

**KEMAMPUAN CANGKANG KERANG LANGKITANG (*Faunus
ater*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM PENYISIHAN
MIKROPLASTIK PADA AIR LIMBAH BUDIDAYA TAMBAK
UDANG DI ALUE NAGA KOTA BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**NOVIA MIRNATUL HUSNA
NIM. 200702037
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M/1446 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

**KEMAMPUAN CANGKANG KERANG LANGKITANG (*Faunus ater*)
SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM PENYISIHAN MIKROPLASTIK
PADA AIR LIMBAH BUDIDAYA TAMBAK UDANG DI ALUE NAGA KOTA
BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

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

Diajukan Oleh:
Novia Mirnatul Husna
NIM. 200702037
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**KEMAMPUAN CANGKANG KERANG LANGKITANG (*Faunus ater*)
SEBAGAI MEDIA FILTRASI DALAM PENYISIHAN MIKROPLASTIK
PADA AIR LIMBAH BUDIDAYA TAMBAK UDANG DI ALUE NAGA KOTA
BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Gelar Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jumat/26 April 2024
Jumat/17 Syawal 1445

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua



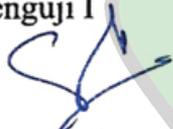
Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc
NIDN. 2009118301

Sekretaris



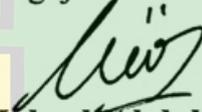
Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Penguji I



Suardi Nur, S.T., M.Sc., PhD
NIDN: 2010108103

Penguji II



Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc
NIDN. 2015118002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Novia Mirnatul Husna
NIM : 200702037
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Kemampuan Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*)
Sebagai Media Filtrasi Dalam Penyisihan Mikroplastik Pada
Air Limbah Budidaya Tambak Udang Di Alue Naga Kota
Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Karya tulis ini dikerjakan sendiri dan mampu untuk bertanggung jawab atas apa yang telah ditulis;
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya pribadi, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
3. Tidak menggunakan karya karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin dari pemilik karya;
4. Tidak manipulasi data dan memalsukan data penelitian;
5. Tidak melakukan plagiasi terhadap data orang lain.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata 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.

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

Banda Aceh, 21 Maret 2024



Yang menyatakan

(Novia Mirnatul Husna)

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah Swt. yang telah melimpahkan segala karunia-Nya yang tak terhingga dan juga selawat dan salam kepada Baginda Nabi Muhammad saw., yang telah membuka pintu gerbang ilmu pengetahuan bagi seluruh umat manusia, sehingga penulis diberi keberkahan ilmu pengetahuan guna untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Kemampuan Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*) Sebagai Media Filtrasi Dalam Penyisihan Mikroplastik Pada Air Limbah Budidaya Tambak Udang Di Alue Naga Kota Banda Aceh”.

Terima kasih kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda Jasmi Jabai dan Ibunda Marlina A., S.Pd., yang telah merawat dengan kasih sayang dan selalu mendoakan di setiap waktu. Terima kasih telah memberikan dukungan moral dan material selama jenjang pendidikan di perkuliahan hingga pelaksanaan penulisan tugas akhir. Terima kasih penulis ucapkan kepada adik penulis yaitu Salwa Salsabila, Albi Alfaranzi dan Daffa Hafizh Maulana yang tidak pernah hentinya memberikan semangat dan juga doa tulus untuk penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yaitu kepada:

1. Bapak Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan dan juga selaku Pembimbing Akademik penulis pada Program Studi Teknik Lingkungan yang telah berkenan mengarahkan dan membimbing penulis.
3. Bapak Aulia Rohendi S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku pembimbing 1 pada tugas akhir ini yang telah banyak memberikan ilmu sehingga tugas akhir ini selesai.
5. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku pembimbing 2 pada tugas akhir ini yang telah banyak memberikan saran dan masukan sehingga tugas akhir ini selesai.

6. Ibu Firda, S.Pd., dan Ibu Nurul Huda, S.Pd., yang telah membantu dalam proses administrasi.
7. Para seluruh dosen dan staf akademik Prodi Teknik Lingkungan yang telah banyak memberikan ilmu bermanfaat kepada peneliti sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
8. Aisyah Keumala dan Safina Tunnajah sebagai rekan penulis yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Abang M. Farhan Firdaus yang telah memberikan semangat, mendukung dan selalu membantu dalam proses penulisan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2020 yang telah memberikan semangat dalam menyusun tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan proposal ini. Semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan semua pihak yang terlibat.

Banda Aceh, 3 Februari 2024
Penulis,

Novia Mirnatul Husna

NIM. 200702037

ABSTRAK

Nama : Novia Mirnatul Husna
NIM : 200702037
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Kemampuan Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*)
Sebagai Media Filtrasi Dalam Penyisihan Mikroplastik Pada
Air Limbah Budidaya Tambak Udang di Alue Naga Kota
Banda Aceh
Tanggal Sidang : 26 April 2024
Jumlah Halaman : 80
Pembimbing I : Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc
Pembimbing II : Arief Rahman, M.T
Kata Kunci : Mikroplastik, Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*),
Air Tambak Udang

Perairan tambak udang yang terkontaminasi mikroplastik dapat memberikan dampak buruk terhadap biota didalamnya. Penggunaan teknologi filtrasi dengan memanfaatkan cangkang kerang langkitang mampu mengurangi konsentrasi mikroplastik yang mencemari perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas granula cangkang kerang langkitang, pasir dan kerikil sebagai media filtrasi dalam penyisihan mikroplastik. Sampel yang telah diambil dari lokasi penelitian kemudian disaring menggunakan alat filtrasi. Selanjutnya sampel diidentifikasi menggunakan alat mikroskop untuk melihat mikroplastik berdasarkan jenis, warna dan ukuran serta analisis FTIR untuk melihat polimer mikroplastik yang didapatkan dari masing-masing lokasi penelitian. Kemudian menghitung kelimpahan mikroplastik sebelum dan setelah filtrasi didapatkan pada unit A1 dari 213.000 partikel/m³ menjadi 17.000 partikel/m³, unit A2 dari 174.000 partikel/m³ menjadi 34.000 partikel/m³ dan pada unit A3 dari 187.000 partikel/m³ menjadi 85.000 partikel/m³. Dapat dilihat bahwa sistem filtrasi menggunakan granula cangkang kerang langkitang, pasir dan

kerikil mampu dan efektif dalam penyisihan mikroplastik yang terdapat dalam limbah tambak udang.



