

**EFEKTIVITAS ARANG AKTIF AMPAS KOPI SEBAGAI
MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
RUMAH PEMOTONGAN HEWAN (RPH)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**ATHA NAUFAL FAWWAZ
NIM. 210702046
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M/1447 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS ARANG AKTIF AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH PEMOTONGAN HEWAN (RPH)

TUGAS AKHIR

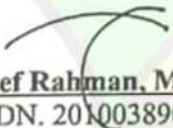
Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

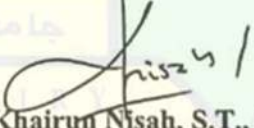
Diajukan oleh:
ATHA NAUFAL FAWWAZ
NIM. 210702046
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 30 Juli 2025
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901


Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
NIDN. 2016027902

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS ARANG AKTIF AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH PEMOTONGAN HEWAN (RPH)

TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 20 Agustus 2025
Rabu, 26 Shafar 1447 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

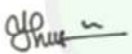
Ketua,


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

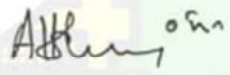
Sekretaris,


Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
NIDN. 2016027902

Penguji I,


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

Penguji II,


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
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 : Atha Naufal Fawwaz

NIM : 210702046

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Efektivitas Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

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

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing
3. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
4. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
5. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
6. 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 aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 20 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Atha Naufal Fawwaz

ABSTRAK

Nama : Atha Naufal Fawwaz
NIM : 210702046
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Efektivitas Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Media Filter Dalam Pengolahan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan
Tanggal Sidang : 20 Agustus 2025
Jumlah Halaman : 64 halaman
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T
Pembimbing II : Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
Kata Kunci : Arang Aktif Ampas Kopi, Filtrasi, Limbah Cair RPH, COD, TSS, pH.

Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas arang aktif berbahan ampas kopi, baik tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi kimia menggunakan HCl, sebagai media filtrasi dalam menurunkan parameter COD, TSS, serta meninjau pengaruhnya terhadap pH. Tiga unit filtrasi digunakan, yaitu unit A (pasir dan kerikil), unit B (arang ampas kopi tanpa aktivasi), dan unit C (arang ampas kopi diaktivasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa unit C memiliki kinerja paling optimal dengan penurunan COD dari 1519 mg/L menjadi 288 mg/L (efektivitas 81%) dan TSS dari 164 mg/L menjadi 37 mg/L (efektivitas 77%) dengan pH akhir 6,7. Unit A mampu menurunkan COD sebesar 52% dan TSS 38%, sedangkan unit B justru mengalami peningkatan konsentrasi pencemar akibat pori-pori arang yang belum berkembang optimal. Aktivasi terbukti meningkatkan daya adsorpsi arang ampas kopi, sehingga dapat dinyatakan bahwa arang ampas kopi efektif digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan limbah cair RPH.

ABSTRACT

Name : Atha Naufal Fawwaz
ID number student : 210702046
Department : Teknik Lingkungan
Title : The Effectiveness of Activated Charcoal from Coffee Grounds as a Filtration Medium in the Treatment of Liquid Waste from Slaughterhouses
Date of session : 20 August 2025
Number of page : 64 pages
Advisor I : Arief Rahman, M.T
Advisor II : Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
Keywords : Activated carbon coffee grounds, filtration, slaughterhouse wastewater, COD, TSS, pH

Slaughterhouse wastewater (RPH) contains high concentrations of organic matter, which has the potential to pollute the environment. This study aims to evaluate the effectiveness of activated carbon derived from coffee grounds, both non-activated and chemically activated using HCl, as a filtration medium in reducing COD and TSS parameters, as well as to examine its effect on pH. Three filtration units were applied: Unit A (sand and gravel), Unit B (non-activated coffee grounds charcoal), and Unit C (activated coffee grounds charcoal). The results showed that Unit C demonstrated the best performance, reducing COD from 1519 mg/L to 288 mg/L (81% effectiveness) and TSS from 164 mg/L to 37 mg/L (77% effectiveness), with a final pH of 6.7. Unit A was able to reduce COD by 52% and TSS by 38%, while Unit B instead exhibited an increase in pollutant concentration due to the underdeveloped pore structure of the charcoal. Activation was proven to enhance the adsorption capacity of coffee grounds charcoal, indicating that coffee grounds-based activated carbon can be effectively used as a filtration medium in slaughterhouse wastewater treatment.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberikan kekuatan dan petunjuk untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW., yang telah membawa umat manusia dari kegelapan menuju cahaya ilmu pengetahuan. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada ayahanda dan ibunda tercinta, Imtar dan Hafria Lisda, atas doa, bimbingan, motivasi, serta segala dukungan yang tanpa henti mengiringi perjalanan penulis selama proses ini.

Tugas akhir yang berjudul *“Efektivitas Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Media Filter dalam Pengolahan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH)”* ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa proses penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak selama tahap penelitian hingga penulisan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad 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, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
4. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberi arahan dan dukungan kepada penulis selama perkuliahan.
5. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku dosen pembimbing I Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.

6. Ibu Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si selaku dosen pembimbing II Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
8. Ibu Firda Elvia, S.Pd., yang telah membantu dalam proses admintrasi.
9. Ibu Nurul Huda, S.Pd., selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, yang telah membantu dalam pengurusan pelaksanaan uji pendahuluan di laboratorium.

