

**EFEKTIVITAS METODE FILTRASI DENGAN VARIASI KETEBALAN
KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERHADAP LIMBAH
PERENDAMAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* (WEBER BOSSE,
1913) DI PULAU TIDUNG KEPULAUAN SERIBU**

(Skripsi)

Oleh

**Rizkia Nabilla Azzahra
1914201027**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS METODE FILTRASI DENGAN VARIASI KETEBALAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERHADAP LIMBAH PERENDAMAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* (WEBER BOSSE, 1913) DI PULAU TIDUNG KEPULAUAN SERIBU

Oleh

Rizkia Nabilla Azzahra

Pengolahan rumput laut *Eucheuma cottonii* menghasilkan limbah cair yang memiliki bau sangat menyengat, warna air hitam pekat dan terdapat endapan. Limbah cair merupakan masalah utama dalam pengendalian dampak lingkungan, jika tidak melalui proses pengolahan yang baik dapat mengancam kelestarian ekosistem. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari metode filtrasi dengan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda dalam menurunkan konsentrasi amonia, BOD, TDS, TSS, dan pH pada limbah cair perendaman rumput laut. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan. Perlakuan berupa variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa 40 cm, 50 cm dan 60 cm. Berdasarkan uji one way Anova diperoleh nilai $p > 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap penurunan konsentrasi limbah rumput laut. Kinerja filtrasi terhadap limbah cair perendaman rumput laut berjalan optimal, tetapi tidak dipengaruhi oleh ketebalan karbon aktif tempurung kelapa. Konsentrasi amonia, BOD, dan TSS mengalami penurunan sebesar 86%, 50%, dan 66%. Konsentrasi amonia, BOD, dan TSS tersebut belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Permen LH No.5 Tahun 2014 (Lampiran XV) tentang baku mutu air limbah. Nilai TDS dan pH, sebelum dan setelah filtrasi masih dalam baku mutu yang ditetapkan. Pengolahan limbah rumput laut sebaiknya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan untuk menurunkan konsentrasi pencemar.

Kata kunci : *Filtrasi, karbon aktif, limbah, tempurung kelapa.*

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF FILTRATION METHOD WITH VARIATION IN THICKNESS OF COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON ON SEAWEED *Eucheuma cottonii* (WEBER BOSSE, 1913) SOAKING WASTE IN TIDUNG ISLAND, KEPULAUAN SERIBU

By

Rizkia Nabilla Azzahra

Processing of seaweed (*Eucheuma cottonii*) produces liquid waste that has a very strong smell, the color of the water is deep black and there is sediment. This study aimed to determine the filtration method with different thicknesses of coconut shell activated carbon in reducing ammonia, BOD, TDS, TSS, and pH concentrations in seaweed soaking liquid waste. This research was an experimental research using a complete randomized design with 3 treatments. The treatment was in the form of variations in the thickness of coconut shell activated carbon 40 cm, 50 cm, and 60 cm. The result of one way Anova test showed that the p value > 0.05 indicates that the effect of the treatment of variations in the thickness of coconut shell activated carbon was not significantly different from the decrease in seaweed waste concentration. The value of these pollutants had not met the quality standards in accordance with Permen LH No.5 of 2014 (Appendix XV) regarding wastewater quality standards. Seaweed waste treatment should be treated first before discharging into the waters to reduce the concentration of pollutants.

Keyword : *Activated carbon, coconut shell, filtration, wastewater.*

**EFEKTIVITAS METODE FILTRASI DENGAN VARIASI KETEBALAN
KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERHADAP LIMBAH
PERENDAMAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* (WEBER BOSSE,
1913) DI PULAU TIDUNG KEPULAUAN SERIBU**

Oleh

Rizkia Nabilla Azzahra

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS METODE FILTRASI DENGAN VARIASI KETEBALAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERHADAP LIMBAH PERENDAMAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* (WEBER BOSSE, 1993) DI PULAU TIDUNG KEPULAUAN SERIBU**

Nama Mahasiswa : **Rizkia Nabilla Azzahra**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914201027**

Progam Studi : **Sumberdaya Akuatik**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.
NIP. 197901182002121002

Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si.
NIP. 199008222019032011


2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

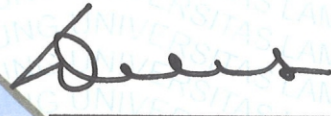
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

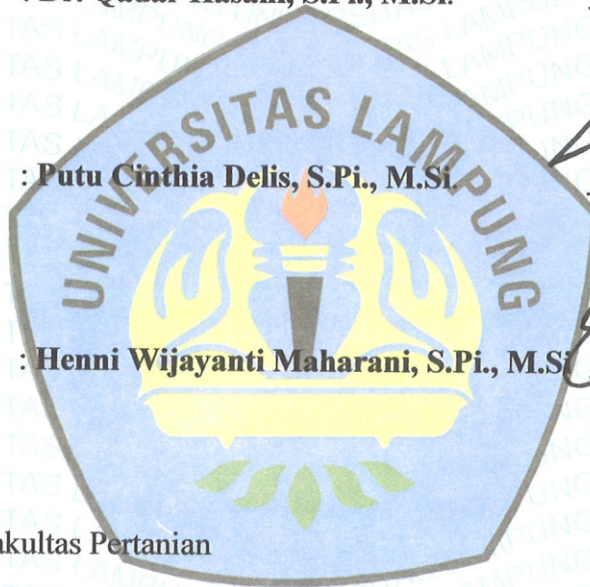
Ketua : Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.



Sekretaris : Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si.



Anggota : Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. J. Lwan Sukri Banuwa, M. Si.
NIP. 196110201986031002



Tanggal lulus ujian skripsi : 4 Desember 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizkia Nabilla Azzahra

NPM : 1914201027

Judul Skripsi : Efektivitas Metode Filtrasi dengan Variasi Ketebalan Karbon Aktif Tempurung Kelapa terhadap Limbah Perendaman Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (Weber Bosse, 1913) di Pulau Tidung Kepulauan Seribu

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan, data, dan literatur dari penelitian serupa yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan hasil plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 22 Februari 2024


6EAKX80723843

Rizkia Nabilla Azzahra

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Jakarta pada tanggal 25 September 2001, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Stepanus Nugroho dan Ibu Siti Kallilah. Penulis memulai pendidikan dini di Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) Al-Barokah pada tahun 2006-2007, pendidikan dasar di SD Negeri Tanjung Duren Selatan 01 Pagi tahun 2007-2013, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 89 Jakarta tahun 2013-2016, dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 16 Jakarta tahun 2016-2019. Penulis melanjutkan pendidikan ke strata 1 (S1) di Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa pada tahun 2019 melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan menyelesaikan studinya pada tahun 2024.

Penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) Universitas Lampung sebagai anggota Bidang Kewirausahaan periode 2020/2021. Penulis juga aktif mengikuti organisasi di luar kampus yaitu Realis (Remaja Masjid Al-Isra) sebagai Ketua Koordinasi Media hingga saat ini. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kalideres, Jakarta Barat selama 40 hari pada tahun 2022. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Benih Ikan Luat Pulau Tidung (Dinas KPKP DKI Jakarta), Kepulauan Seribu. Penulis menyelesaikan tugas akhir (skripsi) pada tahun 2023 dengan judul “Efektivitas Metode Filtrasi dengan Variasi Ketebalan Karbon Aktif Tempurung Kelapa terhadap Limbah Perendaman Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (Weber Bosse, 1913) di Pulau Tidung Kepulauan Seribu”.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, Alhamdulillah, Alhamdulillah Ya Allah..

Kepada Bapak dan Mama tercinta

Adikku tersayang

Terima kasih banyak kepada mereka yang telah menjadi penyemangat saya dalam suka maupun duka sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan dengan baik.

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTO HIDUP

Katakanlah (Nabi Muhammad), “Dialah Allah Yang Maha Esa”. Allah tempat meminta segala sesuatu.

(QS. Al-Ikhlâs: 1-2)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”.

(QS. Al-Insyirah : 6)

“Hidup itu pilihan”

“Pandanglah orang yang berada di bawahmu (dalam masalah harta dan dunia) dan janganlah engkau pandang orang yang berada di atasmu (dalam masalah ini).

Dengan demikian, hal itu akan membuatmu tidak meremehkan nikmat Allah padamu”

(HR. Al-Bukhari (6490) Muslim (2963))

“Meski aku jatuh dan terluka. Aku akan tetap berlari mengejar impianku. Impian, harapan, terus melangkah ke depan”

(Young Forever – BTS)

SANWACANA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tugas akhir skripsi dengan judul “Efektivitas Metode Filtrasi dengan Variasi Ketebalan Karbon Aktif Tempurung Kelapa terhadap Limbah Perendaman Rumpun Laut *Eucheuma cottonii* (Weber Bosse, 1913) di Pulau Tidung Kepulauan Seribu”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Dalam penyusunan skripsi ini penulis tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta saran dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., sebagai Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Utama yang telah membimbing, memberikan banyak ilmu, masukan dan waktunya serta saran-saran dalam proses penyelesaian skripsi.
4. Putu Cinthia Delis, S.Pi, M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, masukan dan waktunya untuk selalu membimbing penulis dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si., selaku Penguji pada ujian skripsi, terima kasih untuk masukan dan saran-saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi.
6. Cinta pertamaku (Bapak), Madrasah Ula (Mama) dan Adikku tersayang yang senantiasa memberikan dukungan penuh serta doa yang tak pernah putus untuk penulis.

7. Putri, Risma, Triana, dan Shiwi yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
8. Syaifudin, selaku pemilik budi daya rumput laut yang membantu terlaksananya pengambilan data penelitian.
9. Teman-teman seperjuangan Perikanan dan Kelautan angkatan 2019, khususnya teman-teman di Progam Studi Sumberdaya Akuatik 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaannya, bantuan, dan dukungan selama menuntut ilmu bersama.

Akhir kata dengan penuh kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi, akan tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membaca maupun bagi penulis untuk mengembangkan dan mengamalkan ilmu yang telah diperoleh.