ABSTRACT

Name : Novia Mirnatul Husna
NIM : 200702037
Study Program : Environmental Engineering
Title : *The Ability of Langkitang Clam Shells (Faunus ater) as a Filtration Medium in Removing Microplastics from Shrimp Pond Cultivation Wastewater in Alue Naga, Kota Banda Aceh.*
Session Date : April 26, 2024
Number of pages : 80
Advisor I : Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc
Advisor II : Arief Rahman, M.T
Keywords : Microplastics, Langkitang Shellfish, Shrimp Pond Water.

Shrimp pond waters contaminated with microplastics can have a negative impact on the biota in it. The use of filtration technology by utilizing shells is able to reduce the concentration of microplastics that pollute the waters. This study aims to determine the effectiveness of shell granules langkitang, sand and gravel as filtration media in the removal of microplastics. Samples that have been taken from the research site are then filtered using a filtration device. Furthermore, samples were identified using microscopes to see microplastics based on type, color and size and FTIR analysis to see microplastic polymers obtained from each research site. Then calculating the abundance of microplastics before and after filtration was obtained in unit A1 from 213,000 particles/m³ to 17,000 particles/m³, unit A2 from 174,000 particles/m³ to 34,000 particles/m³ and in unit A3 from 187,000 particles/m³ to 85,000 particles/m³. It can be seen that the filtration system using shell granules langkitang, sand and gravel is capable and effective in removing microplastics contained in shrimp pond waste.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pencemaran Sampah Plastik	6
2.2 Mikroplastik	7
2.3 Jenis dan Bentuk Mikroplastik	8
2.4 Pencemaran Mikroplastik	10
2.5 Filtrasi	11
2.5.1 Jenis-Jenis Metode Filtrasi	11
2.5.2 Jenis-Jenis Filter Dalam Media Filtrasi	12
2.5.3 Prinsip Kerja Filtrasi	15
2.5.4 Tipe-Tipe Media Filter	16
2.6 Cangkang Kerang Langkitang (<i>Faunus ater</i>)	17
2.7 Metode <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21