Penulis berharap Allah Swt. Berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulisan tugas akhir. Semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat menjadi manfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam proposal ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan penulisan tugas akhir ini kedepannya

Banda Aceh, 20 Agustus 2025

Penulis

Atha Naufal Fawwaz

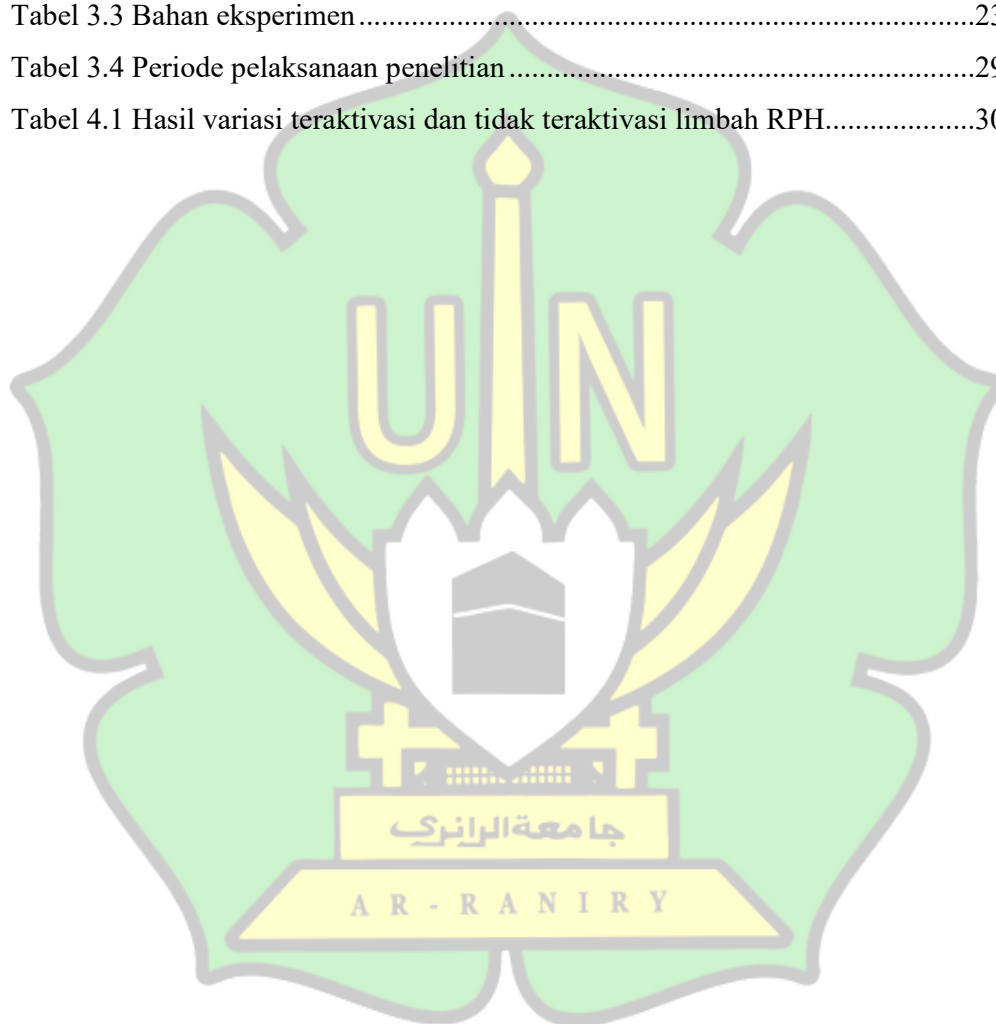
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
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 Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH)	5
2.2 Parameter Pencemar Rumah Potong Hewan.....	6
2.2.1 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	6
2.2.2 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	7
2.2.3 <i>Power of Hydrogen</i> (pH).....	7
2.3 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Hewan	8
2.4 Filtrasi.....	9
2.5 Pasir	9
2.6 Kerikil.....	10
2.7 Arang Aktif	10
2.8 Ampas Kopi.....	11
2.9 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tahapan Umum	18

3.2	Pengambilan Sampel.....	19
3.2.1	Lokasi Pengambilan Sampel.....	19
3.2.2	Teknik Pengambilan Sampel.....	21
3.3	Hasil Uji Pendahuluan.....	21
3.4	Alat dan Bahan.....	22
3.4.1	Alat Eksperimen.....	22
3.4.2	Bahan Eksperimen.....	23
3.5	Desain Eksperimen.....	23
3.6	Prosedur Penelitian.....	24
3.7	Prosedur Eksperimen.....	25
3.8	Prosedur Pengujian Parameter.....	25
3.9	Analisis Data.....	27
3.10	Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1	Pengaruh Arang Aktif Ampas Kopi dalam Menyisihkan Parameter Pencemar COD, TSS dan Pengaruh Parameter pH pada Limbah RPH.....	30
4.1.1	Parameter COD.....	32
4.1.2	Parameter TSS.....	34
4.1.3	Parameter pH.....	35
4.2	Pengaruh Variasi Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi dan Tidak Teraktivasi sebagai Media Filter dalam Menyisihkan Parameter COD, TSS dan Pengaruh Parameter pH pada Limbah RPH.....	37
BAB V	PENUTUP.....	40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		47

