut:

Rephrase Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub kelas	: <i>Magnoliidae</i>
Ordo	: <i>Magnoliales</i>
Famili	: <i>Myristicaceae</i>
Genus	: <i>Myristica</i>
Spesies	: <i>Myristicafragrans houtt</i>

Tanaman pala terdapat beberapa bagian esensial, yaitu daun, daging buah, fuli, biji dan cangkang. Dalam proses pembuatan mentega minyak, kosmetik, obat-obatan, serta parfum biji serta fuli sangat diperlukan karena mengandung minyak atsiri yang terdapat pada biji pala. Selain itu, biji dan fuli juga digunakan dalam banyak jenis makanan manis, bumbu dan rempah-rempah untuk berbagai masakan. Pala yang kaya nutrisi memiliki nilai tinggi dalam pembuatan makanan, minuman dan makanan penutup, sedangkan cangkang pala seringkali diabaikan meskipun memiliki manfaat yang mungkin tidak terlihat (Windia. 2015).

Kandungan yang ada pada cangkang pala terdiri dari:

- a. Hemise lulosa: 46,82%
- b. Selulosa :21,34%
- c. Lignin :12,93%
- d. Serat kasar :53,67%
- e. Abu :6,16%
- f. Kondensat asap cair yang berupa
 - Fenol :0,11%
 - Karbonil :0,38%
 - Total Asam :0,46% (Kurniawandkk., 2021).

Penggunaan cangkang pala untuk membuat arang aktif, cangkang pala termasuk dalam kategori kayu keras karena mengandung lignin serta hemiselulosa dalam jumlah yang tinggi (Sagita, dkk.,2020).

2.6 Parameter Pencemaran Air Limbah Domestik

2.6.1 BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Permintaan Oksigen Biokimia (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme guna memecah bahan organik pada keadaan aerobik (Santoso, 2018). Angka BOD tidak merepresentasikan jumlah bahan organik yang sesungguhnya, tetapi hanya mengukur seberapa banyak oksigen yang diperlukan untuk mengurai bahan organik tersebut (Wulandari, 2018).

BOD mencerminkan volume oksigen yang dibutuhkannya oleh bakteri agar proses metabolisme dari limbah. Proses penguraian limbah organik melalui oksidasi oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan ialah suatu kejadian alami yang dapat berlangsung dengan mudah jika air limbah di sekitarnya mengandung cukup oksigen (Daroini dan Arisandi, 2020).

2.6.2. COD (*Chemical Oxygent Demand*)

COD yang juga dikenal sebagai Keperluan Oksigen Kimia (COD), merupakan total volume oksigen yang dibutuhkannya guna mengoksidasi bahan organik secara kimia, baik yang cepat terurai ataupun yang lambat. Oksigen yang digunakan sebanding dengan jumlah dikromat yang diperlukannya guna mengoksidasi air yang diuji. Secara umum, nilai COD lebih tinggi dibandingkan BOD, karena lebih banyak bahan di dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimia ketimbang melalui proses biologis (Lumaela dkk. , 2013).

2.6.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (Total Suspended Solid) ialah sisa bahan padat yang terperangkap oleh saringan sesuai ukuran partikel yang sama ataupun lebih besar dari partikel koloid. Komponen yang termasuk dalam TSS meliputi lumpur, tanah liat, oksida logam, sulfida, ganggang, bakteri, serta jamur. Padatan yang tersuspensi berhubungan secara positif dengan kekeruhan. Semakin besar konsentrasi padatan tersuspensi, maka kekeruhan juga akan meningkat. Kekeruhan di badan air yang tergenang

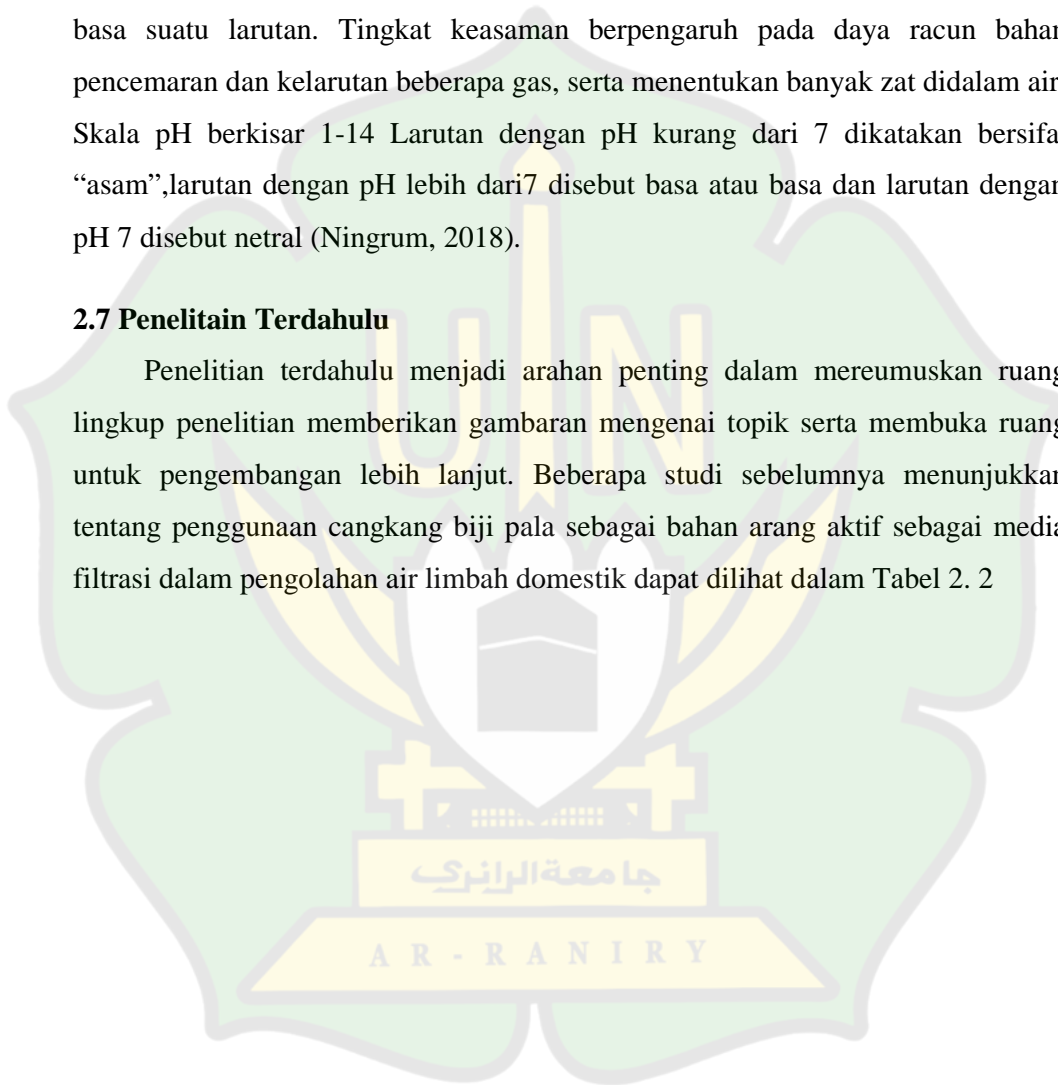
misalnya danau lebih banyak diakibatkan oleh bahan tersuspensi berupa koloid serta partikel-partikel kecil. (Rinawati dkk.,2016).

2.6.4 pH (pH dari Hidrogen)

pH ialah ukuran yang diterapkan agar menampakkan seberapa asam atau basa suatu larutan. Tingkat keasaman berpengaruh pada daya racun bahan pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan banyak zat didalam air. Skala pH berkisar 1-14 Larutan dengan pH kurang dari 7 dikatakan bersifat “asam”,larutan dengan pH lebih dari7 disebut basa atau basa dan larutan dengan pH 7 disebut netral (Ningrum, 2018).

2.7 Penelitain Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi arahan penting dalam mereumuskan ruang lingkup penelitian memberikan gambaran mengenai topik serta membuka ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan tentang penggunaan cangkang biji pala sebagai bahan arang aktif sebagai media filtrasi dalam pengolahan air limbah domestik dapat dilihat dalam Tabel 2. 2



Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Penulisan Judul, Tahun Terbit	Sampel	Aktivator	Hasil Penelitian
1.	(Dianmardiana,2023) Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Biji Pala Dan Pasir Kuarsa Terhadap Penurunan Kadar Logam Tembaga	Pasir Kuarsa	HCl 1M., NaOH 0,5 M	Pemanfaatan karbon aktif pada suhu 250°C diaktivasi HCl 1 M dan NaOH 0,5 M karbon aktif dari cangkang biji pala efektif menyerap logam Cu, dengan tingkat penyerapan optimal pada massa 1,5 g (45,28%). Adsorben daya serap tertinggi pada massa 0,5 g (57,63%), kombinasinya pada massa 1 : 1,5 g mencapai 32,52%, karbon aktif dari cangkang bijipala dapat digunakan karena efektif untuk menurunkan kadar logam Cu dalam larutan.
2.	(Sapriadi,2024). Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Media Filtrasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu	Limbah Cair Industri Tahu	HCL 1 M	Adsorpsi penurunan kadar COD rata-rata sebesar 730 mg/l, 568 mg/l dan 307 mg/l dengan konsentrasi awal 928 mg/l. Rata-rata penurunan kadar BOD tercatat sebesar 340 mg/l, 231 mg/l, dan 171 mg/l dengan konsentrasi awal 463 mg/L. Kadar TSS tercatat sebesar 398mg/l, 310mg/l, dan 300mg/l dengan konsentrasi awal 478 mg/l.
3.	(Gomes, E. G dkk, 2024). Penggunaan	Asap Cair	CaCl ₂ , Dan ZnCl ₂	Pengujian FTIR pada arang yang dihasilkan dari pirolisis

	Arang Aktif yang Dihasilkan dari Cangkang Pala (<i>Myristica Fragrans Houut</i>) serta Penerapannya untuk Menjernihkan Asap Cair dan Analisis FTIR			cangkang biji pala dan aktivasi menggunakan CaCl_2 menunjukkan kadar air sebesar 0,533%. Sementara itu, arang yang diaktivasi dengan ZnCl_2 memiliki kadar air sebesar 0,438%.
4.	(Al Hudha, 2022). Penggunaan Arang Aktif dari Cangkang Biji Pala (<i>Myristica Fragrans Houut</i>) Sebagai Adsorben untuk Mengurangi COD dan BOD pada Limbah Cair Tahu	Air Limbah Tahu	HCl 0,1M	Kadar total COD, BOD limbah cair tahu arang aktif tempurung pala mampu mengurangi kandungan COD awalnya 6261 mg/l berkurang menjadi 1127 mg/l, dan kadar BOD yang semula 3000 mg/l berkurang menjadi 1834 mg/L.
5.	(Rizkan Ramazana, 2024). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (<i>Theobroma Cacao. L</i>) Sebagai Media Filtrasi Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Tahu	Limbah Industri Tahu	HCl 4M	unit 1 memiliki kerikil setebal 20cm, pasir setebal 30 cm, dan tidak terdapat arang kulit buah kakao. unit 2 terdiri dari kerikil 20 cm, pasir 30 cm, serta arang tanpa aktivasi setebal 10cm. unit 3 juga memiliki Kerikil 20cm, pasir 30cm