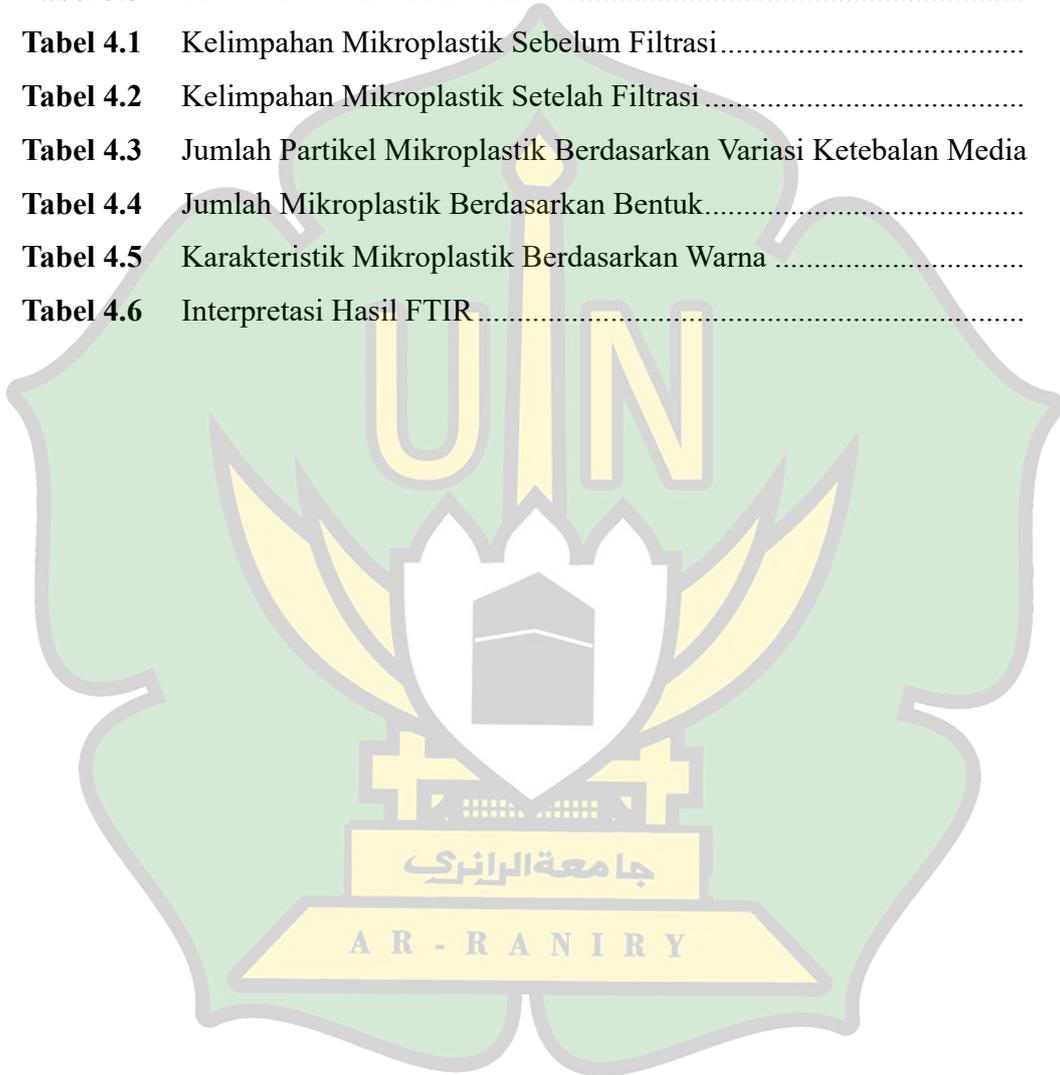
3.1 Tahapan Penelitian	21
3.2 Lokasi Penelitian.....	22
3.3 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	24
3.4 Teknik Pengambilan Sampel.....	25
3.5 Perancangan Alat Filtrasi	26
3.5.1 Alat	26
3.5.2 Bahan	27
3.5.3 Prosedur Pembuatan Granula Cangkang Kerang Langkitang	29
3.6 Teknik Preparasi Sampel Limbah Tambak Udang.....	32
3.6.1 Pengujian dan Analisis Sampel	32
3.6.2 Filtrasi Menggunakan Media Cangkang Kerang Langkitang	32
3.6.3 <i>National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA)</i>	33
3.6.4 Filtrasi	34
3.6.5 Identifikasi Mikroplastik dengan Mikroskop	35
3.6.6 Pengamatan Menggunakan Metode (FTIR).....	36
3.7 Analisis Data	37
3.8 Observasi Awal.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik di Tambak Udang.....	39
4.1.1 Kelimpahan Mikroplastik di Tambak Udang	39
4.1.2 Karakteristik Mikroplastik di Tambak Udang	41
4.1.2.1 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Bentuk	41
4.1.2.2 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Ukuran	45
4.1.2.3 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna	46
4.1.2.4 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Polimer.....	7
4.2 Kemampuan Cangkang Kerang Langkitang Sebagai Media Filter	50
4.3 Pengaruh Ketebalan Media Granula Cangkang Kerang	51
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN A.....	61
LAMPIRAN B.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alat yang digunakan dalam penelitian.....	26
Tabel 3.2	Bahan yang digunakan dalam penelitian	27
Tabel 3.3	Prosedur Perakitan Alat Filtrasi	30
Tabel 4.1	Kelimpahan Mikroplastik Sebelum Filtrasi.....	39
Tabel 4.2	Kelimpahan Mikroplastik Setelah Filtrasi	40
Tabel 4.3	Jumlah Partikel Mikroplastik Berdasarkan Variasi Ketebalan Media	41
Tabel 4.4	Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk.....	44
Tabel 4.5	Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna	46
Tabel 4.6	Interpretasi Hasil FTIR.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sampah Plastik.....	7
Gambar 2.2	Jenis dan Bentuk Mikroplastik	9
Gambar 2.3	Media Penyaringan <i>Cloth Filter</i>	12
Gambar 2.4	Media Penyaringan Pasir Silika.....	13
Gambar 2.5	Media Penyaringan Membran Filter	13
Gambar 2.6	Media Penyaringan <i>Disk Filter</i>	14
Gambar 2.7	Media Penyaringan Screen Filter.....	14
Gambar 2.8	Media Penyaringan <i>Algae Scrubber</i>	15
Gambar 2.9	Prinsip Kerja Filtrasi.....	16
Gambar 2.10	Bentuk Cangkang Kerang Langkitang.....	17
Gambar 2.11	Alat FT-IR	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2	Titik Lokasi Sampel Penelitian.....	23
Gambar 3.3	Lokasi Titik Pengambilan Sampel Penelitian	24
Gambar 3.4	Pengambilan Sampel Uji Air Limbah Tambak Udang	25
Gambar 3.5	Desain Unit A1	27
Gambar 3.6	Desain Unit A2	28
Gambar 3.7	Desain Unit A3	28
Gambar 3.8	Jenis Mikroplastik Pada Air Limbah Tambak Udang.....	38
Gambar 4.1	Pencemaran Sampah Plastik di Area Tambak.....	40
Gambar 4.2	Bentuk Mikroplastik yang ditemukan	42
Gambar 4.3	Jenis Polimer Sampel A1	47
Gambar 4.4	Jenis Polimer Sampel A3	48
Gambar 4.5	Grafik Penurunan Konsentrasi Mikroplastik.....	50
Gambar 4.6	Persentase Penyisihan Partikel Mikroplastik.....	53
Gambar 4.7	Komponen Media Filtrasi	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang menghasilkan jumlah plastik terbesar kedua di dunia setelah negara China, dengan memiliki kepulauan sekitar 17.000 pulau dan 80.000 km garis pantai yang menjadi pusat perkembangan perekonomian masyarakat (Rahmi dkk., 2021). Sepanjang tahun 2022, sampah yang di hasilkan oleh masyarakat Indonesia berjumlah sekitar 69 juta ton dan 12,5 juta ton di antaranya adalah sampah plastik. Sekitar 80% sampah plastik dihasilkan dari daratan, terutama pada daerah wisata, pemukiman penduduk dan juga tempat umum lainnya, kemudian sampah tersebut mengalir ke laut melalui aliran sungai, sedangkan 20% sisanya yaitu berasal dari laut. Permasalahan sampah plastik di lautan semakin meningkat setiap tahunnya (Ayuningtyas, 2019). Berdasarkan data dari badan Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) tahun 2022 dan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, sampah plastik yang dihasilkan di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun, dan sebanyak 3,2 juta ton sampah plastik tersebut dibuang ke laut. *World Economic Forum* Indonesia menyatakan bahwa pada tahun 2016 sebanyak 150 juta ton plastik dibuang ke lautan. Konferensi laut PBB di New York juga menjelaskan bahwa sampah plastik memerlukan waktu yang lama dalam proses penguraiannya bahkan mencapai ratusan tahun. Pada tahun 2017, laut Cooper's di New York terdapat kasus kematian sebanyak 1 juta burung laut, 100 ribu mamalia, kura-kura laut dan berbagai jenis ikan yang tidak terhitung jumlahnya, yang diakibatkan oleh dampak dari pencemaran sampah laut (Baharuddin dkk., 2023).

Sampah plastik memiliki dampak terhadap ekosistem laut seperti dapat merusak ekosistem padang lamun, terumbu karang dan bahkan kawasan mangrove. Plastik yang mengendap di lautan dalam jangka waktu yang lama akan menjadi partikel-partikel kecil yaitu mikroplastik. Berdasarkan penelitian dari Anggiani (2020) mikroplastik adalah jenis potongan-potongan kecil yang berasal dari sampah plastik dengan berukuran <5 mm. Mikroplastik dikategorikan menjadi dua ukuran yaitu ukuran besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm) dan juga memiliki variasi dalam

bentuk, warna, ukuran, komposisi, massa jenis dan sifat-sifat lainnya (Makrима dkk., 2022). Selain itu, partikel mikroplastik juga bisa berdampak pada biota laut berupa mengalami iritasi pada sistem pencernaan, gangguan metabolisme dan bisa menyebabkan kematian. Mikroplastik dapat membuat nutrisi di laut menjadi tidak seimbang dan dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen bagi laut sehingga biota laut mengalami kekurangan oksigen dalam bertahan hidup (Wicaksono, 2022). Oleh karena itu, tidak hanya berdampak pada biota laut partikel mikroplastik juga dapat memberi pengaruh buruk terhadap kesehatan manusia. Jika mikroplastik terakumulasi di dalam tubuh manusia maka dapat memberikan dampak negatif seperti peradangan pada saluran pernafasan dan saluran pencernaan, bahkan partikel mikroplastik merupakan partikel yang sulit untuk dicerna oleh tubuh manusia (Nur dkk., 2022).