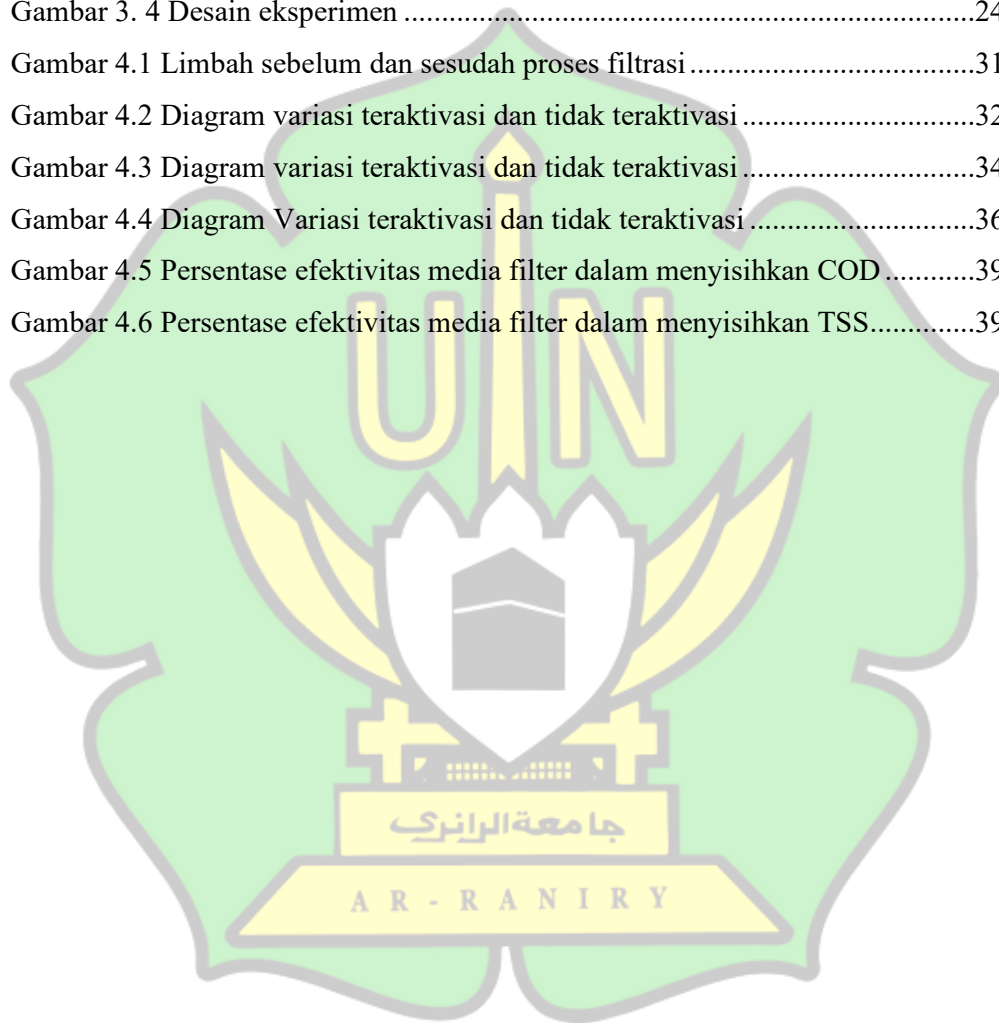
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu limbah cair RPH	9
Tabel 2.2 Tabel Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Hasil uji pendahulun	22
Tabel 3.2 Alat eksperimen	22
Tabel 3.3 Bahan eksperimen	23
Tabel 3.4 Periode pelaksanaan penelitian	29
Tabel 4.1 Hasil variasi teraktivasi dan tidak teraktivasi limbah RPH.....	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ampas kopi	12
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 3.2 Peta lokasi	20
Gambar 3.3 Lokasi pengambilan sampel.....	20
Gambar 3. 4 Desain eksperimen	24
Gambar 4.1 Limbah sebelum dan sesudah proses filtrasi.....	31
Gambar 4.2 Diagram variasi teraktivasi dan tidak teraktivasi.....	32
Gambar 4.3 Diagram variasi teraktivasi dan tidak teraktivasi.....	34
Gambar 4.4 Diagram Variasi teraktivasi dan tidak teraktivasi.....	36
Gambar 4.5 Persentase efektivitas media filter dalam menyisihkan COD.....	39
Gambar 4.6 Persentase efektivitas media filter dalam menyisihkan TSS.....	39



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah Potong Hewan (RPH) menghasilkan dua kategori limbah, yaitu padat dan cair. Limbah padat biasanya berupa rumen (bagian dari sistem pencernaan seperti lambung), kotoran sapi, serta sisa pakan berupa rumput. Sementara itu, limbah cair RPH mengandung darah, protein, lemak, dan partikel tersuspensi yang menyebabkan kadar bahan organik dan nutrisi cukup tinggi. Kandungan yang bervariasi serta residu terlarut tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran pada sungai maupun badan air lainnya (Sinaga dkk., 2021). Dalam rangka memenuhi standar daging yang Aman, Sehat, Utuh, dan Halal (ASUH), proses pemotongan di RPH harus mengikuti prosedur yang telah ditetapkan. Salah satu aspek teknis penting yang harus diperhatikan adalah penempatan lokasi RPH yang tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Ketentuan ini tercantum dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13/Permentan/OT.140/1/2010 mengenai persyaratan RPH ruminansia dan unit pengolahan daging (*meat cutting plant*) (Viana dkk., 2020).

Kebutuhan masyarakat terhadap makanan berbasis protein hewani, seperti daging, terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Faktor seperti perubahan selera, gaya hidup, harga, dan daya beli turut memengaruhi permintaan daging, yang diperkirakan akan terus meningkat di masa depan (Zulkarnain dkk., 2017). Konsumsi daging memiliki dampak positif bagi kesehatan karena protein hewani lebih mudah dicerna dibandingkan dengan protein nabati. Berdasarkan data BPS Provinsi Aceh, permintaan daging di Aceh mencapai 20.982 ton per tahun pada 2022 (Badan Pusat Statistik Nasional). Konsumsi daging di wilayah ini juga erat kaitannya dengan aspek budaya dan agama, yang menentukan jenis daging yang dikonsumsi. Bahkan, pada hari-hari besar keagamaan, permintaan daging meningkat secara signifikan.

Peningkatan kebutuhan daging ini menyebabkan meningkatnya aktivitas di Rumah Potong Hewan (RPH), yang menghasilkan limbah cair dari berbagai kegiatan seperti pembersihan potongan hewan, kandang, serta campuran air dengan

darah, isi rumen, isi usus, kotoran, dan lemak. Limbah ini dapat menjadi media pertumbuhan mikroba dan mudah membusuk, yang berkontribusi pada pemanfaatan oksigen terlarut secara berlebihan sehingga mengurangi oksigen yang tersedia bagi biota air (Saragih dkk., 2025). Limbah cair RPH memiliki kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), minyak, dan lemak yang tinggi, didominasi oleh zat organik yang jika dialirkan ke badan air dapat memicu eutrofikasi dan membahayakan kehidupan biota air. Variasi jenis serta residu terlarut dalam limbah cair RPH berpotensi mencemari lingkungan dan badan air secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan yang alternatif untuk menurunkan beban pencemar dalam air limbah RPH guna menjaga kualitas lingkungan dan ekosistem perairan (Pakpahan, 2022).