BAB III METODE PENELITIAN

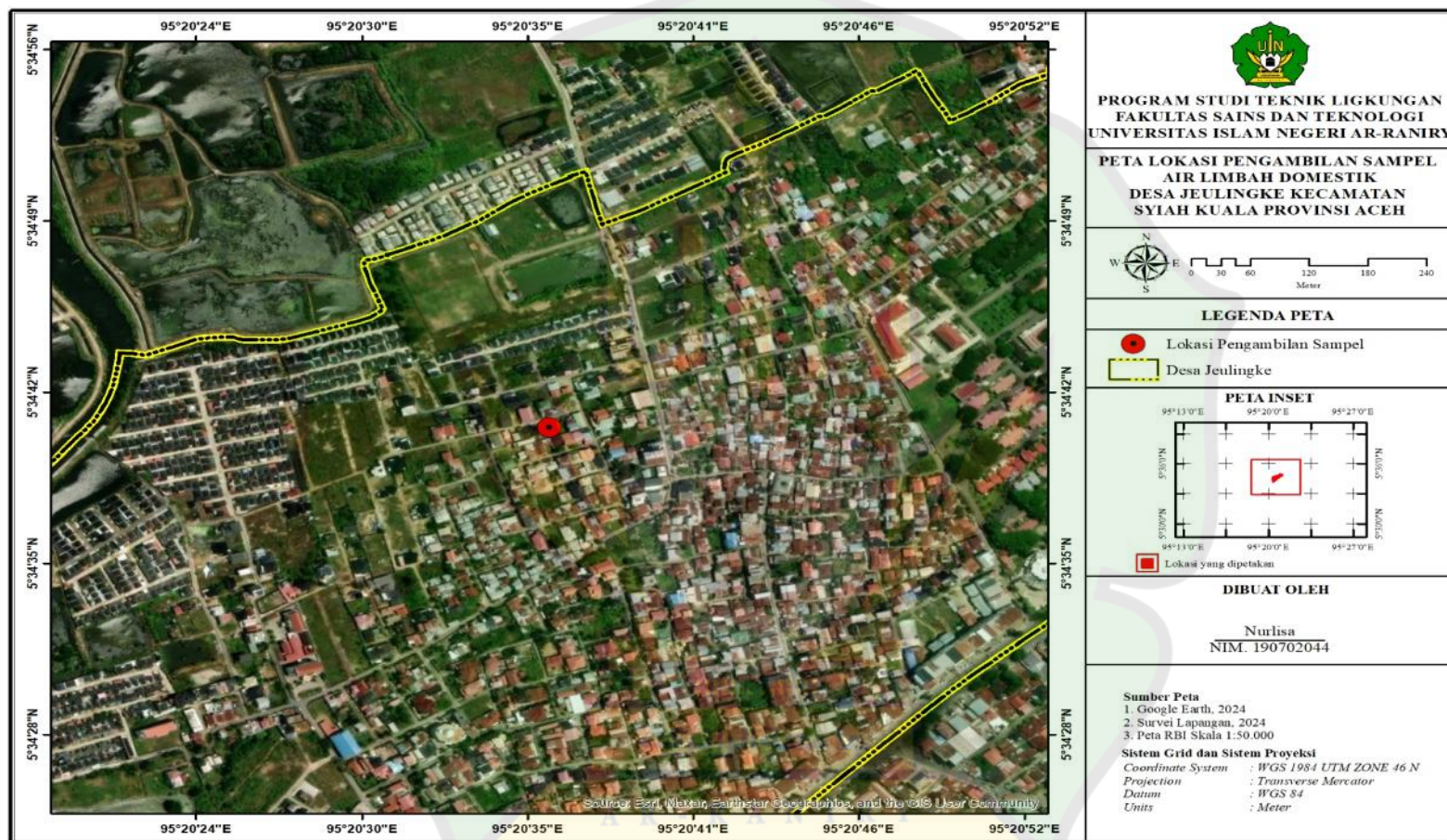
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dari Januari 2025 hingga Agustus 2025. Kegiatan ini dilaksanakan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang terletak di Jalan Lingkar Kampus UIN Ar-Raniry, Rukoh, Darussalam, Banda Aceh (TSS, COD, pH). Sedangkan untuk nilai COD, BOD di lakukan di laboratorium Lingkungan DLH, Kabupaten Pidie.

Sampel penelitian ini diambil dari limbah rumah tangga yang berasal dari pembuangan di Jeulingke Jl.T.NyakArif.Ir.Peutuah no 3, KecamatanSyiah Kuala, Wilayah Banda Aceh. Pemilihan tempat pengambilan sampel air limbah ini dilakukan setelah melalui pengamatan di lapangan, dimana pembuangan limbah tersebut belum melalui proses pengolahan lebih lanjut dan sisa limbah yang didapatkan langsung dibuang ke saluran terdekat. Peta titik pengambilan sampel bisa ditunjukkan pada Gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 Lokasi titik Sampe



Gambar 3. 2 Peta lokasi Titik Sampel digampong Jeulungke, Banda Aceh

Berdasarkan hasil uji awal yang tercantum dalam Tabel 3.2, kadar dalam air limbah rumah tangga melebihi ambangbatas standar kualitas. Permen LH No.p. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 3. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu
1	COD	250	100 mg/L
2	BOD	89,512	30 mg/L
3	TSS	50	30 mg/L
4	pH	7	6-9

Sumber: Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Berdasarkan hasil dari uji awal, kadar COD tercatat sebesar 250 mg/L, yang melebihi batas kualitas yang telah diterapkan yaitu 50 mg/L. Di sisi lain, kadar BOD yang ditemukan adalah 89,512 mg/L, yang juga lebih tinggi dari batasan kualitas 28 mg/L. Untuk parameter TSS, hasil menunjukkan kadar 50 mg/L, yang juga melebihi standar kualitas 30 mg/L. Hasil uji nilai pH menunjukkan angka 7, yang berada dalam batas kualitas pH netral antara 6-9. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan air limbah rumah domestik dengan teknik filtrasi yang sederhana dan biaya terjangkau, guna mencapai standar baku mutu yang ditetapkan.

3.2 Sampel dan Bahan Penelitian

3.2.1 Teknik Pengambilan Sampel

Metode yang diterapkan dalam pengambilan sampel ini adalah teknik pengambilan langsung (*Grab Sampling*) yang telah sesuai berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989. 59:2008. Berikut adalah langkah-langkah pengambilan sampel yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) tersebut:



Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik

1. Air limbah cair diambil dari saluran pembuangan rumah tangga pada pagi hari. Waktu ini dipilih karena banyak kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat pada saat itu.
2. Pengumpulan sampel air limbah dilakukan dengan memanfaatkan gayung bertangkai, kemudian dimasukkan ke dalam jerigen pada kapasitas 10 liter, sebanyak 3 jerigen. Cara ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59:2008.

3.2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang dipakai dalam kegiatan penelitian ini adalah:

Tabel 3. 2 Alat yang dipakai dalam kegiatan penelitian

Alat	Peruntukan
Pipa PVC 4 inch	Sebagai alat untuk membuat reaktor filter
Pipa PVC ½ inch	Sebagai bagian reaktor untuk saluran buangan
Dop PVC 4 inch	Sebagai penutup pipa PVC
Gergaji	Sebagai alat untuk memotong benda
Meteran	Sebagai alat untuk mengukur panjang pipa
<i>Cutter</i>	Pisau untuk memotong benda
Bor	Sebagai alat untuk melubangi pipa
Pistol lem tembak	Sebagai alat untuk merekatkan unit filter
Botol sampel	Sebagai wadah untuk menyimpan sampel

	limbah
<i>Beaker glass</i>	Sebagai wadah sampel uji untuk mencampurkan sampel limbah dengan karbon aktif dan wadah untuk proses perendaman
<i>Oven</i>	Sebagai memanaskan dan mengeringkan sampel
Desikator	Sebagai alat menghilangkan kadar air dari hasil Pemurnian
Kertas saring <i>Whatman 42</i>	Sebagai tempat penyaringan karbon pada proses Penyaringan
Pipet tetes	Sebagai alat mengambil larutan dalam jumlah sedikit
Cawan petri	Sebagai wadah meletakkan kulit durian pada proses pemanasan dan karbonisasi
<i>Hot Plate</i>	Sebagai wadah menghomogenkan dan mencampurkan larutan dengan medan magnet
<i>Magnetic Stirrer</i>	Sebagai pengaduk untuk menghomogenkan larutan
Neraca analitik	Sebagai alat untuk menghitung berat arang/karbon dan bahan-bahan lainnya
Mortar	Sebagai tempat untuk menghaluskan arang ampas kopi
Ayakan 40 Mesh	Sebagai saringan pemisah pada proses penyaringanpartikel yang berukuran besar

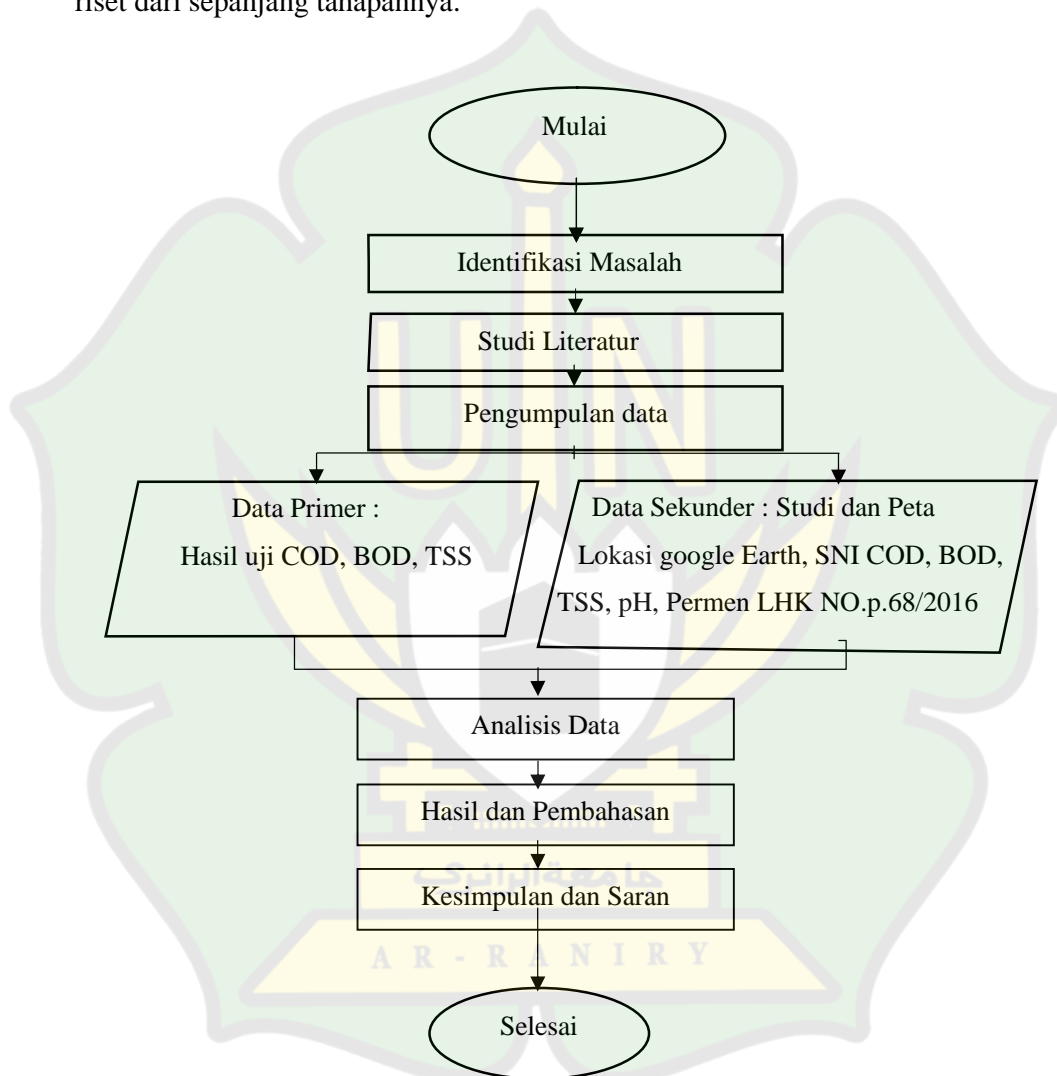
Bahan komponen yang diterapkan dalam proses penelitian ini adalah:

Tabel 3. 3 Bahan yang diterapkan dalam proses penelitian ini

Limbah Cair Tahu	10	Liter	Sampel uji
Cangkang Biji Pala	6	Kilogram	Arang Aktif
Kerikil	3	Kilogram	Media filter dan sebagai bahan penyaring partikel kasar
Pasir kali	3	Kilogram	Media filter dan berfungsi untuk menyaring partikel halus seperti tanah, lumpur serta partikel lain.
Lem Pipa PVC	1	Buah	Perekat reaktor
Asam Klorida (HCl) 0,1 M	4000	ml	Aktivator
Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	20	ml	Reagen COD
Kalium Dikromat (K ₂ Cr ₂ O ₇)	20	ml	Reagen COD
Aquades (H ₂ O)	2	Liter	Pelarut

3.3 Tahapan Umum Penelitian

Jenis penelitian ini mengandalkan pendekatan kuantitatif dan menggunakan metode eksperimen. Langkah-langkah umum dalam penelitian dilihat pada gambar 3.3. Diagram aliran tahapan penelitian disusun untuk memperjelas proses riset dari sepanjang tahapannya.



Gambar 3. 4 Diagram Alur Tahapan Penelitian

Diagram alur perencanaan penelitian disusun dengan maksud agar pelaksanaan penelitian ini mulai dari awal hingga akhir menjadi terperinci dan jelas. Berikut penjabaran mengenai tahapan umum penelitian:

1. Penentuan masalah, adalah usaha agar menjelaskan persoalan dan memberikan penjelasan yang bisa diukur.
2. Tinjauan pustaka adalah kegiatan yang berkaitan dengan mengumpulkan informasi dari sumber tertulis, membaca dan mencatat, serta mengorganisir materi analisis.
3. Persiapan untuk pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilaksanakan sebagai langkah awal dalam analisis.
4. Tahap analisis data dapat dilakukan setelah seluruh proses pengolahan sampel selesai. Data yang didapat lalu diolah agar menjadi informasi. Dengan cara ini, data tersebut dapat digunakan untuk memberikan solusi terhadap masalah. Informasi ini juga bisa menjadi dasar bagi kesimpulan di masa depan. Tahapan menyimpulkan, adalah tindakan akhir dari proses pengolahan data, yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang hasil penelitian.
5. Proses pengambilan kesimpulan merupakan langkah dalam memberikan jawaban atas pertanyaan yang muncul dari masalah studi.

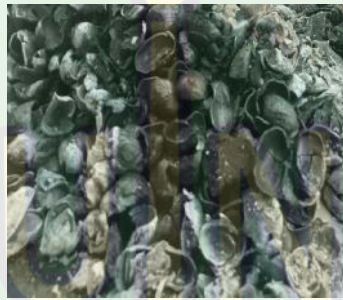
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahapan Pembuatan Arang Aktif Cangkang Biji Pala

Pembuatan arang aktif dilakukan dengan mencuci terlebih dahulu cangkang pala biji hingga bersih untuk menghilangkan kotoran. Kemudian dilakukan proses pengeringan menggunakan bantuan sinar matahari selama 24 jam berguna untuk mengurangi kadar air pada cangkang biji pala. Cangkang biji pala yang sudah dikeringkan akan dikarbonisasi secara manual hingga menjadi arang, proses karbonisasi dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan hasil karbonisasi dapat dilihat pada Gambar 3.6. Kemudian setelah menjadi arang, cangkang biji pala dihaluskan menggunakan mortal Gambar 3.7. Selanjutnya arang disaring menggunakan saringan berukuran 40 mesh (Santoso, 2018)



Gambar 3. 5 Proses Karbonisasi Manual Cangkang Pala



Gambar 3. 6 Arang Hasil Karbonisasi Manual Cangkang Pala



Gambar 3. 7 Proses Penghalusan Arang Menggunakan Mortar

Bahan yang dipakai untuk menghasilkan arang aktif dari cangkang biji pala tertera dalam Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Bahan untuk produksi arang dari aktif cangkang biji pala

No	Bahan	Volume	Satuan	Kegunaan
1	Cangkang Biji Pala	6	Kg	Arang Aktif
2	HCl 0,1M	8	ml	Aktivasi Arang Aktif

3.4.2 Aktivasi Arang Aktif Cangkang Biji Pala

Proses aktivasi arang aktif cangkang biji pala dilakukan dengan proses sebagai berikut:

1. Sebanyak 6 kg cangkang biji pala dicuci lalu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam.
2. Setelah dikeringkan di bawah sinar matahari, 6 kg cangkang biji pala diambil dan dikeringkan kembali di dalam oven pada suhu 105°C selama dua jam.
3. Cangkang biji pala kemudian dikenakan proses karbonisasi secara manual, sehingga menghasilkan arang aktif kasar.
4. Selanjutnya, cangkang biji pala diaktivasi secara kimia melalui perendaman di larutan HCl 0,1 M dengan volume 1000 ml selama dua hari atau 48 jam (2 Hari) (elvida, 2021).
5. Cangkang biji pala yang telah diaktivasi kemudian ditiriskan dengan menggunakan kertas saringan.
6. Kemudian, cangkang biji pala dicuci dengan air suling (H₂O) untuk menghilangkan kandungan sisa larutan HCl 0,1 M yang terdapat pada cangkang biji pala.
7. Cangkang biji pala dikeringkan didalam oven pada suhu 105°C selama dua jam untuk menghilangkan kadar air.
8. Arang aktif kemudia digiling hingga mencapai ukuran yang diinginkan dan disaring (jubilate dkk,2016).

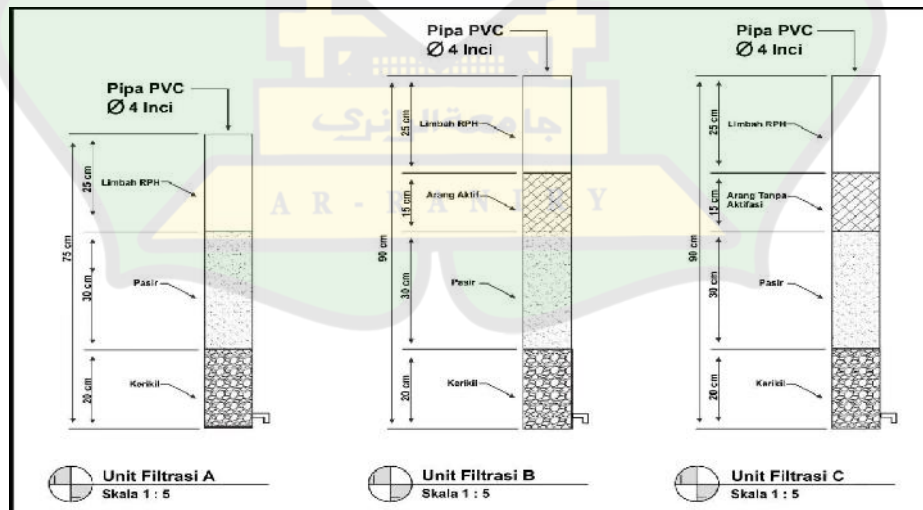
3.4.3 Cangkang Biji Pala Tanpa Proses Aktivasi

Proses tanpa aktivasi cangkang biji pala dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

1. Sebanyak 6 kg cangkang biji pala dicuci dan dijemur di bawah sinar matahari selama satu minggu.
2. Setelah kering di bawah sinar matahari, 6 kg cangkang biji pala tersebut diambil dan dikeringkan lagi menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 105°C .
3. Cangkang biji pala dipanaskan pada suhu tinggi (dibakar secara manual)
4. Cangkang biji pala yang telah dipanaskan dihaluskan dan disaring untuk memisahkan butiran halus dari yang lebih besar.

3.5 Desain Unit Filtrasi

Desain unit mencakup 2 (dua) tipe variabel, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen terdiri dari jenis dan media, sedangkan variabel dependen mencakup parameter COD, BOD, TSS, dan pH. Untuk mengevaluasi kemampuan ketebalan media filter serta karbon aktif dari cangkang biji pala dalam proses penyaringan air limbah domestik, langkah-langkah berikut diperlukan:



Gambar 3. 8 Sumber: sapriyadi Desain Unit Filtrasi



Gambar 3. 9 Unit Filtrasi

Menyiapkan peralatan dan bahan-bahan untuk media penyaringan:

1. Sistem penyaringan dibuat dari pipa PVC berdiameter 4 inci, dengan tinggi unit filter A 75 cm, filter B 90 cm, dan filter C juga 90 cm.
2. Media dalam unit filter diatur secara tegak.
3. Penyusunan lapisan media untuk unit filter A dimulai dengan kerikil setebal 20 cm, diikuti dengan pasir setebal 30 cm, sehingga total tinggi media mencapai 50 cm.
4. Penyusunan lapisan media untuk unit filter B dimulai dengan kerikil setebal 20 cm, pasir setebal 30 cm, dan arang aktif dari cangkang biji pala setebal 15 cm, sehingga total tinggi media menjadi 65 cm.
5. Pengisian lapisan media untuk unit filter C dimulai dengan kerikil setebal 20 cm, pasir setebal 30 cm, dan cangkang biji pala setebal 15 cm, menjadikan total tinggi media 65 cm.
6. Air limbah rumah tangga ditambahkan kedalam unit sebanyak 30 liter.

