PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT BUAH MAHONI (*Swietenia mahagoni*) SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH PEMOTONGAN HEWAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

FARHATUL AINI
NIM. 210702023
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2026 M/1447 H

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT BUAH MAHONI (*Swietenia mahagoni*) SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH PEMOTONGAN HEWAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:
FARHATUL AINI
NIM. 210702023
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,	**Pembimbing II,**
Arief Rahman, M.T.	**Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.**
NIDN. 2010038901	**NIDN. 2010048202**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT BUAH MAHONI (*Swietenia mahagoni*) SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH PEMOTONGAN HEWAN

TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Kamis/ 8 Januari 2026
Kamis/ 19 Rajab 1447
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,	Sekretaris,
Arief Rahman, M.T.	**Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.**
NIDN. 2010038901	**NIDN. 2010048202**
Penguji I,	Penguji II,
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.	**Ir. Lisa Ginayatri, S.T., M.T.**
NIDN. 2002028301	

Mengetahui:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Farhatul Aini
NIM	: 210702023
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul	: Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

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

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

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

Banda Aceh, 28 Januari 2026

Yang Menyatakan,

Farhatul Aini

ABSTRAK

Nama : Farhatul Aini

NIM : 210702023

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan

Tanggal Sidang : 8 Januari 2026

Jumlah Halaman : 66

Pembimbing I : Arief Rahman, M.T.

Pembimbing II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.

Kata Kunci : Arang Aktif, Filtrasi, Kulit Buah Mahoni, Air Limbah RPH

Air limbah dari Rumah Potong Hewan yang berada di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Banda Aceh mengandung polutan organik tinggi yang berisiko merusak ekosistem karena malampaui baku mutu Permen LH No. 5 Tahun 2014. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas arang aktif kulit buah mahoni sebagai media filtrasi dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS dan NH_3-N, serta membandingkan kinerja arang dengan dan tanpa aktivasi kimia. Metode penelitian menggunakan eksperimen sistem filtrasi downflow pada tiga unit: unit A (kontrol), unit B (arang tanpa aktivasi) dan unit C (arang diaktivasi dengan KOH 2%). Sampel limbah sebanyak 10 liter dialirkan pada tiap unit untuk diukur penurunan parameternya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unit C memberikan efektivitas penurunan tertinggi, yaitu BOD sebesar 89%, COD 90%, TSS 82% dan NH_3-N turun sebesar 60%. Capaian tersebut telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Dapat disimpulkan bahwa arang aktif kulit buah mahoni dengan aktivasi kimia jauh lebih efektif dibandingkan arang tanpa aktivasi maupun unit kontrol. Penggunaan limbah biomassa ini merupakan solusi filtrasi yang ramah lingkungan dan ekonomis untuk mengolah limbah RPH. Proses aktivasi KOH secara nyata meningkatkan kapasitas adsorpsi sekaligus memberikan nilai tambah terhadap limbah kulit mahoni.

ABSTRACT

Name : *Farhatul Aini*

Student ID Number : *210702023*

Department : *Environmental Engineering*

Title : *Utilization of Activated Carbon from Mahogany (Swietenia mahagoni) Fruit Peel as a Filtration Medium for Slaughterhouse Watewater Treatment*

Date of Session : *8 January 2026*

Number of Pages : *66*

Advisor I : *Arief Rahman, M.T.*

Advisor II : *Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.*

Keyword : *Activated Carbon, Filtration, Swietenia mahagoni, Slaughterhouse Wastewater*

Wastewater from the slaughterhouses (RPH) in Gampong Pande, Kuta Raja District, Banda Aceh, contains high levels of organic pollutants that exceed the quality standard of Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014, posing a risk to the ecosystems. This study aims to analyze the effectiveness og mahogany fruit shell activated carbon as a filtration medium in reducing BOD, COD, TSS and NH_3-N parameters, as well as to compare the performance of activated carbon with and without chemical activation. The research method utilized an experimental downflow filtration system across three units: unit A (control), unit B (non-activated carbon) and unit C (carbon activated with 2% KOH). A 10-liter wastewater sample was passed trough each unit to measure parameter reduction. The result showed that unit C achieved the highest reduction efficiency: BOD by 89%, COD by 90%, TSS by 82% and NH_3-N by 60%. These achievements met the established quality standard. In conclusion, mahogany fruit shell activated carbon with chemical activation is significantly more effective than both non-activated carbon and the control unit. Thes use of this biomass waste offers an eco-friendly and economical filtration solution for slaughterhouse wastewater treatment. The KOH activation process significantly enhances adsorption capacity while providing added economic value to mahogany shell waste.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, *Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*. Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. *Shalawat* serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw. yang telah membawa umat manusia ke jalan ilmu pengetahuan.

Alhamdulillah dengan izin dan bimbingan Allah Swt., penulis berhasil menyusun Tugas Akhir yang berjudul "Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan". Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Teknik Lingkungan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini telah melalui proses yang panjang, dimulai sejak awal perkuliahan hingga memasuki tahap akhir studi. Kesuksesan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan banyak pihak yang telah membantu, membimbing, memberikan saran serta memberikan motivasi. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada ayahanda Prof. Dr. Buhori Muslim, M.Ag. dan ibunda Halimah, S.Pd. atas do'a, bimbingan, motivasi, nasihat dan segala bentuk dukungan yang diberikan serta meridhoi setiap langkah dalam hal apapun. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut berkontribusi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik saya di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

4. Bapak Arief Rahman, M.T. selaku dosen Pembimbing I yang dengan sabar memberikan arahan, motivasi, kritik dan saran hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku dosen Pembimbing II yang dengan sabar memberikan arahan, motivasi, kritik dan saran hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
6. Bapak/Ibu dosen serta seluruh staf dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, masukan dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini, sehingga dapat menjadi karya tulis yang lebih baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Banda Aceh, 8 Januari 2026

Penulis

Farhatul Aini

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR ..... **ii**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH) 5
2.1.1 Dampak pencemaran air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) 5
2.1.2 Baku mutu air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) 6
2.2 Metode Filtrasi 7
2.2.1 Media pasir 8
2.2.2 Media arang aktif 9
2.2.3 Kerikil 9
2.3 Arang Aktif 9
2.4 Kulit Mahoni (*Swietenia mahagoni*) 11
2.5 Parameter Kimia Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) 11
2.5.1 BOD (*Biochemical oxygen demand*) 11
2.5.2 COD (*Chemical oxygen demand*) 12
2.5.3 TSS (*Total suspended solid*) 13

2.5.4 NH_3-N (Amonia-Nitrogen) 13
2.5.5 pH (*Power of hydrogen*) 13
2.6 Penelitian Terdahulu 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 16
3.2 Pengambilan Sampel 16
3.2.1 Lokasi pengambilan sampel air limbah 16
3.2.2 Teknik pengambilan sampel 18
3.3 Diagram Alir Penelitian 19
3.4 Alat dan Bahan Penelitian 19
3.4.1 Alat-alat 19
3.4.2 Bahan 20
3.5 Prosedur Penelitian 21
3.5.1 Pembuatan arang aktif kulit buah mahoni 21
3.5.2 Tahap aktivasi arang 21
3.5.3 Rancangan unit filtrasi 21
3.5.4 Prosedur eksperimen 23
3.6 Analisis Laboratorium Setelah Proses Filtrasi 23
3.6.1 Pengukuran parameter BOD (SNI 6989.72:2009) 23
3.6.2 Pengukuran parameter COD (SNI 6989.2:2009) 25
3.6.3 Pengukuran parameter TSS (SNI 6989.3:2019) 25
3.6.4 Pengukuran parameter NH_3-N (SNI 6989.30:2005) 26
3.6.5 Pengukuran parameter pH (SNI 6989.11:2019) 27
3.7 Pengolahan Data 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29
4.1 Karakteristik Awal Air Limbah RPH 29
4.2 Hasil Pengolahan Air Limbah RPH dengan Sistem Filtrasi 31
4.3 Perbandingan Kinerja Arang Aktif dan Arang Tanpa Aktivasi 33
4.4. Efektivitas Penurunan Parameter pada Masing-Masing Unit Filtrasi 41
BAB V PENUTUP 48
5.1 Kesimpulan 48
5.2 Saran 48

DAFTAR PUSTAKA **50**
LAMPIRAN **53**

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pasir 8
Gambar 2.2 Kerikil 9
Gambar 2.3 Buah dan kulit buah mahoni.....11
Gambar 3.1 UPTD Rumah Potong Hewan Kota Banda Aceh 16
Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel air limbah RPH.....17
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian 19
Gambar 3.4 Desain unit filtrasi 22
Gambar 4.1 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan BOD 33
Gambar 4.2 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan COD 35
Gambar 4.3 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan TSS.....36
Gambar 4.4 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan NH_3-N 38
Gambar 4.5 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan pH 39
Gambar 4.6 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas BOD 42
Gambar 4.7 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas COD 42
Gambar 4.8 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas TSS.....43
Gambar 4.9 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas NH_3-N 44

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah RPH 7
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu 22
Tabel 3.1 Alat konstruksi unit filtrasi.....19
Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam proses eksperimen 10
Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam proses penelitian.....20
Tabel 4.1 Karakteristik awal air limbah RPH (Influen) dan perbandingan dengan baku mutu air limbah RPH 30
Tabel 4.2 Hasil uji kualitas air limbah RPH setelah pengolahan dan efisiensi penurunan parameter 32

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Baku Mutu Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan 53
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian.....54
Lampiran 3 Perhitungan.....59
Lampiran 4 Lembar Hasil Uji Laboratorium 62
Lampiran 5 Rancangan Anggaran Biaya (RAB) Penelitian.....63

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah Pemotongan Hewan atau disebut RPH adalah suatu bangunan dengan desain khusus yang memenuhi persyaratan teknis dan higienis tertentu yang digunakan untuk pemotongan hewan (Dano, 2023). RPH bertujuan sebagai sarana pelayanan kepada masyarakat penyediaan daging yang aman, sehat dan berkualitas, sekaligus memantau terjadinya kasus penyakit menular serta berperan sebagai sumber pendapatan bagi daerah sekitar melalui kegiatan distribusi dan biaya pemotongan. Kegiatan yang dilakukan di rumah pemotongan hewan mencakup proses pemotongan ternak, pembersihan area pemotongan, pembersihan kandang penampungan, pembersihan kandang isolasi, pembersihan isi perut dan pengelolaan air sisa perendaman.

Kegiatan pemotongan hewan di RPH menghasilkan air limbah berupa air limbah organik *biodegradable* yang mengandung darah, sisa pencernaan, urin dan bahan pencemar lainnya, terutama dari proses pencucian. Parameter fisik, kimia dan biologi air limbah ini telah melampaui batas yang ditetapkan, sehingga berpotensi merusak lingkungan, mengganggu ekosistem air dan membahayakan kesehatan manusia (Lubis dkk., 2020). Dampak pencemaran tersebut dapat dirasakan dalam tiga aspek, yaitu fisik, kimia dan biologi. Dari segi fisik limbah menghasilkan bau yang tidak sedap, dari segi kimia limbah dapat mencemari badan air dan tanah sementara dari segi biologi limbah padat yang menumpuk menjadi tempat berkembang biaknya lalat dan vektor penyakit lainnya. Efluen air limbah RPH mengandung sekitar 45% zat organik terlarut dan 55% padatan tersuspensi (*suspended solid*) yang dapat disaring (Wulandari dkk., 2022).

Berdasarkan hasil uji pendahuluan terhadap air limbah RPH Gampong Pande, Kota Banda Aceh diketahui memiliki beban pencemar yang tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan perairan disekitarnya apabila dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Tingginya nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) menunjukkan bahwa air limbah mengandung konsentrasi bahan organik yang besar dan mudah terurai secara biologis yang dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di

perairan. Selain itu, tingginya kadar *Total Suspended Solid* (TSS) mengindikasikan adanya padatan tersuspensi yang dapat meningkatkan kekeruhan dan mengganggu ekosistem perairan. Konsentrasi amonia yang melebihi baku mutu juga menunjukkan terjadinya proses dekomposisi protein yang berasal dari aktivitas pemotongan hewan. Kondisi tersebut menegaskan bahwa air limbah RPH memerlukan sistem pengolahan yang efektif untuk menurunkan kadar pencemar sebelum dibuang ke lingkungan agar efluen yang dihasilkan memenuhi standar baku mutu air limbah yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

Salah satu upaya untuk menghasilkan air limbah RPH yang memenuhi persyaratan sebelum dibuang ke badan air atau lingkungan adalah dengan melakukan proses pengolahan terlebih dahulu. Salah satu metode pengolahan air limbah yang dapat diterapkan adalah filtrasi menggunakan media arang aktif. Filtrasi dalam pengolahan air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) bertujuan untuk menurunkan kadar pencemar dengan memanfaatkan media filter. Media filter yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, arang aktif yang berasal dari kulit buah mahoni dan kerikil sebagai media penyangga. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan air limbah dengan sistem unit filtrasi tipe *downflow* yaitu aliran yang bergerak dari atas ke bawah. Pemilihan sistem ini didasarkan pada keunggulannya dalam hal biaya yang rendah, kemudahan pengoperasian serta pemeliharaan yang sederhana dan efisien.

Menurut Azis dkk, (2021), arang aktif memiliki peran penting dalam sektor industri karena kemampuannya dalam mengadsorpsi bau, warna, gas serta logam. Secara umum, arang aktif dimanfaatkan sebagai bahan penyerap dan penjernih. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, kebutuhan arang aktif di Indonesia menunjukkan peningkatan setiap tahunnya yang didasarkan pada data produksi dan impor hingga mencapai 11.860,851 ton pada yahun 2018 (Winata dkk., 2020). Oleh karena itu, pemanfaatan kulit buah mahoni sebagai bahan baku pembuatan arang aktif memiliki prospek yang sangat baik dalam meningkatkan nilai ekonomi kulit buah mahoni yang selama ini masih tergolong sebagai limbah padat dan relatif mudah diperoleh.

Kulit buah mahoni memiliki potensi besar sebagai bahan baku arang aktif karena kandungan kimia didalamnya yang meliputi selulosa 41,9%, hemiselulosa 15,4%, lignin 26,46% dan ekstraktif 16,24% (Kosim dkk., 2021). Komposisi ini dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi media filter yang mana tingginya kadar lignin dan selulosa membantu memperkuat struktur pori-pori arang aktif. Oleh karena itu, pemanfaatan arang aktif dari kulit buah mahoni dapat meningkatkan kualitas air yang tercemar limbah industri serta memberikan nilai tambah secara ekonomis.

Berdasarkan penjelasan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan" untuk mengevaluasi kemampuan arang aktif kulit buah mahoni dalam menurunkan zat pencemar pada air limbah RPH. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembuatan arang aktif dari kulit buah mahoni, sehingga kulit buah mahoni dapat dimanfaatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas arang aktif kulit buah mahoni sebagai media filter dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH pada air limbah rumah pemotongan hewan (RPH)?
2. Bagaimana perbandingan kinerja filtrasi arang kulit buah mahoni melalui proses aktivasi dibandingkan tanpa proses aktivasi dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH pada air limbah rumah pemotongan hewan (RPH)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis efektivitas arang aktif kulit buah mahoni sebagai media filter dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH pada air limbah rumah pemotongan hewan (RPH).

2. Untuk mengevaluasi perbandingan kapasitas adsorpsi arang kulit buah mahoni yang diaktivasi dan tanpa aktivasi dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH pada air limbah rumah pemotongan hewan (RPH).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian adalah:

1. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan kulit buah mahoni sebagai media filter untuk menurunkan kadar pencemar dalam air limbah RPH.
2. Dapat memberikan solusi untuk menanggulangi pencemaran lingkungan akibat air limbah RPH.
3. Sebagai referensi untuk penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan kulit buah mahoni sebagai media filter.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Kulit buah mahoni yang digunakan tidak berdasarkan kriteria atau ukuran tertentu, tetapi digunakan dalam kondisi baik, tidak busuk dan tidak kotor.
2. Parameter penelitian yang diuji adalah kadar BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

Rumah Pemotongan Hewan (RPH) adalah bangunan yang digunakan untuk penyembelihan hewan dan pengolahannya menjadi daging yang layak dikonsumsi oleh masyarakat (Gading dkk., 2021). Keberadaan RPH di setiap wilayah sangat penting untuk menjamin ketersediaan daging yang aman, sehat dan halal. Rangkaian kegiatan dalam proses pemotongan meliputi tahap penerimaan dan penampungan ternak, pemeriksaan *ante-mortem*, persiapan penyembelihan, pelaksanaan penyembelihan, pengulitan, pengeluaran jeroan, pemeriksaan *post-mortem*, pemotongan dan pemisahan bagian karkas hingga proses pengangkutan karkas.