Bandar Lampung, Februari 2024
Penulis,

Rizkia Nabilla Azzahra

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| DAFTAR TABEL | iii |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| DAFTAR LAMPIRAN | v |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.4 Kerangka Penelitian | 4 |
| 1.5 Hipotesis Penelitian | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Limbah Cair | 7 |
| 2.2 Karakteristik Limbah Cair Pengelolaan Rumput Laut..... | 8 |
| 2.3 Dampak Limbah Cair..... | 10 |
| 2.4 Pengolahan Limbah Cair..... | 11 |
| 2.5 Filtrasi | 12 |
| 2.6 Adsorpsi | 13 |
| 2.7 Karbon Aktif Tempurung Kelapa | 13 |
| 2.8 Pembuatan Karbon Aktif | 14 |
| 2.9 Sabut Kelapa | 16 |
| 2.10 Pasir Silika/Kuarsa..... | 16 |
| 2.11 Kajian Penelitian Filtrasi..... | 16 |
| III. METODE PENELITIAN | 18 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 18 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 19 |
| 3.3 Rancangan Penelitian..... | 19 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 21 |
| 3.4.1 Pembuatan karbon aktif | 21 |
| 3.4.2 Tahap pembuatan alat percobaan..... | 21 |
| 3.4.3 Tahap pengisian media filter..... | 23 |
| 3.4.4 Tahap filtrasi | 24 |
| 3.4.5 Pengamatan kualitas air | 25 |
| 3.5 Pengolahan Data | 26 |
| 3.6 Analisis Data | 26 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 27 |
| 4.1 Filtrasi | 27 |
| 4.1.1 Amonia..... | 29 |
| 4.1.2 BOD | 31 |
| 4.1.3 TDS | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.4 TSS..... | 35 |
| 4.1.5 pH..... | 37 |
| 4.2 Analisis Debit Air dan Efektivitas Filtrasi..... | 38 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 40 |
| 5.1 Kesimpulan | 40 |
| 5.2 Saran | 40 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 40 |
| LAMPIRAN..... | 51 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Baku mutu air limbah pengolahan rumput laut..... | 8 |
| 2. Alat dan bahan penelitian..... | 19 |
| 3. Hasil pengujian kadar limbah cair perendaman rumput laut (<i>Eucheuma cotto- nii</i>) menggunakan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa..... | 27 |
| 4. Debit air dan efektivitas filtrasi pertama dan kedua..... | 39 |
| 5. Nilai konsentrasi amonia, BOD, TDS, TSS dan pH | 52 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kerangka pemikiran penelitian | 6 |
| 2. Peta lokasi penelitian..... | 18 |
| 3. Desain alat penelitian | 20 |
| 4. Susunan media filter pada alat penelitian..... | 23 |
| 5. Desain alat penelitian | 28 |
| 6. Hasil sebelum dan setelah filtrasi limbah cair perendaman rumput laut (<i>Eucheuma cottonii</i>) menggunakan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa | 28 |
| 7. Konsentrasi amonia sebelum dan setelah filtrasi | 29 |
| 8. Konsentrasi BOD sebelum dan setelah filtrasi..... | 31 |
| 9. Konsentrasi TDS sebelum dan setelah filtrasi | 33 |
| 10. Konsentrasi TSS sebelum dan setelah filtrasi | 35 |
| 11. Nilai pH sebelum dan setelah filtrasi | 37 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hasil pengujian laboratorium..... | 52 |
| 2. Hasil perhitungan persamaan efektivitas filtrasi | 53 |
| 3. Hasil uji Anova | 56 |
| 4. Data debit air filtrasi..... | 59 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Tidung merupakan salah satu pulau yang berada di wilayah Kabupaten Kepulauan Seribu. Menurut data Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Seribu (2022), pulau ini dibagi menjadi dua yaitu Pulau Tidung Besar dan Pulau Tidung Kecil. Pulau yang berpenduduk hanya Pulau Tidung Besar dengan luas 50,13 ha dan memiliki jumlah penduduk 4.977 jiwa. Sebagian besar penduduk di Kepulauan Seribu memiliki mata pencaharian utama sebagai nelayan, pembudi daya ikan dan pembudi daya rumput laut (BPS, 2022). Pulau Tidung merupakan salah satu pulau potensial dalam budi daya rumput laut. Menurut data BPS Kabupaten Kepulauan Seribu (2022), produksi budi daya rumput laut di Kepulauan Seribu tahun 2021 sebesar 117 ton dengan nilai produksi lebih dari Rp900.000.000,00. Potensi budi daya rumput laut ini sangat menjanjikan dan dapat menjadi komoditi yang berperan dalam pergerakan kemajuan ekonomi nasional (Priono, 2016). Usaha budi daya rumput laut di Pulau Tidung dikelola oleh kelompok masyarakat setempat. Produksi rumput laut mudah dilakukan dengan modal sedikit dan menghasilkan keuntungan yang cukup tinggi (Anggadiredja *et al.*, 2011).

Eucheuma cottonii merupakan salah satu jenis rumput laut yang dibudidayakan di Pulau Tidung. *Eucheuma* sp. merupakan jenis rumput laut yang dapat menghasilkan karaginan dan dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk industri makanan, kosmetik, dan nonpangan (Prasetyowati *et al.*, 2008). Jenis rumput laut ini biasanya diekspor dalam bentuk mentah, yaitu berupa rumput laut kering (Hikmah, 2016). Terdapat dua jenis rumput laut kering mentah yang diolah secara tradisional yaitu rumput laut kering asin dan rumput laut kering tawar (Alamsyah *et al.*, 2013).

Rumput laut yang diperjualbelikan sebagai bahan pangan, telah melalui proses pemucatan yaitu: dicuci dengan air tawar hingga bersih, kemudian direndam dengan air tawar sebanyak 20 kali berat rumput laut selama tiga hari. Setelah dikeringkan selama 2-3 hari, rumput laut sudah siap untuk dipasarkan (Indriani dan Sumiarsih, 1991). Tingginya produksi rumput laut dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan. Permasalahan yang terjadi adalah limbah cair dari proses produksi rumput laut kering tawar serta meningkatnya kebutuhan air bersih.

Limbah cair merupakan masalah utama dalam pengendalian dampak lingkungan, jika tidak melalui proses penanganan yang baik dapat mengancam kelestarian ekosistem (Irianto, 2016). Limbah cair pengolahan rumput laut mempunyai pH, kandungan organik dan juga padatan terlarut yang tinggi (Sedayu *et al.*, 2007). Selain itu, permasalahan kebutuhan akan air bersih untuk kebutuhan pokok rumah tangga meningkat. Menurut Rahardjo (2000) dalam pemenuhan kebutuhan air bersih, sumber air utama yang digunakan oleh penduduk Kepulauan Seribu ialah sumur air tanah dangkal dan air hujan. Air tanah dangkal yang tawar berasal dari air hujan dan akan menjadi masalah besar saat musim kemarau karena persediaan air tawar akan habis.

Berdasarkan hasil uji laboratorium terhadap beberapa parameter kualitas air pada limbah cair perendaman rumput laut diketahui bahwa konsentrasi amonia, BOD dan TSS masing-masing sebesar 55,32 mg/L, 4.200 mg/L, dan 1.115 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 (Lampiran XV) tentang baku mutu air limbah pada Kegiatan Pengolahan Rumput Laut, standar baku mutu yang diperbolehkan maksimal yaitu amonia 5 mg/L, BOD 100 mg/L, dan TSS 100 mg/L. Konsentrasi pencemar yang berlebih perlu dilakukan pengolahan limbah yang baik agar tidak mencemari lingkungan sebelum dibuang langsung ke lingkungan.

Salah satu teknik pengolahan air untuk skala kecil atau skala rumah tangga adalah metode filtrasi (Widyastuti dan Sari, 2011). Metode filtrasi dapat menghilangkan atau mengurangi konsentrasi pencemar yang ada di dalam air limbah sehingga

layak untuk dimanfaatkan kembali. Filtrasi merupakan metode penjernihan air dengan teknik saring yang sederhana, mengurangi ketertinggalan teknologi dalam pengelolaan air bersih, hemat secara tenaga, dan ekonomis (Purnama dan Arief, 2018). Menurut Widyastuti dan Sari (2011), teknologi filtrasi banyak diterapkan di Indonesia biasanya adalah filtrasi konvensional dengan aliran dari atas ke bawah, akan tetapi pada teknik ini sering terjadi penyumbatan sehingga perlu dilakukan pencucian secara manual. Pada umumnya metode penelitian ini bersifat generik (mudah, murah, dan sederhana) lebih diperlukan agar diaplikasikan langsung oleh masyarakat (Hasani *et al.*, 2023). Dalam penelitian ini, filtrasi yang dilakukan menggunakan media filtrasi seperti sabut kelapa, pasir silika, dan karbon aktif tempurung kelapa dengan ketebalan yang berbeda. Sistem pengolahan limbah dengan metode filtrasi ini diharapkan dapat menurunkan konsentrasi pencemar pada limbah cair perendaman rumput laut dan diharapkan dapat menghasilkan air bersih yang bisa digunakan kembali. Parameter utama yang dianalisis yaitu amonia, BOD, TSS, dan TDS dengan parameter pendukung yaitu pH dan debit air yang keluar dari filtrasi. Beberapa penelitian terkait efektivitas penggunaan filter untuk mengolah limbah sudah dilakukan oleh Utomo *et al.* (2018); Sattuang (2020), dan Jumiati *et al.* (2022).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Mengkaji pengaruh penggunaan metode filtrasi terhadap perbaikan kualitas air limbah perendaman rumput laut.
2. Mengkaji pengaruh ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda terhadap penurunan konsentrasi amonia, BOD, TDS, dan TSS pada limbah cair perendaman rumput laut.
3. Menganalisis keefektifan daya tahan filter dengan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda dalam menurunkan konsentrasi amonia, BOD, TDS, dan TSS pada limbah cair perendaman rumput laut.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian, yaitu:

1. Mendapatkan suatu alternatif teknologi yang murah, sederhana, dan mudah digunakan untuk menurunkan konsentrasi pencemar pada limbah cair perendaman rumput laut.
2. Mengetahui manfaat dari bahan-bahan untuk media filter di sekitar lingkungan masyarakat dapat digunakan untuk mengolah limbah untuk dapat dimanfaatkan kembali.
3. Memberikan informasi dan saran kepada pembudi daya tentang kemampuan filtrasi dalam menurunkan kadar pencemar dengan menggunakan proses filtrasi beberapa jenis media yaitu sabut kelapa, pasir silika dan karbon aktif tempurung kelapa.

1.4 Kerangka Penelitian

Produksi rumput laut yang tinggi menghasilkan limbah cair dari proses pemucatan rumput laut. Limbah cair pengolahan rumput laut mempunyai pH, kandungan organik, dan juga padatan terlarut yang tinggi (Sedayu *et al.*, 2007). Jika limbah pengolahan rumput laut langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses penanganan yang baik dapat mengancam kelestarian ekosistem sekitarnya. Salah satu pengolahan limbah cair yaitu metode filtrasi. Penelitian ini adalah uji eksperimen metode filtrasi dengan menggunakan beberapa jenis media, yaitu sabut kelapa, pasir silika, dan karbon aktif tempurung kelapa. Karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu yang dapat menjebak partikel kontak dengan arang aktif tersebut (Nustini dan Allwar, 2019). Penggunaan karbon aktif tempurung kelapa digunakan karena mudah didapatkan dan terjangkau. Kerangka penelitian disajikan pada Gambar 1.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

a. Amonia

$H_0 : \text{Semua } \tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa tidak berbeda nyata terhadap kadar amonia air limbah perendaman rumput laut.

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda nyata terhadap kadar amonia air limbah perendaman rumput laut.

b. BOD

H_0 : Semua $\tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa tidak berbeda nyata terhadap kadar BOD air limbah perendaman rumput laut.