3.6 Prosedur Eksperimen

Eksperimen ini melibatkan tiga unit sistem filtrasi. Unit A hanya memanfaatkan pasir dan kerikil sebagai media, sedangkan unit B dan C menggunakan campuran arang aktif, pasir, dan kerikil. Perbedaan dalam pilihan media ini dimaksudkan untuk menilai hasil akhir dari proses penyaringan limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan apakah penggunaan arang aktif dapat berpengaruh besar dalam menghilangkan zat pencemar dari sampel. Selain itu, perbandingan antara arang aktif dan arang biasa dalam unit B dan C bertujuan untuk menilai bagaimana arang tersebut mempengaruhi pengurangan zat pencemar pada sampel.

Penelitian ini akan mengeksplorasi apakah terdapat perbedaan signifikan antara arang aktif dan arang biasa dalam hal efektivitas penghilangan zat pencemar dari sampel. Langkah pertama dalam pengolahan air limbah rumah tangga adalah mengumpulkan sampel limbah ke dalam wadah berkapasitas 30 liter.

Setelah itu, media penyaring seperti pasir, kerikil serta arang aktif dilakukan secara vertikal didalam unit reaktor, dengan masing-masing unit memiliki ketebalan berbeda. Kemudian, sebanyak 30 liter air limbah rumah tangga ditambahkan ke masing-masing unit reaktor. Durasi kontak untuk setiap perlakuan dalam unit reaktor dicatat setelah proses penyaringan selesai dilakukan. Setelah penyaringan, sampel air limbah terakhir disimpan dalam wadah penampung untuk pengujian parameter tambahan.

3.7 Analisis Laboratorium Setelah filtrasi

3.7.1 Pengukuran parameter COD (SNI 6989-2-2009)

1. Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD 2,5 mL, kemudian 1,5 mL larutan baku $K_2Cr_2O_7$ dan 3,5 mL larutan H_2SO_4 ditambahkan kedalam tabung COD dan ditutup.
2. COD Reaktor diambil, kemudian tombol start ditekan dan ditunggu suhu naik sampai $150^{\circ}C$.
3. Tabung COD kemudian dimasukan dalam reaktor COD dengan suhu $150^{\circ}C$ selama 2 jam.
4. Di dingkan tabung COD, kemudian pengukuran sampel dilakukan menggunakan COD Meter.

3.7.2 Pengukuran parameter BOD (SNI 6989.72.2009)

1. Disiapkan botol, diberi masing-masing botol tanda dengan A1 dan A2.
2. Diencerkan larutan contoh uji, dimasukkan dalam botol, ditutup botol untuk dihindari terbentuknya gelembung udara.
3. Dilakukan pengocokan, ditambahkan air bebas mineral pada sekitar tutup botol yang telah ditutup.
4. Disimpan botol A2 dalam lemari inkubator $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
5. Dititrasi pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan botol A1 secara iodometri (modifikasi azida).
6. Dimasukkan sampel dalam erlenmeyer 500 ml untuk dianalisis BOD secara iodometri.
7. Ditambahkan cairan 2 ml larutan mangan sulfat.
8. Ditambahkan 2 ml larutan alkali iodida, ditutup botol dan dikocok botol beberapa kali, didiamkan selama 10 menit, larutan yang jernih diambil sebanyak 100 ml, dan dipindahkan dalam erlenmeyer 500 ml. Ditambah 2 ml H_2SO_4
9. Dihomogenkan hingga endapan terlarut, dituangkan isi botol kedalam erlenmeyer 500 ml yang diisi larutan jernih.
10. Dititrasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga larutan berwarna coklat muda.
11. Ditambahkan amilum 1% 2 ml, dititrasi kembali sampai larutan tidak berwarna.
12. Dilakukan pengulangan pengerjaan tahapan e untuk botol A2, diinkubasi 5 hari ± 6 jam.
13. Dilakukan pengulangan untuk penetapan blanko pengerjaan a sampai e dengan digunakan larutan pengencer tanpa contoh uji.

3.7.3 Pengukuran parameter TSS (SNI06.6989.3-2004)

Pengukuran TSS pada sampel air limbah Domestik dibaca dengan menggunakan metode gravimetrik. Prosedur kerja sesuai acuan SNI dengan langkah-langkah pertama siapkan kertas saring dengan diameter 47 mm. selanjutnya kertas saring diletakkan di atas alat vakum dan dibilas menggunakan aquades sebanyak 20 mL selama 2 menit. Kemudian kertas saring dimasukkan ke

dalam oven dengan suhu 103-105°C selama 1 jam. Lalu dipindahkan kertas saring dari oven lalu didinginkan di dalam desikator selama 15 menit. vacuum yang sudah berisi kertas saring. Setelah sampel dimasukkan, kertas saring dipindahkan dari alat vakum ke dalam oven untuk dikeringkan dengan suhu 103-105°C selama 1 jam. Proses selanjutnya kertas saring didinginkan dalam desikator dan ditimbang agar mendapatkan berat yang konstan. Kemudian mencari nilai parameter TSS dalam mg/L dihitung menggunakan persamaan perhitungan:

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

Keterangan:

TSS = nilai contoh uji (mg/L)

A = berat residu kering + kertas saring (mg)

B = berat kertas saring (mg)

3.7.4 Pengukuran parameter pH (SNI06-6898.11-2004)

Pengukuran pH pada sampel air limbah Domestik dibaca dengan menggunakan alat pH multimeter. Prosedur kerja sesuai dengan acuan SNI dengan langkah-langkah pertama elektroda dikeringkan menggunakan tisu kemudian dibilas menggunakan air suling, selanjutnya elektroda dibilas dengan contoh uji, lalu elektroda dicelupkan ke dalam sampel limbah sehingga pH menunjukkan pembacaan hasil yang tetap.

3.8 Analisis Data

Analisis data yang dilaksanakan di penelitian dengan memanfaatkan efektivitas penghilangan parameter COD, BOD, TSS, dan pH. Tujuan dari efektivitas adalah untuk mengukur proses guna menentukan tingkat keberhasilan yang dicapai. Dari hasil perhitungan menunjukkan perbandingan antara nilai masuk dan nilai hasil. Hasil dari eksperimen dinyatakan efektif jika hasil uji berada di bawah nilai standar kualitas. Tingkat efektivitas dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Persamaan untuk menghitung efektivitas bisa menggunakan rumus berikut:

$$\text{Ef}(\%) = \frac{(A_0 - A_n)}{A_0} \times 100$$

Keterangan:

Ef = Tingkat keberhasilan dalam penurunan

A0 = Tingkat kontaminasi sebelum proses pengolahan

An = Tingkat kontaminasi setelah proses pengolahan



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Proses Variasi Teraktivasi dan Tidak teraktivasi terhadap Penyisihan Parameter Limbah Domestik

Hasil Penurunan kadar COD, BOD, TSS dan pH setelah proses pengolahan limbah domestik pada pengujian menggunakan 3 variasi , yaitu variasi A (tanpa arang 0 cm), variasi B (cangkang biji pala 15 cm) dan variasi C (arang aktif 15 cm), arang aktif yang digunakan berukuran 40 mesh. Ukuran partikel media filter mempengaruhi keberhasilan proses filtrasi.

Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan hasil penurunan kadar COD, BOD, TSS dan pH dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Penurunan Parameter COD, BOD, TSS dan pH Limbah Domestik

Unit Filtrasi	Volume (L)	Ketebalan Media(cm)				Hasil COD (mg/L)	Hasil BOD (mg/L)	Hasil TSS (mg/L)	Hasil pH
		Kerikil	Pasir	Arang biji pala	Arang aktif				
SP	30	-	-	-	-	73,35	48,32	644	7,4
A		20	30	-	-	46,01	36,24	378	7,8
B		20	30	15	-	44,36	31,41	343	7,6
C		20	30	-	15	32,56	18,12	370	7,7

Keterangan :

SP : Sampel Awal sebelum pengolahan

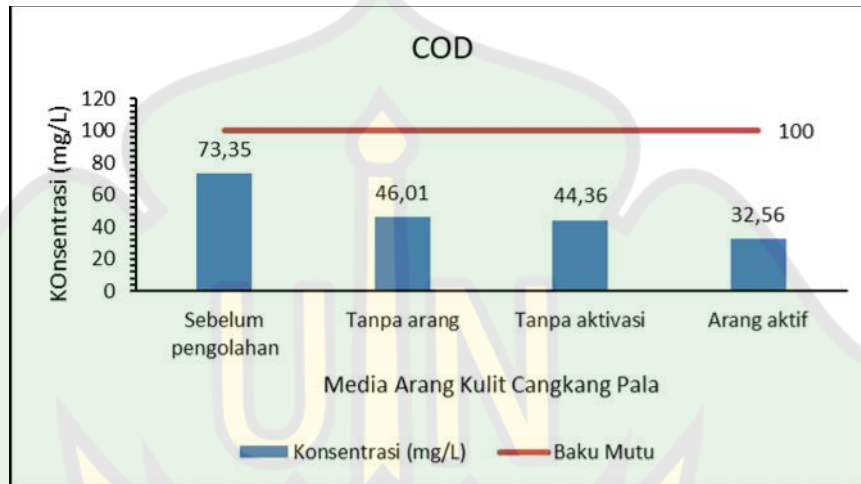
A : Tanpa Arang

B : Arang Aktif Tanpa Aktivasi

C : Arang Yang di Aktivasi

4.1.1 Parameter COD

Uji awal parameter COD dalam air limbah domestik sebelum dilakukan proses pengolahan sebesar 73,35 mg/L. Pengaruh variasi media yang melalui proses aktivasi dan tanpa proses aktivasi terhadap penurunan COD dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan COD

Berdasarkan Gambar 4.4, penurunan nilai parameter COD mengalami penurunan setelah dilakukan pengolahan, dengan konsentrasi awal yaitu 73,35mg/L. Setelah melalui pengolahan filtrasi, didapatkan penurunan yang berbeda- beda pada setiap unit filtrasi yaitu unit A, B, dan C masing-masing mampu menurunkan kadar COD yaitu rata-rata 46,01 mg/L, 44,36 mg/L, 32,56 mg/L. Efektivitas penurunan COD pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (unit B) dan unit yang menggunakan arang aktif (unit C) secara berurut yaitu 39,7% dan 55,6%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media arang arang aktif lebih baik dalam menyisihkan parameter COD dibandingkan dengan arang tanpa proses aktivasi.

Penurunan COD disebabkan karena bahan-bahan organik pada air limbah domestik telah diserap oleh arang cangkang biji pala, sehingga jumlah bahan organik yang ada dalam air limbah akan berkurang. Hal ini membuat kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia juga akan berkurang,

kebutuhan oksigen yang berkurang mengakibatkan nilai COD dalam air limbah juga akan semakin menurun.