Kegiatan di rumah pemotongan hewan menghasilkan air limbah yang sebagian besar terdiri dari darah, proses pembersihan lantai bekas pemotongan, pembersihan bagian-bagian karkas serta pencucian saluran pencernaan hewan. Air limbah ini mengandung bahan organik berkonsentrasi tinggi, partikel tersuspensi dan senyawa koloid seperti lemak, protein dan selulosa (Dewantoro, 2022). Jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan, kandungan organik tersebut dapat menyebabkan permasalahan pada lingkungan. Air buangan rumah pemotongan hewan mempunyai sifat-sifat umum sebagai berikut :

a. Zat organik terlarut dan tersuspensi.
b. Warna merah kecoklatan yang berasal dari darah.
c. Mengandung protein tinggi.
d. Mengandung bakteri dan telur cacing dalam tinja yang dapat membahayakan kesehatan manusia.
e. Mengandung lemak yang tinggi

2.1.1 Dampak pencemaran air limbah rumah pemotongan hewan (RPH)

Rumah Pemotongan Hewan (RPH) wajib memenuhi standar minimum yang meliputi aspek fisik, teknologi dan lingkungan (Lubis dkk., 2020). Apabila pengelolaannya tidak dilakukan secara optimal, aktivitas di RPH dapat berpotensi menimbulkan dampak negatif yang dapat merusak lingkungan serta mengganggu

kehidupan masyarakat sekitar. Pembuangan limbah RPH yang tidak dikelola dengan baik dapat mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut di badan air, pencemaran air tanah serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan bagi penduduk di sekitarnya. Selain itu, limbah RPH yang mengandung bahan organik tinggi seperti protein, karbohidrat, lemak dan garam mineral yang bersifat mudah terurai sehingga dapat menjadi media yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme patogen.

RPH menghasilkan air limbah dalam proses produksinya yang berasal dari darah hewan, pencelupan, pencucian hewan serta peralatan produksi. Limbah ini dapat menjadi media yang ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga mudah mengalami pembusukan. Selain menghasilkan bau yang tidak sedap, penggunaan oksigen terlarut yang berlebihan oleh limbah ini dapat menyebabkan kekurangan oksigen bagi organisme perairan. Air limbah RPH memiliki kandungan BOD (*Biochemical oxygen demand*), COD (*Chemical oxygen demand*), TSS (*Total suspended solid*) serta kadar minyak dan lemak yang tinggi yang sebagian besar terdiri dari zat organik (Farahdiba dkk., 2019). Pembuangan limbah dengan kandungan nutrien yang tinggi ke perairan dapat memicu eutrofikasi dan membahayakan ekosistem yang ada di perairan. Untuk mencegah dampak tersebut diperlukan upaya agar dapat mengurangi komposisi padatan organik tersuspensi dalam limbah RPH.

2.1.2 Baku mutu air limbah rumah pemotongan hewan (RPH)

Baku mutu air limbah dari kegiatan RPH adalah batas maksimum kadar pencemar yang diperbolehkan berada dalam air limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan. Tujuan penetapan baku mutu ini adalah untuk menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup serta mengurangi beban pencemaran melalui upaya pengendalian dampak pencemaran yang dihasilkan oleh kegiatan RPH. Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Parameter yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah RPH

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
NH_3-N	mg/L	25
pH	–	6 – 9
Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5 m3/ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15 m3/ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m3/ekor/hari		

Sumber: Permen LH No.5 Tahun 2014

2.2 Metode Filtrasi

Filtrasi merupakan metode pemisahan secara fisik yang digunakan untuk memisahkan fase cair (larutan) dari material padat. Cairan yang berhasil melewati media penyaring disebut sebagai filtrat sedangkan partikel padat yang tertahan pada media tersebut disebut residu (Ma'ruf dkk., 2021). Prinsip kerja filtrasi didasarkan pada pemisahan partikel padat yang terdispersi di dalam larutan yang mana tingkat kejernihan atau kemurnian filtrat sangat dipengaruhi oleh mutu dan ukuran pori media filter yang digunakan. Secara umum, terdapat dua sistem filtrasi yang banyak diterapkan, yaitu sistem aliran dari atas ke bawah (*downflow*) dan aliran dari bawah ke atas (*upflow*) yang masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan.

Proses penyaringan dilakukan dengan menghilangkan partikel padat yang tersuspensi saat air melalui lapisan bahan berbutir yang disebut media filter (Fibriana, 2021). Media filter biasanya terdiri dari pasir, kerikil, ijuk dan bahan lainnya. Salah satu sistem filtrasi yang sering digunakan adalah saringan pasir lambat. Teknologi ini merupakan metode pengolahan air yang sederhana tetapi mampu menghasilkan air bersih dengan kualitas yang baik. Keunggulan utama dari sistem ini adalah tidak memerlukan bahan kimia koagulan yang sering menjadi kendala dalam metode pengolahan air lainnya.

Keberhasilan proses filtrasi diukur berdasarkan tingkat kekeruhan air setelah melewati media berpori (Aprilianto & Oktaviananda, 2024). Air yang mengandung padatan tersuspensi dialirkan melalui media filter dengan pori-pori berukuran tertentu, yang mana partikel yang lebih kecil dari pori-pori akan melewati filter, sedangkan partikel yang lebih besar akan tertahan. faktor yang mempengaruhi

efektivitas filtrasi meliputi ukuran partikel, ukuran butiran media filter dan ketebalan lapisan media filter. Media dalam unit filter bekerja untuk menghilangkan polutan dari air sehingga menghasilkan air yang bersih. Untuk menurunkan jumlah polutan yang dapat membahayakan lingkungan dan mengakibatkan penyakit seperti tifus, kolera, hepatitis dan lain-lain maka perlu dilakukan rekayasa pengolahan air limbah dengan kombinasi filtrasi (Faradila dkk., 2023).

2.2.1 Media pasir

Pasir silika yang dikenal juga sebagai pasir kuarsa atau pasir putih terbentuk melalui proses pelapukan batuan yang mengandung mineral kuarsa dan *feldspar*. Hasil pelapukan tersebut kemudian terbawa oleh aliran air atau angin dan selanjutnya mengalami pengendapan di daerah tepi sungai, danau maupun laut. Pasir silika merupakan salah satu bahan tambang yang tersusun dari kristal silika (SiO_2) dan masih mengandung sejumlah senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan (Artiyani & Firmansyah, 2016). Ukuran butiran pasir memiliki gradasi yang beragam bergantung pada kekuatan arus sungai, pasir yang mengendap di daerah hulu umunya bertekstur lebih kasar dibandingkan dengan pasir yang mengendap di daerah hilir. Dalam pengolahan air, pasir silika dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas fisik air terutama dalam menurunkan tingkat kekeruhan, menyaring partikel lumpur dan menghilangkan bau. Kemampuan tersebut didukung oleh adanya pori-pori dan celah pada struktur pasir yang berfungsi untuk menyerap dan menahan partikel-partikel yang terdapat dalam air. Adapun media pasir yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Gambar 2.1 Pasir

2.2.2 Media arang aktif

Arang aktif adalah material yang kaya akan karbon dan memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi, sehingga sangat efektif digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan air limbah untuk menyerap zat pencemar (Sulistyanti dkk., 2018). Selain itu arang aktif juga dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan untuk keperluan pengolahan air karena memiliki daya adsorpsi yang kuat bekerja dengan cepat dalam menyerap gas, bau serta warna pada air. Arang aktif sangat efektif dalam menyerap partikel yang kontak langsung dengan arang aktif tersebut. Material ini memiliki banyak pori dengan ukuran tertentu yang mampu menangkap partikel halus dan menahannya di dalam pori-pori tersebut.

2.2.3 Kerikil

Kerikil berfungsi sebagai penyangga dalam proses filtrasi, mencegah pasir penyaring terbawa bersama aliran air hasil penyaringan (Damanik, 2019). Kerikil yang digunakan umumnya memiliki diameter antara 1 – 2,5 cm. Bentuk kerikil tidak beraturan, tetapi ukurannya dapat disamakan melalui proses pengayakan. Gradasi ukuran kerikil berdasarkan lubang ayakan dapat meliputi 5 mm. 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm hingga 40 mm. Adapun kerikil yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Gambar 2.2 Kerikil

2.3 Arang Aktif

Arang merupakan material berpori yang mengandung sekitar 85–95% karbon dan dihasilkan melalui proses pemanasan bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi (Dewi dkk., 2020). Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar, arang juga banyak digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap. Daya adsorpsi arang

ditentukan oleh luas permukaan partikelnya yang dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi, baik secara kimia maupun dengan pemanasan pada suhu tinggi. Proses aktivasi tersebut menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia arang sehingga terbentuk arang aktif. Arang aktif memiliki luas permukaan spesifik yang berkisar antara 300-3500 m^2/g akibat struktur porinya yang berkembang sehingga efektif digunakan sebagai adsorben. Massa arang aktif dipengaruhi oleh suhu aktivasi yang mana peningkatan suhu akan menyebabkan penurunan massa akibat penguapan kadar air dan senyawa volatil yang lebih besar yang akan memengaruhi kualitas arang aktif.

Arang aktif adalah karbon yang diaktivasi melalui proses kimia, fisika maupun kombinasi keduanya (Aprilianti dkk., 2023). Aktivasi ini menciptakan struktur karbon dengan pori-pori terbuka, luas permukaan yang lebih besar dan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi. Pembuatan arang aktif melibatkan dua tahapan utama yaitu karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi dapat dilakukan secara manual menggunakan drum dengan sedikit udara masuk atau menggunakan *furnace*. Pada proses aktivasi terbagi menjadi dua jenis, aktivasi kimia dan fisika. Aktivasi secara kimia melibatkan pemutusan rantai karbon pada senyawa organik dengan bahan kimia tertentu menghasilkan luas permukaan yang besar. Aktivasi fisika dilakukan menggunakan gas seperti nitrogen, oksigen, karbon dioksida atau uap air yang berfungsi memperbesar luas permukaan arang. Panas dalam proses ini juga berperan menghilangkan zat pengotor yang mudah menguap dan membuang hidrokarbon sisa pada arang.

Arang aktif memiliki struktur pori yang berkembang dengan luas permukaan besar serta kemampuan adsorpsi yang tinggi sehingga banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, antara lain untuk pemisahan zat, penghilangan warna dan polutan pada air limbah serta proses penjernihan air. Di Indonesia, pembuatan arang aktif mengacu pada parameter kelayakan tertentu, salah satunya berdasarkan standar teknis SNI 06-3730-1995. Arang aktif yang memenuhi kualitas baik harus memiliki kadar zat terbang (*Vapor Content*) maksimum 25%, kadar air (*Water Content*) maksimum 15%, kadar abu (*Ash Content*) maksimum 10%, daya serap terhadap I_2 (*Iodine Number*) minimal 750 mg/g serta kandungan karbon aktif murni minimal 65% (Murdiningsih dkk., 2021).

2.4 Kulit Mahoni (*Swietenia mahagoni*)

Mahoni termasuk dalam famili *Meliaceae* dan memiliki dua spesies yang dikenal, yaitu *Swietenia macrophylla* (mahoni berdaun lebar) dan *Swietenia mahagoni* (mahoni berdaun sempit) (Ahmad dkk., 2019). Tanaman mahoni dapat tumbuh setinggi 40 meter dengan diameter batang melebihi 100 cm. Buah mahoni berbentuk bulat, berwarna coklat dan berbiji pipih dengan ujung yang menebal serta berwarna kehitaman. Mahoni memiliki batang yang tinggi, lurus dan bercabang banyak yang menjadikannya populer sebagai tanaman pelindung berkat batangnya yang besar, daun yang lebat serta bunga dan buah yang dimilikinya.

Kulit buah mahoni memiliki bentuk yang memanjang dengan bagian luar berwarna coklat kehitaman dan tekstur yang kasar. Kulit buah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan arang aktif yang berpotensi mengurangi ketergantungan pada impor arang aktif serta meningkatkan produksi domestik di Indonesia sehingga memberikan nilai tambah ekonomi bagi pohon mahoni (Sari, 2021). Adapun kulit buah mahoni yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.3.

(1) (2)

Gambar 2.3 Buah dan kulit buah mahoni, (1) Buah mahoni (2) Kulit buah mahoni

2.5 Parameter Kimia Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

2.5.1 BOD (*Biochemical oxygen demand*)

Biochemical oxygen demand (BOD) parameter yang menggambarkan kebutuhan oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di lingkungan aerobik (Astuti & Rosemalia, 2022). BOD mengukur jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikroorganisme dalam air

sebagai respon terhadap keberadaan bahan organik yang dapat terurai. Limbah dengan nilai BOD tinggi cenderung tidak mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen. Selain itu nilai BOD yang tinggi juga dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen di air limbah, sehingga menciptakan kondisi *anaerobik*.

Nilai BOD dapat dihitung menggunakan metode spektrofotometri atau metode titrimetri dengan botol Winkler. Pengujian dilakukan dalam periode waktu 5 hari. Prinsip pengukuran *Biochemical oxygen demand* (BOD) adalah dengan menentukan kandungan oksigen terlarut awal (DO_0) dari sampel segera setelah pengambilan (Pujiastuti, 2024). Untuk mengukur BOD_5 sampel diinkubasi selama 5 hari dalam kondisi gelap dan suhu konstan yaitu 20°C. Selisih antara nilai DO_0 dan DO_5 dihitung sebagai nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L). Kondisi gelap digunakan untuk mencegah proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen sedangkan suhu konstan selama 5 hari memastikan bahwa penguraian bahan organik hanya melibatkan aktivitas dekomposisi oleh mikroorganisme.

2.5.2 COD (*Chemical oxygen demand*)

COD (*Chemical oxygen demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air yang mana pengoksidasinya adalah $K_2Cr_2O_7$ dan $KMNO_4$ (Ramadhani dkk., 2021). COD (*Chemical oxygen demand*) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik di dalam air (Mulyati, 2022). Pengujian COD dilakukan untuk menentukan kadar senyawa organik yang dapat dioksidasi menggunakan bahan kimia dengan sifat oksidator kuat dalam kondisi asam. Beberapa senyawa organik dalam air limbah tidak dapat diuraikan secara biologis sehingga senyawa tersebut diuraikan secara kimia melalui proses oksidasi. Nilai COD pada air limbah akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi senyawa organik di dalamnya.

Nilai COD menjadi ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alami dapat teroksidasi melalui proses mikrobiologis sehingga mengakibatkan oksigen terlarut dalam air menjadi berkurang. Semakin tinggi konsentrasi COD dalam air, maka semakin tinggi bahan pencemar yang bersifat kimia di dalam air (Setyaningrum dkk., 2022).

2.5.3 TSS (*Total suspended solid*)

Padatan tersuspensi total (*Total suspended solid*/TSS) merupakan material yang terlarut dalam perairan dengan ukuran partikel lebih besar dari 1 µm dan dapat tertahan pada filter dengan pori berdiameter 0,45 *µm*. TSS mencakup seluruh zat padat seperti pasir, lumpur, tanah liat atau partikel lainnya yang terlarut dalam air. TSS merupakan salah satu parameter penting dalam pencemaran air yang perlu dikendalikan (Mustofa, 2020). Tingginya kandungan TSS dalam air dapat menyebabkan air menjadi keruh. Keberadaan padatan tersuspensi ini dapat mempengaruhi kedalaman penetrasi sinar matahari yang akan mempengaruhi proses fotosintesis di dalam air untuk kelangsungan hidup organisme perairan.

2.5.4 NH_3-N (Amonia-Nitrogen)

NH_3-N merupakan bentuk nitrogen terlarut yang paling berbahaya karena bersifat toksik bagi organisme akuatik. Selain itu, proses penguapan NH_3-N menjadi salah satu sumber utama polutan atmosfer yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara. Emisi NH_3-N yang terdeposisi kembali ke tanah dan air permukaan dapat memicu terjadinya eutrofikasi, pengasaman tanah dan air dan hilangnya keanekaragaman hayati. Amonia merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam air limbah RPH termasuk gas bersifat alkalis yang tidak berwarna dan memiliki bau menyengat yang khas. Keberadaan amonia yang dihasilkan dari proses dekomposisi protein dapat bersifat toksik di perairan karena berperan dalam mempercepat proses eutrofikasi yang secara bertahap menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut, terganggunya proses respirasi organisme perairan dan bahkan dapat mengakibatkan kematian biota

2.5.5 pH (*Power of hydrogen*)

Derajat keasaman atau pH merupakan parameter yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan yang ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen (H+) yang terlarut (Karangan dkk., 2019). Skala pH memiliki rentang dari 1 hingga 14 dengan nilai 7 sebagai titik netral. Air dengan pH kurang dari 7 bersifat asam sedangkan air dengan pH lebih dari 7 bersifat basa. Perubahan nilai pH memiliki dampak signifikan terhadap karakteristik fisik air dan keseimbangan ekosistem perairan. Berbagai aktivitas manusia baik dari sektor domestik maupun industri dapat menyebabkan fluktuasi pH air yang berpotensi mengganggu

kehidupan organisme perairan (Yunita dkk., 2023). Oleh karena itu, menjaga kestabilan pH air dalam kisaran normal menjadi sangat penting untuk melestarikan kualitas lingkungan perairan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dari beberapa referensi yang tercantum pada Tabel 2.2, dapat disimpulkan bahwa arang aktif dari kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) memiliki potensi tinggi sebagai bahan adsorben untuk menurunkan berbagai jenis polutan, baik logam berat, zat warna maupun senyawa organik dalam air limbah. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa proses aktivasi kimia menggunakan KOH secara signifikan meningkatkan luas permukaan dan daya serap arang terhadap senyawa pencemar.