Alue Naga merupakan salah satu gampong yang terletak di kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Sebagai wilayah yang menjadi pusat perekonomian pada bidang sektor perikanan, baik yang di hasilkan dari laut maupun pembudidayaan dari hasil tambak. Tambak yang terdapat di gampong Alue Naga membudidayakan jenis biota air tawar yaitu udang vaname dengan luas lahan sekitar ± 7 Ha. Biota yang dibudidayakan mengkonsumsi jenis pakan yang bervariasi seperti pakan alami yaitu *fitoplankton* dan *zooplankton* atau pakan buatan yaitu pakan tepung, *crumble* dan juga pellet. Mikroplastik dapat terkontaminasi melalui aliran sungai yang berada di dekat tambak yang telah tercemari oleh sampah-sampah plastik, aqua bekas, atau makanan siap saji kemudian masuk melalui aliran tanah dan mengalir ke lokasi tambak yang membuat kontaminasi pada air limbah tersebut. Berdasarkan penelitian Makrима dkk., (2022) menjelaskan bahwa pada air limbah tambak mengandung mikroplastik dengan jenis yang berbeda-beda seperti *fragment*, *fiber* dan *film*. Jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada tambak adalah mikroplastik jenis *fragment*.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengurangi partikel mikroplastik adalah dengan melakukan filtrasi. Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari cairan atau gas yang membawanya dengan menggunakan suatu media berpori. Filtrasi juga didefinisikan sebagai proses penyaringan yang bertujuan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi diukur dengan kekeruhan di

dalam air dengan media berpori. Penyaringan melalui media berpori adalah untuk menghambat partikel-partikel yang masuk kedalam pori-pori media, sehingga terjadi pengumpulan dan tumpukan butiran partikel pada dasar media (Mashadi dkk., 2018). Penggunaan metode filtrasi untuk proses penyisihan mikroplastik dinyatakan mampu dalam menurunkan kadar pencemar, kotoran, kontaminan dan padatan dalam suatu perairan. Metode ini juga memiliki efisiensi biaya yang murah dan mudah dalam proses perawatannya. Media penyaring yang digunakan untuk mengurangi partikel mikroplastik adalah jenis kerang atau hewan *Mollusca* yaitu kerang langkitang (*Faunus ater*) digunakan sebagai media filtrasi dalam penyaringan air limbah tambak udang untuk melihat efektivitas dalam pengurangan partikel mikroplastik, karena kerang langkitang (*Faunus ater*) memiliki kandungan senyawa kalsium bikarbonat (CaCO_3), secara fisik memiliki pori-pori yang mampu menyerap zat lain di permukaan (Lensoni dkk., 2020).

Berdasarkan dari permasalahan di atas maka perlu untuk dilakukannya penelitian ini dengan judul Kemampuan Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*) Sebagai Media Filtrasi Dalam Penyisihan Mikroplastik Pada Air Limbah Tambak Udang Di Gampong Alue Naga Kota Banda Aceh. Hasil penelitian nantinya diharapkan dapat menjadi salah satu solusi awal dalam pengurangan partikel mikroplastik di daerah pertambakan, khususnya pada kawasan budidaya tambak udang yang berlokasi di gampong Alue Naga, Kota Banda Aceh.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terkandung di dalam air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana kemampuan granula cangkang kerang langkitang (*Faunus ater*) sebagai media filtrasi dalam penyisihan mikroplastik pada air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh?
3. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan media filter untuk menyisihkan mikroplastik pada air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tingkat kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terkandung di dalam air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh.
2. Untuk mengetahui kemampuan granula cangkang kerang langitang (*Faunus Ater*) sebagai media filtrasi dalam penyisihan mikroplastik pada air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan media filter untuk menyisihkan mikroplastik pada air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

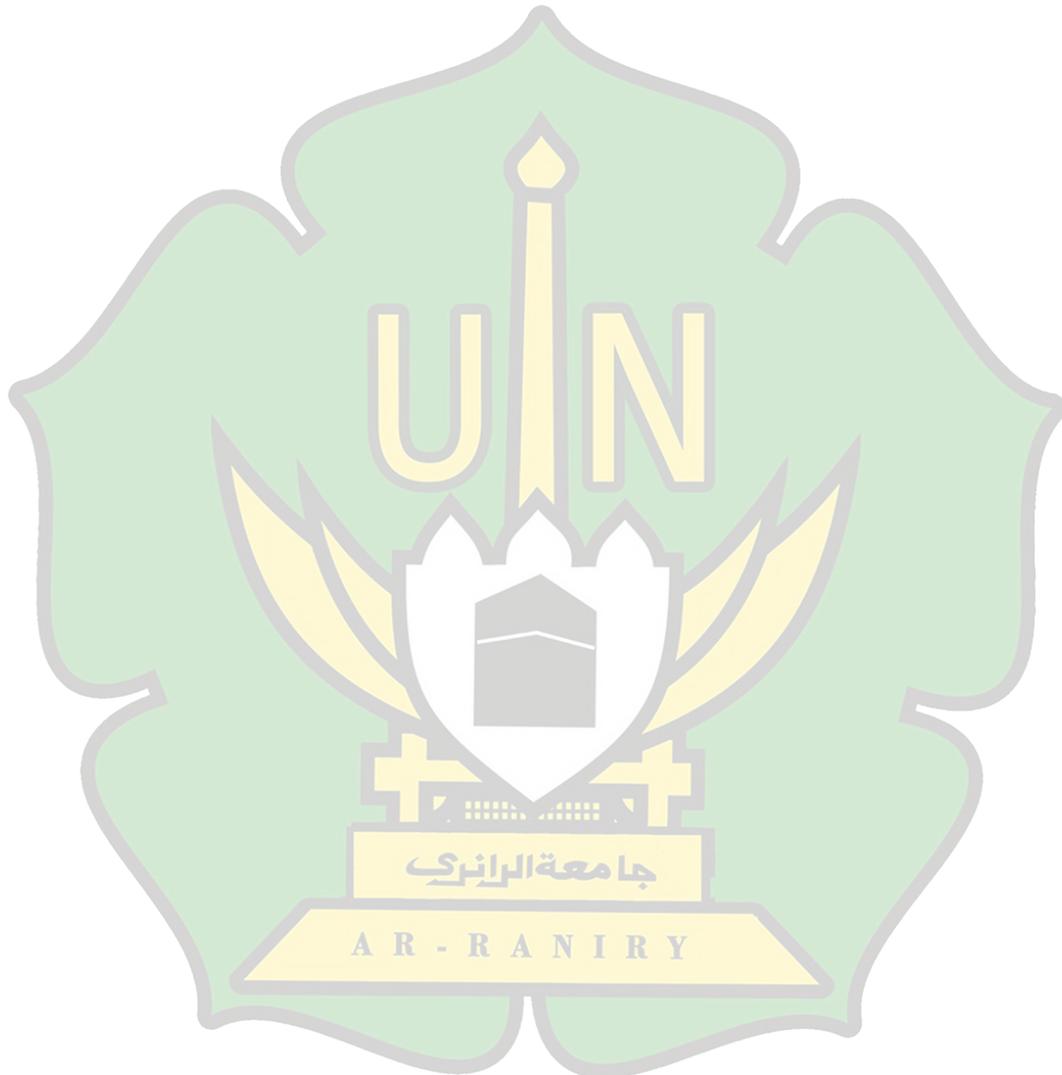
1. Agar dapat memberikan pemahaman mengenai keberadaan mikroplastik yang terkandung di dalam air limbah budidaya tambak udang di Alue Naga, Kota Banda Aceh.
2. Agar dapat memberikan informasi kepada para pengelola budidaya tambak udang tentang bahayanya terhadap mikroplastik yang terkandung di dalam perairan.
3. Hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan tambahan kepada para pengelola budidaya tambak terkait metode filtrasi dengan memanfaatkan cangkang kerang sebagai media filter dalam penurunan parameter pencemar yang berada dalam suatu perairan. N I R Y