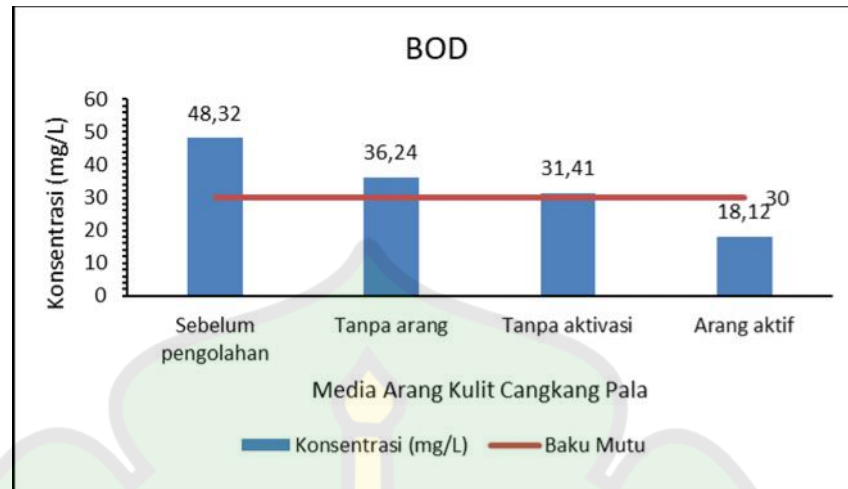
Dari data tersebut kadar COD setelah pengolahan masih belum memenuhi standar baku mutu, untuk mencapai hasil yang sesuai dengan standar baku mutu, alternatif yang dapat dilakukan adalah memperkecil ukuran pasir yang digunakan atau menambah ketebalan pada arang aktif cangkang biji pala. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi & Bukhori, (2016) yang menyatakan bahwa semakin tebal media penyaringan semakin baik hasil penyaringannya dan semakin baik komposisi susunan media penyaringan maka semakin baik pula hasil penyaringannya.

Pada unit filtrasi yang terdapat arang aktif memiliki penurunan yang signifikan, hal ini disebabkan karena pori-pori arang aktif bekerja secara optimal untuk menyerap zat-zat organik yang menyebabkan terjadinya pencemaran COD (Khery dkk., 2013).

Penambahan media pasir membantu waktu tempuh limbah menuju outlet akan lebih semakin lama, sehingga penyerapan pencemar oleh media juga akan semakin optimal, namun pasir hanya mampu menahan bahan padat yang terapung, pasir tidak mampu menyaring virus atau bakteri pembawa bibit penyakit, oleh sebab itu harus dibantu oleh media lain seperti arang aktif (Rahman, 2007).

4.1.2 Prameter BOD

Parameter BOD dengan sampel awal sebesar 48,32 mg/L, dan setelah melewati proses filtrasi menggunakan media pasir dan arang kulit buah kakao terjadi penurunan kadar BOD dari setiap variasi, penurunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan BOD

Berdasarkan data yang ditampilkan pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar BOD antara sampel yang melewati pengolahan unit filtrasi A, B, dan C yaitu memiliki rata-rata penurunan sebesar 36,24 mg/L, 31,41 mg/L, dan 18,12 mg/L dengan kadar awal 48,32 mg/L. Efektivitas penurunan BOD pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (unit B) dan unit yang menggunakan arang aktif (unit C) secara berurutan yaitu 34,9% dan 62,5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan media arang aktif lebih baik dalam menyisihkan parameter BOD dibandingkan dengan arang tanpa proses aktivasi. Berdasarkan dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar BOD setelah pengolahan sudah sangat optimal bahkan pada unit B dan C penurunan BOD jauh di bawah baku mutu yang telah ditetapkan pada Permen LH No. P.68/MENLHK/Setjen/KUM. 1/8/2016 Baku Mutu Air Limbah Rumah Tangga (Permen LHK No.P.68/2016).

Efektivitas penurunan BOD pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (Pada gambar tersebut dapat dilihat pada setiap unit menunjukkan penurunan yang sangat signifikan. Penurunan nilai BOD ini disebabkan karena bahan organik yang terkandung pada air limbah domestik diikat oleh arang aktif cangkang biji pala sehingga bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik berkurang dan parameter BOD juga akan menurun. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Ilmanafia & Sudarminto, 2022) semakin besar bahan

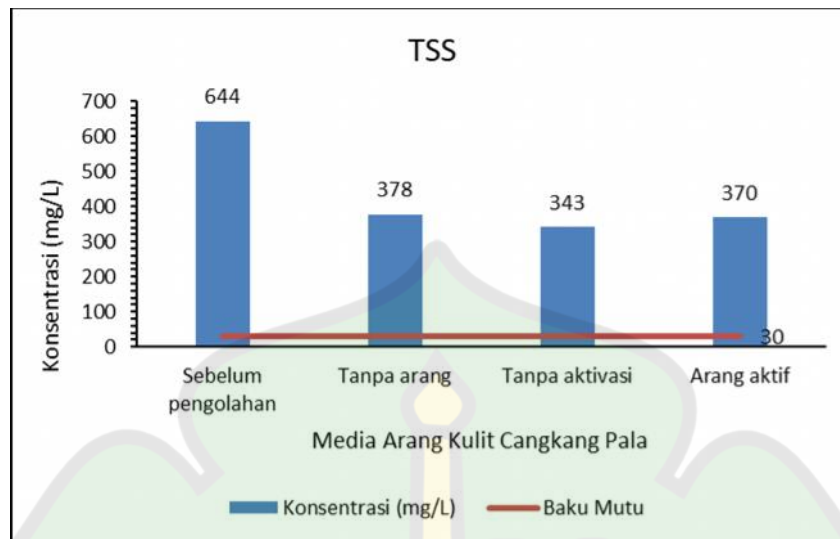
organik yang diikat oleh arang aktif maka semakin kecil nilai BOD yang terkandung pada suatu limbah. Berdasarkan Gambar 4.5 di atas penyisihan parameter BOD sudah sangat baik, namun jika diperlukan hasil yang lebih baik lagi dapat dilakukan dengan menambah ketebalan media pasir dan juga media arang aktif.

Penambahan pasir ke dalam media menyebabkan media akan semakin tebal sehingga limbah memiliki waktu tempuh yang lebih panjang sehingga penyerapan pencemar oleh media juga akan semakin optimal. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tebal media yang digunakan, semakin lama waktu kontak limbah dengan media dan semakin tinggi pula penyisihannya, sehingga persentase penurunan kadar pencemar akan semakin besar

Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Maryani dkk., 2014), yang menyatakan penambahan media pasir akan menyebabkan aliran air limbah menjadi semakin panjang, hal ini akan membuat hasil limbah yang diolah akan semakin optimal sudah sangat baik, namun jika diperlukan hasil yang lebih baik lagi dapat dilakukan dengan menambah ketebalan media pasir dan juga media arang aktif.

4.1.3 Parameter TSS

Nilai awal kadar TSS yaitu sebesar 644 mg/L, setelah melalui tahapan pengolahan memiliki penurunan yang berbeda-beda pada setiap unit. Setelah pengolahan hasil konsentrasi TSS pada setiap unit filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan TSS

Dari hasil yang terdapat pada Gambar 4.3, terjadi penurunan TSS sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan filtrasi. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa nilai kadar TSS awal sebesar 644 mg/L, dan nilai TSS melalui filtrasi tanpa arang cangkang biji pala sebesar 378 mg/L, dan hasil filtrasi menggunakan arang tanpa proses aktivasi sebesar 343 mg/L, sedangkan hasil filtrasi menggunakan arang aktif yaitu 370 mg/L.

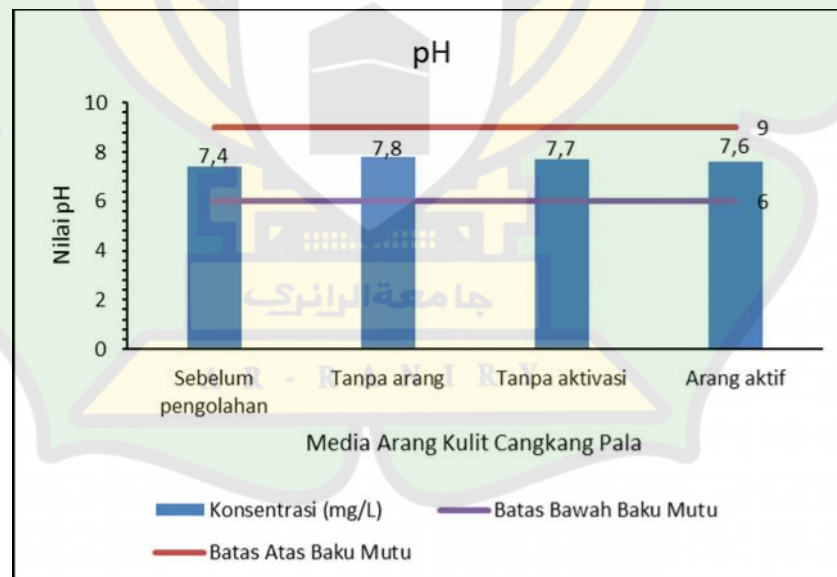
Efektivitas penurunan TSS pada unit yang menggunakan arang tanpa aktivasi (unit B) dan unit yang menggunakan arang aktif (unit C) secara berurut yaitu 46,7 % dan 42,5 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media tanpa arang aktif 3,5% lebih baik dalam menyisihkan parameter TSS dibandingkan dengan arang proses aktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan multimedia filter dengan arang aktif maupun arang tanpa proses aktivasi sama-sama mampu menurunkan kadar TSS, namun efektivitas penurunan terbaik yaitu menggunakan variasi media tanpa arang aktif.

Efektivitas penurunan kadar TSS pada filtrasi unit A (tanpa arang 0 cm) cenderung lebih kecil dibandingkan dengan unit B (cangkang biji pala 15 cm) dan C (arang aktif 15 cm). Hal ini dapat disebabkan partikel suspensi yang berada pada filtrasi unit A kemungkinan dapat melewati media filtrasi, karena dipengaruhi oleh ketebalan media dan pada unit A tidak terdapat media arang kulit buah kakao.

Ketebalan media arang dan pasir sangat mempengaruhi kadar TSS yang tersaring. Selain itu, untuk mengoptimalkan hasil TSS hal yang dapat dilakukan adalah memperkecil ukuran pasir yang digunakan, partikel-partikel yang berada pada air limbah tahu juga akan ditahan oleh media pasir, karubutiran pasir yang mempunyai sifat menahan dan menyaring koloit serta zat-zat yang tersuspensi didalam air akan ditahan dalam media pasir sehingga kualitas air meningkat. Namun, pasir perlu dioptimalkan menggunakan arang aktif agar lebih efektif sebagai adsorben karena arang aktif akan membantu media pasir untuk menghilangkan bau dan rasa (Muharrami, 2021).