Tabel 2.2 Penelitian terdahulu

No.	Judul	Nama Peneliti dan Tahun	Sampel	Aktivator	Hasil
1.	Pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan perlakuan perendaman dalam larutan KOH	Siti Salamah, 2018	Kulit buah mahoni	KOH	Hasil analisis BET menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik karbon sebelum proses aktivasi sebesar 0,918223m^2/g, sedangkan setelah dilakukan aktivasi menggunakan larutan KOH 3 N selama 4 jam, luas permukaan meningkat menjadi 3,84387m^2/g dengan persentase kenaikan sebesar 318,62%.
2.	Efektivitas media arang aktif tempurung kelapa dan arang aktif kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) dalam mereduksi *phosphate* (PO_4) pada limbah cair laundry	Vina Rizki Wartina, 2016	Limbah cair laundry	Aseton	Arang aktif yang berasal dari tempurung kelapa mampu menurunkan konsentrasi fosfat (PO_4) sebesar 53,33%, sedangkan arang aktif kulit buah mahoni menunjukkan kemampuan penurunan yang lebih tinggi yaitu sebesar 72,26%
3.	Efisiensi penjerapan ion Cu dengan adsorben arang aktif kulit buah mahoni	Andi Resky Ainun, 2020	Larutan Cu	H_3PO_4 5%	Persentase daya adsorpsi terhadap larutan Cu menunjukkan kondisi optimum pada waktu kontak 60 menit dengan nilai penyerapan sebesar 77,6%, sedangkan pada variasi massa adsorben sebesar 0,5 gram diperoleh daya adsorpsi yang lebih tinggi yaitu sebesar 91,6%.
4.	Preparasi dan karakterisasi arang aktif kulit buah mahoni (*Swietenia macrophylla K.*) menggunakan aktivator KOH dan aplikasinya sebagai adsorben pada larutan metilen biru	Nanang Kosim, Teungku Ariful Amri, Amilia Linggawati, 2021.	Larutan Metilen Biru	KOH	Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum arang aktif dari kulit buah mahoni diperoleh pada konsentrasi aktivator KOH 2% dan suhu aktivasi 500°C dengan waktu aktivasi selama 60 menit. Pada kondisi tersebut, arang aktif menghasilkan karakterisasi berupa kadar air sebesar 0,49%, kadar abu 5,14%, serta daya serap iodin sebesar 760,639 mg g^{-1}.
5.	Efisiensi adsorben karbon aktif kulit buah mahoni dalam menurunkan kesadahan pada air tanah (studi kasus di Desa Dahor, Kecamatan Grabagan, Kabupaten Tuban)	Dina Wahyuni Indriyani, 2022.	Air tanah	KOH	Nilai efisiensi penyerapan tertinggi oleh arang aktif kulit buah mahoni terhadap kesadahan air mencapai 28% pada variasi waktu kontak 80 menit dengan konsentrasi aktivator KOH sebesar 2 N.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

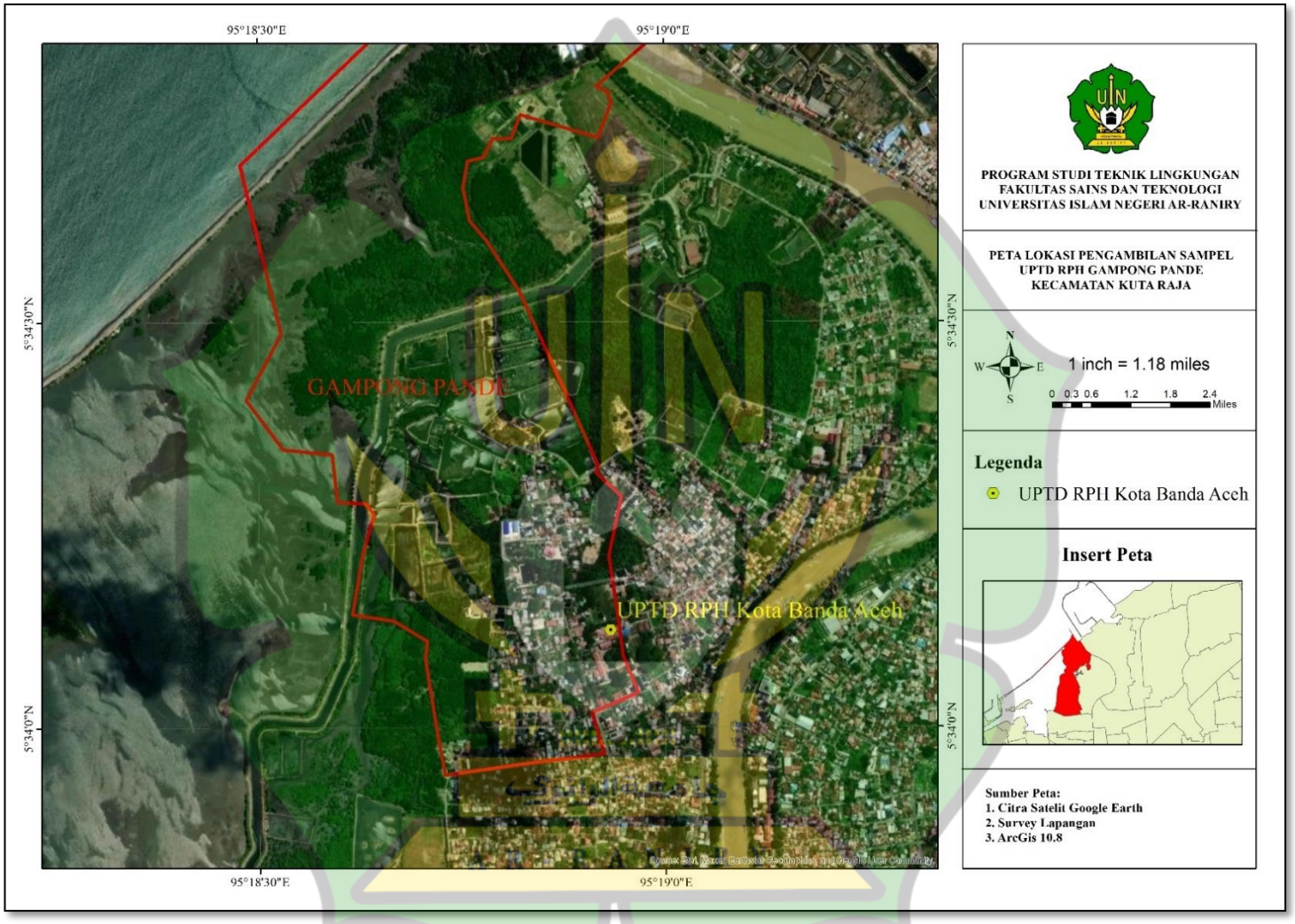
Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2025 sampai September 2025. Pengujian parameter pencemar pada sampel dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh untuk pengujian COD, TSS dan pH yang beralamat di Jl. Lingkar Kampus, Rukoh, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Pengujian BOD dan NH_3-N dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

3.2 Pengambilan Sampel

3.2.1 Lokasi pengambilan sampel air limbah

Pengambilan sampel air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dilaksanakan di Jl. Tgk. Di Kandang No.31A, Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh. Lokasi pengambilan sampel dan peta lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 3.1 dan 3.2. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kesesuaiannya dengan tujuan penelitian, mengingat RPH tersebut beroperasi setiap hari dan menghasilkan limbah dalam jumlah relatif besar. Peningkatan volume limbah harian berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan di sekitar lokasi tersebut. Dokumentasi kegiatan pengambilan sampel air limbah RPH disajikan pada Gambar 9 pada Lampiran 2.

Gambar 3.1 UPTD Rumah Potong Hewan Kota Banda Aceh



Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel air limbah RPH

3.2.2 Teknik pengambilan sampel

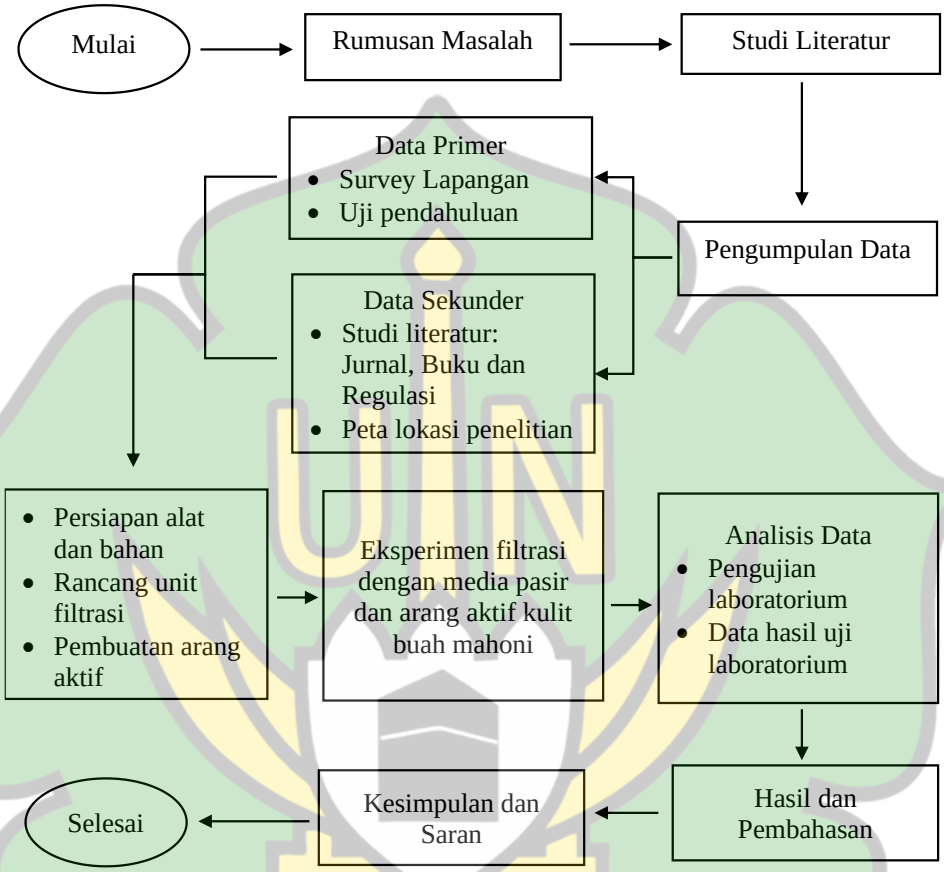
Metode pengambilan sampel yang diterapkan dalam penelitian ini adalah teknik *grab sampling* atau pengambilan sampel sesaat, mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Pemilihan metode ini bertujuan untuk merepresentasikan kondisi serta karakteristik kualitas air limbah pada waktu pengambilan. Berdasarkan standar tersebut, prosedur pengambilan sampel dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel air limbah dilakukan di UPTD. RPH Pande yang terletak di Jl.Tgk. Di Kandang No. 31A, Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh. Sampel diambil langsung dari lokasi penampungan atau pembuangan air limbah RPH. Pengambilan sampel dilaksanakan pada pagi hari pukul 08.00 WIB.
2. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan gayung bertangkai panjang, kemudian dimasukkan ke dalam jeriken berkapasitas 10 liter sebanyak empat jeriken. Prosedur ini telah disesuaikan dengan ketentuan SNI 6989.59:2008, yang menetapkan bahwa:
   a. Peralatan yang digunakan harus terbuat dari bahan yang tidak memengaruhi karakteristik sampel, seperti plastik atau kaca.
   b. Alat harus dalam keadaan bersih dan bebas dari kontaminan.
   c. Tidak mudah pecah dan dilengkapi dengan penutup yang rapat.
   d. Mudah dicuci dan tidak meninggalkan sisa sampel sebelumnya.
   e. Sampel dapat dipindahkan ke wadah penampungan tanpa menyisakan bahan tersuspensi di dalamnya.
   f. Alat mudah dan aman untuk dibawa.
   g. Kapasitas alat sesuai dengan kebutuhan pengujian sampel.
3. Pengambilan sampel air limbah dilakukan dengan tahapan-tahapan seperti pemeriksaan tempat pengambilan sampel, persiapan peralatan pengambilan sampel (botol sampel dan alat ukur), menyiapkan peralatan pendukung seperti label untuk botol sampel (memuat hari, tanggal dan waktu pengambilan sampel), membilas alat pengambilan sampel, kemudian mengambil sampel dilanjutkan dengan memasukkan sampel ke dalam botol yang telah disiapkan.

Setelah itu sampel siap untuk dilakukan pengujian terhadap parameter yang akan diuji dan diakhiri dengan mencatat hasil pengujian parameter.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat-alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Alat konstruksi unit filtrasi

No.	Nama Alat	Kegunaan
1.	Pipa PVC 4 inch	Untuk membuat unit filter dan menyalurkan air limbah
2.	Dop PVC 4 inch	Sebagai penutup pipa unit filter
3.	Kran Air	Untuk saluran pembuangan (*outlet*) air limbah yang difiltrasi

4.	Meteran	Untuk mengukur panjang pipa yang akan digunakan
5.	Gergaji	Untuk memotong pipa yang telah diukur
6.	Bor	Untuk melubangi pipa
7.	Lem Pipa PVC	Sebagai perekat pipa PVC dan kran air

Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam proses eksperimen

No.	Nama Alat	Kegunaan
1.	Wadah sampel 10 liter	Sebagai tempat penampungan sampel
2.	Corong	Sebagai alat bantu untuk memasukkan sampel ke wadah yang lebih kecil
3.	Oven	Untuk memanaskan dan mengeringkan sampel
4.	Drum	Sebagai alat dalam proses pembakaran dan karbonisasi arang
5.	Desikator	Sebagai alat untuk mendinginkan arang dan menghilangkan kadar air pada arang
6.	*Beaker glass*	Sebagai wadah untuk mengaktivasi arang dan wadah campuran sampel uji dengan arang aktif
7.	Pipet tetes	Untuk mengambil larutan dalam jumlah yang sedikit
8.	Kertas saring *Whatman 42*	Untuk penyaringan pada pengujian parameter TSS
9.	Ayakan 40 mesh	Sebagai pemisah pada partikel yang berukuran besar dengan partikel yang berukuran kecil
10.	*Magnetic stirrer*	Sebagai alat pengaduk untuk menghomogenkan larutan
11.	*Hot plate*	Wadah untuk menghomogenkan larutan
12.	Mortar	Sebagai wadah untuk menghaluskan arang kulit buah mahoni
13.	Neraca analitik	Untuk menimbang berat bahan
14.	COD *reactor*	Sebagai alat pemanas agar reaksi kimia antara sampel dan bahan kimia berlangsung efisien
15.	COD meter	Sebagai alat untuk mengukur kadar COD
16.	pH meter	Sebagai alat untuk mengukur kadar pH
17.	*Vacuum filter*	Sebagai alat pengujian TSS

3.4.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

No.	Nama Bahan	Kegunaan
1.	Air limbah RPH	Sampel uji
2.	Kulit buah mahoni	Bahan baku arang aktif
3.	Kerikil	Media penyangga dan media filter untuk menyaring partikel kasar

4.	Pasir	Media filter untuk menyaring partikel halus
5.	Kalium Hidroksida (KOH) 2%	Sebagai aktivator arang
6.	Asam Sulfat (H_2SO_4)	Reagen COD
7.	Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	Reagen COD
8.	Aquades (H_2O)	Pelarut

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan arang aktif kulit buah mahoni

Proses karbonisasi arang aktif dari kulit buah mahoni adalah sebagai berikut (lihat Gambar 1 – 5 di Lampiran 2):

1. Kulit buah mahoni dicuci terlebih dahulu menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada kulit mahoni.
2. Setelah dicuci, dilakukan proses pengeringan untuk menghilangkan kadar air pada kulit buah mahoni dengan bantuan sinar matahari selama 24 jam.
3. Setelah pengeringan, kulit buah mahoni dikarbonisasi secara manual hingga menjadi arang menggunakan drum kaleng selama 2 jam.
4. Setelah dingin, arang kulit buah mahoni dihaluskan menggunakan mortar sampai menjadi bubuk arang.
5. Bubuk arang yang dihasilkan kemudian diayak menggunakan ayakan yang berukuran 40 mesh.

3.5.2 Tahap aktivasi arang

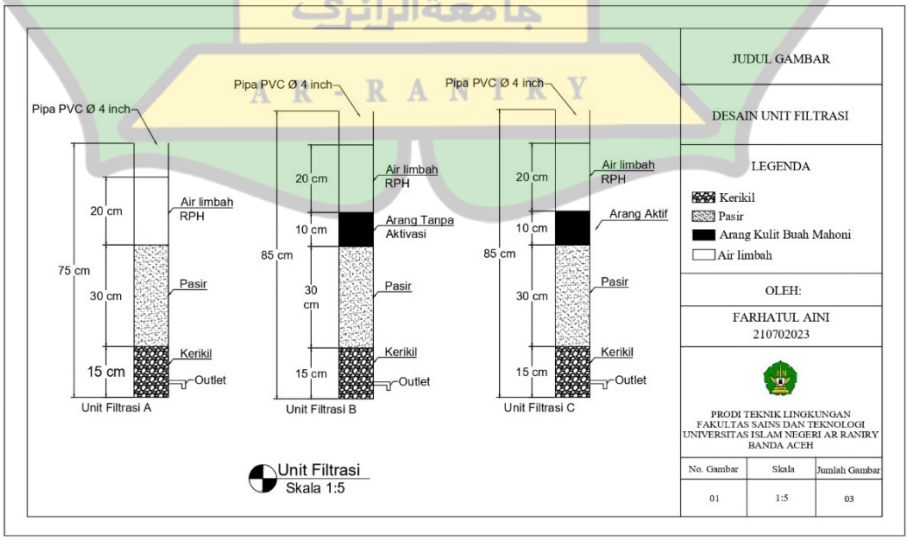
Arang kulit mahoni yang telah dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan berukuran 40 mesh selanjutnya diaktivasi dengan larutan aktivator KOH 2%. Proses aktivasi dilakukan melalui perendaman arang kulit mahoni dalam larutan KOH 2% selama 24 jam. Tahapan proses aktivasi disajikan pada Gambar 6 – 8 di Lampiran 2. Arang hasil perendaman kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga mencapai pH netral. Selanjutnya arang aktif dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Proses aktivasi ini bertujuan memperbesar ukuran pori arang sehingga meningkatkan kemampuan daya serapnya.