Mengatasi masalah limbah cair RPH, dibutuhkan sistem pengolahan yang mudah diaplikasikan serta hemat biaya. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi konsentrasi polutan yang dapat mencemari perairan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah filtrasi, di mana penghilangan polutan dilakukan melalui proses adsorpsi dengan kombinasi arang aktif sebagai bahan penyerap (Palilingan dkk., 2019). Arang aktif telah terbukti efektif sebagai adsorben dalam menyaring dan menghilangkan kontaminan, terutama senyawa organik, dari air limbah. Material ini memiliki sifat amorf, dengan luas permukaan yang tinggi serta struktur pori yang berkembang melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Aktivasi tersebut bertujuan untuk membuka pori-pori arang, sehingga kapasitas adsorpsinya meningkat secara signifikan, bahkan mencapai 3 hingga 7 kali lebih besar dibandingkan arang biasa, menjadikannya sebagai alternatif unggul dalam pengolahan air limbah (Teke dkk., 2021).

Ketertarikan yang besar dalam memanfaatkan limbah pertanian dan industri sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Hal ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomis. Ampas kopi memiliki potensi untuk dijadikan bahan dasar produksi hidrokarbon. Kompleksitas kandungan kimianya menunjukkan bahwa ampas kopi dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, misalnya sebagai bahan pembuat arang aktif (Ramadani dan Fitasari, 2022). Kandungan hidrokarbon sebesar 19,9%, ampas kopi dapat dijadikan bahan

baku untuk pembuatan arang aktif. Arang aktif yang dihasilkan dari ampas kopi memiliki luas permukaan dan volume pori yang tinggi, sehingga mampu menyerap berbagai zat pencemar organik dengan efektif. Hal ini menjadikan ampas kopi sebagai bahan potensial untuk dimanfaatkan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah (Figueroa dkk., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja arang aktif yang berasal dari ampas kopi sebagai media penyaring dalam proses pengolahan limbah cair dari Rumah Potong Hewan (RPH). Arang aktif dikenal memiliki struktur berpori yang memungkinkan terjadinya adsorpsi terhadap berbagai zat pencemar dalam air limbah. Berdasarkan data dari Baryatik dkk. (2019), ampas kopi mengandung total karbon sebesar 47,8–58,9%, nitrogen total 1,9–2,3%, protein 6,7–13,6 g/100g, abu 0,43–1,6%, dan selulosa sebesar 8,6%. Diharapkan, penggunaan arang aktif berbahan dasar ampas kopi dapat secara signifikan menurunkan kadar kontaminan pada limbah cair RPH serta menunjukkan potensinya sebagai bagian dari sistem pengolahan air limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan arang aktif berbahan dasar ampas kopi dalam mengurangi kadar COD dan TSS serta pengaruhnya terhadap parameter pH limbah RPH?
2. Bagaimana efektivitas antara arang aktif ampas kopi yang diaktivasi dan yang tidak diaktivasi dalam proses penyisihan COD, TSS, serta pengaruhnya terhadap nilai pH limbah RPH?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan penelitian yang didasarkan pada rumusan masalah yang disebutkan diatas yakni:

1. Untuk mengetahui kemampuan arang aktif berbahan dasar ampas kopi dalam mengurangi kadar COD dan TSS serta pengaruhnya terhadap parameter pH limbah RPH.

2. Untuk mengetahui efektivitas antara arang aktif ampas kopi yang diaktivasi dan yang tidak diaktivasi dalam proses penyisihan COD, TSS, serta pengaruhnya terhadap nilai pH limbah RPH.

1.4 Manfaat Penelitian

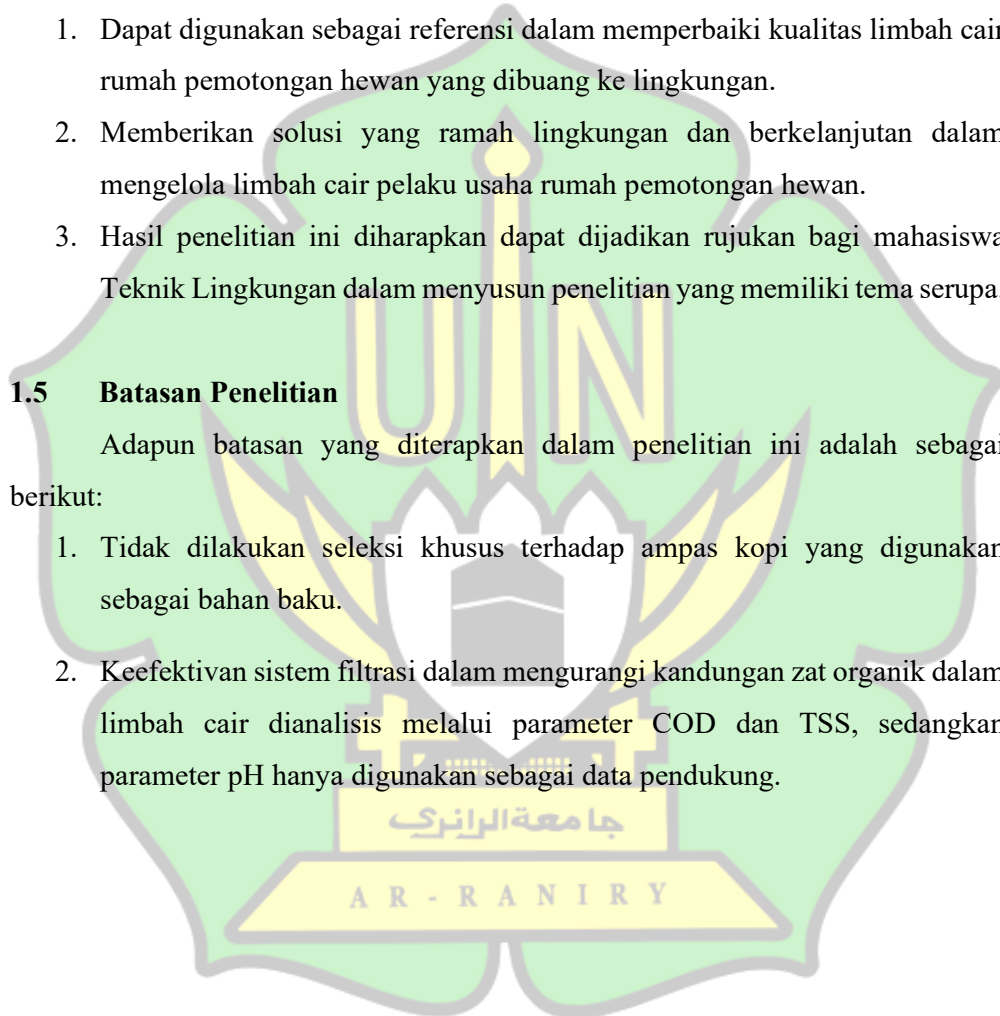
Berikut merupakan manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat digunakan sebagai referensi dalam memperbaiki kualitas limbah cair rumah pemotongan hewan yang dibuang ke lingkungan.
2. Memberikan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam mengelola limbah cair pelaku usaha rumah pemotongan hewan.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan bagi mahasiswa Teknik Lingkungan dalam menyusun penelitian yang memiliki tema serupa.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak dilakukan seleksi khusus terhadap ampas kopi yang digunakan sebagai bahan baku.
2. Keefektivan sistem filtrasi dalam mengurangi kandungan zat organik dalam limbah cair dianalisis melalui parameter COD dan TSS, sedangkan parameter pH hanya digunakan sebagai data pendukung.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