4.1.4 Parameter pH

Hasil awal pH sebelum pengolahan adalah 7,4 hasil tersebut menandakan limbah cair tahu cenderung bersifat asam. Rendahnya nilai pH dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam perairan yang akan mengakibatkan kematian pada biota yang ada di dalam perairan tersebut (Sapriani dkk., 2016). Hasil konsentrasi pH pada setiap unit filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 4 Variasi Media Filtrasi Terhadap Penurunan pH

Berdasarkan Gambar 4.7 kadar pH limbah domestik setelah dilakukan pengolahan sudah mencapai baku mutu pada unit A, B dan C,. Kadar awal pH limbah cair tahu sebesar 7,4 kemudian mengalami kenaikan pH paling besarpada variasi media arang aktif yaitu sebesar 7,8 yang menuju hampir bernilai 8 (netral), hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif sangat mempengaruhi efektivitas pH.

pH limbah domestik yang awalnya bersifat asam, dengan menggunakan pengolahan filtrasi menggunakan arang cangkang biji pala dan pasir mampu meningkatkan nilai pH menuju netral. Kenaikan nilai pH disebabkan karena adanya serapan ion hidrogen (H^+) oleh arang aktif (Larasdkk.,2015). Pada unit yang tidak memiliki arang aktif mengalami kenaikan pH, hal ini diduga disebabkan oleh media pasir, yaitu terjadi mekanisme penyisihan zat organik dan anorganik sehingga terjadi perubahan berupapH. Hal ini ditandai dengan penangkapan dan penyerapan bahan organik dan anorganik melalui permukaan pasir sehingga limbah yang bersifat asam menuju ke basa (Sumarli dkk., 2016).

Berdasarkan Gambar 4.7 kadar pH limbah domestik setelah dilakukan pengolahan sudah mencapai baku mutu pada unit A, B dan C,. Kadar awal pH limbah cair tahu sebesar 7,4 kemudian mengalami kenaikan pH paling besarpada variasi media arang aktif yaitu sebesar 7,8 yang menuju hampir bernilai 8 (netral), hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif sangat mempengaruhi efektivitas pH.

pH limbah domestik yang awalnya bersifat asam, dengan menggunakan pengolahan filtrasi menggunakan arang cangkang biji pala dan pasir mampu meningkatkan nilai pH menuju netral. Kenaikan nilai pH disebabkan karena adanya serapan ion hidrogen (H^+) oleh arang aktif (Larasdkk.,2015). Pada unit yang tidak memiliki arang aktif mengalami kenaikan pH, hal ini diduga disebabkan oleh media pasir, yaitu terjadi mekanisme penyisihan zat organik dan anorganik sehingga terjadi perubahan berupapH. Hal ini ditandai dengan penangkapan dan penyerapan bahan organik dan anorganik melalui permukaan pasir sehingga limbah yang bersifat asam menuju ke basa (Sumarli dkk., 2016).

Berdasarkan hasil yang dipaparkan di atas, penggunaan arang aktif cangkang biji pala memberikan hasil yang. Meskipun arang aktif memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi karena proses aktivasi yang meningkatkan area permukaannya, penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan efektivitas dalam menyisihkan parameter pencemar tidak terlalu besar. Kontaminan juga dapat ditangani dengan baik oleh arang cangkang biji pala yang tidak diaktivasi, menandakan bahwa penggunaan arang aktif tidak selalu menjadi pilihan yang paling efektif.

4.2 Efektivitas Arang Aktif Cangkang Biji Pala dan Tidak Teraktivasi dalam Menyisihkan parameter Limbah Domestik

Tingkat efektivitas penyerapan kadar COD, BOD dan TSS oleh arang aktif cangkang biji pala didapatkan setelah proses pengolahan air limbah domestik. Pada pengujian efektivitas arang aktif ini menggunakan 3 variasi, yaitu variasi media tanpa arang (A), media arang tanpa aktivasi (B) dan media arang aktif (C), arang aktif yang digunakan berukuran 40 mesh. Ukuran partikel media filter mempengaruhi keberhasilan proses filtrasi. Menurut Reyra dkk. (2017) semakin kecil ukuran media maka luas permukaan filtrasi akan semakin besar, sehingga partikel yang terserap semakin banyak.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai efektivitas penyisihan kadar COD, BOD dan TSS menggunakan arang aktif kulit cangkang biji pala seperti yang terlihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui efektivitas penyisihan kadar COD, BOD dan TSS paling besar adalah dengan menggunakan media tanpa aktivasi, dengan efektivitas COD sebesar 55,6 %, BOD 62,5 %, dan TSS 46,7 %. Penggunaan arang yang sudah melalui proses aktivasi mempengaruhi efektivitas yang dihasilkan. Penyisihan kadar COD, BOD pada air limbah domestik paling efektif yaitu dengan menggunakan media arang aktif. Nilai dari setelah proses filtrasi pada parameter COD, BOD, TSS dan pH dengan penyusunan media tanpa arang kulit cangkang biji pala (unit filtrasi A) menghasilkan tingkat efektivitas parameter sebesar COD 37,2 %, BOD 25 %, TSS

41,3%. Efektivitas penurunan parameter air limbah domestik dengan media arang cangkang biji pala tanpa aktivasi (unit filtrasi B) Menghasilkan tingkat.

Tabel 4. 2 Efektivitas Penurunan Parameter COD, BOD dan TSS Air Limbah Domestik

Unit Filtrasi	Volume (L)	Ketebalan Media(cm)				Ef COD (%)	Ef BOD (%)	Ef TSS (%)
		Kerikil	Pasir	Arang biji pala	Arang aktif			
A	10	20	30	-	-	37,2	25	41,3
B		20	30	15	-	39,7	34,9	46,7
C		20	30	-	15	55,6	62,5	42,5

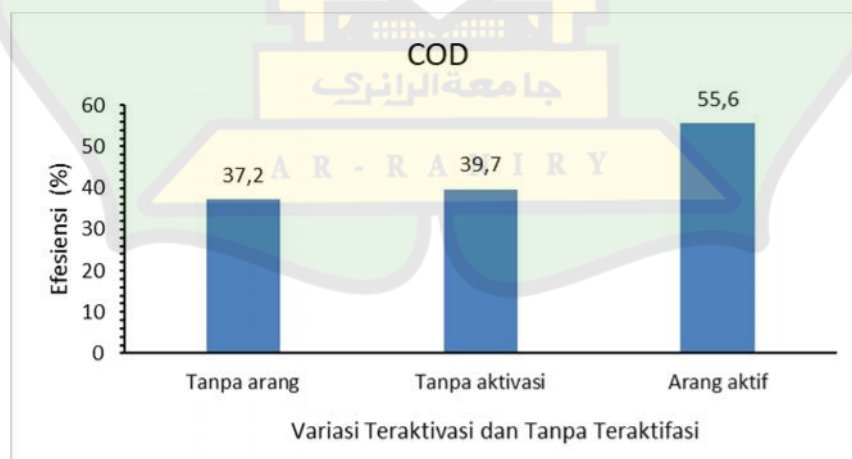
Keterangan :

A : Tanpa Arang

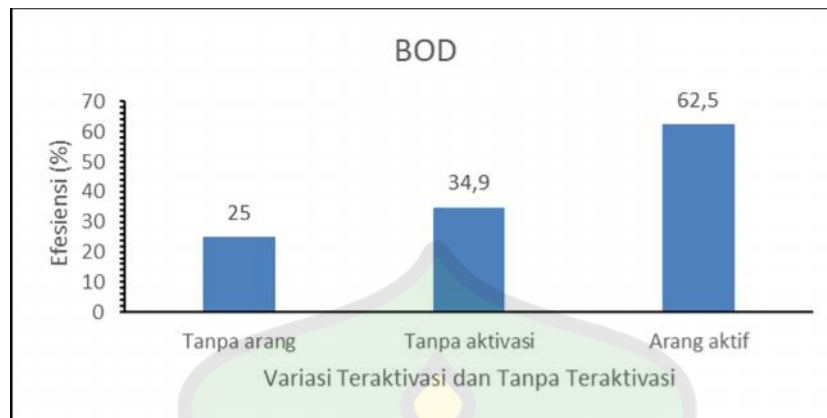
B : Arang Aktif Tanpa Aktivasi

C : Arang Yang di Aktivasi

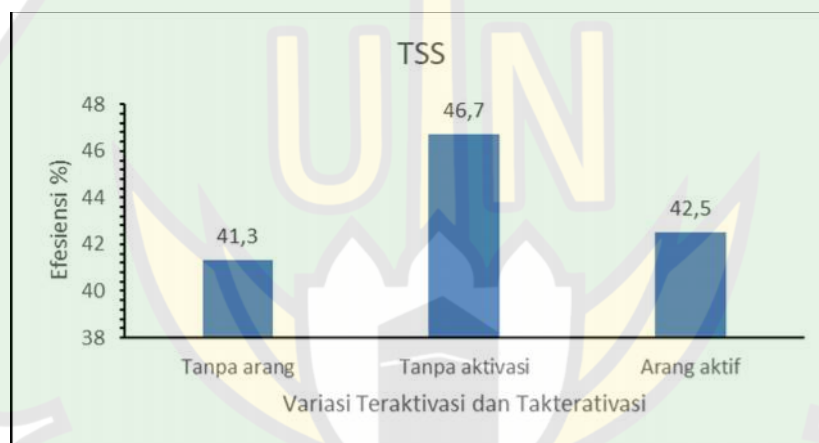
Sedangkan penurunan parameter air limbah domestik dengan penyusunan media arang aktif (unit filtrasi C) menghasilkan tingkat efektivitas COD 55,6 %, BOD 62,5 %, dan TSS 42,5 %. Efektivitas reduksi parameter COD, BOD dan TSS dapat dilihat pada Gambar 4.1 – 4.3.



Gambar 4. 5 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan COD



Gambar 4. 6 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan BOD



Gambar 4. 7 Variasi Media Filtrasi Terhadap Efektivitas Penurunan TSS

Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa kemampuan dalam penyisihan kadar COD, BOD dan TSS berbeda – beda setiap unitnya, unit dengan media arang cangkang biji pala yang diaktivasi memiliki efektivitas yang paling optimal. Hal itu disebabkan arang aktif memiliki fungsi penting pada proses filtrasi, arang aktif juga berperan dalam peresapan dan pertukaran ion secara bersamaan, sehingga dapat menguraikan dan menurunkan bahan (Krismayanti dkk., 2019). Meskipun atau lebih dari memenuhi standar baku mutu, penurunan beberapa air limbah domestik setelah pengolahan sudah optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas arang tanpa kulit cangkang biji palayang diaktivasi tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Hal ini diduga karena pada saat proses karbonisasi manual terjadi kerusakan pada

karakteristik arang tersebut, seperti perubahan struktur pori dan penurunan luas permukaan. Kerusakan ini mengakibatkan arang kehilangan kemampuan adsorpsinya yang optimal. Oleh karena itu, ketika arang aktif digunakan dalam proses filtrasi, ia tidak mampu lagi bekerja sebagaimana mestinya, sehingga tidak memberikan peningkatan performa yang diharapkan dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi.

Dengan demikian, meskipun arang aktif memiliki potensi yang lebih tinggi dalam kondisi ideal, kerusakan yang terjadi selama proses karbonisasi manual menghambat efektivitasnya dalam aplikasi praktis. Pada gambar tersebut dapat dilihat pada setiap unit menunjukkan penurunan yang sangat signifikan. Penurunan nilai BOD ini disebabkan karena bahanorganik yang terkandung pada air limbah domestik diikat oleh arang aktif cangkang biji pala sehingga bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik berkurang dan parameter BOD juga akan menurun.