3.5.3 Rancangan unit filtrasi

Eksperimen filtrasi dalam penelitian ini melibatkan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas mencakup jenis dan ketebalan media filtrasi sedangkan variabel terikat meliputi parameter kualitas air berupa BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH. Pada eksperimen ini diterapkan sistem filtrasi

multimedia dengan kombinasi variasi media pasir dan arang aktif kulit buah mahoni. Rancangan sistem filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini (Gambar 3.3) adalah:

1. Mempersiapkan alat dan bahan media filtrasi yang dibutuhkan.
2. Unit filtrasi dibuat dari pipa PVC dengan diameter 4 inch. Unit filter A memiliki tinggi 75 cm, unit filter B memiliki tinggi 85 cm dan unit filter C memiliki tinggi 85 cm,.
3. Media filter disusun secara vertikal pada unit-unit filter.
4. Susunan lapisan media pada unit filter A dari kerikil sebagai media penyangga dengan ketebalan 15 cm dan pasir 30 cm.
5. Susunan lapisan media pada unit filter B dari kerikil sebagai media penyangga dengan ketebalan 15 cm, pasir 30 cm dan arang kulit mahoni tanpa aktivasi 10 cm.
6. Susunan lapisan media pada unit filter C dari kerikil sebagai media penyangga dengan ketebalan 15 cm, pasir 30 cm dan arang aktif kulit mahoni 10 cm.
7. Saluran *outlet* ditempatkan pada ketinggian 5 cm dari dasar unit filtrasi. Penempatan ini bertujuan untuk menjaga agar lapisan kerikil tetap terendam sebagian air dan mencegah media mengering untuk menjaga kestabilan mikroorganisme pada proses penyisihan dan memastikan air hasil filtrasi dapat keluar dengan lancar tanpa adanya genangan diatas media.
8. Air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dialirkan ke dalam unit filtrasi masing-masing sebanyak 10 liter.



Gambar 3.4 Desain unit filtrasi

3.5.4 Prosedur eksperimen

Eksperimen filtrasi dilakukan menggunakan unit filtrasi yang dirancang dan disusun dengan media penyaring berupa kerikil, pasir dan arang aktif kulit dari buah mahoni. Tahapan pengolahan diawali dengan penampungan sampel air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) ke dalam jeriken dengan volume total 40 liter. Selanjutnya media filttasi disusun secara vertikal ke dalam unit filtrasi sesuai dengan variasi ketebalan yang telah ditetapkan dalam rancangan eksperimen. Setelah itu, air limbah RPH sebanyak 10 liter dialirkan ke masing-masing unit filtrasi. Sampel air limbah hasil filtrasi kemudian ditampung dalam wadah penampungan untuk selanjutnya dilakukan pengujian terhadap parameter kualitas air yang telah ditentukan. Rangkaian tahapan eksperimen dan dokumentasi kegiatan uji laboratorium disajikan pada Gambar 10 – 17 di Lampiran 2.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif arang aktif dalam menyaring zat pencemar. Perbandingan dilakukan dengan melihat kualitas air, seperti kejernihan, kandungan zat organik dan pH sebelum dan sesudah disaring. Hasilnya akan digunakan untuk menilai sejauh mana arang aktif dapat meningkatkan kemampuan filtrasi dalam memurnikan air sehingga bisa menjadi dasar untuk memilih metode filtrasi yang lebih efisien.

3.6 Analisis Laboratorium Setelah Proses Filtrasi

3.6.1 Pengukuran parameter BOD (SNI 6989.72:2009)

Prosedur kerja pengujian parameter BOD pada sampel air limbah dilakukan sesuai dengan SNI 6989.72:2009. Langkah-langkah pengukuran parameter BOD adalah sebagai berikut:

1. Dua botol DO disiapkan dan masing-masing diberi kode A_1 dan A_2.
2. Sampel uji terlebih dahulu diencerkan kemudian larutan hasil pengenceran dimasukkan ke dalam botol DO hingga penuh dan segera ditutup untuk mencegah terbentuknya gelembung udara.
3. Botol kemudian dikocok hingga larutan homogen, selanjutnya ditambahkan air bebas mineral di sekitar bagian tutup botol DO.
4. Botol A_2 disimpan di dalam inkubator pada suhu 20°C ± 1°C selama 5 hari.
5. Pengukuran kadar oksigen terlarut pada botol A_1 dilakukan menggunakan metode titrasi iodometri (modifikasi azida) dengan menambahkan masing-

masing 1 ml larutan mangan sulfat (MnO_4) dan 1 ml larutan alkali iodida ke dalam sampel A_1.

6. Botol segera ditutup kembali dan dihomogenkan hingga terbentuk endapan (gumpalan) secara sempurna.
7. Botol dibiarkan hingga endapan mengendap seluruhnya, kemudian ditambahkan 1 ml asam sulfat (H_2SO_4) dan dihomogenkan hingga endapan larut sempurna.
8. Sebanyak 100 ml larutan dari botol A_1 diambil dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer berkapasitas 500 ml.
9. Ke dalam larutan ditambahkan 2 ml indikator amilum 1% kemudian dilakukan titrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) hingga larutan menjadi bening.
10. Langkah 5 hingga 9 diulangi untuk botol A_2 setelah proses inkubasi selama 5 hari. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut hari ke-5 (A_2).
11. Penetapan blanko dilakukan menggunakan larutan pengencer tanpa sampel dengan mengikuti langkah 1 hingga 9. Hasil pengukuran blanko berupa nilai oksigen terlarut hari ke-0 (B_1) dan nilai oksigen terlarut hari ke-5 (B_2).

Perhitungan:

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_b}\right) x\, V_c}{P}$$

Keterangan:

BOD_5 : Nilai BOD 5 hari (mg/L)

A_1 : Kadar oksigen terlarut sampel sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A_2 : Kadar oksigen terlarut sampel setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

B_1 : Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B_2 : Kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

V_b : Volume suspensi mikroba dalam botol DO blanko (mL)

V_c : Volume suspensi mikroba dalam botol sampel (mL)

P : Perbandingan volume sampel (V_1) per volume total (V_2)

3.6.2 Pengukuran parameter COD (SNI 6989.2:2009)

Pengujian parameter COD pada sampel air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dilakukan dengan menggunakan metode refluks tertutup mengacu pada SNI 6989.2:2009. Tahapan pengukuran COD dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. sampel air limbah diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berkapasitas 10 ml menggunakan pipet volume sebanyak 2,5 ml, kemudian ditambahkan 1,5 ml larutan baku kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dan 3,5 ml larutan asam sulfat (H_2SO_4).
2. Tabung reaksi ditutup rapat dan dihomogenkan hingga larutan homogen.
3. COD *reactor* dihidupkan dan dibiarkan hingga mencapai suhu 150°C ± 2°C.
4. Setelah suhu tercapai, tabung reaksi ditempatkan ke dalam COD *reactor* dan dilakukan proses refluks selama 2 jam.
5. Selanjutnya, tabung reaksi didinginkan pada suhu ruang, kemudian sampel diukur menggunakan alat COD meter.

3.6.3 Pengukuran parameter TSS (SNI 6989.3:2019)

Pengujian parameter TSS pada sampel air limbah RPH menggunakan metode secara gravimetri yang sesuai dengan acuan SNI 6989.3:2019 tentang cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*/TSS) secara gravimetri. Langkah-langkah pengukuran parameter TSS adalah sebagai berikut:

❖ Persiapan Media Penyaring atau Cawan *Gooch*

Media penyaring dipasang pada alat filtrasi dan dihubungkan dengan sistem vakum, kemudian pompa vakum dihidupkan. Selanjutnya, media penyaring dibilas menggunakan 20 ml air bebas mineral, lalu dilakukan proses penyedotan hingga media penyaring berada dalam kondisi kering atau tiris sebelum pompa vakum dimatikan. Setelah itu, media penyaring dipindahkan dari alat filtrasi ke wadah penimbang, kemudian dikeringkan wadah penimbang atau cawan *gooch* dalam oven pada suhu 103°C hingga 105°C selama 1 jam. Setelah selesai, wadah penimbang atau cawan *gooch* didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Proses pengeringan dalam oven dan pendinginan di desikator diulangi sampai diperoleh berat yang konstan dan dicatat sebagai W_0.

❖ Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)

Penyaringan dilakukan menggunakan peralatan penyaring. Media penyaring dibasahi terlebih dahulu dengan sedikit air bebas mineral. Sampel air limbah diaduk hingga homogen, kemudian sampel diambil sebanyak 100 ml dan dituangkan ke dalam media penyaring. Sistem vakum dihidupkan dan media penyaring dibilas sebanyak tiga kali dengan masing-masing 10 ml air bebas mineral. Penyaringan dilanjutkan dengan sistem vakum hingga media penyaring menjadi kering (tiris). Selanjutnya, media penyaring berupa *glass-fiber filter* dipindahkan dari alat filtrasi ke dalam wadah penimbang. Wadah penimbang atau cawan *gooch* yang berisi media penyaring kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 103℃ - 105℃ selama 1 jam. Setelah proses pengeringan selesai, wadah didinginkan di dalam desikator kemudian dilakukan penimbangan. Proses pengeringan dalam oven dan pendinginan di desikator diulangi sampai diperoleh berat yang konstan yang dicatat sebagai W_1. Kemudian, nilai parameter TSS dalam mg/L dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

Perhitungan:

$$TSS\ (mg/L) = \frac{(W_1 - W_0)\ x\ 1000}{V}$$

Keterangan:

W_0 : Berat kertas saring (mg)

W_1 : Berat residu kering + kertas saring (mg)

V : Volume sampel (ml)

1000 : Konversi mililiter ke liter

3.6.4 Pengukuran parameter NH_3-N (SNI 6989.30:2005)

Pengujian parameter NH_3-N pada sampel air limbah RPH dengan menggunakan spektrofotometer secara fenat dengan prosedur kerja yang sesuai dengan acuan SNI 6989.30:2005 tentang cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat. Prosedur pengujian dimulai dengan memipet sebanyak 25 ml sampel dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer berukuran 50 ml. Selanjutnya tambahkan 1 ml larutan fenol ke dalam sampel, lalu homogenkan hingga tercampur merata. Setelah itu, tambahkan 1 ml larutan natrium nitroprusid dan kembali dihomogenkan. Kemudian tambahkan 2,5 ml larutan pengoksidasi dan homogenkan kembali larutan tersebut. Setelah semua reagen tercampur, erlenmeyer

ditutup rapat menggunakan plastik atau parafin film untuk mencegah kontaminasi dari udara. Larutan dibiarkan selama 1 jam pada suhu ruang untuk memungkinkan terbentuknya warna secara sempurna. Setelah waktu inkubasi selesai, larutan dimasukkan ke dalam kuvet lalu diukur serapannya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 640 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dicatat dan digunakan untuk menentukan konsentrasi NH_3-N berdasarkan kurva kalibrasi.

Perhitungan:

$$Kadar\ amonia\ (mg\ N/L) = C\ x\ fp$$

Keterangan:

C : Kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L)

Fp : Faktor pengenceran

3.6.5 Pengukuran parameter pH (SNI 6989.11:2019)

Pengujian parameter pH pada sampel air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dilakukan menggunakan pH meter dengan prosedur pengujian yang mengacu pada SNI 6989.11:2019 tentang cara uji derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter. Pengujian sampel menggunakan pH meter dengan membilas elektroda pH meter menggunakan aquades, kemudian dikeringkan dengan tisu. Setelah itu, elektroda dicelupkan ke dalam sampel, tombol "*read*" ditekan dan pembacaan pH dilakukan setelah nilai pH yang stabil muncul. Hasil pengukuran pH dicatat sesuai angka yang ditampilkan pada pH meter. Terakhir, elektroda dibilas kembali dengan aquades dan dikeringkan menggunakan tisu.

3.7 Pengolahan Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase penurunan beban pencemar dalam air limbah dari rumah pemotongan hewan berdasarkan hasil pengujian beberapa parameter kualitas air sebelum dan setelah proses pengolahan. Penurunan konsentrasi zat pencemar dianalisis dengan membandingkan nilai konsentrasi awal dan akhir setelah filtrasi. Selisih antara kedua nilai tersebut menunjukkan tingkat penurunan konsentrasi.

$$Cr = C_0 - C_e$$

Keterangan:

Cr = *Concentration Reduction*

C_0 = Konsentrasi awal sebelum pengolahan C_0

C_e = Konsentrasi akhir setelah pengolahan

Persentase penurunan kemudian dihitung dengan membagi nilai penurunan tersebut dengan konsentrasi awal, lalu dikalikan 100%. Efektivitas proses pengolahan dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Besarnya nilai efektivitas dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E\ (\%) = \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0}\right) x\ 100$$

Keterangan:

E = Efektivitas penurunan

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Awal Air Limbah RPH

Penelitian ini menggunakan sampel air limbah yang berasal dari UPTD Rumah Pemotongan Hewan (RPH) yang berlokasi di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh. Lokasi tersebut dipilih karena merupakan RPH yang beroperasi setiap hari dengan kegiatan pemotongan hewan ternak seperti sapi dan kambing. Intensitas aktivitas, meliputi penyembelihan, pencucian karkas, pembersihan jeroan hingga sanitasi area kerja yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar secara terus-menerus. Air limbah tersebut dialirkan langsung ke bak penampungan awal tanpa melalui proses pengolahan yang memadai sehingga kandungan polutannya cukup tinggi. Dengan kondisi demikian, lokasi ini dianggap representatif sebagai objek penelitian pengolahan air limbah RPH dengan beban organik tinggi sekaligus untuk menguji efektivitas teknologi pengolahan yang diterapkan.

Sampel air limbah awal (influen) dari bak penampungan RPH terlebih dahulu dianalisis di laboratorium untuk mengetahui karakteristik awal sebelum dilakukan proses filtrasi. Data hasil analisis tersebut digunakan sebagai acuan untuk menilai efektivitas setiap unit filter yang diuji. Parameter yang dianalisis meliputi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), Amonia-Nitrogen (NH_3-N) serta derajat keasaman (pH). Hasil pengujian karakteristik awal disajikan pada Tabel 4.1 dan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan.

Tabel 4.1 Karakteristik awal (Influen) air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dan perbandingannya dengan baku mutu air limbah RPH

Parameter	Satuan	Hasil Uji (Konsentrasi Awal)**	Baku Mutu (Permen LH No.5/2014*	Keterangan
BOD	mg/L	592	100	Melebihi Baku Mutu
COD	mg/L	1.138	200	Melebihi Baku Mutu
TSS	mg/L	309	100	Melebihi Baku Mutu
NH_3-N	mg/L	277,8	25	Melebihi Baku Mutu
pH	-	7,4	6 – 9	Memenuhi Baku Mutu

Sumber: Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 (*)
Pengujian Laboratorium (**)

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, diketahui bahwa air limbah RPH Gampong Pande mengandung beban pencemar organik yang sangat tinggi. Konsentrasi COD tercatat sebesar 1.138 mg/L, sedangkan BOD mencapai 592 mg/L. Nilai tersebut masing-masing sekitar 5,7 kali dan 5,9 kali melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Tingginya konsentrasi COD dan BOD menunjukkan keberadaan bahan organik serta mikroorganisme dalam jumlah besar yang berasal dari sisa aktivitas pemotongan hewan, sehingga menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam air menjadi sangat rendah (Wulandari dkk., 2022). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar TSS mencapai 309 mg/L yang menunjukkan nilai tersebut lebih tinggi daripada baku mutu yang ditetapkan. Kondisi ini disebabkan oleh banyaknya padatan tersuspensi berupa sisa daging, kotoran, maupun partikel organik lainnya yang tidak dapat larut dalam air.

Kadar Amonia-Nitrogen (NH_3-N) sebesar 277,8 mg/L, jauh melampaui ambang batas yang diizinkan. Kandungan amonia yang tinggi merupakan hasil dekomposisi senyawa nitrogen organik, terutama protein dan urea melalui aktivitas mikroorganisme pada kondisi anaerobik di bak penampungan (Farahdiba dkk., 2019). Sementara itu, pH awal sebesar 7,4 menunjukkan sifat netral dan masih sesuai dalam rentang baku mutu. Secara keseluruhan, tingginya konsentrasi parameter pencemar yang melebihi standar menunjukkan bahwa air limbah tersebut

berpotensi mencemari lingkungan perairan dan menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem jika dibuang tanpa melalui proses pengolahan yang memadai.

4.2 Hasil Pengolahan Air Limbah RPH dengan Sistem Filtrasi

Setelah diketahui karakteristik awal, air limbah RPH dialirkan ke tiga unit filter yang berbeda, yaitu unit A (kontrol: pasir + kerikil), unit B (arang tanpa aktivasi + pasir + kerikil) dan unit C (arang aktif + pasir + kerikil). Sampel efluen di setiap unit kemudian dianalisis terhadap parameter yang sama. Hasil pengolahan dan persentase efektivitas penurunan tiap parameter ditampilkan secara lengkap pada Tabel 4.2. Hasil yang disajikan pada Tabel 4.2 menunjukkan adanya perbedaan kinerja yang cukup signifikan di antara ketiga unit filtrasi. Unit C dengan media arang aktif kulit buah mahoni menunjukkan kinerja paling optimal dalam menurunkan parameter yang diuji.