Limbah cair dari proses pemotongan hewan di RPH memiliki konsentrasi bahan organik yang besar serta mengandung zat padat. Sifatnya yang kompleks menjadikan limbah ini berisiko mencemari lingkungan, sekaligus menyediakan kondisi yang sesuai bagi mikroorganisme patogen untuk berkembang, karena tingkat kontaminasinya lebih tinggi daripada limbah domestik (Butler dkk., 2022). Efluen dari RPH diketahui mengandung sekitar 45% bahan organik terlarut dan 55% padatan tersuspensi dari total padatan terfilter. Sebagian besar limbah cair yang muncul berasal dari darah serta kotoran hasil proses penyembelihan dan pembersihan peralatan operasional. Secara umum, limbah RPH dapat berbentuk padat, cair, maupun gas. Namun, limbah cair atau air limbah memberikan dampak paling nyata, antara lain pencemaran sungai dan badan air, kerusakan ekosistem perairan, gangguan terhadap organisme akuatik, hingga timbulnya bau tidak sedap akibat pembusukan bahan organik secara anaerob (Wulandari dkk., 2022).

Kenaikan konsumsi daging berdampak langsung pada meningkatnya aktivitas pemotongan hewan di Rumah Potong Hewan (RPH). Proses ini umumnya menghasilkan darah, protein, lemak, dan padatan tersuspensi yang menyebabkan kadar bahan organik dan nutrisi menjadi tinggi (Ananta dan Tangahu, 2022). Tingginya kandungan tersebut dapat berdampak buruk terhadap kehidupan biota akuatik dan memicu pencemaran pada perairan tempat pembuangan.. Tingginya kadar bahan organik tersebut turut meningkatkan berbagai parameter kualitas air, antara lain pH, warna, TDS, TSS, lemak, BOD₅, serta kadar nitrogen, amonia, dan fosfor. Tanpa pengolahan yang memadai, limbah ini berpotensi besar merusak kualitas air dan ekosistem perairan (Hendrasarie dan Santosa, 2019).

Seluruh aktivitas di Rumah Potong Hewan (RPH), mulai dari pemotongan hingga pencucian alat dan area kerja, menghasilkan limbah cair yang kaya akan bahan organik serta padatan tersuspensi. Jumlah serta sifat limbah cair yang dihasilkan sangat bergantung pada metode pemotongan dan volume air yang digunakan dalam proses tersebut. Limbah ini mengandung konsentrasi tinggi BOD,

COD, TSS, minyak, serta lemak, dengan dominasi senyawa organik. Apabila limbah tersebut dibuang ke lingkungan perairan tanpa melalui pengolahan, maka akan menimbulkan risiko kerusakan terhadap ekosistem akuatik (Widodo dkk., 2019).

2.2 Parameter Pencemar Rumah Potong Hewan

2.2.1 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi total bahan organik di perairan. Senyawa organik tersebut diuraikan melalui proses kimia menggunakan oksidator kuat, lazimnya kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), pada kondisi asam dan pemanasan dengan bantuan katalis perak sulfat (Nuraini dkk., 2019). Campuran ini kemudian dipanaskan dalam jangka waktu tertentu untuk memastikan bahwa seluruh bahan organik teroksidasi secara sempurna. Setelah reaksi berlangsung, sisa kalium bikromat yang tidak bereaksi dititrasi hingga warna larutan berubah dari kuning-oranye atau biru kehijauan menjadi merah kecoklatan. Jumlah oksidator yang terpakai selama proses ini digunakan sebagai dasar perhitungan nilai COD. Oleh karena itu, nilai COD mencerminkan total kebutuhan oksigen untuk menguraikan zat organik dalam air secara menyeluruh (Putra dan Yulis, 2019).

Chemical Oxygen Demand (COD) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan seluruh kandungan bahan organik dalam air. Proses penguraian ini dilakukan secara kimiawi menggunakan oksidator kuat berupa kalium bikromat pada kondisi asam dan suhu tinggi dengan bantuan katalis perak sulfat, sehingga baik senyawa organik yang mudah terurai maupun yang kompleks dapat teroksidasi (Yulis dan Febliza, 2018). Metode ini efektif untuk mengoksidasi berbagai jenis bahan organik, termasuk yang sulit terurai. Selisih antara COD dan BOD memberikan gambaran mengenai kandungan senyawa organik resisten dalam air. Oleh sebab itu, nilai COD mencerminkan total beban bahan organik yang terkandung dalam suatu sampel.