Hal ini diperkuat oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Ilmanafia & Sudarminto, 2022) semakin besar bahan organik yang diikat oleh arang aktif maka semakin kecil nilai BOD yang terkandung pada suatu limbah. Berdasarkan Gambar 4.5 di atas penyisihan parameter BOD sudah sangat baik, namun jika diperlukan hasil yang lebih baik lagi dapat dilakukan dengan menambah ketebalan media pasir dan juga media arang aktif.

Penambahan media pasir membuat media akan semakin tebal sehingga limbah memiliki waktu tempuh yang lebih panjang sehingga penyerapan pencemar oleh media juga akan semakin optimal. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tebal media yang digunakan, semakin lama waktu kontak limbah dengan media dan semakin tinggi pula penyisihannya, sehingga persentase penurunan kadar pencemar akan semakin besar. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Maryani dkk., 2014), yang menyatakan penambahan media pasir akan menyebabkan aliran air limbah menjadi semakin panjang, hal ini akan membuat hasil limbah yang diolah akan semakin optimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

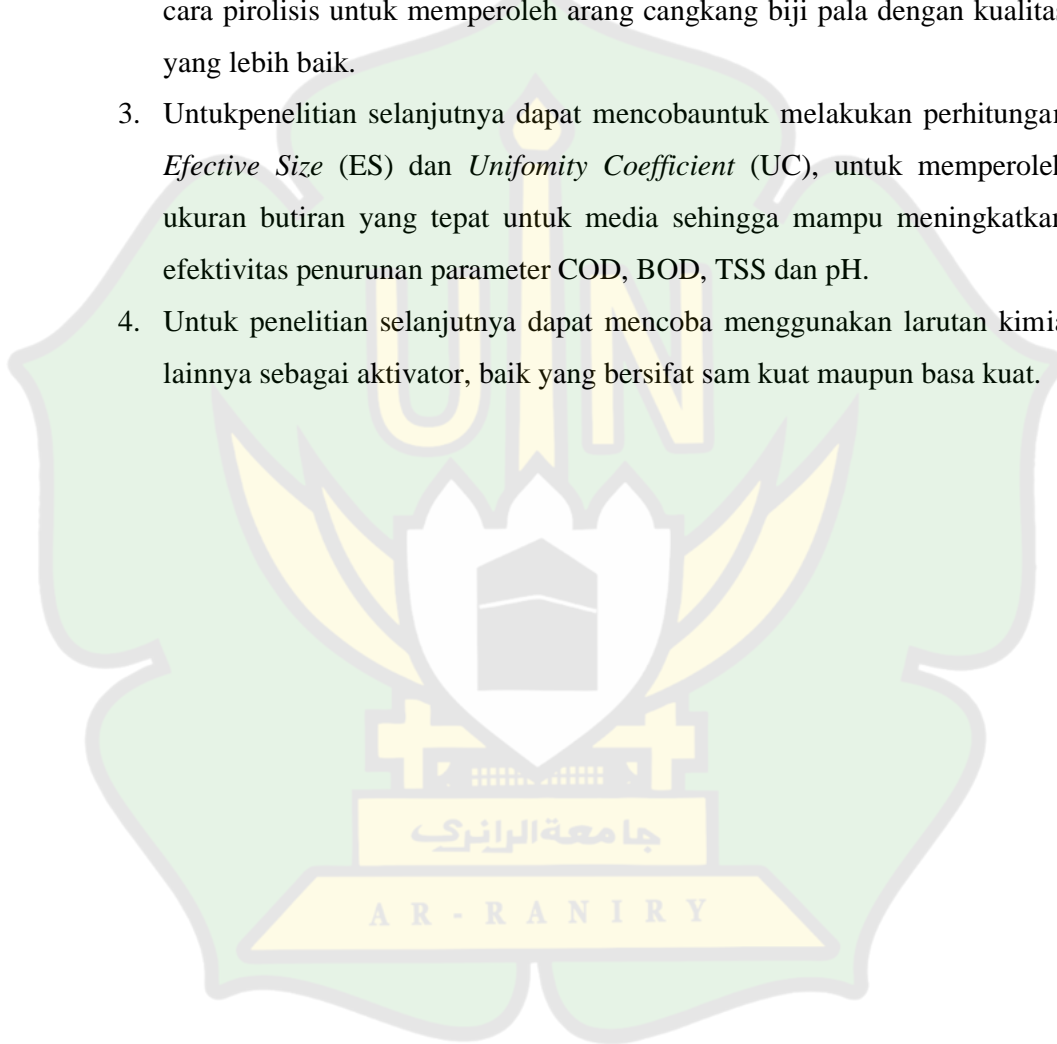
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Efektivitas penurunan parameter pencemaran berbeda-beda pada setiap unitnya. Pada unit A dengan media penyusunan tanpa arang cangkang biji pala menghasilkan tingkat efektivitas parameter sebesar COD 37,2 %, BOD 25 % dan TSS 41,3 %. Pada unit B dengan media penyusunan arang cangkang biji pala tanpa aktivasi menghasilkan tingkat efektivitas untuk parameter COD 39,7%, BOD 34,9 % dan TSS 46,7 %. Pada unit C dengan media penyusunan arang cangkang bijipala menghasilkan tingkat efektivitas COD 55,6 %, BOD 62,5 % dan TSS 42,5. Perubahan terhadap nilai pH tidak melampaui baku mutu, atau masih di batas ambang baku mutu.
2. Perbedaan efektivitas penurunan parameter COD yaitu sebesar 15,9 %, pada parameter BOD yaitu sebesar 27,6 %, dan pada parameter TSS yaitu sebesar 4,2 %. Penggunaan media yang arang yang sudah melalui proses aktivasi memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan media arang yang belum melalui proses aktivasi
3. Pada penggunaan arang aktif cangkang biji pala yang tidak diaktivasi memberikan hasil yang signifikan dibandingkan dengan arang aktif cangkang biji pala yang diaktivasi. Meskipun arang aktif yang tidak diaktivasi memiliki kapasitas adsorben lebih tinggi

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah penelitian dilakukan adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba menambahkan ketebalan media untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal.
2. Untuk penelitian selanjutnya proses karbonisasi dapat dilakukan dengan cara pirolisis untuk memperoleh arang cangkang biji pala dengan kualitas yang lebih baik.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba untuk melakukan perhitungan *Effective Size* (ES) dan *Uniformity Coefficient* (UC), untuk memperoleh ukuran butiran yang tepat untuk media sehingga mampu meningkatkan efektivitas penurunan parameter COD, BOD, TSS dan pH.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba menggunakan larutan kimia lainnya sebagai aktivator, baik yang bersifat sam kuat maupun basa kuat.



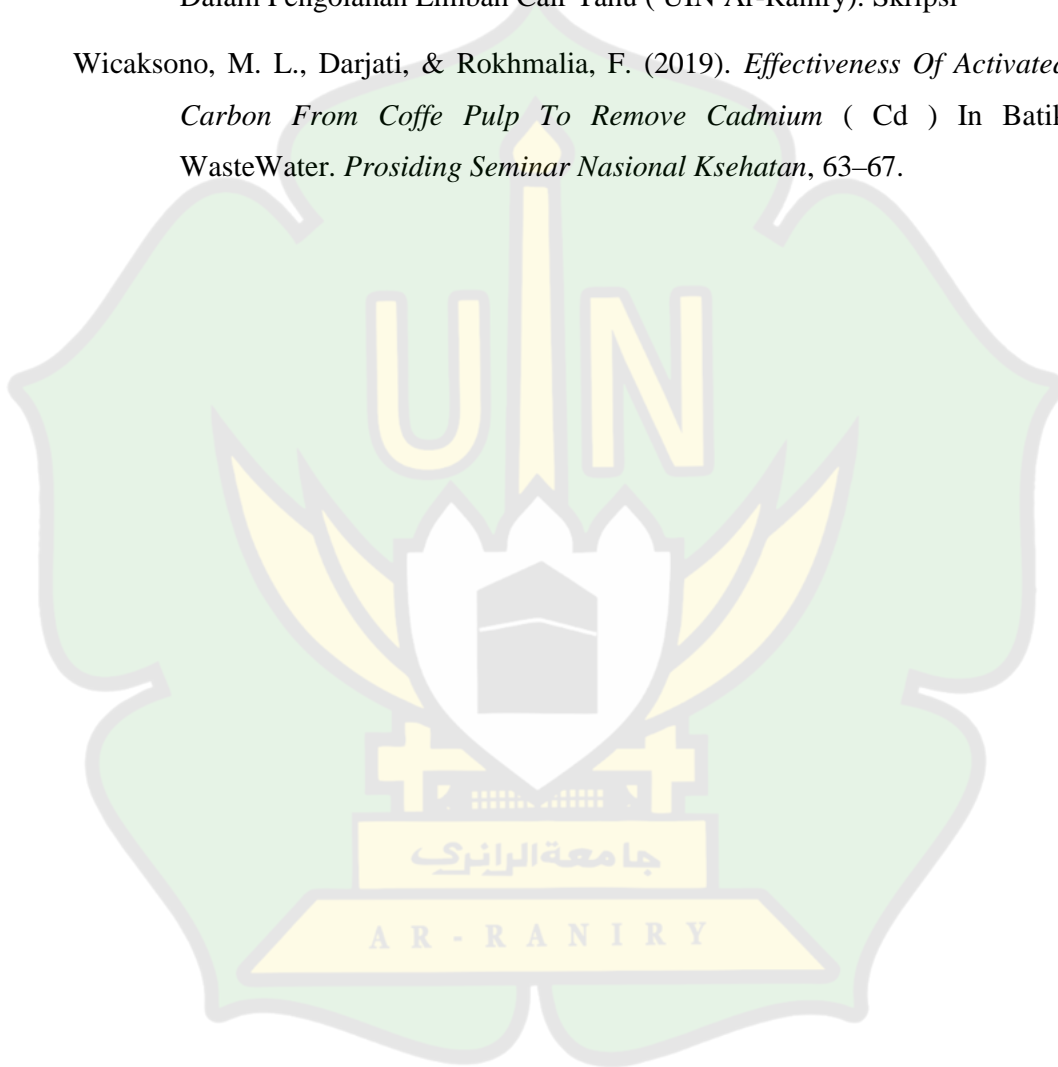
DAFTAR PUSTAKA

- Adriati, Y. (2021). *Model Pengolahan Air Baku Dengan Sistem Kombinasi Filter Down Flow – Up Flow* [Program Studi S3 Teknik Sipil]. Universitas Hasanuddin.
- Al Hudha, N. U. (2022). Penggunaan Arang Aktif dari Cangkang Pala (*Myristica Fragrans houtt*) Sebagai Media Penyerapan Dalam Pengurangan COD Dan BOD Pada Limbah Cair Tahu (UIN Ar-Raniry). Skripsi.
- Anisyah, A. , Arnelli, A. , dan Astuti, Y. (2021). Pengembangan Karbon Aktif Yang Dimodifikasi Dengan Surfaktan Sodium Lauryl Sulfat (Smac-Sls) Dari Kulit Tempurung Kelapa Melalui Penggunaan Aktivator $ZnCl_2$ Dan Gelombang Mikro Sebagai Media Untuk Menyerap Kation Pb (II). *Greensphere: Jurnal Kimia Lingkungan*, 1(1), 1-6.
- Andrie, Fatmawati, S., & Tehuayo, H. (2016). Rancangan Sistem Penjernihan Air Baku Dengan Sistem Slow Sand Filter Di Desa Lekopancing Kab. Maros Sulawesi Selatan. *ILTEK*, 11(1), 1523–1530.
- Arnita, S. (2019). Survei Sebaran Pasir Kuarsa menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Pantai Udung Kabupaten Majene Sulawesi Barat. 1–63.
- Artiyani, A., dan Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Penyaringan Metode Up flow Pengolahan Penyaringan Up flow menggunakan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Mengurangi Konsentrasi Fosfat dan Deterjen pada Air Limbah Rumah Tangga. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 8-15.
- Astria, F., Subito, M., & Nugraha, D. W. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (Sms) Gateway. *Jurnal MEKTRIK*, 1(1), 47–55.