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda nyata terhadap kadar BOD air limbah perendaman rumput laut.

c. TDS

H_0 : Semua $\tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa tidak berbeda nyata terhadap kadar TDS air limbah perendaman rumput laut.

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda nyata terhadap kadar TDS air limbah perendaman rumput laut.

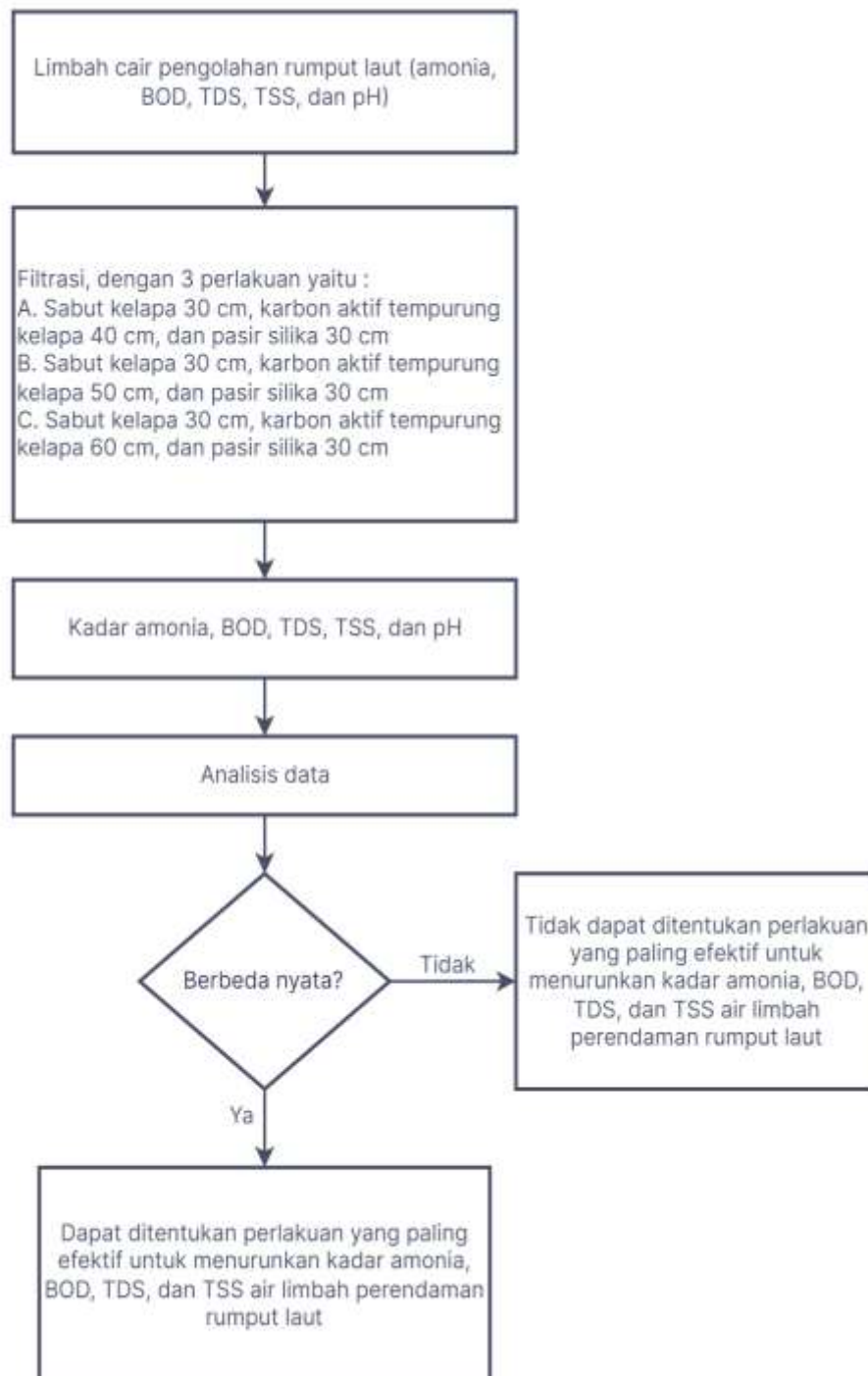
d. TSS

H_0 : Semua $\tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa tidak berbeda nyata terhadap kadar TSS air limbah perendaman rumput laut.

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda nyata terhadap kadar TSS air limbah perendaman rumput laut.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair

Limbah cair merupakan cairan sisa hasil dari suatu aktivitas manusia yang dapat menimbulkan pencemaran. Limbah cair ini akan menimbulkan masalah bagi lingkungan jika limbah langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses penanganan yang baik, karena dapat mengancam kelestarian ekosistem. Dampak pencemaran limbah cair yang ditimbulkan yaitu, kadar oksigen di perairan menurun, bau yang tidak sedap, dan eutrofikasi sehingga perairan menjadi keruh (Pratama *et al.*, 2021). Sumber pencemaran biasanya dari limbah rumah tangga (limbah dari kegiatan sehari-hari penduduk), perkotaan, dan industri (Abduh, 2018).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, limbah cair industri pengolahan rumput laut ialah kegiatan di bidang pengolahan rumput laut menjadi sebuah produk akhir berupa bahan baku rumput laut siap olah, produk olahan setengah jadi, dan produk olahan siap konsumsi. Limbah cair industri pengolahan rumput, laut mempunyai nilai pH, kandungan organik, dan juga padatan terlarut yang tinggi (Sedayu *et al.*, 2007). Penelitian yang dilakukan Damayanti *et al.* (2021), diperoleh konsentrasi BOD dan TSS dalam air limbah industri rumput laut masing-masing sebesar 4.813 mg/L dan 1.115 mg/L. Nilai tersebut melebihi baku mutu air limbah bagi kegiatan pengolahan rumput laut yang diatur dalam Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (Lampiran XV) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu air limbah pengolahan rumput laut

| Parameter | Kadar maksimum (mg/L) | Beban pencemaran paling tinggi (kg/ton) |
|----------------------------------|--------------------------|--|
| BOD | 100 | 50 |
| COD | 250 | 125 |
| TSS | 100 | 50 |
| Amonia | 5 | 2,5 |
| Klor | 1 | 0,5 |
| pH | | 6 – 9 |
| Kuantitas air limbah maksimum | | 500 m^3 / ton produk |

2.2 Karakteristik Limbah Cair Pengelolaan Rumput Laut

Keberhasilan produksi budidaya rumput laut di Indonesia telah mendorong industri rumput laut yang saat ini berkembang pesat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri (Aslan, 1998). Banyaknya produksi rumput laut tidak dipungkiri telah terjadi permasalahan, salah satunya ialah limbah cair hasil pengolahan rumput laut. Menurut Sedayu *et al.* (2007), limbah cair rumput laut memiliki alkalinitas yang tinggi, berwarna kecoklatan, memiliki padatan terlarut yang tinggi, dan bersifat koloid yang disebabkan oleh banyaknya senyawa organik serta pengotor lainnya. Baku mutu air limbah pada kegiatan pengolahan rumput laut berdasarkan Permen LH No.5 Tahun 2014, antara lain:

1. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD merupakan suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Atima, 2015). Menurut Yudo (2010), uji BOD ini tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan-bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Nilai kadar BOD dalam limbah cair industri rumput laut diperoleh sebesar 4.813,53 mg/L, yang mana standar baku mutu limbah belum memenuhi standar baku mutu (Damayanti *et al.*, 2021). Akibat dari konsentrasi BOD semakin tinggi, maka kehidupan di perairan semakin terancam hingga menyebabkan kematian ikan secara total, habisnya oksigen terlarut akan menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme anaerob beserta metabolismenya yang menyebabkan bau (Moertinah, 2010).

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD ialah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Atima, 2015). Konsentrasi COD dalam limbah cair industri rumput laut diperoleh sebesar 9.023,26 mg/L, nilai tersebut belum memenuhi standar baku mutu (Damayanti *et al.*, 2021). Akibat dari konsentrasi COD yang tinggi dalam badan air dapat menimbulkan kandungan oksigen terlarut di perairan rendah dan habis, akibatnya oksigen untuk makhluk hidup dalam perairan tidak terpenuhi dan juga dapat terancam mati (Ariyetti *et al.*, 2022).

3. TSS (*Total Suspended Solids*)

TSS atau yang dikenal zat tersuspensi dipengaruhi oleh zat organik dan zat anorganik yang menyebabkan air menjadi kotor dan keruh sehingga menyebabkan sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam perairan (Kristanto, 2013). Hal ini dapat menyebabkan terganggunya kehidupan organisme air terutama organisme produsen perairan karena tidak dapat melakukan proses fotosintesis dan mengakibatkan kadar oksigen dalam perairan turun (Tarigan dan Edward, 2010). Nilai TSS dalam limbah cair rumput laut diperoleh sebesar 1.115 mg/L berdasarkan uji laboratorium. Nilai TSS yang tinggi dapat menyebabkan pendangkalan pada badan air dan tumbuhnya tanaman air tertentu yang dapat menjadi racun bagi makhluk hidup lainnya (Asmadi dan Suharno, 2012).

4. Amonia

Amonia yang tidak teroksidasi oleh bakteri dalam waktu terus-menerus dengan jangka waktu lama akan bersifat racun (Norjanna *et al.*, 2015). Adanya amonia tergantung pada beberapa faktor yaitu sumber asalnya amonia, tanaman air yang menyerap amoniak sebagai nutrient, konsentrasi oksigen, dan temperatur (Said dan Sya'bani, 2014). Berdasarkan uji laboratorium, konsentrasi amonia dalam limbah cair rumput laut diperoleh sebesar 55,32 mg/L. Biasanya pada budi daya rumput laut sering terserang lumut yang menyelimuti *thallus*, keadaan ini karena salinitas yang terlalu tinggi. Limbah cair rumput laut memiliki kadar amonia yang tinggi karena pada proses pencucian rumput laut terdapat lumut yang menempel pada rumput laut kemudian terlepas (Fanni *et al.*, 2021). Konsentrasi amonia yang tinggi dapat menyebabkan toksisitas, mikroalga yang

berlebihan atau eutrofikasi sehingga air menjadi keruh, dan berbau karena pembusukan lumut yang mati (Pratama *et al.*, 2021).

5. Klor

Klorin merupakan salah satu bahan anorganik yang sering digunakan pada kegiatan produksi di berbagai sektor industri. Biasanya dalam perendaman atau pencucian rumput laut menggunakan klorin untuk menghilangkan kotoran dan minyak pada permukaan rumput sehingga limbah cair yang dihasilkan memiliki kadar klorin yang tinggi (Prayitno *et al.*, 2020). Pada pengolahan rumput laut secara tradisional yang diperjualbelikan sebagai bahan pangan tidak menggunakan klorin, sehingga kadar klorin pada limbah cair rumput laut kemungkinan tidak terlalu tinggi (Indriani dan Sumarsih, 1991).