2.2.2 *Total Suspended Solid (TSS)*

Total Suspended Solid (TSS) padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel umumnya lebih besar dari 2 μm atau melebihi ukuran partikel koloid. Zat ini terdiri atas berbagai material yang tidak larut dalam air dan berada dalam bentuk tersuspensi (Devi dan Haryanto, 2021). Padatan tersuspensi yang tinggi dapat mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan, sehingga menghambat proses fotosintesis organisme air. Di samping itu, padatan yang terus mengendap dapat memicu terjadinya sedimentasi yang merusak keseimbangan ekosistem akuatik. Oleh karena itu, pengukuran TSS menjadi indikator penting untuk menilai tingkat pencemaran serta kinerja sistem pengolahan limbah cair. (Kusumawardani dkk., 2019).

Total Suspended Solid (TSS) merupakan partikel yang melayang dalam air dan umumnya terdiri dari bahan organik maupun anorganik. Secara fisik, keberadaan zat ini menimbulkan kekeruhan pada air. Jika kandungan zat tersuspensi cukup tinggi, hal tersebut dapat memicu pendangkalan serta menghambat penetrasi cahaya matahari ke dasar perairan, sehingga proses fotosintesis mikroorganisme tidak dapat berlangsung dengan optimal (Kusniawati dkk., 2023). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, batas maksimum TSS yang diperbolehkan dalam air adalah 50 mg/L. TSS terdiri dari partikel-partikel yang tidak lolos melalui saringan dengan ukuran pori maksimum 2 μm . Penurunan kadar TSS dapat dipengaruhi oleh lama waktu perendaman serta penggunaan karbon aktif. Namun demikian, perubahan nilai TSS tidak selalu selaras dengan tingkat kekeruhan, karena karakteristik dan massa partikel penyebab kekeruhan dapat berbeda, sehingga tidak seluruhnya tercermin dalam berat residu TSS (Anggraini dkk., 2023).

2.2.3 *Power of Hydrogen (pH)*

pH merupakan ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Secara sederhana, pH didefinisikan sebagai nilai negatif dari logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terdapat dalam larutan tersebut. Namun, karena koefisien aktivitas ion hidrogen tidak bisa diukur secara langsung melalui eksperimen, nilainya biasanya diperoleh melalui perhitungan

teoretis (Widyaningsih, 2022). Skala pH berkisar dari 0 hingga 14, di mana pH 7 dianggap netral, nilai di bawah 7 menunjukkan sifat asam, dan nilai di atas 7 menunjukkan sifat basa. Pemahaman tentang pH sangat penting dalam berbagai bidang, seperti kimia, biologi, dan lingkungan, karena dapat memengaruhi reaksi kimia dan proses biologis (Haryadi dkk, 2020).

Derajat keasaman suatu larutan dapat diketahui dengan mengukur nilai pH, yang berfungsi sebagai indikator untuk menentukan apakah larutan bersifat asam, basa, atau netral. Suatu larutan dikategorikan asam jika memiliki pH di bawah 7, basa jika pH-nya di atas 7, dan netral jika nilai pH-nya tepat 7 (Barus dkk., 2018). Penentuan pH sangat penting untuk mengetahui karakteristik kimia suatu larutan. Umumnya, pengukuran pH dilakukan menggunakan indikator seperti kertas lakmus, *fenolftalein*, *bromothymol blue*, atau *methyl orange*. Metode ini mempermudah identifikasi sifat larutan dalam berbagai aplikasi ilmiah maupun praktis (Wibowo, 2019).

2.3 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Hewan

Baku mutu limbah cair dari kegiatan Rumah Potong Hewan (RPH) adalah acuan yang mengatur batas maksimal kandungan zat pencemar yang dapat diterima dalam air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Standar ini bertujuan untuk melindungi kualitas lingkungan sekaligus mengurangi pencemaran melalui pengawasan yang tepat terhadap limbah yang dihasilkan.

Penerapan standar ini dimaksudkan agar para pelaku usaha di bidang Rumah Potong Hewan (RPH) dapat lebih bertanggung jawab dalam mengelola limbah yang mereka hasilkan. Upaya ini tidak hanya berkontribusi dalam menjaga kelestarian ekosistem, tetapi juga mendukung tujuan pembangunan yang berkelanjutan. Adapun standar baku mutu yang berlaku bagi kegiatan dan/atau usaha RPH mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

Tabel 2.1 Baku mutu limbah cair RPH

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
pH	mg/L	6-9
NH ₃	mg/L	25

Sumber: Permen Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Cair.

2.4 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan atau koloid dari air dengan memanfaatkan media penyaring. Air yang mengandung partikel padat dialirkan melalui filter dengan ukuran pori tertentu agar zat tersebut dapat tertahan. (Pratiwi, 2023). Media filter berperan sebagai penyaring yang menahan partikel tersebut, sehingga menghasilkan cairan yang lebih jernih. Selain itu, filtrasi juga berperan dalam menurunkan beban pencemar sebelum limbah memasuki tahapan pengolahan berikutnya. Oleh karena itu, proses ini menjadi bagian penting dalam upaya memperbaiki kualitas air limbah sebelum dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan kembali (Sulianto, 2020).

Filtrasi adalah proses pemisahan antara padatan dan cairan dengan cara mengalirkan cairan melalui media berpori atau bahan lain yang mampu menahan atau menyaring butiran halus padatan yang tersuspensi dalam cairan, sesuai dengan penjelasan oleh (Jenti dan Nurhayati, 2014). Media filter digunakan sebagai penyaring padatan tersuspensi dalam proses filtrasi. Fungsinya adalah menyaring kotoran yang terlarut dalam air, sehingga air yang keluar setelah proses filtrasi menjadi bersih dan bebas dari kotoran (Sulastuti dkk., 2017).

2.5 Pasir

Pasir yang digunakan sebagai media filter memiliki butiran kecil dan kandungan kuarsa yang tinggi, dengan ukuran mesh pasir pantai sebesar 0,6 mm. Ukuran butiran pasir yang sangat kecil menghasilkan pori-pori antar butiran yang

juga sangat kecil. Meskipun ukuran pori-porinya sangat kecil, namun media filter tersebut masih belum mampu menahan partikel koloid dan bakteri dalam air baku. Namun, dengan adanya aliran yang berkelok-kelok melalui pori-pori saringan dan lapisan kulit saringan, gradient kecepatan yang terbentuk memberikan kesempatan pada partikel halus untuk berkontak satu sama lain, membentuk gugusan yang lebih besar. Gugusan ini mampu menahan partikel sampai pada kedalaman tertentu, dan menghasilkan filtrat yang memenuhi standar kualitas air (Prakarsa dkk., 2020).