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyusun media filtrasi terdiri dari granula cangkang kerang langitang (*Faunus ater*), pasir dan kerikil.
2. Penelitian ini tidak membahas tentang parameter-parameter lain hanya berfokus pada penyisihan partikel mikroplastik.

3. Tidak ada kriteria khusus dalam pemilihan cangkang kerang langitang (*Faunus ater*) dalam penelitian ini. Cangkang yang digunakan adalah dipastikan telah bersih dan bebas dari bahan pengotor.
4. Pasir yang digunakan sebagai media filtrasi adalah pasir kali yang bebas dari bahan pengotor atau lumpur.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Sampah Plastik

Plastik adalah salah satu barang yang sering digunakan oleh manusia dalam kegiatan sehari-hari. Pemakaian plastik mudah untuk digunakan karena memiliki bahan yang tidak mahal, plastik juga tidak mudah lapuk, ringan dan anti-karat. Semakin banyaknya pemakaian plastik maka akan berpotensi tinggi jumlah sampah plastik (Baharuddin dkk., 2023). Sementara itu, populasi sampah plastik dapat memberi dampak bagi lingkungan karena memiliki sifat *non-biodegradable*. Sifat tersebut menghasilkan limbah besar yang berpotensi merusak lingkungan. Selain berdampak pada lingkungan, sampah plastik juga menghasilkan senyawa-senyawa toksik yang dapat berpengaruh buruk terhadap biota perairan (Septiani dkk., 2019).

Setiap kegiatan manusia pastinya akan menghasilkan limbah atau sampah terutama sampah plastik dihasilkan dari bungkus makanan siap saji, dan volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi barang yang digunakan setiap hari. Keberadaan sampah plastik menimbulkan ancaman buruk bagi lingkungan dan juga kesehatan manusia. Jenis sampah plastik membutuhkan waktu yang lama dalam proses penguraiannya bahkan sampai ratusan tahun. Selain itu, plastik juga mengandung senyawa beracun yang dapat menimbulkan dampak pencemaran, baik udara, tanah dan air. Pada permukaan tanah sampah plastik dapat menghambat peresapan matahari dan air, sehingga bisa menurunkan kesuburan pada tanah. Sampah plastik yang berada di perairan dengan mudah dapat terpapar oleh sinar ultraviolet sehingga terjadi fotodegradasi yang dapat membentuk potongan-potongan plastik kecil yang disebut mikroplastik dan dapat dimakan oleh biota perairan terakumulasi pada manusia melalui rantai makanan (Basri dkk., 2022).

Banda Aceh adalah salah satu kota yang terletak di provinsi Aceh, dan dikenal sebagai pelestarian wisata yang bagus. Selain itu kota ini juga dijuluki sebagai tempat perdagangan, dengan demikian memungkinkan jumlah penghasil sampah meningkat

setiap waktunya. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kebersihan dan Keindahan Kota (DLHK3) Kota Banda Aceh menghasilkan sampah setiap harinya sebesar 230 ton, diantaranya adalah sampah plastik sebanyak 4.759 ton yang diperoleh dari setiap daerah (Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh, 2020-2022). Oleh karena itu semakin banyak sampah plastik yang dihasilkan maka akan semakin tinggi tingkat populasi lingkungan, terutama plastik yang telah terdegradasi menjadi partikel-partikel kecil yang disebut mikroplastik akan menimbulkan pencemaran baik di biota perairan maupun kesehatan manusia. Pada Gambar 2.1 merupakan sampah plastik yang biasanya digunakan oleh manusia untuk kegiatan sehari-hari.



Gambar 2.1 Sampah Plastik

2.2 Mikroplastik

Mikroplastik adalah komponen plastik yang berbentuk kecil dengan ukuran 1-5 mm yang berasal dari tumpukan sampah dan dapat terakumulasi di lingkungan perairan (Makrime dkk., 2022). Kandungan mikroplastik menjadi masalah besar dalam pencemaran lingkungan karena plastik bersifat resisten yang mengandung bahan kimia yang berpotensi toksik dan karsinogenik, karena jika dikonsumsi oleh organisme masuk melalui rantai makanan dapat mempengaruhi kehidupan perairan maupun manusia. Berdasarkan penelitian dari Ilmiawati dkk (2020), mikroplastik lebih

cenderung terpapar pada anak-anak dikarenakan kebanyakan dari anak-anak mengkonsumsi susu yang mengandung bahan *pristine microplastic*, dapat juga berasal dari bahan makanan, mainan plastik dan *playground* yang berbahan plastik. Sedangkan pada orang dewasa paparan mikroplastik salah satunya berasal dari *makeup*, makanan dengan bungkus dari plastik. Jika partikel tersebut telah terakumulasi pada tubuh manusia salah satu penyakit yang dapat memicu adalah alergi, gangguan saluran pencernaan dan gangguan saluran pernafasan. Partikel mikroplastik yang berada dalam tubuh manusia sulit untuk dicerna atau diserap oleh tubuh sehingga dapat menimbulkan iritasi atau penyakit lainnya yang mengganggu kesehatan manusia (Immanuel dkk., 2022). Sementara itu, selain menjadi dampak bagi kesehatan manusia mikroplastik juga berdampak bagi ekosistem laut dan biota perairan. Masalah tersebut dikarenakan biota perairan tidak bisa membedakan antara fitoplanton dan zooplankton dengan partikel mikroplastik karena unsur tersebut berbentuk senyawa yang kecil. Secara umum, partikel mikroplastik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis seperti *fragmen*, *film*, *foam* ataupun *fiber* dan juga memiliki banyak ragam dalam jenis warna dan bentuknya (Anggiani, 2020).