6. pH

Parameter pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Air buangan dengan konsentrasi pH yang tidak netral (pH asam/basa) akan memengaruhi terjadinya proses biologis dan pH yang baik bagi air limbah adalah netral (pH:7) (Effendi, 2003). Menurut Anggraeni *et al.* (2014), karakteristik dari air limbah pencucian rumput laut antara lain menghasilkan pH yang tinggi. Kadar pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amonia dalam air yang bersifat toksik bagi organisme air (Tatangindatu *et al.*, 2012).

2.3 Dampak Limbah Cair

Terjadinya perubahan fisika dan kimia pada suatu badan air disebabkan oleh limbah cair dari suatu kegiatan industri yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan apabila dibuang ke suatu badan air penerima tanpa diolah terlebih dahulu (Siagian, 2014). Menurut Wardhana (2004), untuk melihat dampak pencemaran air maka berdasarkan pengamatannya, pengamatan indikator, dan komponen pencemaran air lingkungan dapat digolongkan menjadi 3, yaitu:

1. Pengamatan secara fisik, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan kejernihan air (kekeruhan), perubahan suhu air, perubahan rasa, dan warna air.

2. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut dan perubahan pH.
3. Pengamatan secara biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme di dalam air terutama ada tidaknya bakteri patogen.

Dampak dari air limbah bergantung pada konsentrasi pencemar yang ada di dalam limbah tersebut. Kasus kerusakan ekologi di Indonesia akibat tercemar, kemungkinan cukup sulit dideteksi secara tepat dan cepat karena alam masih mampu memproses pencemaran pada batas baku mutu dan waktu yang lama (evolusioner) (Irianto, 2016).

2.4 Pengolahan Limbah Cair

Menurut Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021, menyatakan bahwa akan memberikan upaya dalam melindungi dan mengelola secara sistematis dan terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegak hukum. Oleh karena itu, perlu upaya untuk mengurangi dampak pencemaran dengan pengolahan limbah (Arief, 2016). Jika tidak diolah dengan baik akan mengakibatkan kerugian yang besar bagi manusia dan alam sekitar. Kerugian yang disebabkan yaitu air tidak dapat dimanfaatkan kembali dan air menjadi penyebab timbulnya penyakit.

Menurut Putra dan Putra (2014), air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilindungi untuk bermanfaat bagi kehidupan. Untuk itu perlu dilakukan upaya pengelolaan kualitas air dan pencemaran air sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Menurut Asmadi dan Suharno (2012), pengolahan limbah dapat digolongkan ke dalam beberapa tahap perlakuan, yaitu:

1. Pengolahan pertama (*primary treatment*)

Pengolahan pertama merupakan proses yang memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi (Arief, 2016).

2. Pengolahan kedua (*secondary treatment*)

Pengolahan kedua merupakan pengolahan secara biokimiawi yang bertujuan untuk mengkoagulasikan, menghilangkan koloid dan menstabilkan zat organik dalam limbah (Siagian, 2014). Proses penguraian bahan organik dilakukan dengan mikroorganisme secara aerobik dan anaerobik.

3. Pengolahan ketiga (*tertiary treatment*)

Pengolahan ketiga merupakan langkah lanjutan dari pengolahan kedua. Pengolahan ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa anorganik maupun senyawa kimia dalam limbah cair.

4. Pengolahan lanjut

Dari setiap pengolahan air limbah pasti akan menghasilkan lumpur yang perlu dilakukan pengolahan secara khusus agar dapat digunakan kembali.

2.5 Filtrasi

Filtrasi merupakan teknik sederhana untuk proses penjernihan air (Wiyastuti dan Sari, 2011). Pengolahan limbah secara sederhana ini biasanya digunakan agar lebih hemat, cepat, dan mudah untuk dilakukan (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Dalam proses pengolahan air dengan filtrasi biasanya memanfaatkan kerikil, pasir halus, ijuk, spons, atau bahkan kain. Fungsi dari media tersebut adalah untuk menciptakan penghalang zat kontaminan dari air yang akan diolah sehingga menghasilkan air yang lebih baik (Mashuri, 2017). Berdasarkan medianya, filtrasi dibedakan menjadi 3, yaitu (Asmadi dan Suharno, 2012):

1. *Single medium filter*, menggunakan satu jenis media, biasanya adalah pasir atau butiran antrachite. Ketebalan lapisan media pasir biasanya 24 -30 inci.
2. *Dual media filter*, filter jenis ini memiliki dua jenis media. Susunan pori yang ideal adalah dari atas ke bawah semakin kecil porinya.
3. *Multi media filter*, filter jenis ini memiliki lebih dari satu media penyaring. Pada pengolahan air buangan, filter jenis ini sangat sering digunakan. Keuntungan penggunaan multi media filter dibandingkan dengan jenis lainnya yaitu penyaringan yang lebih baik sehingga air yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus.

Pada proses filtrasi ada kalanya diberhentikan apabila sudah jenuh/tidak mampu menyerap lagi maka harus dilakukan pencucian media (*backwash*) atau diganti dengan media yang baru. Menurut Widyastuti dan Sari (2011), ada beberapa faktor yang memengaruhi efisiensi penyaringan air yaitu kualitas air baku, suhu, kecepatan filtrasi, dan diameter butiran.

2.6 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan yang bertujuan untuk menangkap kontaminan yang berada dalam air dengan zat penangkap yang disebut adsorben dan zat yang ditangkap disebut adsorbat. Proses ini memanfaatkan adsorben sebagai media dalam proses filtrasi (Alamsyah dan Kurniawan, 2007). Adsorben yang biasa digunakan dalam proses adsorpsi adalah silika gel, karbon aktif, dan zeolit (Ambarita, 2008). Teknik adsorpsi menggunakan karbon aktif umumnya untuk memisahkan kandungan mikroorganisme, logam, deterjen, bahkan fenol yang tercampur sebagai kontaminan dalam air (Mashuri, 2017). Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan karbon aktif karena media karbon aktif adalah material berpori yang mempunyai kemampuan untuk menyerap pengotor yang terdapat dalam air yaitu sebagai filter air (Nustini dan Allwar, 2019). Beberapa faktor yang memengaruhi terjadinya proses adsorpsi antara lain (Mashuri, 2017):

1. Sifat fisik dan kimia dari adsorben dan adsorbat.
2. Sifat fasa cair (pH dan cair).
3. Konsentrasi adsorbat.
4. Waktu kontak dari adsorben dan adsorbat.

2.7 Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Kegunaan dari karbon aktif ialah dapat menyerap senyawa organik maupun non organik, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya deterjen, bau, senyawa fenol, dan industri lainnya (Riadi, 2017). Hal ini disebabkan karena karbon aktif yang telah diproses pirolisis dan proses aktivasi mampu memperbesar pori-pori pada arang sehingga dapat meningkatkan daya serap (Ilmanafia dan Sudarminto, 2022). Beda dengan arang biasa adalah sebagian

besar pori-porinya masih tertutup oleh hidrokarbon, seperti abu, air, nitrogen, dan sulfur yang menghambat keaktifannya atau daya serapnya rendah (Hamidah dan Rahmayanti, 2018).

Arang dibuat dari bahan yang mengandung unsur karbon seperti tempurung kelapa, tempurung siwalan, sekam padi, sabut kelapa, tongkol jagung, kayu lunak, tulang, tempurung kelapa, kayu keras, batu bara, serbuk gergaji, ampas penggilingan tebu, dan ampas pembuatan kertas (Maulidiyah *et al.*, 2021). Pada penelitian ini pemanfaatan tempurung kelapa menjadi karbon aktif sangat maju, karena material ini memiliki keunggulan berupa efisien, murah, dan mudah didapat (Nustini dan Allwar, 2019). Menurut Ramadhani *et al.* (2020), bentuk ukuran partikel karbon aktif dibagi dalam 3 jenis, yaitu:

1. Karbon aktif bentuk serbuk

Karbon aktif serbuk mempunyai partikel halus yaitu sekitar 0,18 mm. Karbon ini biasa digunakan pada aplikasi fasa cair dan penyaringan pada gas buang.

2. Karbon aktif bentuk butiran

Karbon aktif butiran atau tidak beraturan dengan ukuran 0,2 – 5 mm. Karbon aktif bentuk butiran ini biasanya digunakan untuk pengolahan air, pemurnian emas, air limbah dan air tanah, pemurni lartan dan penghilang bau busuk.

3. Karbon aktif bentuk pelet

Karbon yang mempunyai ukuran diameter dari 0,8 – 5 mm. Karbon ini dibuat melalui proses ekstrud dan berbentuk silinder kecil. Karbon ini biasanya digunakan untuk aplikasi pada fasa gas.

2.8 Pembuatan Karbon Aktif

Menurut Dewi *et al.* (2019), industri karbon aktif dalam proses pembuatannya terdiri dari 3 proses, yaitu:

1. Dehidrasi (Pengeringan)

Tahap ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku karbon aktif dengan suhu mulai 100–200°C. Tujuan dilakukan tahap ini untuk menghilangkan kadar air yang masih terdapat pada bahan baku karbon aktif (Mashuri, 2017).

2. Karbonisasi

Proses karbonisasi adalah proses pembakaran bahan-bahan organik di dalam bahan dasar alam pembuat karbon. Proses karbonisasi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan suhu pemanasan yang lebih tinggi mulai 300–800°C. Seiring dengan proses ini maka akan terjadi perubahan struktur pori (Shofa, 2012).

3. Aktivasi

Aktivasi dilakukan terhadap bahan baku karbon aktif untuk memperbesar pori-pori bahan pada karbon aktif dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon tersebut mengalami perubahan baik fisika maupun kimia (Sembiring, 2003). Menurut Ramadhani *et al.* (2020), proses aktivasi karbon aktif ada 2 jenis, yaitu:

a. Aktivasi fisika

Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Tujuan dari proses ini adalah memperluas diameter pori-pori yang terbentuk selama karbonisasi dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru. Menurut Mashuri (2017), kelebihan aktivasi fisika jika dibandingkan dengan aktivasi kimia adalah proses ini lebih ekonomis dan tidak memerlukan bahan kimia.

b. Aktivasi kimia

Aktivasi kimia didefinisikan sebagai proses pemutusan rantai karbon dengan mencampurkan bahan baku karbon aktif dengan senyawa atau bahan kimia tertentu. Keunggulan dari aktivasi kimia adalah luas permukaan pada pori sangat luas (Anggraeni dan Yuliana, 2015). Menurut Shofa (2012), aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Selain garam mineral biasanya digunakan berbagai asam dan basa organik seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam hipoklorit (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH), dan natrium hidroksida (NaOH).