2.6 Kerikil

Kerikil adalah partikel batuan yang berukuran lebih besar dari pada pasir, namun masih lebih kecil dari kerakal, kira-kira sebanding dengan ukuran biji kacang tanah atau nangka. Biasanya, kerikil bercampur dengan pasir dan tanah liat, serta memiliki bentuk membulat akibat proses alami. Asalnya berasal dari pecahan batuan yang terseret aliran sungai dari pegunungan ke laut. Dalam perjalanannya yang panjang, kerikil saling berbenturan dan tergesek oleh air, sehingga permukaannya menjadi halus dan bentuknya menjadi bulat. Kerikil sering dimanfaatkan sebagai media filtrasi, karena mampu menyediakan ruang antar butiran untuk aliran air, sekaligus menyaring partikel-partikel besar atau kotoran kasar (Andika dkk., 2020).

2.7 Arang Aktif

Arang aktif merupakan karbon yang memiliki daya adsorpsi tinggi terhadap berbagai jenis zat, baik berupa anion, kation, maupun senyawa organik dan anorganik dalam fase larutan atau gas (Mantong dkk., 2018). Kemampuan ini menjadikan arang aktif berperan penting sebagai bahan penjernih, penyerap gas atau racun, serta penghilang warna dalam berbagai aplikasi (Fathurrahmaniah dkk., 2022). Bahan yang digunakan untuk membuat arang aktif umumnya berasal dari material yang mengandung karbon tinggi dan memiliki struktur berpori.

Arang aktif merupakan senyawa karbon amorf yang diperoleh dari bahan baku yang mengandung karbon, yang kemudian diproses secara khusus untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya. Kemampuan menyerap zat dari arang aktif sangat tinggi, yaitu antara 25% hingga 1000% dari beratnya sendiri. Kemampuan

adsorpsi ini sangat dipengaruhi oleh tingkat porositas permukaannya. Dalam praktik industri, penilaian terhadap arang aktif lebih banyak difokuskan pada kemampuan adsorpsinya yang ditentukan oleh struktur pori-porinya. Selama proses aktivasi, gugus-gugus fungsi dapat terbentuk akibat interaksi antara radikal bebas di permukaan arang dengan unsur-unsur seperti oksigen dan nitrogen, baik yang berasal dari bahan kimia aktivator maupun dari udara. Kehadiran gugus fungsi tersebut menjadikan permukaan arang aktif lebih reaktif secara kimia dan turut memengaruhi karakteristik adsorpsinya (Roni dkk., 2021).

Mekanisme utama arang aktif adalah adsorpsi, yaitu kemampuan menyerap partikel atau molekul dari suatu media. Karbon aktif merupakan padatan amorf dengan struktur heksagonal datar dan atom karbon di setiap sudutnya, yang memiliki luas permukaan besar serta pori-pori melimpah sehingga kapasitas adsorpsinya tinggi. Material ini pada dasarnya terbentuk melalui proses aktivasi berbagai bahan berbasis karbon guna memperluas permukaan kontakannya, dengan struktur berupa kristal mikro grafit berpori yang berkembang sehingga efektif menyerap gas, uap, maupun zat yang tidak larut (Ariyani dkk., 2018). Berbeda dengan arang biasa yang permukaannya masih tertutup endapan hidrokarbon, arang aktif memiliki permukaan bersih, luas, dan pori-pori terbuka sehingga daya serapnya meningkat. Proses aktivasi sangat diperlukan untuk mengubah arang biasa menjadi arang aktif, di mana bahan bakunya dapat berasal dari tumbuhan, limbah, maupun mineral berkadar karbon (Budiman dkk., 2018).

2.8 Ampas Kopi

Aceh merupakan salah satu daerah penghasil kopi terbesar di Indonesia dengan industri pengolahan kopi yang menghasilkan limbah padat berupa ampas dalam jumlah besar. Meningkatnya konsumsi kopi turut memperbanyak timbulan ampas kopi yang umumnya tidak memiliki nilai ekonomis dan seringkali hanya dibuang tanpa pemanfaatan lebih lanjut. Padahal, ampas kopi mengandung hidrokarbon cukup tinggi, yaitu sekitar 47,8–58,9%, serta memiliki struktur berpori dengan luas permukaan yang besar, sehingga berpotensi diolah menjadi arang aktif sebagai bahan adsorben (Yustinah dkk., 2022). Namun demikian, pemanfaatan ampas kopi sebagai adsorben di Aceh masih sangat terbatas, dan kajian ilmiah terkait penggunaannya dalam konteks ini belum banyak dilakukan.

Ampas kopi mengandung berbagai komponen, salah satunya karbon total sebesar 47,8–58,9%. Selain itu, lignoselulosa yang terdapat pada ampas kopi memiliki gugus hidroksil dan karbonil aktif yang berperan penting dalam menyerap logam berbahaya maupun zat pewarna. Oleh karena itu, arang aktif yang dihasilkan dari ampas kopi berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar bahan organik dan anorganik dalam air (Septiani dkk., 2021). Karbon aktif sendiri bisa dihasilkan dari berbagai bahan yang mengandung karbon, baik organik maupun anorganik, asalkan bahan tersebut memiliki struktur berpori. Proses pembuatan karbon aktif biasanya dilakukan melalui dua metode utama, yaitu aktivasi kimia dan karbonasi. Dengan memanfaatkan ampas kopi, kita tidak hanya bisa mengurangi limbah organik, tetapi juga menciptakan solusi ramah lingkungan (Oko dkk, 2021).