Unit A yang berfungsi sebagai kontrol dengan media pasir dan kerikil menunjukkan efisiensi terendah, terutama pada parameter terlarut seperti BOD, COD dan NH_3-N. Unit ini hanya efektif dalam menurunkan kadar padatan tersuspensi (TSS) yang menegaskan peran utama pasir dalam proses filtrasi secara fisik. Perbedaan hasil yang signifikan ini menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut terkait mekanisme kerja masing-masing media dan pentingnya tahap aktivasi.

Unit B yang menggunakan arang tanpa aktivasi menunjukkan kemampuan penurunan parameter yang cukup baik, tetapi belum mampu mencapai standar baku mutu. Efisiensi penurunannya lebih tinggi dibandingkan unit kontrol. Sementara itu, konsentrasi BOD pada efluen unit B telah sesuai dengan baku mutu karena nilainya setara dengan standar yang telah ditetapkan. Namun, konsentrasi akhir COD, TSS dan amonia (NH_3-N) masih berada di atas ambang batas yang diizinkan. Efluen pada unit C mengalami penurunan konsentrasi yang efektif dibandingkan sebelum pengolahan. Parameter BOD, COD dan TSS berhasil memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Permen LH No. 5 Tahun 2014, dengan efisiensi penurunan mencapai di atas 80%. Sementara itu, konsentrasi NH_3-N masih berada di atas ambang batas yang ditetapkan.

Tabel 4.2 Hasil pengujian kualitas air limbah RPH setelah pengolahan serta efektivitas penurunan parameter

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Influen (C_0)	Efluen A (C_e)	Efluen B (C_e)	Efluen C (C_e)	EF A (%)	EF B (%)	EF C (%)
BOD	mg/L	100	592	260	100	60	56	83	89
COD	mg/L	200	1.138	621	324	114	45	71,5	90
TSS	mg/L	100	309	154	129	55	50	58	82
NH_3–N	mg/L	25	277,8	126,7	116,3	110	54	58	60
pH	–	6–9	7,4	7,2	7,5	7,8	–	–	–

Sumber: Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 (*)
Pengujian Laboratorium

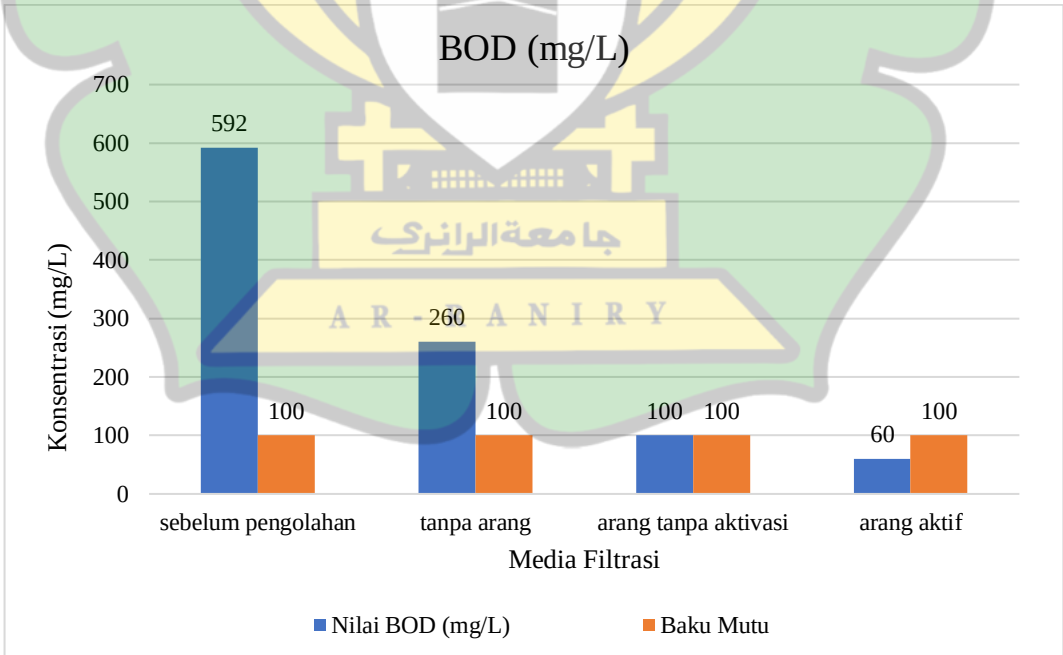
جامعة الرانري
AR-RANIRY

4.3 Perbandingan Kinerja Arang Aktif dan Arang Tanpa Aktivasi

Perbandingan kinerja arang aktif kulit buah mahoni dengan arang tanpa aktivasi memberikan gambaran yang jelas kontribusi aktivasi kimia dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi dan fungsi filtrasi media. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arang yang diaktivasi menggunakan KOH mampu menurunkan konsentrasi parameter BOD, COD dan TSS yang lebih signifikan dibandingkan arang tanpa aktivasi. Kondisi ini terjadi karena perubahan karakteristik fisikokimia arang setelah diaktivasi, yang mana luas permukaan spesifik dan volume pori meningkat sehingga kapasitas penjerapan polutan menjadi lebih tinggi. Sebaliknya, arang tanpa aktivasi hanya menurunkan sebagian kecil polutan karena struktur porinya masih relatif tertutup dan luas permukaan yang tersedia lebih terbatas.

Parameter BOD dan COD

Hasil pengujian filtrasi pada parameter BOD menunjukkan adanya penurunan yang cukup signifikan pada setiap unit filtrasi. Nilai awal BOD pada air limbah RPH tercatat sebesar 592 mg/L. Penurunan konsentrasi tersebut dipengaruhi oleh perbedaan media yang digunakan, yaitu arang aktif, arang tanpa aktivasi, serta media pasir. Perbedaan kinerja masing-masing unit dapat dilihat pada Gambar 4.5.

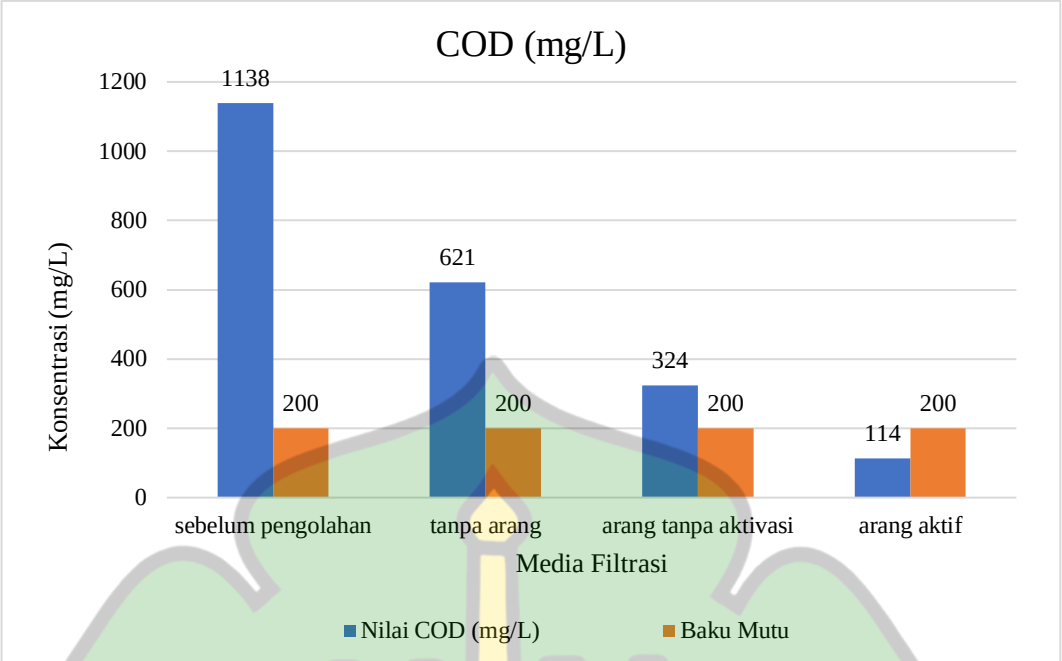


Gambar 4.1 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan parameter BOD

Berdasarkan Gambar 4.5, dapat diketahui bahwa konsentrasi BOD mengalami penurunan setelah dilakukan proses pengolahan menggunakan kombinasi media filtrasi. Penurunan kadar BOD pada unit A, B dan C masing-masing sebesar 260 mg/L, 100 mg/L dan 60 mg/L, dengan nilai baku mutu yang ditetapkan sebesar 100 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa unit B dan unit C yang menggunakan media arang kulit buah mahoni tanpa aktivasi dan teraktivasi mampu menghasilkan efluen yang telah memenuhi standar baku mutu. Sementara itu, konsentrasi BOD pada unit A masih berada di atas nilai ambang batas yang ditetapkan, namun tetap menunjukkan kinerja pengolahan yang baik karena terjadi penurunan kadar BOD dibandingkan dengan kondisi awal.

Media arang memiliki struktur pori yang mampu meningkatkan luas permukaan kontak antara air limbah dan media, sehingga proses adsorpsi terhadap bahan organik berlangsung lebih optimal. Aktivasi pada media arang di unit C juga memperbesar ukuran dan jumlah pori yang berdampak pada peningkatan kemampuan penjerapan senyawa organik dibandingkan dengan arang tanpa aktivasi pada unit B, meskipun perbedaan oenurunan BOD yang dihasilkan relatif tidak terlalu jauh. Sementara itu, kinerja unit A yang belum mampu memenuhi baku mutu dikarenakan pengaruh keterbatasan karakteristik media filtrasi yang digunakan, khususnya pada luas permukaan dan daya adsorpsi terhadap bahan organik. Meskipun demikian terjadinya penurunan kadar BOD yang cukup besar pada unit A mengindikasikan bahwa proses filtrasi tetap berjalan secara efektif dalam mengurangi beban pencemar organik. Faktor lain yang ikut memengaruhi hasil pengolahan antara lain waktu kontak air limbah dengan media, laju alir serta kondisi awal air limbah yang memiliki konsentrasi BOD relatif tinggi saat pengujian dilakukan.

Sejalan dengan hasil tersebut, parameter COD juga mengalami penurunan setelah proses filtrasi. Konsentrasi awal COD pada air limbah RPH tercatat sebesar 1.138 mg/L dan setelah dilakukan proses filtrasi terjadi penurunan kadar COD dengan variasi yang berbeda. Perbedaan tingkat penurunan ini dipengaruhi oleh jenis media filtrasi yang digunakan yaitu arang aktif, arang tanpa aktivasi dan media kontrol berupa pasir. Perbandingan kinerja ketiga unit filtrasi dalam menurunkan konsentrasi COD ditunjukkan pada Gambar 4.6.



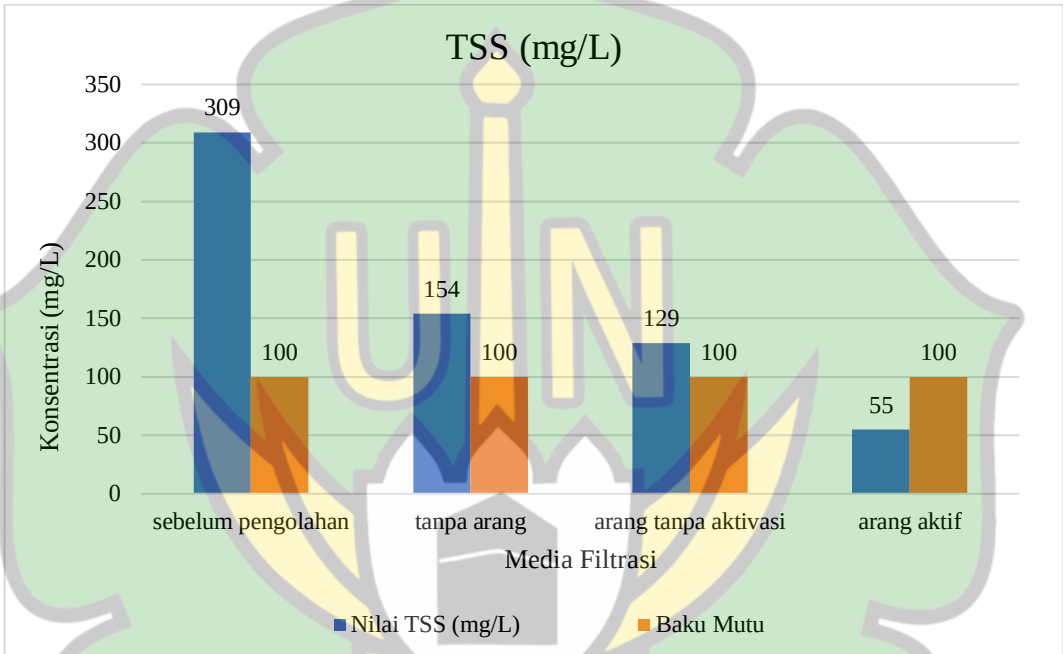
Gambar 4.2 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan parameter COD

Berdasarkan Gambar 4.6 terjadi penurunan konsentrasi COD yang cukup signifikan setelah proses pengolahan dibandingkan kondisi awal. Unit A, B dan C masing-masing menunjukkan penurunan kadar COD sebesar 621 mg/L, 324 mg/L dan 114 mg/L, dengan baku mutu yang ditetapkan sebesar 200 mg/L. Dari hasil tersebut, unit C yang menggunakan media arang aktif kulit buah mahoni mampu menghasilkan efluen sesuai dengan standar baku mutu, sedangkan unit A dan unit B masih menunjukkan nilai konsentrasi yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Meskipun demikian, ketiga unit tetap menunjukkan kinerja positif karena proses filtrasi yang dilakukan mampu menurunkan kadar COD dibandingkan kondisi awal, sehingga kualitas air limbah setelah pengolahan menjadi lebih baik.

Penurunan kadar BOD dan COD dalam air limbah disebabkan oleh kinerja dua jenis media penyaring, yaitu pasir dan arang aktif. Kedua media ini bekerja untuk menyaring dan menjerap zat pencemar yang ada dalam air limbah (Irmayanti & Mirwan, 2025). Kombinasi media tersebut efektif karena pasir berfungsi menahan partikel yang lebih besar, sedangkan arang aktif menjerap zat organik yang terlarut di dalam air. Hal ini sejalan dengan pendapat Ilmanafia & Sudarminto (2022), bahwa semakin banyak senyawa organik yang diserap oleh arang aktif, maka semakin rendah nilai BOD dan COD pada efluen.

Parameter TSS

Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) sebelum proses pengolahan tercatat sebesar 309 mg/L yang menunjukkan tingginya kandungan padatan tersuspensi dalam air limbah pada kondisi awal. Setelah melewati tiga unit filtrasi terjadi penurunan nilai TSS dengan variasi nilai yang berbeda-beda pada setiap unit. Variasi tingkat penurunan TSS dipengaruhi oleh perbedaan jenis arang yang digunakan sebagai media filtrasi. Perbandingan kinerja penurunan TSS pada setiap unit filtrasi disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.3 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan parameter TSS

Berdasarkan Gambar 4.7, Unit A yang menggunakan media pasir dan kerikil mampu menurunkan nilai TSS menjadi 154 mg/L, dengan mekanisme utama yang berperan adalah proses penyaringan partikel berukuran besar yang terperangkap di antara celah media. Pada unit B yang menggunakan arang tanpa aktivasi, kadar TSS turun lebih jauh menjadi 129 mg/L, meskipun arang belum diaktivasi tetapi memiliki kemampuan menurunkan kadar TSS melalui pori-pori alaminya yang memungkinkan penjerapan partikel berukuran lebih kecil dibandingkan unit A. Penurunan TSS paling signifikan terjadi pada unit C yang menggunakan media arang aktif hasil aktivasi dengan KOH, yang mana nilai TSS turun menjadi 55 mg/L yang sudah sesuai dengan standar baku mutu.