2.9 Sabut Kelapa

Metode sederhana yang berpotensi untuk dikembangkan adalah penyaringan air menggunakan media filter dari serat alam (Utomo *et al.*, 2018). Salah satu jenis tanaman yang menghasilkan serat alam adalah kelapa (*Cocos nucifera*) yang terdapat pada bagian luar kelapa atau disebut sabut kelapa. Sabut kelapa memiliki sifat bioremoval untuk mengatasi kadar logam dalam air dan total padatan tersuspensi (Pinandari *et al.*, 2011). Sabut kelapa mudah diperoleh di alam dan memiliki sifat untuk menyaring material dalam air limbah. Peneliti menggunakan sabut kelapa dibandingkan dengan sabut buatan karena memiliki beberapa kelebihan seperti kaku, murah, ringan, tidak beracun, tersedia dalam jumlah yang banyak, dan ramah lingkungan.

2.10 Pasir Silika/Kuarsa

Pasir silika atau pasir kuarsa merupakan hasil dari pelapukan bebatuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar (Kusnaedi, 2010). Proses pengolahan pasir kuarsa bergantung kepada kegunaan serta persyaratan yang dibutuhkan baik sebagai bahan baku maupun langsung digunakan. Pada kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sebagai bahan baku utama pembuatan gelas kaca, semen, tegel, mosaik keramik, dan bahan baku fero silikon. Selain itu, kegunaan pasir silika dapat menghilangkan sifat fisik air, seperti kekeruhan/air berlumpur dan menghilangkan bau pada air (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Pada umumnya pasir silika digunakan tahap awal sebagai saringan dalam pengolahan air kotor menjadi air bersih.

2.11 Kajian Penelitian Filtrasi

Pada kajian filtrasi ini peneliti mengambil beberapa penelitian terdahulu sebagai panduan menulis untuk penelitian yang akan dilakukan, kemudian akan menjadi acuan dan perbandingan dalam melakukan penelitian ini. Penelitian Dewi dan Buchori (2016), menggunakan media kombinasi pasir kuarsa, karbon aktif, sekam padi, dan zeolit untuk menurunkan kadar COD dan TSS dalam air limbah tahu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa saringan dengan menggunakan campuran

media sekam padi, karbon aktif, zeolit dan pasir kuarsa tipe 3 mempunyai efektivitas penurunan konsentrasi parameter pH, COD, dan TSS ialah 62%, 60,59% dan 65,23%. Penelitian Andriyani (2013), menggunakan kombinasi ketebalan filter pasir dan arang tempurung kelapa untuk penurunan kadar Mn air sumur. Hasil uji laboratorium pada ketebalan 60 cm paling efektif untuk menurunkan kadar Mn sebesar 82,5%.

Penelitian Utomo *et al.* (2018), menggunakan coco fiber untuk mengolah limbah cair rumah makan cepat saji. Penelitian dilakukan dengan membuat alat percobaan berskala laboratorium dengan dua unit filter yaitu coco fiber saja dan kombinasi arang aktif-pasir-coco fiber-kerikil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair setelah melalui unit filtrasi mengalami peningkatan pH dari 6,1 menjadi 6,4 untuk sistem coco fiber dan 7,8 untuk sistem kombinasi arang aktif-pasir-coco fiber-kerikil. Filtrasi menggunakan sistem coco fiber mengalami penurunan BOD 98,58% dan TSS 83,51% dan filtrasi menggunakan sistem kombinasi arang aktif-pasir-coco fiber-kerikil mengalami penurunan BOD 78,33% dan TSS 81,19%.

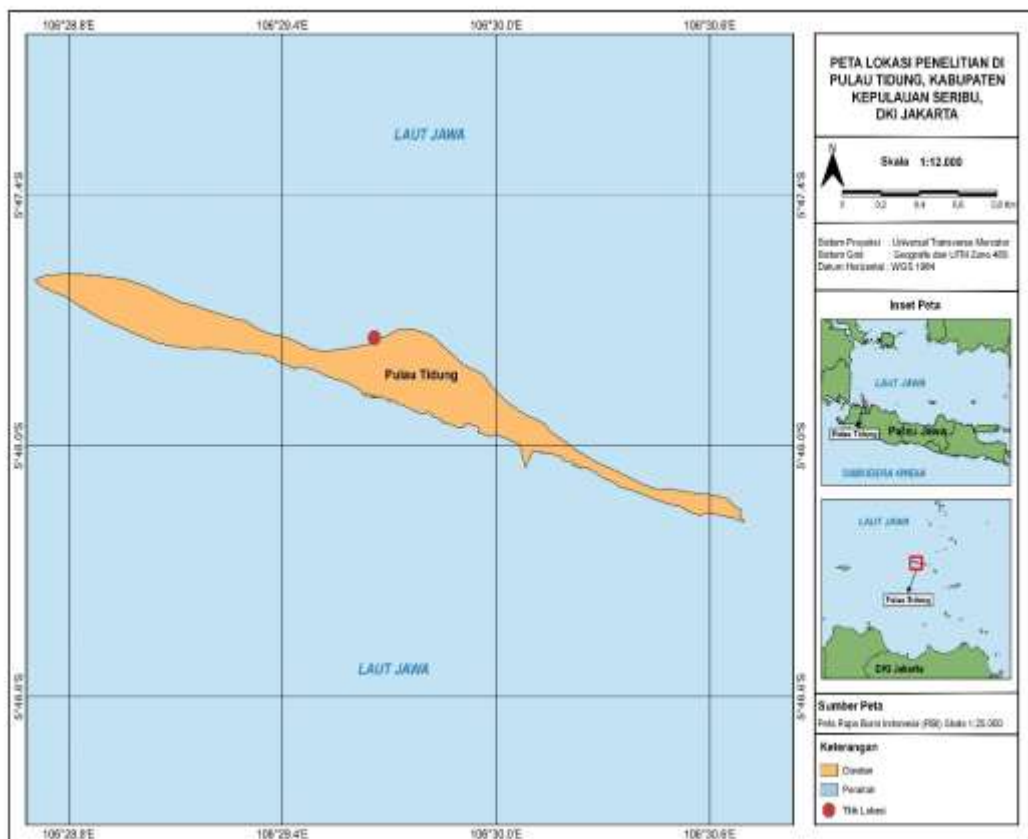
Penelitian Sattuang *et al.* (2020), menggunakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk menganalisis karakteristik air limbah di Batikite Resort dan desain IPAL yang sesuai dengan kondisi Resort Batikite. Hasil penelitian ini dapat menurunkan BOD sebesar 93,56%, COD 96,21%, fosfat 72,5%, minyak 100%, amoniak 79,45%, TSS 97,23%, dan pH 7,5. Instalasi pengolahan air limbah ini cukup efektif di Resort Batikite, namun membutuhkan penambahan arang aktif untuk menghilangkan bau pada limbah.

Penelitian Jumiati *et al.* (2022), menggunakan bahan filter variasi ketebalan karbon aktif tempurung biji karet, zeolite, dan pasir silika untuk menurunkan BOD, COD, dan TSS. Hasil filtrasi dengan variasi komposisi bahan filter didapatkan nilai hingga memenuhi baku mutu. Variasi komposisi paling optimal didapatkan perlakuan A (60%;20%;20%) dengan penurunan konsentrasi BOD sebesar 97,79%, kadar COD sebesar 95,88% dan kadar TSS sebesar 89,27%.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2023 di Pulau Tidung Besar, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta. Analisis sampel air dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah, Provinsi DKI Jakarta. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan bahan penelitian

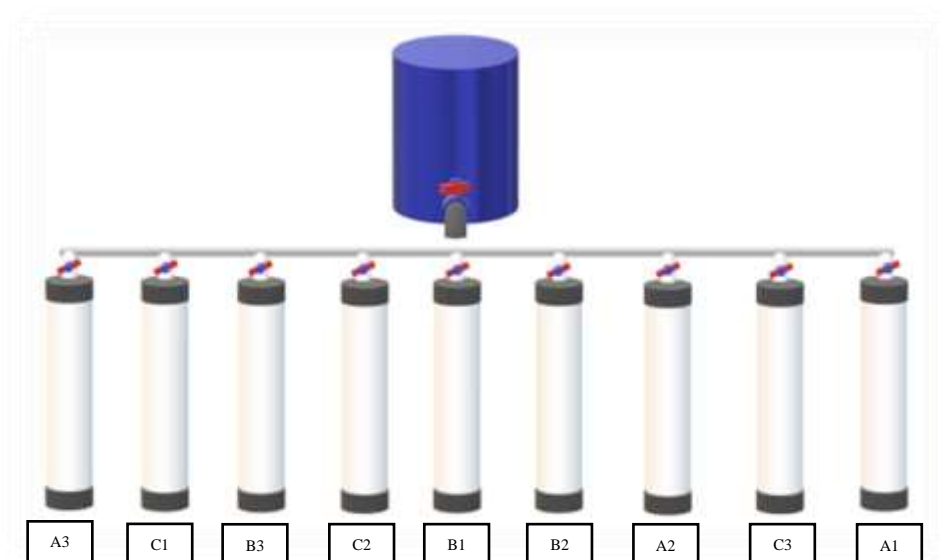
| No | Nama alat dan bahan | Jumlah/Ukuran |
|-----|---|---------------|
| 1. | Pipa PVC 4 inci 4 m | 4 buah |
| 2. | Tandon/drum air 100 liter | 1 buah |
| 3. | Shock drat luar 1 inci | 1 buah |
| 4. | Ball valve PVC 1 inci | 1 buah |
| 5. | V.Tee 2 x ½ inci | 9 buah |
| 6. | V.Tee 2 x 1 inci | 1 buah |
| 7. | Pipa PVC 2 inci | 1 buah |
| 8. | Pipa PVC ½ inci | 1 buah |
| 9. | Stop kran ½ inci | 9 buah |
| 10. | Knee pipa ½ inci | 9 buah |
| 11. | Dop PVC soket (tutup) 2 inci | 2 buah |
| 12. | Dop PVC soket (tutup) 4 inci | 9 buah |
| 13. | Botol sampel 1 L | 21 buah |
| 14. | Lem pipa | 1 buah |
| 15. | Sabut kelapa | 8 kg |
| 16. | Pasir silika | 25 kg |
| 17. | Karbon aktif tempurung kelapa | 60 kg |
| 18. | Spons filter mat $1 \times 1 \text{ m}^2$ | 4 buah |
| 19. | Wadah 10 L | 9 buah |
| 20. | CaCl_2 | 3 kg |
| 21. | Spidol | 1 buah |
| 22. | Label | 1 buah |
| 23. | TDS meter | 1 buah |
| 24. | Meteran | 1 buah |
| 25. | Lakban | 1 buah |
| 26. | pH meter | 1 buah |
| 27. | Akuades | 5 L |
| 28. | Tumbukan (palu) | 1 buah |
| 29. | Ayakan dengan <i>mesh</i> 45 | 1 buah |
| 30. | Stopwatch | 1 buah |
| 31. | Cairan TDS meter | 1 buah |
| 32. | Penggaris | 1 buah |
| 33. | Timbangan | 1 buah |

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan mengetahui efektivitas filtrasi untuk memperbaiki kualitas air pada limbah cair perendaman rumput laut. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini merupakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan. Penelitian menggunakan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yaitu 40 cm, 50 cm, dan 60 cm. Parameter utama dalam penelitian ini adalah konsentrasi amonia, BOD,

dan TSS dengan parameter pendukung antara lain TDS dan pH serta menghitung debit alir yang keluar dari alat percobaan. Data konsentrasi amonia, BOD, TDS, TSS, dan pH sebelum dan setelah filtrasi ditabulasikan ke dalam tabel lalu dianalisis.