- Amin, M., B., D. C., Isnugroho, K., & Hendro Nursito, Y. (2020). *Jurnal Ilmu Lingkungan* : 23-12-2019. 14(1), 45–53.
- Artiyani, A., dan Firmansyah, N.H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengoalahan Filtrasi Up Flow dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 8-
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Tentang Air dan Air Limbah- Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS) Secara Gravimetri*. SNI-06-6989.3-2004. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Tentang Metode Cara Uji pH*. SNI 06-6898.11-2004. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Tentang Metoda pengambilan contoh air limbah*. SNI 6989.59:2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Tentang Air dan Air Limbah-Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)*. SNI 6989.72.2009. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) Dengan Refluks Tertutup Secara Titrimetri*. SNI6989.73:2- 2009. Jakarta.
- Daroisni, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis Bod (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil*, 1(4), 558–567.
- Filliazati, M., Apriani, I., dan Titin Anita Zahara. (2013). Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Biofilter Aerob Memanfaatkan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 1.
- Gulton, S. O., Mess, T. N., dan Isak Silamba. (2018). Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Media Filtrasi Terhadap Kualitas Limbah Cair Ekstrsi Sagu. *Jurnal Agrotek*, 12 (No.2).

- Hitijahubessy, H. (2019). Analisis Kualitas Karbon aktif Tempurung Pala (*myristica fragrans*) Sebagai Agen Pengadsorpsi. *Rumphius Pattimura Biological Journal*, 1(2), 001-004.
- Ilmanafia, A., & Sudarminto, H. P. (2023). Pemanfaatan Adsorben Arang Aktif Bonggol Jagung Untuk Penurunan Bod Dan Cod Pada Limbah Cair Pengolahan Rumput Laut. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 909– 913.
- Indo /, La ode., Rahmanipu., & haeruddin (2019). Pengaruh pengguna adsorben pasir kuarsa terhadap sifat fisika kimia asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa. *Jurnal pendidikan Kimia Universitas Halu Oleo*. 4 (1), 88.
- Kakomole, J. B. (2012, October). Karakteristik Pengeringan Biji Pala (*Myristica Fragrans* H) Menggunakan Alat Pengering Energi Surya Tipe Rak. *InCocos*. 1 (1).
- Kusnoputranto, H. 2000. Kesehatan Lingkungan. Depok: Universitas Indonesia.
- Meiliati, M. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3). *Jd* 2020, 5, 14,
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Sari Dewi, P. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (*Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid*) Di Perairan Teluk Lampung | wati | Analit: *Analytical and Environmental Chemistry*. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–46.
- Sucipto, cecep Dani. 2012. Teknologi Pengolahan Daur Ulang. Yogyakarta; Gosyen Publishing.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2019). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Down flow. *Jurnal Sumber daya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 31–39.
- Sugiharto, (1987). Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. Jakarta: UI Press.

- Sagita, N., Aprilia, H., Arumsari, A. Penggunaan Karbon Aktif Tempurung Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Sebagai Adsorben untuk pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai. *Prosiding Farmasi 2020* 68-73
- Sapriyadi, (2024). Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Media Filtrasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu (UIN Ar-Raniry). Skripsi
- Wicaksono, M. L., Darjati, & Rokhmalia, F. (2019). *Effectiveness Of Activated Carbon From Coffe Pulp To Remove Cadmium (Cd) In Batik WasteWater. Prosiding Seminar Nasional Ksehatan*, 63–67.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

LAMPIRAN I
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR P.68/Menlhk-Setjen/2016
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERSENDIRI

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan:

*= Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Salinan sesuai dengan alinya MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
KEPALA BIRO HUKUM, KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

ttd.

KRISNA RYA

SITI NURBAYA

Lampiran 2. Hasil Uji (BOD, COD)

No.	Parameter	Teknik Pengujian	Acuan Analisa	Jenis Sampel	Hasil Analisa (mg/L)
1	BOD ₅	Titrimetri/ Winkler	SNI 6989.72-2009	Sebelum pengolahan	48,32
				Tanpa arang aktif	36,24
				Arang yang tidak diaktivasi	31,41
				Arang yang diaktivasi	18,12
2	COD	Spektrofotometri	SNI 6989.2-2019	Sebelum pengolahan	73,35
				Tanpa arang aktif	46,01
				Arang yang tidak diaktivasi	44,36
				Arang yang diaktivasi	32,56

Catatan:
- Sertifikat Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh uji tersebut di atas

Siti, 18 Juli 2025
Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Kabupaten Pidie,
Penanggung Jawab Teknis Laboratorium

Murdah, ST. MT.
Pembina/NIP. 19730912 200504 1 001

Halaman 1 dari 1

Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya, tanpa persetujuan tertulis dari laboratorium

Lampiran 3. Surat Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh

Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922

E-mail: tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id | Web : www.fst.ar-raniry.ac.id

Nomor : B-303/Un.08/TL/PP.00.9/06/2025

Banda Aceh, 2 Juni 2025

Sifat : Biasa

Hal : Permohonan Penelitian

Kepada Yth.
Kepala Laboratorium Lingkungan DLH
Kabupaten Pidie
di-
Tempat

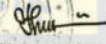
Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan akan dilakukannya Penelitian sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, maka dengan ini kami memohon izin agar Mahasiswa kami dapat melakukan pengambilan sampel untuk uji pendahuluan Tugas Akhir. Pengambilan Data akan dilakukan mulai tanggal 10 Juni 2025 s/d 10 Juli 2025. Adapun Mahasiswa yang akan melakukan penelitian:

Nama Mahasiswa : Nurlisa
NIM : 190702044
Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Cangkang Biji Pala (*Myristica Fragrans*) sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Limbah Domestik




Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,


Husnawati Yahya

AR-RANIRY

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

No	Gambar	Keterangan
1.		<p>Cangkang biji pala sebanyak 6 kg di cuci dan dikeringan dibawah sinar Matahari selama 7 hari</p>
2.		<p>Pembakaran cangkang biji pala secara konvensional</p>
3.		<p>Arang cangkang biji pala yang di oven selama 2 jam dalam temperatur 105°C</p>

4.		<p>Hasil arang cangkang biji pala dihaluskan menggunakan mortal dan ayakan menggunakan ayakan 40 mesh</p>
5.		<p>Arangcangkang biji palayang sudah berukuran 40 mesh akan diaktifasi menggunakan HCL 01,M</p>
6.		<p>Arang aktif dioven pada suhu 105°c selama 2 jam</p>

7.		Pengambilan air limbah domestik
8.		Unit filtrasi yang digunakan
9.		Penambahan media filter pada unit filtrasi

	<p>Hasil arang dihaluskan menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh</p>
	<p>Proses pengecekan TSS menggunakan vakum filtrasi dilab Teknik Lingkungan</p>
	<p>Proses analisis nilai pH menggunakan pH meter LabTeknik Lingkungan</p>

Lampiran 5. Perhitungan Sampel Parameter TSS Limbah Domestik

A. Perhitungan Sampel Parameter TSS Limbah Domestik

1. Sampel Awal

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,1960 - 0,1520}{0,1} \times 100 \\ &= 644 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Unit Media Variasi Aktivasi dan Tanpa Aktivasi

a. Media Arang Aktiv 15 cm

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,15803 - 0,1520}{0,1} \times 100 \\ &= 370 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Media Cangkang Biji pala 15 cm

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,13803 - 0,1520}{0,1} \times 100 \\ &= 343 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c. Media 0 cm

$$\begin{aligned} \text{TSS mg/L} &= \frac{(A-B)}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \times 1000 \\ &= \frac{0,5222 - 0,1520}{0,1} \times 100 \\ &= 378 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, TSS dan pH
Limbah Domestik

**A. Perhitungan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, TSS dan pH
Limbah Domestik**

1. Efisiensi Penurunan COD

a. Media Tanpa Arang

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{73,35 - 46,01}{73,35} \times 100 \\ &= 37,2\% \end{aligned}$$

b. Media Arang Tanpa Aktivasi

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{73,35 - 44,36}{73,35} \times 100 \\ &= 39,7\% \end{aligned}$$

c. Media Arang Aktif

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{73,35 - 32,56}{73,35} \times 100 \\ &= 55,6\% \end{aligned}$$

2. Efisiensi Penurunan BOD

a. Media Tanpa Arang

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{48,32 - 36,24}{48,32} \times 100 \\ &= 25\% \end{aligned}$$

b. Media Arang Tanpa Aktivasi

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{48,32 - 31,41}{48,32} \times 100 \\ &= 34,9\% \end{aligned}$$

c. Media Arang Aktif

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{48,32 - 15,12}{48,32} \times 100 \\ &= 62,5\% \end{aligned}$$

3. Efisiensi Penurunan TSS

a. Media Arang Aktif

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{644 - 370}{644} \times 100 \\ &= 42.54\% \end{aligned}$$

b. Media Arang Tanpa Aktifasi

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{644 - 343}{644} \times 100 \\ &= 46.73\% \end{aligned}$$

c. Media Tanpa Arang

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{A_0 - A_n}{A_n} \times 100 \\ &= \frac{644 - 378}{644} \times 100 \\ &= 41.30\% \end{aligned}$$

Lampiran 7. Rancangan Anggaran Biaya Penelitian

No	Uraian	Jumlah	Harga (Rp)
1.	Aquades	10 Liter	30,000
2.	Kertas Saring Whatman 42	2 Lembar	40,000
3.	HCL 37%	100mili	100,000
4.	Aluminium Foil	1 kotak	30,000
5.	PipaPVC 4 inch	267 cm	300,000
6.	Pipa PVC ½ inch	14 cm	10,000
7.	Dop PVC 4 inch	3 buah	75,000
8.	Cek Analisa Nilai BOD di Lab UPTD Sigli	4 sampel	300,000
9.	SarungTangan & Masker	6 pasang	40.000
10.	Gayung & Corong Plastik	1 buah	20.000
11.	Lain-lainnya		60.000
	Total		1.005.000