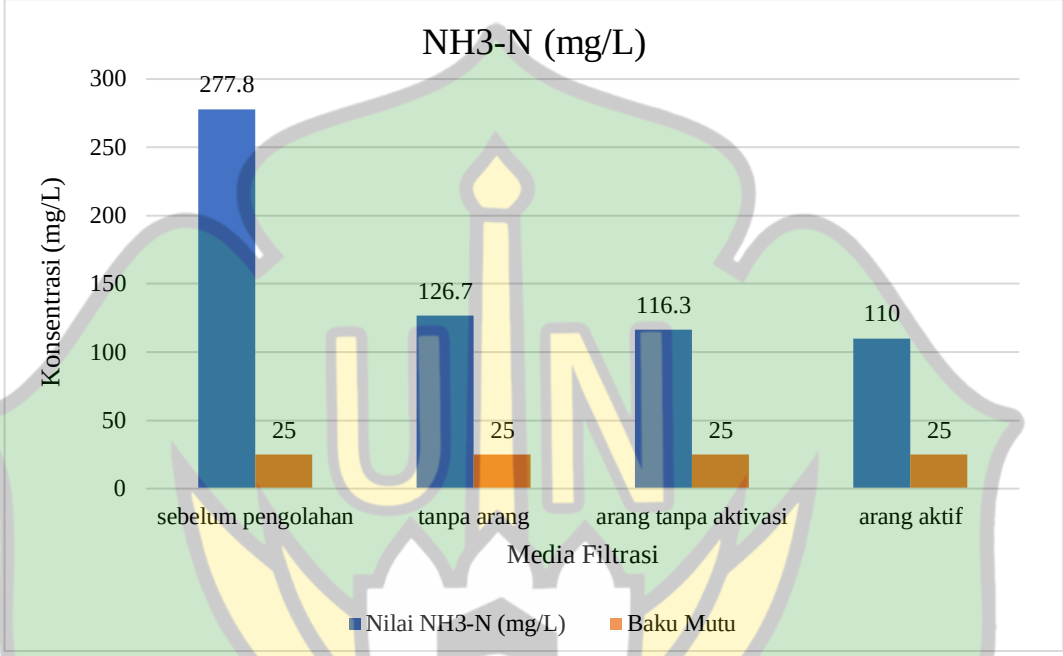
Perbedaan efektivitas penurunan TSS pada masing-masing unit menunjukkan bahwa karakteristik media filtrasi sangat berpengaruh terhadap kemampuan penyisihan padatan tersuspensi. Media pasir dan kerikil bekerja terutama melalui mekanisme filtrasi fisik sehingga lebih efektif dalam menahan partikel berukuran besar, namun kurang optimal dalam menyaring partikel halus yang masih dapat lolos bersama aliran air. Hal ini menyebabkan konsentrasi TSS pada unit A masih relatif tinggi dibandingkan unit lainnya. Pada unit B penggunaan arang kulit buah mahoni tanpa aktivasi memberikan peningkatan kinerja penyisihan TSS dibandingkan media pasir dan kerikil. Struktur pori alami pada arang memungkinkan terjadinya kombinasi antara proses filtrasi dan adsorpsi sehingga partikel tersuspensi berukuran lebih kecil dapat terperangkap lebih efektif. Meskipun demikian, keterbatasan jumlah dan ukuran pori pada arang menyebabkan kemampuan penurunan TSS belum maksimal dan masih mendekati ambang batas baku mutu.

Penurunan TSS yang paling optimal pada unit C menunjukkan bahwa proses aktivasi arang berperan penting dalam meningkatkan kinerja media filtrasi. Aktivasi kimia menghasilkan struktur pori yang lebih berkembang dan merata sehingga meningkatkan luas permukaan serta kemampuan media dalam menahan dan mengadsorpsi partikel tersuspensi. Selain itu berkurangnya kadar TSS pada unit C juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas efluen secara keseluruhan, karena padatan tersuspensi sering kali berasosiasi dengan senyawa organik penyumbang nilai BOD dan COD.

Penyisihan TSS pada sampel RPH terjadi dengan penahanan oleh media filter, yang dipengaruhi oleh porositas dan ketebalan lapisan media yang dilalui aliran limbah di dalam unit filtrasi. Semakin tebal lapisan adsorben, semakin lama dan banyak air yang melewati pori-pori media filter, sehingga lebih banyak zat organik yang teradsorpsi (Irmayanti & Mirwan, 2025). Proses ini juga dikaitkan dengan sifat fisik arang aktif yang mengalami pengembangan struktur pori akibat proses aktivasi, sehingga menghasilkan luas permukaan yang lebih besar dan tekstur yang lebih kasar. Kondisi tersebut menjadikan partikel tersuspensi yang berukuran besar maupun halus dapat terjerap secara lebih efektif.

Parameter NH_3-N

Kadar awal NH_3-N pada unit sebelum pengolahan tercatat sebesar 277,8 mg/L, yang menunjukkan tingginya kandungan nitrogen amonia dalam air limbah. Setelah melalui tiga unit filtrasi, terjadi penurunan yang berbeda-beda pada setiap unit, meskipun efisiensinya tidak sebesar penurunan parameter organik maupun TSS. Perbandingan kinerja ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.4 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap penurunan parameter NH_3-N

Berdasarkan Gambar 4.8, unit A mampu menurunkan kadar NH_3-N hingga 126,7 mg/L, yang mana mekanisme utamanya lebih bersifat fisik yaitu penyaringan partikel pembawa senyawa nitrogen serta sebagian kecil adsorpsi pada permukaan pasir. Pada unit B kadar NH_3-N menjadi 116,3 mg/L. Perbedaan antara unit A dan unit B tidak terlalu besar, namun tetap mengindikasikan adanya kontribusi tambahan dari arang. Penurunan tertinggi diperoleh pada unit C yang menggunakan arang aktif dengan konsentrasi NH_3-N sebesar 110 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa aktivasi kimia mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi arang terhadap senyawa nitrogen, meskipun kadar tersebut masih jauh dari ambang batas baku mutu yang ditetapkan.

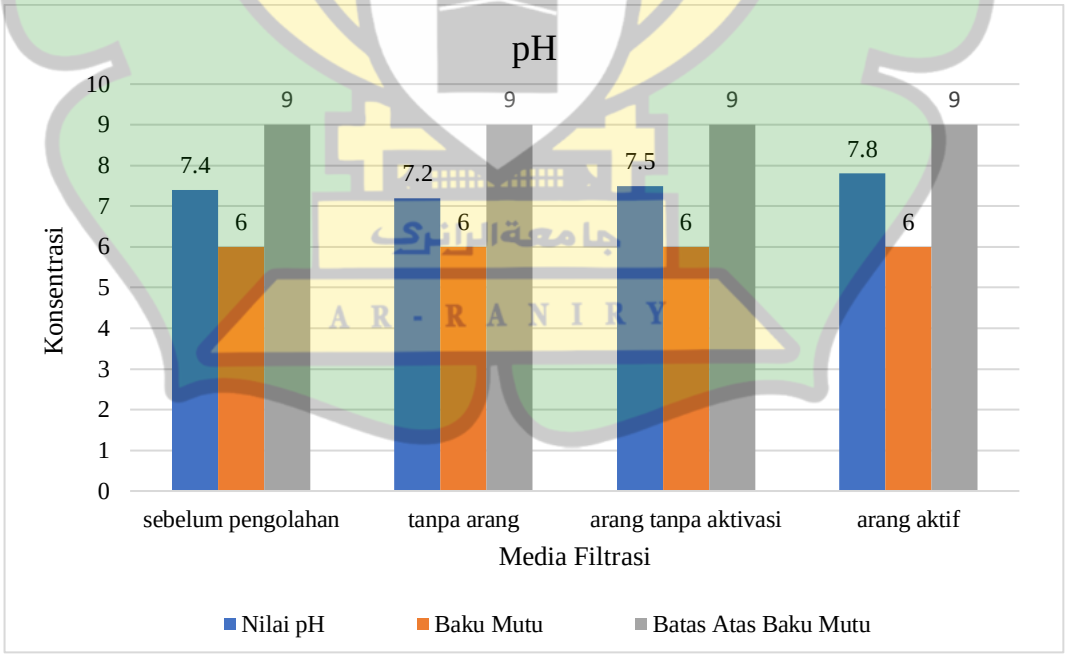
Penurunan konsentrasi NH_3-N yang tidak terlalu besar pada seluruh unit menunjukkan bahwa proses filtrasi yang diterapkan belum sepenuhnya efektif untuk menyisihkan senyawa nitrogen terlarut. Amonia merupakan senyawa yang

dominan berada dalam bentuk terlarut sehingga tidak mudah dipisahkan hanya melalui mekanisme filtrasi fisik. Hal ini menjelaskan mengapa penurunan NH_3-N pada unit A masih terbatas, meskipun terjadi penyaringan partikel dan adsorpsi ringan pada permukaan media pasir.

Tingkat penurunan NH_3-N yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan parameter lain diperkirakan karena sifat amonia yang mudah larut dalam air dan tidak sepenuhnya dapat diserap oleh media berbasis karbon. Amonia cenderung membutuhkan proses lanjutan seperti oksigen biologis (nitrifikasi) atau kombinasi dengan unit aerasi agar dapat terurai menjadi senyawa yang lebih stabil. Dengan demikian, walaupun proses filtrasi mampu menurunkan sebagian kadar amonia, hasil akhirnya belum sepenuhnya memenuhi baku mutu.

Parameter pH

Nilai hasil uji awal parameter pH sebelum pengolahan adalah 7,4. Hasil tersebut menandakan bahwa air limbah RPH berada pada kondisi netral. Setelah dilakukan perlakuan proses filtrasi, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pH masih berada pada kondisi netral yang sama dengan nilai awal sebelum pengolahan. Perubahan konsentrasi pH yang diperoleh dari hasil filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.5 Perbandingan kinerja unit filtrasi terhadap perubahan nilai pH

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa setelah melalui tiga unit filtrasi, terjadi variasi perubahan pH. Unit A menunjukkan penurunan pH menjadi 7,2 yang mengindikasikan adanya peningkatan konsentrasi ion hidrogen (H^+) akibat interaksi air limbah dengan media filtrasi. Unit B menghasilkan nilai pH sebesar 7,5 yang relatif stabil dibandingkan nilai awal, yang menunjukkan bahwa arang tanpa aktivasi tidak memberikan signifikan terhadap kondisi keasaman maupun kebasaan larutan. adapun Unit C memberikan kenaikan pH hingga 7,8 yang disebabkan oleh adanya pelepasan ion basa dari arang aktif yang dapat meningkatkan konsentrasi ion hidroksida (OH^-). Secara umum, perubahan pH pada ketiga unit filtrasi masih berada dalam kisaran baku mutu, sehingga tidak menimbulkan risiko keasaman atau kebasaan yang berlebihan terhadap kualitas efluen.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, efektivitas penurunan kadar BOD, COD dan TSS yang tinggi pada unit filtrasi dengan media arang aktif kulit buah mahoni disebabkan oleh kemampuan media dalam menyerap partikel organik senyawa kimia yang terlarut. Proses aktivasi kimia menggunakan KOH terbukti mampu memperbesar luas permukaan arang sehingga kontak antara media dengan air limbah menjadi lebih optimal. Hal ini memungkinkan lebih banyak partikel pencemar yang menempel dan tertahan di dalam pori-pori arang selama proses filtrasi berlangsung.

Faktor lain yang berpengaruh adalah waktu kontak dan ketebalan media. Selama penelitian, air limbah dibiarkan melewati media secara gravitasi dengan waktu kontak tertentu. Semakin lama air berada dalam sistem, semakin banyak kesempatan bagi proses adsorpsi dan filtrasi untuk berlangsung. Namun, karena debit air yang lebih besar, sehingga efektivitas penyisihan bisa menurun. Oleh karena itu, desain unit filtrasi perlu disesuaikan dengan kebutuhan debit dan volume limbah yang akan diolah.

Arang tanpa aktivasi (arang biasa) yang digunakan di unit B dibuat melalui proses karbonisasi sederhana. Proses ini menghilangkan sebagian besar komponen non-karbon (hidrogen dan oksigen) dan menciptakan struktur karbon dasar dengan sejumlah pori. Namun, banyak dari pori-ini tidak berkembang sempurna, berukuran sangat kecil, atau tertutup oleh residu tar, sehingga luas permukaan spesifiknya relatif rendah (Pari, 2020). Akibatnya, akses yang tersedia untuk adsorpsi sangat

terbatas. Sedangkan arang yang diaktivasi dibuat melalui proses karbonisasi sederhana kemudian diaktivasi menggunakan larutan KOH yang akan bereaksi dengan karbon sehingga akan membentuk pori-pori baru serta menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi ke permukaan karbon. pori-pori yang terbentuk akan menghasilkan karbon aktif. KOH juga mencegah pembentukan tar, asam asetat, metanol, dan lain-lain (Lano dkk., 2020).

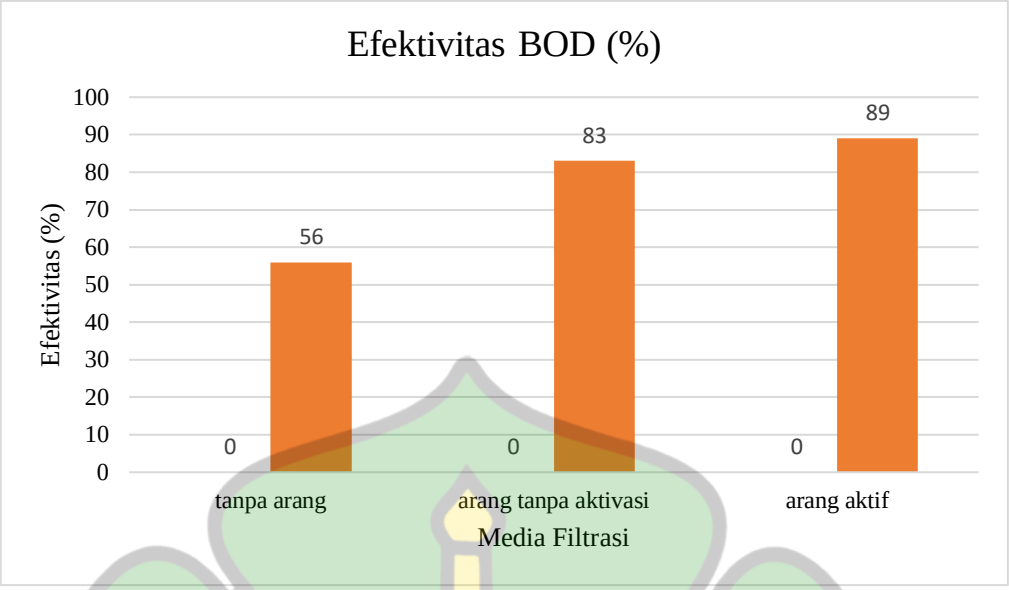
4.4. Efektivitas Penurunan Parameter pada Masing-Masing Unit Filtrasi

Kinerja ketiga unit filtrasi menunjukkan perbedaan dari setiap komponen media dalam menyisihkan polutan. Uji efektivitas arang aktif dilakukan dengan membandingkan media tanpa arang, media arang tanpa aktivasi, serta media arang teraktivasi berukuran 40 mesh. Semakin kecil ukuran media filtrasi yang digunakan, semakin besar luas permukaan yang dihasilkan sehingga proses filtrasi menjadi lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi zat pencemar dalm air limbah (Rasid dkk., 2024).

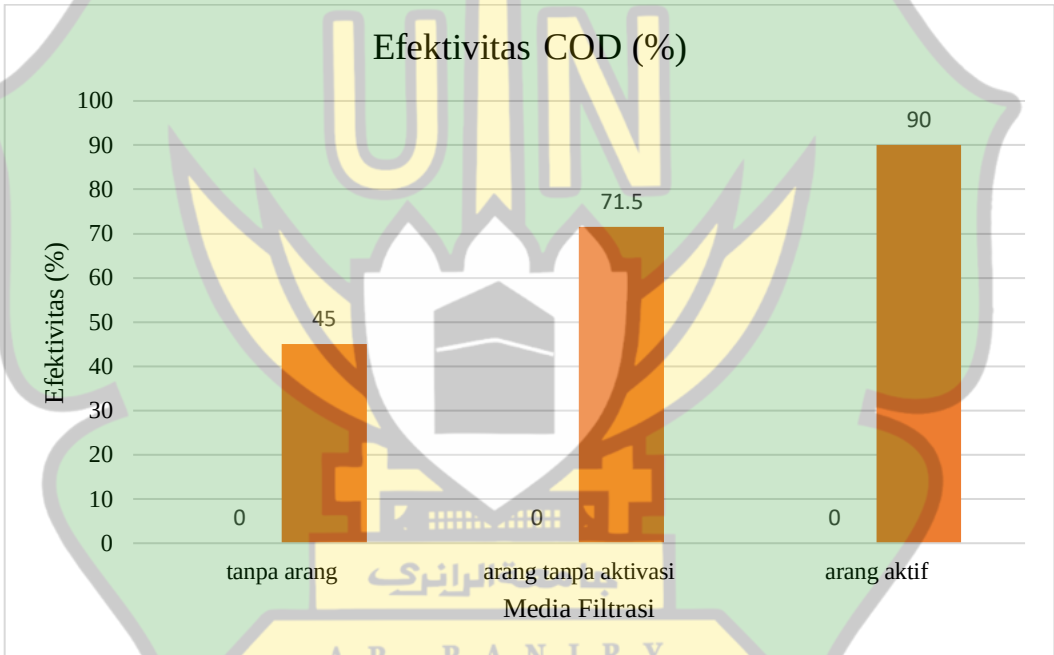
Efektivitas Penurunan BOD dan COD

Efektivitas penurunan BOD dan COD pada ketiga unit filtrasi menunjukkan kinerja yang signifikan. Efektivitas penurunan BOD pada Unit A menunjukkan efektivitas sebesar (56%), unit B (83%) dan unit C (89%). Sementara itu, efektivitas penurunan COD yang terjadi pada unit A sebesar (45%), unit B (71,5%) dan unit C (90%). Persentase efektivitas penurunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.