2.3 Jenis dan Bentuk Mikroplastik

Mikroplastik yang tersebar di lingkungan memiliki ukuran berdiameter kurang dari 5 mm (Immanuel dkk., 2022). Berdasarkan penelitian dari Anggiani (2020) terdapat dua jenis mikroplastik yaitu mikro primer dan sekunder. Mikroplastik primer adalah jenis mikroplastik yang dihasilkan langsung untuk produk tertentu yang dipakai oleh manusia (deterjen, sabun, kosmetik dan pakaian) . Sedangkan mikroplastik sekunder dihasilkan dari penguraian sampah plastik yang berasal dari lautan. Partikel mikroplastik memiliki berbagai jenis dan bentuk yaitu *fragmen*, *pellet*, *film* dan *fiber*, serta ukuran, warna dan massa jenis yang berbeda-beda setiap komponennya (Septiani dkk., 2019). Adapun jenis-jenis mikroplastik yang tersebar di lingkungan adalah:

1. *Fiber*

Fiber adalah jenis polimer yang berasal dari alat tangkap atau tali, jaring ikan seperti karung plastik yang pakai oleh nelayan untuk menangkap hasil

pancingannya. Selain bahan penangkapan ikan, jenis mikroplastik *fiber* juga berasal dari limbah pembuatan pakaian (Anggiani, 2020).

2. *Film*

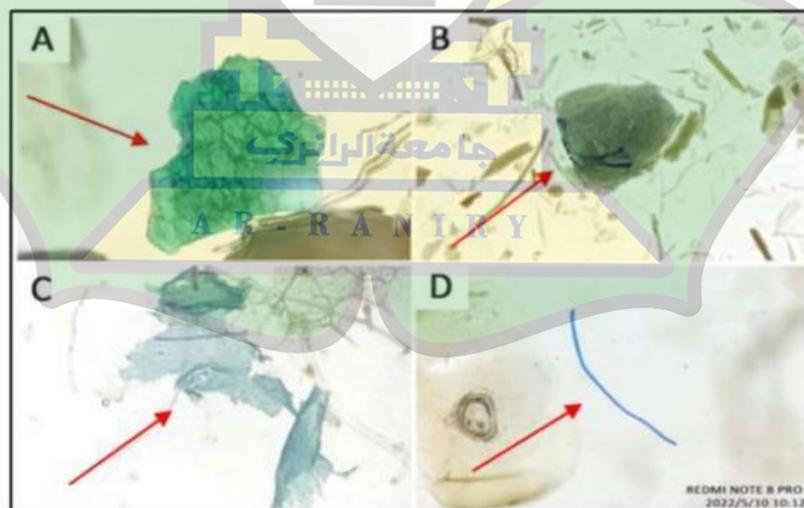
Film adalah jenis plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi plastik kemasan yang memiliki densitas rendah. *Film* mengandung densitas yang lebih rendah ketimbang mikroplastik jenis lainnya sehingga lebih mudah ditransportasikan ke tingkat yang lebih tinggi (Anggiani, 2020).

3. *Fragmen*

Fragmen adalah jenis mikroplastik hasil buangan sampah atau limbah yang berasal dari rumah makan, pertokoan yang berada dilingkungan sekitar. Limbah tersebut seperti kantong plastik transparan yang digunakan sebagai pusat aktivitas manusia baik yang berukuran besar ataupun kecil, botol plastik minuman kemasan dan juga makanan siap saji. Dengan waktu yang lama plastik tersebut akan terurai hingga menjadi mikroplastik jenis *fragmen* (Anggiani, 2020).

4. Granula atau Butiran

Jenis mikroplastik granula atau butiran adalah limbah yang berasal dari pusat industri atau pabrik, jenis mikroplastik ini berbentuk kecil seperti butiran-butiran pada umumnya dan berwarna putih atau kecoklatan (Anggiani, 2020).



Gambar 2.2 Jenis dan Bentuk Mikroplastik

Sumber: (Immanuel dkk., 2022).

Pada Gambar 2.2 merupakan jenis dan bentuk dari mikroplastik (gambar A) adalah jenis mikroplastik *fragmen* dengan memiliki ciri-ciri seperti bentuk pecahan plastik yang berdiameter besar dan tebal, (gambar B) adalah jenis mikroplastik *pellet* yang berbentuk busa dan berukuran bulat, (gambar C) adalah jenis mikroplastik *film* adalah jenis pecahan plastik yang berukuran sangat tipis, (gambar D) adalah jenis mikroplastik *fiber* dengan ciri-ciri seperti serat sintetis berdiameter tipis dan panjang (Imanuel dkk., 2022).

2.4 Pencemaran Mikroplastik

Mikroplastik adalah jenis potongan-potongan sisa plastik yang berbentuk sangat kecil dan dapat mencemari lingkungan. Mikroplastik yang terdapat pada air laut adalah berasal dari aliran sungai, sebagai jalur utama mikroplastik dari sumber terestrial. Semakin meningkatnya jumlah penduduk pada suatu daerah maka dapat mempengaruhi jumlah populasi sampah plastik (Imanuel dkk., 2022). Plastik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia sekitar perairan akan menumpuk dalam waktu yang lama disebabkan karena arus sungai yang tidak seperti pada umumnya. Mikroplastik dapat berada di lingkungan akan terakumulasi di perairan dan dapat bertahan hidup karena bersifat persisten atau terus-menerus. Tingginya kelimpahan mikroplastik pada perairan sangat berdampak buruk bagi ekosistem dan biota untuk dapat bertahan hidup (Ayuningtyas, 2019).

Kelimpahan mikroplastik di perairan dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor antropogenetik. Faktor lingkungan dipengaruhi oleh panjangnya gelombang, pasang surut, siklon, arah angin dan hidrodinamika sungai. Adapun faktor antropogenetik dipengaruhi oleh kepadatan jumlah penduduk (Hasibuan dkk. 2020). Apabila organisme perairan mengkonsumsi secara langsung atau tidak langsung melalui jalur belitan (*entanglement*), tertelan (*ingestion*) dan interaksi (*interaction*) maka berpotensi tinggi dapat terjadinya kepunahan. Mikroplastik bisa masuk melalui rantai makanan yang bisa menyebabkan bahaya bagi spesies lainnya baik kesehatan manusia maupun lingkungan (Anggiani, 2020).