Ampas kopi yang diaktifkan memiliki kemampuan menyerap zat warna dalam limbah cair, dengan daya serap yodium mencapai 750,22% hingga 809,21%. Kadar airnya berkisar antara 4,71% hingga 4,13%, kadar abu antara 6,41% hingga 9,13%, zat terbang antara 17,26% hingga 18,62%, dan kadar karbon antara 68,12% hingga 71,62%. Selain itu, ampas kopi mengandung total karbon sebesar 47,8% hingga 58,9%, selulosa 8,6%, protein 6,7-13,6 gram per 100 gram, total nitrogen 1,9% hingga 2,3%, serta kadar abu 0,43% hingga 1,6%. Proses aktivasi karbon aktif dari ampas kopi dilakukan melalui metode pemanasan (Nurhidayanti dkk., 2020).



Gambar 2.1 Ampas kopi

2.9 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian perencanaan ini, studi terdahulu digunakan sebagai bahan referensi penyusun pondasi teori serta membantu dalam memahami bagaimana perkembangan penelitian terkait dari waktu ke waktu.

Tabel 2.2 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Identitas	Tujuan	Teori	Metode	Hasil penelitian
1.	Penyerapan Limbah Cair Amonia Menggunakan Arang Aktif Ampas Kopi Fakhrul, A., Mariana, M., & Mahidin, F. (2018) <i>Jurnal Litbang Industri</i>	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik arang aktif ampas kopi dan kemampuan penyerapan amonia oleh adsorben tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi konsentrasi amonia dalam limbah cair pabrik pupuk urea yang dapat merusak ekosistem air.	Penelitian ini didasarkan pada teori adsorpsi, di mana arang aktif digunakan untuk menyerap amonia dari limbah cair. Proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif dianggap lebih efektif dibandingkan dengan metode kimia dan fisik lainnya dalam pengolahan air limbah. Selain itu, penggunaan bahan alami seperti	Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Proses karbonisasi: Ampas kopi dicuci, dikeringkan, dan dikarbonisasi pada suhu 400°C selama 3,5 jam dengan aliran N ₂ 200 ml/menit. Setelah itu, dilakukan pengayakan dan pencucian dengan HCl 0,1 M, diikuti dengan pengeringan. Proses uji penyisihan amonia: Larutan limbah	Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif ampas kopi memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi terhadap amonia, dengan efisiensi penyerapan mencapai 66,6% pada waktu kontak 120 menit dengan jumlah adsorben sebanyak 0,4 gram. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif dari ampas kopi efektif dalam

			ampas kopi sebagai sumber karbon aktif dapat menjadi alternatif yang lebih murah dan ramah lingkungan.	amonias diuji dengan variasi massa arang aktif dan waktu kontak. Adsorben dan adsorbat dicampur dan diaduk pada kecepatan tertentu, kemudian filtrat diuji dengan spektrofotometer UV-Visible untuk mengetahui jumlah amonia yang terserap. Karakterisasi adsorben: Analisis menggunakan FTIR dan SEM untuk mengetahui perubahan morfologi dan gugus fungsi pada adsorben sebelum dan sesudah penyerapan.	mengurangi konsentrasi amonia dalam limbah cair.
2.	Kajian Perbandingan Efektivitas Adsorben	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa	Adsorpsi menggunakan arang aktif dari ampas	Penelitian ini dilakukan dengan mengontakkan	Ampas kopi lebih efektif dengan efisiensi

	Ampas Kopi dan Fly Ash pada Penurunan Konsentrasi Amonia (NH_3) dalam Limbah Cair Urea Septiani, M., Darajat, Z., Kurniawan, D., & Pasinda, I. (2021) <i>Jurnal Sains Terapan</i>	perbandingan efektivitas adsorpsi amonia dalam limbah cair urea menggunakan adsorben ampas	kopi yang memiliki kandungan karbon tinggi dan fly ash yang mengandung senyawa karbonat.	adsorbat terhadap variasi dosis adsorben, 0,5 gram; 1 gram; 1,5 gram; 2 gram; 2,5 gram, dan pengadukan pada kecepatan 300 rpm dalam 30 menit, diuji dengan spektrofotometer uv-vis	penyerapan 84,64% pada jumlah adsorben 2 gram, sedangkan fly ash mencapai efisiensi penyerapan 75,16% dengan jumlah adsorben 2,5 gram.
3.	Pemanfaatan Ampas Kopi Saring sebagai Arang Aktif dalam Menyerap Logam Kromium VI (Cr_6^+). Prasatia, R., Meriatna, M., Masrullita, M.,	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh waktu dan massa terhadap pemurnian logam Cr_6^+, serta mengetahui model isotherm yang digunakan.	Adsorpsi 1 merupakan metode 1 yang efektif untuk mengurangi pencemaran logam 1 berat air limbah.	Penelitian menggunakan ampas kopi saring dan larutan kalium dikromat dengan variasi massa adsorben dan waktu kontak. Ampas kopi diaktivasi dengan HCl dan diuji dengan FTIR untuk menentukan gugus fungsi	Efisiensi adsorpsi terbaik sebesar 8,231% diperoleh pada variabel massa adsorben 3,5 gram, dan waktu adsorpsi 150 menit. Model isotherm yang digunakan adalah isotherm Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 0,9943

	Jalaluddin, J., & Ginting, Z. (2024) <i>Chemical Engineering Journal Storage</i>			yang berperan dalam proses adsorpsi. Banyak bahan organik yang bisa digunakan sebagai adsorben, termasuk ampas kopi saring dijadikan arang aktif	
4.	Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Kadmium pada Air Sumur Baryatik, P., Asihta, U., Nurcahyaningasih, W., Baroroh, A., & Riskianto, H. (2019)	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis arang aktif ampas kopi dalam menurunkan kadar Cd dalam air.	Logam berat seperti Cd dapat ditemukan di air sumur sekitar TPA dan berisiko tinggi terhadap kesehatan manusia. Arang aktif dari bahan organik seperti ampas kopi dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengikat logam berat	True eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap, pembuatan arang aktif, aktivasi dengan HCl, dan analisis kadar Cd dengan Spektrofotometri Serapan Atom.	Penurunan kadar Cd tertinggi yaitu pada kelompok P3 sebesar 55.75%. Arang aktif ampas kopi secara signifikan dapat mengikat kadar kadmium dalam air.