جامعة الرانري
AR-RANIRY



Gambar 4.6 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas penurunan BOD



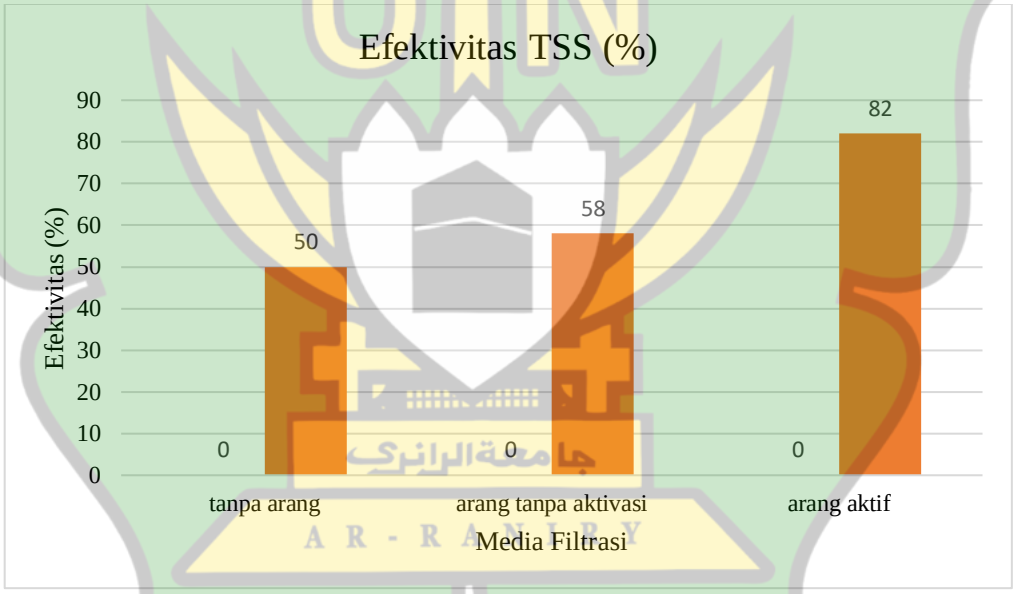
Gambar 4.7 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas penurunan COD

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa rendahnya kemampuan unit A dalam menyaring zat pencemar disebabkan oleh lapisan pasir yang hanya mampu menahan sebagian kecil zat organik terlarut dalam air limbah. Pada unit B yang menggunakan arang tanpa aktivasi, kemampuan penyaringan meningkat karena pori-pori arang hasil pembakaran masih dapat menjerap sebagian zat pencemar. Hasil yang paling optimal diperoleh pada unit C yang memakai arang aktif dari kulit buah mahoni. Proses aktivasi kimia pada arang ini membuat permukaannya lebih

luas dan memiliki banyak pori-pori halus, sehingga lebih efektif dalam menjerap zat organik dari air limbah.

Efektivitas *Total Suspended Solid* (TSS)

Penurunan kadar TSS terjadi pada semua unit filtrasi, dengan efisiensi masing-masing sebesar 50% pada unit A, 58% pada unit B dan 82% pada unit C. Tingginya efektivitas di ketiga unit menunjukkan bahwa lapisan pasir dan kerikil berperan penting dalam menyaring partikel padat dari air limbah. Proses ini berlangsung secara fisik, yaitu ketika partikel-partikel tersuspensi tertahan di antara celah butiran pasir saat air mengalir melewatinya (Kawamura, 2000). Unit B dan C memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan unit A karena adanya tambahan lapisan arang yang membuat media lebih tebal dan jalur aliran air menjadi lebih lama dan berliku. Kondisi ini memberi peluang lebih besar bagi partikel-partikel halus untuk tertahan di dalam media. Persentase efektivitas penurunan TSS pada masing-masing unit dapat dilihat pada Gambar 4.3.

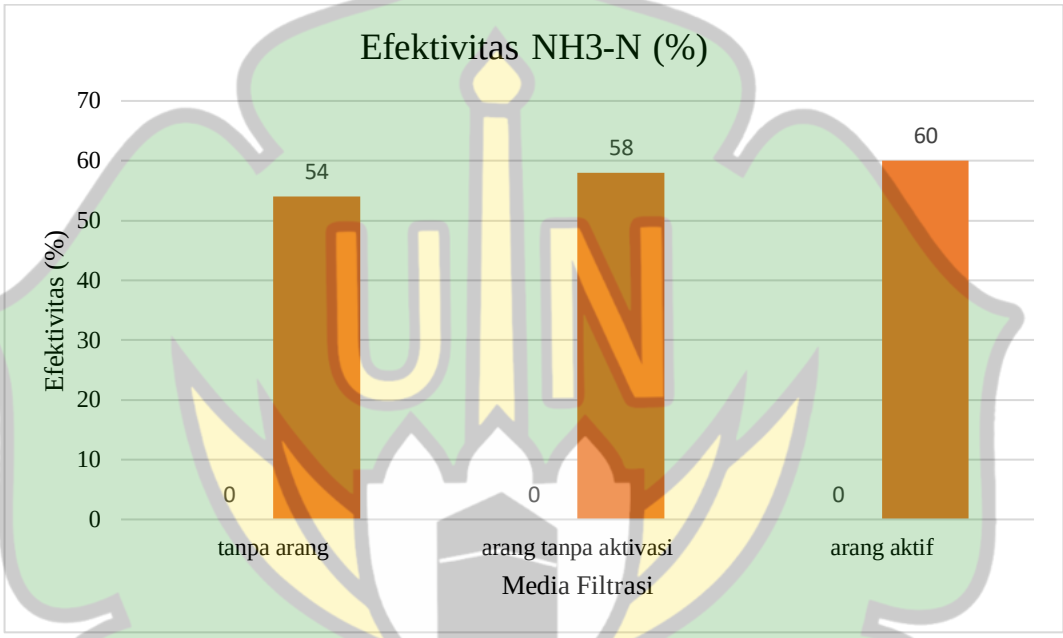


Gambar 4.8 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas penurunan TSS

Efektivitas Amonia-Nitrogen (NH_3-N) dan Perubahan pH

Efektivitas penurunan amonia NH_3-N pada ketiga unit filtrasi menunjukkan hasil yang bervariasi, namun secara umum penurunannya tidak setinggi parameter lain seperti BOD, COD dan TSS. Unit A mampu menurunkan kadar amonia hingga 54%, terutama karena proses penyaringan secara fisik yang menahan partikel atau koloid yang mengandung senyawa nitrogen. Unit B menunjukkan hasil sedikit lebih

baik dengan efisiensi 58%, sedangkan penurunan tertinggi diperoleh oleh unit C sebesar 60%. Meskipun selisihnya tidak terlalu besar, hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan arang aktif pada unit C membantu meningkatkan kemampuan penyisihan amonia. Hal tersebut disebabkan oleh karakteristik arang aktif yang memiliki luas permukaan lebih besar serta jumlah pori yang lebih banyak setelah melalui proses aktivasi, sehingga mampu mengadsorpsi senyawa amonia dalam jumlah yang lebih tinggi. Persentase efektivitas penurunan parameter NH_3-N pada masing-masing unit filtasi ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.9 Perbandingan variasi media filtrasi terhadap efektivitas penurunan NH_3-N

Selain itu, nilai pH pada masing-masing unit filtrasi terjadi sedikit perubahan setelah proses pengolahan. Pada unit yang menggunakan kombinasi pasir dan arang aktif, nilai pH cenderung sedikit meningkat dibandingkan kondisi awal. Hal ini disebabkan oleh sifat basa dari arang aktif yang dapat menetralkan sebagian kandungan asam dalam air limbah. Sementara itu, unit dengan media tanpa aktivasi menunjukkan perubahan pH yang lebih kecil karena kemampuan adsorpsinya lebih terbatas. Secara keseluruhan, nilai pH hasil filtrasi dari ketiga unit masih berada dalam rentang 6 – 9 sesuai dengan baku mutu mutu diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, sehingga dapat disimpulkan bahwa media filtrasi mampu menjaga kestabilan pH air limbah dan aman untuk dilepaskan ke lingkungan.

Keberhasilan unit C dalam mengolah air limbah RPH hingga memenuhi standar baku mutu menunjukkan bahwa rumusan masalah pertama telah terjawab. Efektivitas arang aktif dari kulit buah mahoni dipengaruhi oleh perubahan struktur fisik dan kimia material selama proses aktivasi kimia menggunakan larutan kalium hidroksida (KOH). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Salamah (2018), yang menyatakan bahwa arang hasil aktivasi kimia memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi terhadap senyawa organik dibandingkan arang tanpa aktivasi.

Bahan baku kulit buah mahoni kaya akan lignoselulosa, yang terdiri dari selulosa (41,9%), hemiselulosa (15,4%) dan lignin (26,46%) (Kosim dkk., 2021). Komponen-komponen tersebut dapat berfungsi sebagai bahan dasar yang sangat potensial dalam pembuatan arang aktif. Reaksi aktivasi arang aktif menggunakan KOH menghasilkan pelepasan air yang terperangkap pada rongga karbon, karena KOH berperan sebagai *dehydrating agent* atau bersifat menghidrasi (Faisal & Pato, 2021). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lano dkk (2020), yang menyatakan bahwa keberadaan aktivator dalam kaitannya dengan kadar air berfungsi sebagai agen pendehidrasi. Rendahnya kadar air pada arang aktif menunjukkan keberhasilan aktivator KOH dalam mengikat molekul air sekaligus melepaskan kandungan air bebas maupun air terikat yang terdapat dalam bahan baku selama proses pengovenan.

Secara mikroskopis, aktivasi kimia menggunakan KOH berlangsung melalui interaksi antara basa kuat (OH^-) dan ion K^+ dengan struktur organik prekursor selama tahapan impregnasi dan kalsinasi. Proses ini memicu reaksi dehidrogenasi, dekarboksilasi dan gasifikasi sebagian material organik yang berperan dalam pembentukan pori. Mekanisme tersebut mencakup penetrasi KOH ke dalam matriks biomassa selama perendaman, disertai pemutusan ikatan polimer utama seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin pada saat kalsinasi. Selanjutnya, reaksi antara KOH dan karbon menghasilkan senyawa volatil (H_2, CO, CO_2) serta membentuk fase antara berupa senyawa kalium seperti karbonat (Azhari dkk., 2025). Setelah proses pencucian, senyawa antara ini terlepas dari matriks karbon sehingga meninggalkan rongga, yang akan memperluas pori dan meningkatkan luas permukaan spesifik arang aktif.

Luas permukaan yang besar dan struktur pori yang beragam memungkinkan arang aktif menyisihkan berbagai jenis polutan melalui mekanisme yang berbeda:

1. Adsorpsi Molekul Organik (BOD dan COD): Air limbah RPH didominasi oleh molekul organik berukuran relatif besar seperti protein, asam lemak dan produk degradasinya (Ng dkk., 2022). Proses aktivasi tidak hanya menciptakan mikropori (diameter < 2 nm) tetapi juga mesopori (diameter 2-50 nm) yang sangat penting. Mesopori ini berfungsi sebagai saluran transportasi yang memungkinkan molekul-molekul organik besar untuk berdifusi masuk ke bagian dalam partikel arang, yang kemudian dapat teradsorpsi pada permukaan mikropori yang memiliki luas permukaan total terbesar. Tanpa mesopori yang cukup, molekul-molekul besar ini hanya akan menyumbat bagian luar partikel arang, sehingga kapasitas adsorpsi efektifnya menjadi sangat rendah. proses penjerapan ini utamanya bersifat fisis (*physisorption*), didorong oleh interaksi hidrofobik dan gaya *van der waals* antara permukaan karbon yang cenderung non-polar dengan rantai karbon pada molekul organik.
2. Adsorpsi Amonia-Nitrogen (NH_3-N): Pada kondisi netral hingga sedikit basa, amonia cenderung berada dalam bentuk NH_4^+ yang memiliki interaksi lemah dengan permukaan karbon aktif kecuali terdapat gugus fungsi tertentu seperti -COOH dan -OH yang mampu berperan sebagai situs pertukaran ion. Menurut Esterlita & Herlina (2015), arang aktif lebih efektif untuk menurunkan polutan organik dibandingkan amonia, sehingga efisiensi penurunan NH_3-N melalui adsorpsi murni relatif terbatas. Arang aktif hasil aktivasi kimia, khususnya dengan KOH memiliki struktur pori yang lebih berkembang dan gugus permukaan yang lebih reaktif sehingga dapat meningkatkan peluang interaksi ionik maupun adsorpsi fisik terhadap molekul amonia (Dewi dkk., 2020).
3. Netralisasi pH: Nilai pH dipengaruhi oleh keseimbangan antara ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksida (OH^-). penambahan zat asam ke dalam air akan meningkatkan konsentrasi ion H^+ sekaligus menurunkan jumlah ion OH^-, sehingga pH larutan cenderung menurun (asam). Sebaliknya, jika jumlah ion

H^+ berkurang dan ion OH^- bertambah, maka pH larutan akan meningkat (basa) (Findayanti & Palupi, 2023).

Efektivitas arang aktif dalam menurunkan berbagai parameter pencemar pada air limbah RPH bergantung pada karakteristik permukaannya, baik secara fisik maupun kimia. Luas permukaan yang tinggi, ukuran pori yang bervariasi, serta keberadaan gugus fungsi aktif menjadi faktor utama dalam proses adsorpsi. Kombinasi antara mekanisme adsorpsi fisik dan kimia, arang aktif dapat menjerap senyawa organik sekaligus berinteraksi dengan senyawa anorganik seperti NH_3-N meskipun dengan efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu, aktivasi kimia mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi arang dengan memperluas jaringan pori dan menambah jumlah gugus permukaan reaktif.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini, yaitu:

1. Efektivitas arang aktif kulit buah mahoni sebagai media filtrasi dalam pengolahan air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) menunjukkan kinerja yang baik. Kombinasi media arang aktif kulit buah mahoni dengan pasir mampu menurunkan konsentrasi parameter pencemar secara signifikan dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 89%, COD 90%, TSS 82% dan NH_3-N 60% serta mempertahankan nilai pH dalam kisaran baku mutu yaitu 7,8. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif kulit buah mahoni efektif dalam mengadsorpsi senyawa organik dan padatan tersuspensi yang terdapat dalam air limbah RPH.
2. Perbandingan kinerja antara arang aktif dan arang tanpa aktivasi menunjukkan bahwa proses aktivasi kimia menggunakan larutan KOH 2% secara nyata meningkatkan kemampuan adsorpsi media. Proses aktivasi terbukti efektif dalam meningkatkan luas permukaan spesifik dan menambah jumlah pori pada media, sehingga memaksimalkan proses adsorpsi dan penyisihan polutan. Unit filtrasi dengan arang aktif (Unit C) memberikan efisiensi penurunan parameter yang lebih tinggi dibandingkan arang tanpa aktivasi (Unit B). Perbandingan efisiensi ini menunjukkan bahwa unit filtrasi dengan arang aktif 13,62% lebih baik dibandingkan unit dengan arang tanpa aktivasi.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah penelitian ini dilakukan adalah:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perhitungan *Effective Size* (ES) dan *Uniformity Coefficient* (UC) agar dapat menentukan ukuran butiran pasir yang sesuai, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dalam menurunkan nilai parameter COD, BOD, TSS, NH_3-N dan pH.
2. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan proses karbonisasi menggunakan metode pirolisis untuk mengurangi masuknya oksigen pada proses pembakaran, sehingga produksi abu dari proses pembakaran berkurang dan memiliki

AR-RANIRY

kapasitas adsorpsi yang jauh lebih tinggi dibandingkan arang dengan metode karbonisasi tradisional.

3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis karakteristik arang aktif secara lebih mendalam, seperti pengujian luas permukaan spesifik (BET), analisis gugus fungsional (FTIR) dan morfologi permukaan (SEM) untuk memahami hubungan antara sifat fisik-kimia arang dan efektivitas adsorpsinya terhadap polutan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A. R., Handayani, V., Syarif, R. A., Najib, A., & Hamidu, L. (2019). *Mahoni (Swietenia mahagoni (L.) Jacq) Herbal untuk Penyakit Diabetes*.

Aprilianti, R., Selviani, D., Lestari, D., & Aldila, H. (2023). Green Synthesis Nanopartikel karbon aktif dan limbah tempurung kelapa. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, *1*, 37–41.

Aprilianto, Z., & Oktaviananda, C. (2024). Karakterisasi air hasil filtrasi instalasi pengolahan air sederhana berdasarkan variasi waktu filtrasi dan ketebalan media arang ampas teh. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, *6*, 101–109.

Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan filtrasi upflow pengolahan filtrasi upflow dengan media pasir zeolit dan arang aktif dalam menurunkan kadar fosfat dan deterjen air limbah domestik. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, *6*, 8–15.

Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) limbah cair domestik dengan teknik fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 59–72.

Azhari, N. O., Faizal, F., & Bahtiar, A. (2025). Pengaruh rasio massa kayu mahoni dan aktivator KOH pada karakteristik karbon berpori untuk aplikasi penangkap gas karbon dioksida. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, *15*(1), 1–9.

Azis, A., Hasan, B., Todingbua, A., Hastin, A., & Risdayanti. (2021). *Pemanfaatan arang aktif kulit buah mahoni sebagai media tanam bawang merah (Allium cepa L)*. 140–145.

Damanik, S. E. (2019). *Buku Ajar Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Uwais Inspirasi Indonesia.

Dano, S. I. (2023). *Analisis limbah cair rumah potong hewan dan dampaknya bagi masyarakat di sekitar RPH Oben Kecamatan Nekamese Kabupaten Kupang*.

Dewantoro, Y. E. R. U. (2022). *Pencemaran Lingkungan*. CV. AZKA PUSTAKA.

Dewi, R., Azhari, & Nofriadi, I. (2020). Aktivasi karbon dari kulit pinang dengan menggunakan aktivator kimia KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *9*, 12–22.

Esterlita, M. O., & Herlina, N. (2015). Pengaruh penambahan aktivator ZnCl2, KOH, dan H3PO4 dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren (Arenga pinnata). *Jurnal Teknik Kimia*, *4*(1), 47–52.