Berdasarkan penelitian (Wicaksono, 2022) pencemaran mikroplastik sangat berdampak tinggi pada kehidupan organisme perairan melalui beberapa faktor sebagai berikut:

1. Kerusakan dapat disebabkan oleh keberadaan fisik dari partikel mikroplastik.
2. Kerusakan dapat diakibatkan oleh paparan dari zat adiktif yang berada di dalam mikroplastik.
3. Kerusakan dapat diakibatkan oleh kontaminasi bahan polutan lain yang teradopsi oleh mikroplastik.

2.5 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu metode penyaringan yang berfungsi untuk menghilangkan zat padat tersuspensi, diukur berdasarkan tingkat kekeruhan dari suatu sampel melalui media berpori (Sihombing dkk., 2022). Metode filtrasi termasuk kedalam golongan proses secara mekanis dan fisik. Perlakuan menggunakan metode ini adalah pertahanan partikel-partikel yang mempunyai pori-pori ukuran lebih besar dari ukuran pori filter (Immanuel dkk., 2022). Filtrasi juga dapat dimanfaatkan sebagai suatu proses untuk penjernihan air, menghilangkan bakteri pada suatu perairan dan warna, mengurangi kandungan logam berat yang terkandung pada air dengan memanfaatkan media lain sebagai pembantu dalam proses penyaringannya seperti pasir silika, ijuk, kerikil dan media lainnya (Istiqomah, 2020). Mekanisme kerja dari proses filtrasi yaitu larutan yang akan diolah dialirkan melalui sebuah lapisan dengan ukuran pori tertentu. Ukuran pori disesuaikan dengan ukuran filter yang akan disisihkan agar partikel yang berukuran lebih besar dapat tersangkut pada dinding pori-pori sedangkan partikel yang berukuran lebih kecil bisa lolos bersama dengan air hasil filtrasi (Nasri dkk., 2022).

2.5.1 Jenis-Jenis Metode Filtrasi

Berdasarkan (Pratama dkk., 2017) filtrasi memiliki beberapa jenis dalam metode penyaringannya adalah sebagai berikut:

1. *Rapid Sand Filter*

Saringan pasir cepat adalah salah satu metode yang digunakan dalam tahap penyaringan untuk menghasilkan debit air paling tinggi dari pada *slow sand filter*,

tetapi memiliki kekurangan dalam menghilangkan bau dan rasa yang terkandung pada air hasil penyaringan. Oleh karena itu, dengan debit air yang tinggi membuat lapisan bakteri mampu untuk menghilangkan jumlah patogen tidak akan terbentuk dari pada proses penyaringan *slow sand filter*. *Rapid sand filter* memiliki ketebalan lapisan media penyaringan yang berbeda-beda diantaranya adalah: pasir berdiameter 0,2-2,0 mm, kerikil berdiameter 25-50 mm, dan kecepatan aliran filtrasi mencapai 5,0-7,0 m³/m² jam.