Penelitian ini didasari pada percobaan yang dilakukan oleh Sedayu *et al.* (2007) tentang uji coba proses daur ulang limbah cair ATC (*alkali treated cottonii*) dengan teknik koagulasi dan filtrasi. Penelitian ini juga menggunakan beberapa jenis media (multi media) yaitu sabut kelapa, karbon aktif tempurung kelapa, pasir silika, dan spons. Penelitian ini juga mengacu pada alat penelitian yang dibuat oleh Suwantiningsih *et al.* (2020) dengan beberapa modifikasi media filter disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain alat penelitian

Keterangan :

Perlakuan A = Sabut kelapa 30 cm, karbon aktif tempurung kelapa 40 cm, pasir silika 30 cm, dan spons 5 cm.

Perlakuan B = Sabut kelapa 30 cm, karbon aktif tempurung kelapa 50 cm, pasir silika 30 cm, dan spons 5 cm.

Perlakuan C = Sabut kelapa 30 cm, karbon aktif tempurung kelapa 60 cm, pasir silika 30 cm, dan spons 5 cm.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan karbon aktif

Proses pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa (Jamilatun dan Setyawan, 2014):

- a. Limbah tempurung kelapa dicuci bersih.
- b. Limbah tempurung dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering. Apabila pada proses pengeringan kondisi cuaca tidak memungkinkan maka tempurung kelapa dikeringkan menggunakan oven.
- c. Limbah tempurung kelapa yang sudah kering diproses karbonisasi (pembakaran) di dalam drum tertutup selama 6 – 8 jam.
- d. Arang tempurung kelapa dihancurkan dengan alat tumbuk hingga bentuk granul (0,2 – 5 mm).
- e. Arang tempurung kelapa disaring menggunakan ayakan.
- f. Tempurung kelapa yang sudah dikarbonisasi kemudian diaktivasi dengan cara direndam pada bahan kimia CaCl_2 selama 12 sampai 18 jam untuk menjadi karbon aktif. Proses aktivasi dilakukan dengan perbandingan 1 (CaCl_2) : 3 (air).
- g. Karbon aktif tempurung kelapa dicuci dengan air bersih. Setelah itu, dipisahkan kotoran atau bahan lainnya.
- h. Karbon aktif dihamparkan pada rak dengan suhu kamar untuk ditiriskan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 – 500°C selama 3 jam.
- i. Karbon aktif yang selesai dikeringkan dimasukkan ke dalam wadah tertutup.

3.4.2 Tahap pembuatan alat percobaan

Tahapan pembuatan alat percobaan pada penelitian ini mengacu pada percobaan oleh Suwantiningsih *et al.* (2020) menggunakan pipa PVC 4 inci. Pada penelitian Suwantiningsih *et al.* (2020) dilakukan percobaan dengan media filter ijuk 10 cm, kerikil 10 cm, dan ketebalan karbon aktif tongkol jagung yang berbeda (40 cm, 60 cm, dan 80 cm). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif efektif menurunkan kadar Fe sebesar 85,87%. Oleh karena itu, peneliti membuat alat percobaan sebagai berikut:

1. Pembuatan tabung filter

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- b. Pipa PVC 4 inci dipotong dengan masing-masing panjang perlakuan: pipa perlakuan A dipotong sepanjang 105 cm, pipa perlakuan B dipotong sepanjang 115 cm, dan pipa perlakuan C dipotong sepanjang 125 cm.
- c. Pipa PVC 4 inci diberi lubang dengan diameter lubang $\frac{1}{2}$ inci pada pipa susunan bagian bawah dengan jarak pusat lubang 2 cm dari dasar pipa.
- d. Kemudian Pipa PVC 4 inci ditutup dengan dop pipa PVC 4 inci dan diberi lem. Pada saat dimasukan media filter, setiap batas antara satu media dengan yang lain diberi pembatas (spons).

2. Pembuatan rangkaian pipa

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk merangkai sambungan antara tandon air dan tabung filter.
- b. Pipa PVC 2 inci dipotong dengan ukuran yang sama dan diberi jarak.
- c. Pipa PVC diberi sambungan pipa $2 \times \frac{1}{2}$ inci untuk menghubungkan pipa lainnya agar dapat terhubung dengan tabung filter.
- d. Pipa PVC $\frac{1}{2}$ inci dipotong dan diberikan stop kran, kemudian diberikan sambungan pipa $2 \times \frac{1}{2}$ inci pada setiap sambungan.
- e. Setelah itu, diujung pipa $\frac{1}{2}$ inci diberikan knee $\frac{1}{2}$ inci dan dirangkai sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

3. Pembuatan tempat penampungan atau tandon air

- a. Menyiapkan alat dan bahan untuk penampungan/tandon air limbah.
- b. Salah satu sisi bagian bawah tandon dilubangi dengan diameter 1 inci.
- c. Kemudian lubang pada tandon dipasang sit drat dalam dan luar dan beri *seal-tape* serta pasang stop kran berukuran 1 inci.
- d. Pipa PVC diberikan sambungan serta gabungkan semua rangkaian alat filtrasi yaitu tandon, pipa, dan filter.

3.4.3 Tahap pengisian media filter

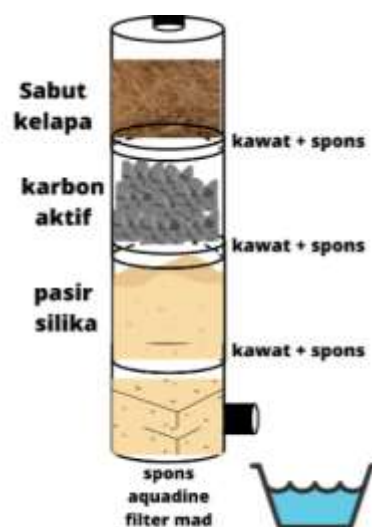
Tahapan pengisian media pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan percobaan yang telah dirangkai.
2. Media filter dicuci menggunakan air hingga bersih dan dimasukkan ke dalam pipa PVC 4 inci.
3. Pipa PVC 4 inci masing-masing diisi dengan media filter.

Percobaan ini terdiri dari beberapa perlakuan yang berbeda. Media filter yang digunakan pada percobaan ini ialah modifikasi dari beberapa penelitian terdahulu dan peneliti mencoba menerapkan pada limbah perendaman rumput laut menggunakan beberapa media filter dengan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda.

- a. Perlakuan A: Alat percobaan diisi media dengan susunan dari atas yaitu sabut kelapa 30 cm, karbon aktif tempurung kelapa 40 cm, pasir silika 30 cm, dan spons 5 cm.
- b. Perlakuan B: Alat percobaan diisi media dengan susunan dari atas yaitu sabut kelapa 30 cm, karbon aktif tempurung kelapa 50 cm, pasir silika 30 cm, dan spons 5 cm.
- c. Perlakuan C: Alat percobaan diisi media dengan susunan dari atas yaitu sabut kelapa 30 cm, karbon aktif tempurung kelapa 60 cm, pasir silika 30 cm, dan spons 5 cm.

Ilustrasi alat percobaan dengan susunan filter disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan media filter pada alat penelitian

3.4.4 Tahap filtrasi

Tahapan filtrasi pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Amonia, BOD, TSS, TDS, dan pH diukur sebelum dilakukan proses filtrasi.
2. Air limbah dimasukkan ke dalam bak penampungan air yang telah dirangkai dan dihubungkan dengan ke 9 buah pipa PVC sebanyak \pm 200 liter untuk 3 kali pengulangan.
3. Stop kran ½ inci diatur agar debit air yang keluar untuk ke-9 tabung sama.
4. Jika ada salah satu stop kran terdapat air yang tidak keluar secara bersamaan, maka stop kran diatur hingga menghasilkan debit air yang sama. Pengaliran air diulangi untuk mengetahui apakah air mengalir secara bersamaan.
5. Stop kran penampungan air dibuka untuk mengalirkan air limbah ke-9 buah tabung filtrasi.
6. Air limbah yang telah melalui proses filtrasi ditampung ke dalam wadah hingga 20 liter (filtrasi pertama 10 liter dan filtrasi kedua 10 liter) dan dihitung waktu air yang mengalir hingga penuh untuk mengetahui daya tahan filter yang dilakukan. Jika wadah telah terisi penuh maka stop kran ditutup.
 - Untuk mengetahui daya tahan filter, maka dihitung dan dicatat waktu air yang keluar dari proses filtrasi hingga volume air mencapai 20 liter.
 - Hal ini dilakukan untuk mengetahui daya tahan filter terhadap bahan pencemar (Latief dan Wahjoedi, 2015). Selanjutnya dihitung nilai debit air pada filtrasi limbah cair perendaman rumput laut menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Debit air} = \frac{V}{t}$$

V : volume air yang ditampung dalam gelas pengukur
t : waktu yang diperlukan untuk mengisi gelas pengukur hingga penuh.

7. Sampel air yang telah melalui proses filtrasi dimasukan ke dalam botol sampel kemudian diukur amonia, BOD, TSS, TDS, dan pH.
8. Langkah 1 – 7 diulang sebanyak 3 kali. Setiap dilakukan percobaan, seluruh media diganti dengan media yang baru.

9. Sampel diberi label (nama sampel dengan perlakuan dan pengulangan) pada masing-masing botol sampel. Air hasil filtrasi diukur konsentrasi amonia, BOD, dan TSS di laboratorium. Adapun pengukuran TDS dan pH menggunakan pH meter digital.

3.4.5 Pengamatan kualitas air

1. Penentuan amonia

Pemeriksaan kadar amonia menggunakan metode fenat secara spektrofotometri. Metode fenat adalah metode yang digunakan untuk pemeriksaan amonia sesuai oleh SNI 06-6989.30-2005 (Badan Standarisasi Nasional, 2005).

2. Penentuan BOD

Prinsip pengukuran BOD_5 pada dasarnya cukup sederhana yang mengacu kepada SNI 6989.72:2009, yaitu sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 5 hari yang sering disebut dengan DO_5 . Selisih DO_i dan DO_5 ($DO_i - DO_5$) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L) (Haryadi 2004). Pengukuran oksigen dapat dilakukan secara analitik dengan cara titrasi (metode Winkler, iodometri) atau dengan menggunakan alat DO meter yang dilengkapi dengan *probe* khusus (Atima, 2015).