Faisal, & Pato, U. (2021). Studi konsentrasi kalium hidroksida (KOH) terhadap kualitas karbon aktif tempurung kluwak. *JOM FAPERTA*, 1–13.

Faradila, R., Huboyo, H. S., & Syakur, A. (2023). Rekayasa pengolahan air limbah domestik dengan metode kombinasi filtrasi untuk menurunkan tingkat polutan air. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 342–350.

Farahdiba, A. U., Latifah, E. J., & Mirwan, M. (2019). Penurunan ammonia pada limbah cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH) dengan menggunakan Upflow Anaerobic Filter. *Jurnal Envirotek*, *11*, 31–38.

Fibriana, R. (2021). Pembuatan saringan pasir di sungai atu kul tembolon Kabupaten Bener Meriah untuk mengurangi kekeruhan. *E-Jurnal Biram Samtani Sains*, 1–13.

Findayanti, N., & Palupi, H. T. (2023). Efek penggunaan gel lidah buaya (Aloe vera L.) terhadap mutu minuman jelly lidah buaya. *Jurnal Teknologi Pangan*.

Gading, B. M. W. T., Respati, A. N., & Suryanto, E. (2021). Studi Kasus: Permasalahan limbah di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang. *Jurnal Triton*, *1*, 68–77.

Ilmanafia, A., & Sudarminto, H. P. (2022). Pemanfaatan adsorben arang aktif bonggol jagung untuk penurunan BOD dan COD pada limbah cair pengolahan rumput laut. *Jurnal Teknologi Separasi*, *8*(4), 909–913.

Irmayanti, N. I., & Mirwan, M. (2025). Uji efektivitas kombinasi filter-adsorpsi arang tempurung kelapa pada penurunan COD dan TSS limbah cair RPH. *Jurnal Serambi Engineering*, 13007–12018.

Karangan, J., Sugeng, B., & Sulardi. (2019). Uji keasaman air dengan alat sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 65–72.

Kawamura, S. (2000). *Integrated design and operation of water treatment facilities* (2 ed.). John Wiley & Sons, Inc.

Kosim, N., Amri, T. A., & Linggawati, amilia. (2021). *Preparasi dan karakterisasi arang aktif kulit buah mahoni (Swietenia macrophylla K.) menggunakan aktivator KOH dan aplikasinya sebagai adsorben pada larutan metilen biru*.

Lano, L. A., Ledo, M. E. S., & Nitsae, M. (2020). Pembuatan arang aktif dari tempurung siwalan (Borassus flabellifer L.) yang diaktivasi dengan kalium hidroksida (KOH). *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, *5*(1), 8–15.

Lubis, I., Soesilo, T. E. B., & Soemantojo, R. W. (2020). Pengelolaan air limbah rumah potong hewan di RPH X, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*.

Ma'ruf, Subagyo, R., Isworo, H., Ghofur, A., Candra, M. I., & Rusdieanoor, M. (2021). Studi simulasi filtrasi pada formasi tiga jenis ukuran membran berbeda dengan variasi kecepatan dan tekanan. *Jurnal Teknik Mesin*, *8*, 8–15.

Mulyati. (2022). *Modul Kualitas Air dan Hama Penyakit*. Litera Pustaka.

Murdiningsih, H., Angka, A. B., Arini, & Patunggu, C. W. (2021). Efectiveness on processing of chicken slaughterhouse liquid Waste (RPA) by the use of active carbon from mahagony fruit skin (Swietenia macrophylla). *Prosiding 5th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*.

Mustofa, A. (2020). *Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur*. UNISNU Press.

Ng, M., Dalhatou, S., Wilson, J., Kamdem, B. P., Temitope, M. B., Paumo, H. K., Djelal, H., Assadi, A. A., Tri, P. N., & Kane, A. (2022). Characterization of

slaughterhouse wastewater and development of treatment techniques: A review. *Processes*.

Pari, G. (2020). Karakterisasi arang aktif dari arang serbuk gergajian sengon dengan bahan pengaktif NH4HCO3. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 89100.

Pujiastuti, P. (2024). *Polutan Organik Dalam Air Permukaan & Air Limbah*. Deepublish.

Ramadhani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analysis of temperature, power of hydrogen (pH), chemical oxygen demand (COD), and biological oxygen demand (BOD) in domestic wastewater in sukoharjo environmental office. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*, 12–22.

Rasid, M., Pramaningsih, V., & Isworo, Y. (2024). Efektivitas variasi ukuran mesh arang aktif tempurung kelapa untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) air sumur dengan metode filtrasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, *12*(4), 1100–1105.

Salamah, S. (2018). Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Buah Mahoni Dengan Perlakuan Perendaman Dalam Larutan KOH. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*.

Sari, W. A. (2021). *Pengaruh waktu dan suhu sonikasi pada aktivasi karbon aktif kulit buah mahoni untuk pengolahan limbah cair ayam potong*. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Setyaningrum, D., Anisa, Z., & Rasydta, H. P. (2022). Pengujian kadar chemical oxygen demand (COD) pada air limbah tinggi kalsium klorida menggunakan metode refluks terbuka. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, *4*, 353–362.

Sulistyanti, D., Antoniker, & Nasrokhah. (2018). Penerapan metode filtrasi dan adsorpsi dalam pengolahan limbah laboratorium. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*.

Winata, B. Y., Erliyanti, N. K., Yogaswara, R. R., & Saputro, E. A. (2020). Pra perancangan pabrik karbon aktif dari tempurung kelapa dengan proses aktivasi kimia pada kapasitas 20.000 ton/tahun. *Jurnal Teknik ITS*, *9*(2).

Wulandari, D. T., Prihatini, N. S., & Nilawati, Rd. I. N. (2022). Penyisihan COD pada limbah cair Rumah Potong Hewan Martapura dengan sistem lahan basah buatan aliran horizontal bawah permukaan menggunakan tanaman Cyperus alternifolius dan Canna indica. *Jurnal Reka Lingkungan*, 125–134.

Yunita, R., Rahman, A., & Kusumawardani, N. I. (2023). *Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) Menggunakan Software Qual2kw*. CV. Mega Press Nusantara.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Baku Mutu Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan

-77-

LAMPIRAN XLV
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2014
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
RUMAH PEMOTONGAN HEWAN

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
NH_3-N	mg/L	25
pH	-	6 — 9
Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5 m3/ekor/hari Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15 m3/ekor/hari Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m3/ekor/hari		

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA,

ttd

BALTHASAR KAMBUAYA

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Hukum dan Humas

Rosa Vivien Ratnawati

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

No.	Gambar	Keterangan
Proses Karbonisasi		
1.		Kulit buah mahoni
2.		Proses pencucian dan pengeringan kulit buah mahoni dengan bantuan sinar matahari
3.		Proses karbonisasi kulit buah mahoni secara manual
4.		Arang kulit buah mahoni yang telah dikarbonisasi

5.		Proses penghalusan kulit buah mahoni menggunakan mortar dan pengayakan arang dengan ayakan 40 mesh
Tahap Aktivasi Arang Aktif		
6.		Proses pengenceran larutan KOH 10% menjadi 2%
7.		Proses perendaman arang menggunakan aktivator KOH 2% selama 24 jam
8.		Proses pengeringan arang yang telah direndam menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 105℃

Tahap Eksperimen Filtrasi		
9.		Pengambilan sampel air limbah RPH
10.		Proses penyusunan media filtrasi ke dalam unit filtrasi
11.		Proses filtrasi
12.		Hasil filtrasi dari ke-3 unit filter

Uji Laboratorium Air Limbah

13.

Proses pengukuran pH

14.
Perlakuan COD

15.

Pemanasan sampel COD menggunakan COD reaktor

16.

Proses analisis nilai COD

17.		Proses pengujian TSS menggunakan *vacuum filter*

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 3. Perhitungan

A. Perhitungan Pengujian Parameter TSS Air Limbah RPH

1. Sampel Awal

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(w_1 - w_0)}{volume\ contoh\ uji\ (ml)} x\ 1000$$

$$= \frac{(1{,}2433 - 1{,}2124)}{0{,}1} x\ 1000$$

$$= 309 \text{ mg/L}$$

2. Unit A (Media Tanpa Arang)

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(w_1 - w_0)}{volume\ contoh\ uji\ (ml)} x\ 1000$$

$$= \frac{(1{,}2310 - 1{,}2156)}{0{,}1} x\ 1000$$

$$= 154 \text{ mg/L}$$

3. Unit B (Media Arang Kulit Buah Mahoni)

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(w_1 - w_0)}{volume\ contoh\ uji\ (ml)} x\ 1000$$

$$= \frac{(1{,}2255 - 1{,}2153)}{0{,}1} x\ 1000$$

$$= 129 \text{ mg/L}$$

4. Unit C (Media Arang Aktif Kulit Buah Mahoni)

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(w_1 - w_0)}{volume\ contoh\ uji\ (ml)} x\ 1000$$

$$= \frac{(1{,}2205 - 1{,}2150)}{0.1} x\ 1000$$

$$= 55 \text{ mg/L}$$

B. Perhitungan Efisiensi Penurunan Parameter BOD, COD, TSS dan NH_3N pada Air Limbah RPH

1. Efisiensi Penurunan BOD

a. Unit A (Media Tanpa Arang)

$$\text{EF (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$$

$$= \frac{(592 - 260)}{592} x\ 100$$

$$= 56\%$$

b. Unit B (Media Arang Kulit Buah Mahoni)

EF (%) $= \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$

$= \frac{(592 - 100)}{592} x\ 100$

= 83%

c. Unit C (Media Arang Aktif Kulit Buah Mahoni)

EF (%) $= \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$

$= \frac{(592 - 60)}{592} x\ 100$

= 89%

2. Efisiensi Penurunan COD

a. Unit A (Media Tanpa Arang)

EF (%) $= \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$

$= \frac{(1.138 - 621)}{1.138} x\ 100$

= 45%

b. Unit B (Media Arang Kulit Buah Mahoni)

EF (%) $= \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$

$= \frac{(1.138 - 324)}{1.138} x\ 100$

= 71,5%

c. Unit C (Media Arang Aktif Kulit Buah Mahoni)

EF (%) $= \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$

$= \frac{(1.138 - 114)}{1.138} x\ 100$

= 90%

3. Efisiensi Penurunan TSS

a. Unit A (Media Tanpa Arang)

EF (%) $= \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$

$= \frac{(309 - 154)}{309} x\ 100$

= 50%

b. Unit B (Media Arang Kulit Buah Mahoni)

$$\text{EF (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$$

$$= \frac{(309 - 129)}{309} x\ 100$$

$$= 58\%$$

c. Unit C (Media Arang Aktif Kulit Buah Mahoni)

$$\text{EF (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$$

$$= \frac{(309 - 55)}{309} x\ 100$$

$$= 82\%$$

4. Efisiensi Penurunan NH_3N

a. Unit A (Media Tanpa Arang)

$$\text{EF (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$$

$$= \frac{(277{,}8 - 126{,}7)}{277{,}8} x\ 100$$

$$= 54\%$$

b. Unit B (Media Arang Kulit Buah Mahoni)

$$\text{EF (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$$

$$= \frac{(277{,}8 - 116{,}3)}{277{,}8} x\ 100$$

$$= 58\%$$

c. Unit C (Media Arang Aktif Kulit Buah Mahoni)

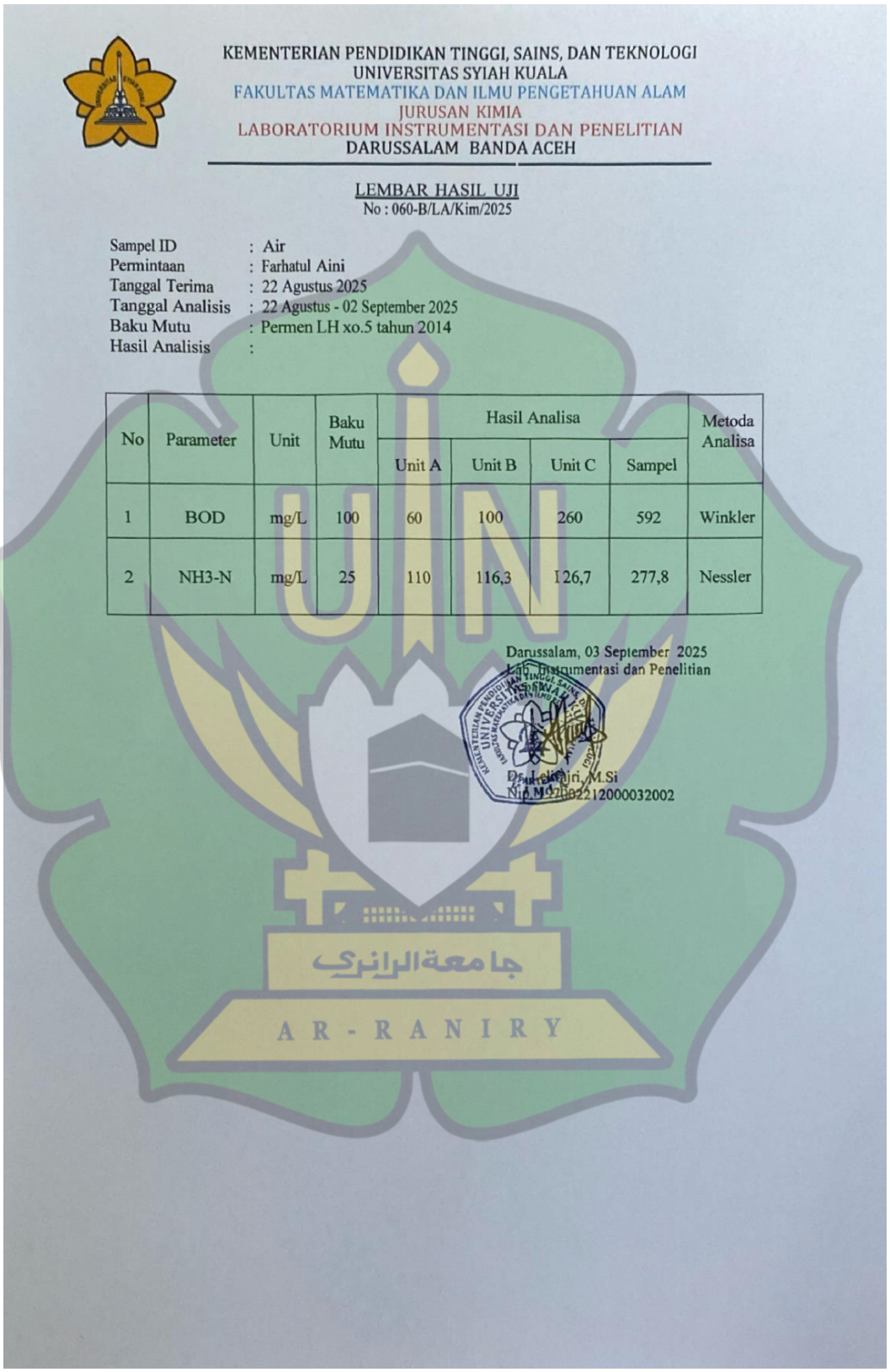
$$\text{EF (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} x\ 100$$

$$= \frac{(277{,}8 - 110)}{277{,}8} x\ 100$$

$$= 60\%$$

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 4. Lembar Hasil Uji Laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
LABORATORIUM INSTRUMENTASI DAN PENELITIAN
DARUSSALAM BANDA ACEH

LEMBAR HASIL UJI
No : 060-B/LA/Kim/2025

Sampel ID : Air
Permintaan : Farhatul Aini
Tanggal Terima : 22 Agustus 2025
Tanggal Analisis : 22 Agustus - 02 September 2025
Baku Mutu : Permen LH xo.5 tahun 2014
Hasil Analisis :

No	Parameter	Unit	Baku Mutu	Hasil Analisa				Metoda Analisa
				Unit A	Unit B	Unit C	Sampel	
1	BOD	mg/L	100	60	100	260	592	Winkler
2	NH3-N	mg/L	25	110	116,3	126,7	277,8	Nessler

Darussalam, 03 September 2025
Lab. Instrumentasi dan Penelitian

Dr. Lukfi Hakim, M.Si
Nip. 197[illegible]2212000032002

Lampiran 5. Rancangan Anggaran Biaya (RAB) Penelitian

No.	Uraian	Jumlah	Harga (Rp)
1.	Pipa PVC 4 inch	3 meter	200.000
2.	Dop PVC 4 inch	3 buah	15.000
3.	Lem pipa	1 buah	10.000
4.	Kran Air	3 buah	45.000
5.	Seal Tape	1 buah	5.000
6.	Saringan/Kasa nyamuk	½ meter	8.000
7.	Gergaji pipa	1 buah	29.500
8.	Jeriken 10 L	3 buah	45.000
9.	Corong plastik	1 buah	5.000
10.	Sarung tangan & Masker	6 pasang	18.000
11.	Alumunium Foil	1 kotak	15.000
12.	Pasir	12 kg	120.000
13.	Kerikil	7 kg	70.000
14.	Aquades	3 liter	9.000
15.	Kertas saring Whatman 42	4 lembar	40.000
16.	Larutan KOH 10%	200 ml	100.000
17.	Cek COD	4 sampel	40.000
18.	Cek BOD	4 sampel	220.000
19.	Cek NH_3-N	4 sampel	220.000
Total		**1.214.500**	

جامعة الرانري
AR-RANIRY