3. Penentuan TSS

TSS adalah semua zat terlarut dalam air yang tertahan membran saring yang berukuran 0,45 mikron. kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur $103-105^\circ\text{C}$, hingga diperoleh berat tetap. Partikel yang sama besar, partikel yang mengapung dan zat-zat yang menggumpal yang tidak tercampur dalam air, terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian (Azizah dan Rahmawati, 2005).

4. Penentuan TDS dan pH

Nilai TDS dan pH ditentukan dengan cara mengukur langsung dengan TDS meter dan pH meter pada saat pengambilan sampel dan setelah dilakukan filtrasi. Sebelum dilakukan pengukuran, alat tersebut dikalibrasi terlebih dahulu.

3.5 Pengolahan Data

Data hasil penelitian berupa konsentrasi amonia, BOD, TSS dan TDS pada limbah cair perendaman rumput laut sebelum dan setelah filtrasi serta menghitung nilai efektivitas penurunannya. Persamaan perhitungan efektivitas penurunan dalam persentase (%) sebagai berikut (Suastuti *et al.*, 2015):

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan : A = Konsentrasi awal (mg/L)
B = Konsentrasi akhir (mg/L)

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengukuran konsentrasi amonia, BOD, TSS, TDS, dan pH sebelum dan setelah filtrasi selanjutnya dianalisis menggunakan uji Anova satu arah (*one way Anova*) dan jika hasil menunjukkan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf nyata 95%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode filtrasi dengan menggunakan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa cukup efektif terhadap penurunan konsentrasi limbah cair perendaman rumput laut. Namun, hasil filtrasi tersebut belum memenuhi baku mutu Permen LH RI No.5 Tahun 2014 (Lampiran XV).
2. Pengaruh ketebalan karbon aktif tempurung kelapa sebagai media filter limbah cair perendaman rumput laut tidak berbeda nyata terhadap penurunan konsentrasi amonia, BOD, TDS, dan TSS.
3. Keefektifan daya tahan filter dengan variasi ketebalan karbon aktif tempurung kelapa yang berbeda hanya dapat digunakan beberapa kali penyaringan. Media filtrasi yang digunakan secara terus-menerus dapat mencapai kapasitasnya (jenuh) karena semua pori karbon aktif terisi penuh dengan zat pencemar.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan yaitu air limbah yang akan dibuang sebaiknya dilakukan pengolahan terlebih dahulu secara sederhana dan aplikatif bagi masyarakat untuk menurunkan konsentrasi pencemar. Perlu digabungkan dengan perlakuan pengendapan agar hasil pengolahan limbah lebih optimal dan peran filter dalam proses pengolahan limbah ditambahkan kontribusi lama waktu kontak atau media filter yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh M.N. 2018. *Ilmu dan Rekayasa Lingkungan*. CV. Sah Media. Makassar. 174 hlm.
- Alamsyah, S., dan Kurniawan, A. 2007. *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga*. Kawan Pustaka. Jakarta. 53 hlm.
- Alamsyah, R., Lestari, N., dan Hasrini, R.F. 2013. Kajian mutu bahan baku rumput laut (*Eucheuma sp.*) dan teknologi pangan olahannya. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 24(1): 57-67. <http://dx.doi.org/10.28959/jdpi.v24i1.657>
- Alashty, S. R., Bahmanyar, M. A., dan Sepanlou, M. G. 2011. Change of pH, organic carbon (OC), electrical conductivity (EC), nickel (Ni) and chrom (Cr) in soil and concentration of Ni and Cr in radish and lettuce plants as influenced by three year application of municipal compost. *African Journal Of Agricultural Research*, 6(16): 3740-3746.
- Anggadiredja J., Zalnika T.A., Purwoto H., dan Sri, I. 2011. *Rumput Laut (Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditi Perikanan Potensial)*. Penebar Swadaya. Jakarta. 147 hlm.
- Angraeni, W. G., Suyasa, I. B., dan Wahyu Dwijani, S. 2014. Pengaruh perlakuan biofiltrasi ekosistem buatan terhadap penurunan Cod, Nitrat, dan pH air limbah pencucian rumput laut. *Jurnal Kimia*, 8(1): 97-103.
- Arief, L. M. 2016. *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 234 hlm.
- Ariyetti, A., Anggia, M., dan Wijayanti, R. 2022. Analisis kualitas air limbah tahu di Kecamatan Kuranji Kota Padang. *Jurnal Dampak*, 19(2): 1-6.
- Artiyani A., dan 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. *Jurnal Industri Inovatif*, 6(1): 8-15.
- Aslan, L. M. 1998. *Budidaya Rumput Laut (Edisi Revisi)*. Kanisius. Yogyakarta. 105 hlm.

- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar - Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing. Yogyakarta. 181 hlm.
- Astono W. 2011. Problem dan solusi pemanfaatan sumber daya air di Kepulauan Seribu. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*, 5(F): 5-8.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 4(1): 83-93. <https://doi.org/10.33477/bs.v4i1.532>
- Azizah, R., dan Rahmawati, A. A. 2005. Perbedaan kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada air limbah, sebelum dan sesudah pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 2(1): 39-53.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Seribu. 2022. *Statistik Daerah Kepulauan Seribu 2022*. BPS Kabupaten Kepulauan Seribu. Jakarta. 30 hlm.
- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. 2022. *Kecamatan Kepulauan Seribu dalam Angka 2022*. BPS Kabupaten Kepulauan Seribu. Jakarta. 65 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989-30.2005. Air dan air limbah – Bagian 30: cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat.
- Bambang, A.G., Fatimawali, dan Kojong N. 2014. Analisis cemaran bakteri *coli-form* dan identifikasi *escherichia coli* pada air isi ulang dari depot di kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(3): 325-334. <https://doi.org/10.35799/pha.3.2014.5450>
- Benyamin, Y., Suwari, dan Darmakusuma, D. 2020. Efektivitas pengolahan limbah cair RSUD Kefamenanu melalui proses filtrasi. *Jurnal Biologi Edukasi Edisi 25*, 12(2): 43-47.
- Damayati, W., Hifdillah, M. H., dan Widodo, L. U. 2021. Penurunan BOD dan COD pada limbah cair industri rumput laut menggunakan *ion exchange* dalam reaktor *fixed bed*. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 2(01): 63-69. <https://doi.org/10.33005/chempro.v2i01.71>
- Dewa, R. P. 2016. Penanganan baku mutu kualitas air limbah produksi Atc dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Majalah Biam*, 12(2): 34-40. <https://dx.doi.org/10.29360/mb.v12i2.1963>
- Dewi, Y. S., dan Buchori, Y. 2016. Penurunan COD, TSS pada penyaringan air limbah tahu menggunakan media kombinasi pasir kuarsa, karbon aktif, sekam padi dan zeolit. *Jurnal Ilmiah Satya Negara Indonesia*, 9(1): 74-80.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.

- Fanni, N. A., Rahayu, A. P., dan Prihatini, E. S. 2021. Produksi rumput laut (*gracilaria verrucosa*) berdasarkan perbedaan jarak tanam dan bobot bibit di tambak Desa Tlogosadang, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2): 177-183.
<https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.177>
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 199 hlm.
- Filliazati, M. 2013. Pengolahan limbah cair domestik dengan biofilter aerob menggunakan media *bioball* dan tanaman kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1): 1-10.
<http://dx.doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.4028>
- Gemala, M., dan Ulfah, N. 2020. Efektifitas metode kombinasi pasir, zeolit, dan arang aktif dalam pengolahan air lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 4(2): 162-167.
- Gultom, S. O., Mess, T. N., dan Silamba, I. 2018. Pengaruh penggunaan beberapa jenis media filtrasi terhadap kualitas limbah cair ekstraksi sagu (*Metroxylon sp.*). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 12(2): 81-90.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v12i2.3805>
- Hamidah, L. N., dan Rahmayanti, A. 2018. Pemanfaatan zeolit dan karbon aktif dalam menurunkan jumlah bakteri pada filter pengolah air payau. *In Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 1(1): 113-118.
- Hasani, Q., Saputra, D. A., Putri, A. P., dan Irawati, L. 2023. Pengelolaan kualitas air dengan metode sifon dan aerasi, pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan mas najawa (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Unram*, 13(1): 158–168. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i1.457>
- Hikmah. 2015. Strategi pengembangan industri pengolahan komoditas rumput laut *E. Cotonii* untuk peningkatan nilai tambah di sentra kawasan industrialisasi. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 5(1): 27-36.
<https://doi.org/10.15578/jksekp.v5i1.1013>
- Ilmanafia, A., dan Sudarminto, H. P. 2022. Pemanfaatan adsorben arang aktif bonggol jagung untuk penurunan BOD dan COD pada limbah cair pengolahan rumput laut. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4): 909-913.
- Indriani, H dan Sumarsih, E. 1991. *Budi daya, Pengelolaan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 hlm.
- Irianto, K. 2016. *Penanganan Limbah Cair*. PT. Percetakan. Denpasar. 102 hlm.
- Irianto, K. 2018. *Sistem Teknologi Pengolahan Limbah*. Warmadewa University Press. Bali. 145 hlm.

- Kaslum, L., Zikri, A., Tanjung, Y., Oktavia, Y., dan Aulia, A. 2019. Kinerja sistem filtrasi dalam menurunkan kandungan TDS, Fe, dan organik dalam pengolahan air minum. *Kinetika*, 10(1): 46-49.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Kristanto, P. 2013. *Ekologi Industri (Edisi Dua)*. Kanisius. Yogyakarta. 442 hlm.
- Latief, A. S., dan Wahjoedi, S. 2015. Kajian terhadap debit dan kualitas air sumur bor di kelurahan jabungan. *Jurnal teknis*: 10(1): 17-21.
- Jumiati, E., Daulay, A. H., dan Daulay, S. R. 2022. Analisis BOD, COD, dan TSS pada limbah industri minyak sawit dengan metode filtrasi menggunakan karbon aktif tempurung biji karet. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 19(3): 136-140.
- Maryani, D., Masqudi, S., dan Moesriati, A. 2014. Pengaruh ketebalan media filter dan *rate* filtrasi pada *sand filter* dalam menurunkan kekeruhan dan total coliform. *Jurnal teknik pomits*, 3(2): 76-81.
- Mashuri, M. T. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Sederhana*. Deepublish. Yogyakarta. 88 hlm.
- Metcalf, L., Eddy, H. P., dan Tchobanoglous, G. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. (Vol. 4). New York. McGraw-Hill.
- Moertinah, S. 2010. Kajian proses anaerobik sebagai alternatif teknologi pengolahan air limbah industri organik tinggi. *Jurnal Riset Pencegahan dan Pencemaran Industri*, 1(2): 104-114.
- Munfiah, S., Nurjazuli, N., dan Setiani, O. 2013. Kualitas fisik dan kimia air sumur gali dan sumur bor di wilayah kerja puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(2): 154-159.
- Murniati, T., dan Muljadi. 2013. Pengolahan limbah batik cetak dengan menggunakan metode filtrasi-elektrolisis untuk menentukan efisiensi penurunan parameter cod, bod, dan logam berat (Cr) setelah perlakuan fisika-kimia. *Jurnal Ekuilibrium*, 12(1): 27-36. <https://doi.org/10.20961/ekuilibrium.v12i1.2176>
- Nandari, W. W., Utami, A., Yogafanny, E., dan Kristiati, M. T. 2018. Pengolahan air terproduksi dengan membran bioreaktor di wilayah penambangan Wonocolo. *Eksergi*, 15(2): 34-40. <http://dx.doi.org/10.31315/e.v15i2.2384>
- Norjanna, F., Efendi, E., dan Hasani, Q. 2015. Reduksi amonia pada sistem resirkulasi dengan penggunaan filter yang berbeda. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 4(1): 427-432.

- Nustini, Y., dan Allwar. 2019. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa menjadi arang tempurung kelapa dan granular karbon aktif guna meningkatkan kesejahteraan desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(3): 217-226.
- Palilingan, S. C., Pungus, M., dan Tumimomor, F. 2019. Penggunaan kombinasi adsorben sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar fosfat dan amonia air limbah laundry. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2): 48-53. <https://doi.org/10.37033/fjc.v4i2.5>.
- Patty, I.S., Hairati A., dan Malik S.A. 2015. Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1): 43-50.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.83 Tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah (PP) No.22 Tahun 2021. Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (Permen LH) Republik Indonesia No.5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Pinandari, A.W., Fitriana, D. N., Nugraha, A., dan Suhartono, E. 2011. Uji efektivitas dan efisiensi filter biomassa menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai bioremoval untuk menurunkan kadar logam (Cd, Fe, Cu), total padatan tersuspensi (TSS), dan meningkatkan pH pada limbah air asam tambang batubara. *Jurnal Presipitasi*, 1(1): 1-12.
- Pungus, M., Palilingan, S. C., dan Tumimomor, F. 2019. Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2): 54-60.
- Purnama, J. dan Arief, Z. 2018. Penyuluhan dan pelatihan penjernih air sebagai langkah untuk meminimalisir kekurangan air bersih di desa Tulung Kabupaten Gresik. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 1(1): 74-75.
- Putra, D. S., dan Putra, A. 2014. Analisis pencemaran limbah cair kelapa sawit berdasarkan kandungan logam, konduktivitas, TDS dan TSS. *Jurnal Fisika unand*, 3(2): 96-101. <https://doi.org/10.25077/jfu.3.2.96-101.2014>
- Putra, S., Arianto, A., Efendi, E., Hasani, Q., dan Yulianto, H. 2016. Efektifitas kijing air tawar (*Pilsbryocconcha exilis*) sebagai biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap laju penyerapan amoniak dan pertumbuhan ikan lele

sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 4(2): 497-505.

- Pratama, Y., Juhana, S., dan Yuliatmo, R. 2021. Metode filtrasi menggunakan media arang aktif, zeolite, dan pasir silika untuk menurunkan ammonia total (N-NH₃) dan sulfida (S²⁻) pada air limbah outlet industri penyamakan kulit. *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, 20(1): 38-52. <https://doi.org/10.58533/bptkspk.v20i1.138>
- Prasetyowati A., Corrine J., dan Agustiawan, D. 2008. Pembuatan tepung karaginan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) berdasarkan perbedaan metode pengendapan. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(15): 27-33.
- Prayitno, P., Rulianah, S., Maryanti, Y., dan Putri, P. O. 2020. The decrease of high chlorine on seaweed industry wastewater. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732(1): 012067. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/732/1/012067>
- Priono, B. 2016. Budidaya rumput laut dalam upaya peningkatan industrialisasi perikanan. *Media Akuakultur*, 8(1): 1-8. <http://dx.doi.org/10.15578/ma.8.1.2013.1-8>
- Rahayu, A., Masturi, M., dan Yulianti, I. 2015. Pengaruh perubahan massa zeolit terhadap kadar pH limbah pabrik gula melalui media filtrasi. *Jurnal MIPA*, 5(2): 257-267. doi: 10.15294/jf.v5i2.7411
- Rahmi, A. 2016. Pengolahan air limbah menjadi air domestik non konsumsi dengan variasi karbon aktif biosand filter. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1): 58-66. <https://doi.org/10.31849/siklus.v2i1.298>
- Rahardjo, P. N. 2000. Pemenuhan kebutuhan air bersih masyarakat Kepulauan Seribu melalui optimasi pemanfaatan penampung air hujan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(3): 195-205. <https://doi.org/10.29122/jtl.v1i3.181>.
- Ramadhani, L. F., Nurjannah, I. M., Yulistiani, R., dan Saputro, E. A. 2020. Teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2): 42-53. <https://doi.org/10.36706/jtk.v26i2.135>
- Roesiani, L. 2015. *Keefektifan lama kontak karbon aktif terhadap penurunan kadar amonia limbah cair industri tahu di Desa Teguhan Sragen Wetan Sragen*. (Tesis). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Ronny, R. dan Saleh, M. 2018. Penurunan kadar COD dengan metode filtrasi multi media filter pada air limbah laundry. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(1): 48-53.

- Ronny, R., dan Syam, D. M. 2018. Aplikasi teknologi saringan pasir silika dan karbon aktif dalam menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair rumah sakit mitra husada Makassar. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(2): 62-66.
- Said, N. I., dan Syabani, M. R. 2014. Penghilangan amoniak di dalam air limbah domestik dengan proses *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). *Jurnal Air Indonesia*, 7(1): 44-65. <https://doi.org/10.29122/jai.v7i1.2399>
- Said, N. I. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Aplikasi*. Erlangga. Jakarta. 516 hlm.
- Sattuang, H. 2020. Analisis efektivitas instalasi pengolahan air limbah domestik studi kasus batikite resort Jeneponto. *Jurnal Ecosolum*, 9(1): 56-68.
- Silvia, L., Darminto, D., Purwanto, A., Astuti, F., dan Zainuri, M. 2021. Pemanfaatan karbon aktif tempurung kelapa sebagai media filtrasi air di Desa Sumberwudi Lamongan. *Jurnal Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2): 170. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v5i2.8063>
- Sedayu, B. B., Basmal, J., dan Fithriani, D. 2007. Uji coba proses daur ulang limbah cair ATC (*Alkali Treated Cottonii*) dengan teknik koagulasi dan filtrasi. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 2(2): 107-115. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v2i2.454>
- Siagian, L. 2014. Dampak dan Pengendalian Limbah Cair Industri. *Jurnal Teknologi Nommensen*, 1(2): 98-105.
- Sitasari, A. N., dan Khoironi, A. 2021. Evaluasi efektivitas metode dan media filtrasi pada pengolahan air limbah tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(3): 565-575. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.565-575>
- Silaban, T. F., dan Santoso, L. 2012. Pengaruh penambahan zeolit dalam peningkatan kinerja filter air untuk menurunkan konsentrasi amoniak pada pemeliharaan ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1): 47-56.
- Suastuti, N. G. A. M. D. A., Simpen, I. N., dan Ayumi, N. 2015. Efektivitas penurunan kadar surfaktan linier alkil sulfonat (LAS) dan COD dari limbah cair domestik dengan metode lumpur aktif. *Jurnal Kimia*, 9(1): 86-92. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2015.v09.i01.p14>
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI-Press. Jakarta. 198 hlm.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., dan Hapsari, A. A. 2020. Perancangan unit filtrasi untuk pengolahan limbah domestik menggunakan sistem downflow. *Jurnal*

Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 6(3): 31-39.
<http://dx.doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.03.4>

- Suwantiningsih, S., Khambali, K., dan Narwati, N. 2020. Daya serap arang aktif tongkol jagung sebagai media filter dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14(1): 33-39.
<https://doi.org/10.26630/rj.v14i1.2170>
- Suyata, I. 2009. Penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan arang aktif dari ampas kopi. *Jurnal Molekul*, 4(2): 105-114.
<https://doi.org/10.20884/1.jm.2009.4.2.68>
- Tarigan, M. S., dan Edward, E. 2010. Kandungan total zat padat tersuspensi (total suspended solid) di perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara Journal of Science*, 7(3): 109-119.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., dan Rompas, R. 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-Journal Budidaya Perairan*, 1(2): 8-19.
<https://doi.org/10.35800/bdp.1.2.2013.1911>
- Utami, L. I., Wahyusi, K. N., Utari, Y. K., dan Wafiyah, K. 2019. Pengolahan limbah cair rumput laut secara biologi aerob proses *batch*. *Jurnal Teknik Kimia*, 13(2): 39-43. <https://doi.org/10.33005/tekkim.v13i2.1407>
- Utomo, K. P., Saziati, O., dan Pramadita, S. 2018. Coco fiber sebagai filter limbah cair rumah makan cepat saji. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 6(2): 130-139. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v6i2.31881>
- Verayana, M. P., dan Iyabu, H. 2018. Pengaruh aktivator HCl dan H_3PO_4 terhadap karakteristik (morfologi pori) arang aktif tempurung kelapa serta uji adsorpsi pada logam timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1): 67-75.
- Wahyuningsih, S., Gitarama, A. M., dan Gitarama, A. M. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2): 112-125.
<https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929>
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi. Yogyakarta. 459 hlm.
- Wibowo, Y. 2012. Strategi penanganan limbah industri alkali treated cottonii. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 6(1): 29-35.
- Widyastuti, S., dan Sari, A. S. 2011. Kinerja pengolahan air bersih dengan proses filtrasi dalam mereduksi kesadahan. *WAKTU: Jurnal Teknik*, 9(1): 43-54.
<https://doi.org/10.36456/waktu.v9i1.903>

- Wirosoedarmo, R., Haji, A. T. S. dan Hidayati, E. A. 2018. Pengaruh konsentrasi dan waktu kontak pada pengolahan limbah domestik menggunakan karbon aktif tongkol jagung untuk menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 3(2): 31-38.
- Wowor, B. Y., Hanurawaty, N. Y., dan Yulianto, B. 2023. Perbedaan variasi ketebalan media filter arang aktif terhadap penurunan kadar total dissolved solids (TDS). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1): 76-83.
- Yudo, S. 2010. Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di wilayah DKI Jakarta ditinjau dari paramater organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1): 34-42. <https://doi.org/10.29122/jai.v6i1.2452>
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D., dan Kurnia, A. J. 2016. Pengaruh aktivasi arang aktif dari tongkol jagung dan tempurung kelapa terhadap luas permukaan dan daya jerap iodin. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 2(1): 30-34. <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3091>
- Zakiyah, U. 2022. Peran Pemerintah Kabupaten Kepulauan Seribu dalam mengatasi permasalahan air bersih dan sampah (studi kasus Pulau Tidung): Indonesia. *Jurnal Studi Administrasi*, 4(1): 2-12. <https://doi.org/10.47995/jian.v4i1.71>