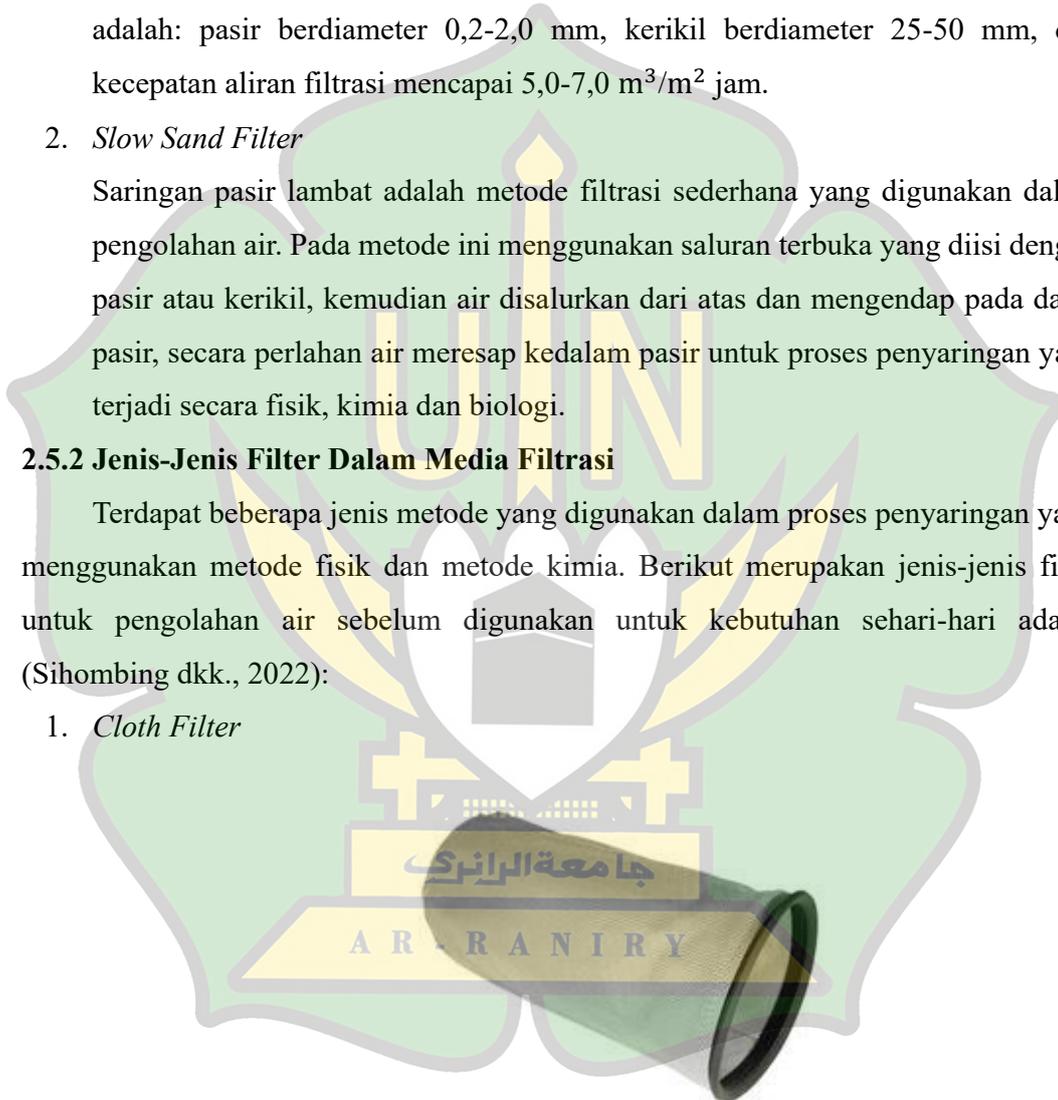
2. *Slow Sand Filter*

Saringan pasir lambat adalah metode filtrasi sederhana yang digunakan dalam pengolahan air. Pada metode ini menggunakan saluran terbuka yang diisi dengan pasir atau kerikil, kemudian air disalurkan dari atas dan mengendap pada dasar pasir, secara perlahan air meresap kedalam pasir untuk proses penyaringan yang terjadi secara fisik, kimia dan biologi.

2.5.2 Jenis-Jenis Filter Dalam Media Filtrasi

Terdapat beberapa jenis metode yang digunakan dalam proses penyaringan yaitu menggunakan metode fisik dan metode kimia. Berikut merupakan jenis-jenis filter untuk pengolahan air sebelum digunakan untuk kebutuhan sehari-hari adalah (Sihombing dkk., 2022):

1. *Cloth Filter*



Gambar 2.3 Media Penyaringan *Cloth Filter*

Sumber: (Sihombing dkk., 2022)

Cloth Filter atau yang biasa disebut sebagai filter kain. Pada Gambar 2.3 merupakan bentuk dari *cloth filter*. Teknologi ini merupakan metode sederhana dan hemat biaya dengan memanfaatkan kain saringan yang digunakan dalam proses

pemisahan partikel padatan dan cairannya dengan menggunakan prinsip tekanan *drive* yang disediakan oleh pompa lumpur. *cloth filter* atau kain saringan dengan berbagai macam diantaranya adalah 500 x 500 mm, 630 x 630 mm, 800 x 800 dan lain-lain. Filter ini umumnya diproduksi menggunakan bahan seperti katun, *nylon*, *polyester* atau *polypropylene*. Fungsi utama dari filter ini adalah untuk isolasi padatan dari cairan dengan bertindak sebagai media saluran dalam mesin filter (Nasri dkk., 2022).

2. Media Filter



Gambar 2.4 Media Penyaringan Pasir Silika

Pada Gambar 2.4 merupakan salah satu bentuk dari media filter yaitu pasir silika yang digunakan dalam proses filtrasi. Metode filtrasi dengan menggunakan media filter adalah salah satu penyaringan dengan menggunakan bahan-bahan seperti media pasir, pasir silika, kaca pecah, busa, pasir zeolite, antrasit, gambut, karbon aktif, kain geotekstil atau bahan lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai proses penyaringan (Nasri dkk., 2022).

3. Membran Filter



Gambar 2.5 Media Penyaringan Membran Filter

Sumber: (Sihombing dkk., 2022)

Filtrasi membran filter adalah merupakan teknik dalam proses penyaringan dengan menggunakan membrane (lapisan). Bentuk dari membran filter dapat dilihat pada Gambar 2.5. Membran yang biasanya digunakan adalah jenis tisu natural atau sintetis dengan mempunyai dinding semi *permeable* sehingga mampu sebagai penghalang untuk memisahkan padatan yang dapat mencemari suatu larutan (Sihombing dkk., 2022).

4. *Disk Filter*

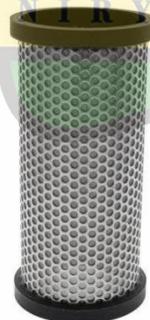


Gambar 2.6 Media Penyaringan *Disk Filter*

Sumber: (Sihombing dkk., 2022)

Disk Filter yaitu sebuah alat yang berfungsi sebagai proses penyaringan kotoran-kotoran kecil berbentuk lumut biasanya berada pada irigasi, dapat dilihat pada Gambar 2.6 merupakan bentuk dari media penyaringan *disk filter*. Teknik ini digunakan untuk memisahkan menyaring campuran heterogen, khususnya pada larutan berbentuk padatan.

5. *Screen Filter*

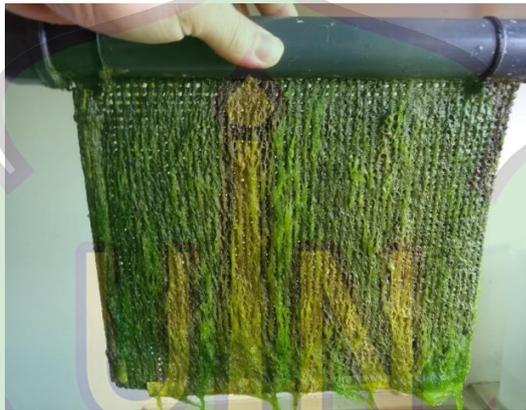


Gambar 2.7 Media Penyaringan *Screen Filter*

Sumber: (Sihombing dkk., 2022)

Pada Gambar 2.7 merupakan bentuk dari media penyaringan *screen filter*. *Screen filter* adalah teknologi filtrasi dengan menggunakan potongan plastik berbentuk tipis yang ditempel pada layar monitor alat filtrasi, bertujuan untuk melindungi layar pengguna dari debu, kotoran dan benda lain yang dapat terjadinya kerusakan pada alat.

6. *Algae Scrubber*



Gambar 2.8 Media Penyaringan *Algae Scrubber*
 Sumber: (Sihombing dkk., 2022)

Algae Scrubber adalah sebuah alat penyaringan air dengan proses memanfaatkan cahaya untuk menumbuhkan alga. Bentuk dari media penyaringan *algae scrubber* dapat dilihat pada Gambar 2.8. proses penyaringan dalam metode ini untuk yaitu bertujuan menghilangkan bahan kimia di dalam air yang tidak diinginkan.

2.5.3 Prinsip Kerja Filtrasi

Secara umum, terdapat beberapa jenis metode prinsip kerja filtrasi berdasarkan arah aliran sebagai berikut:

1. *Up Flow*

Sistem penyaringan air dengan metode *up flow* adalah sebuah sistem pengolahan air limbah yang melewati suatu filter saringan dengan arah alirannya dari bawah media filter menuju ke atas media filter, sehingga hasil penyaringan berada di atas larutan baku (Artiyani dan Firmansyah., 2016).

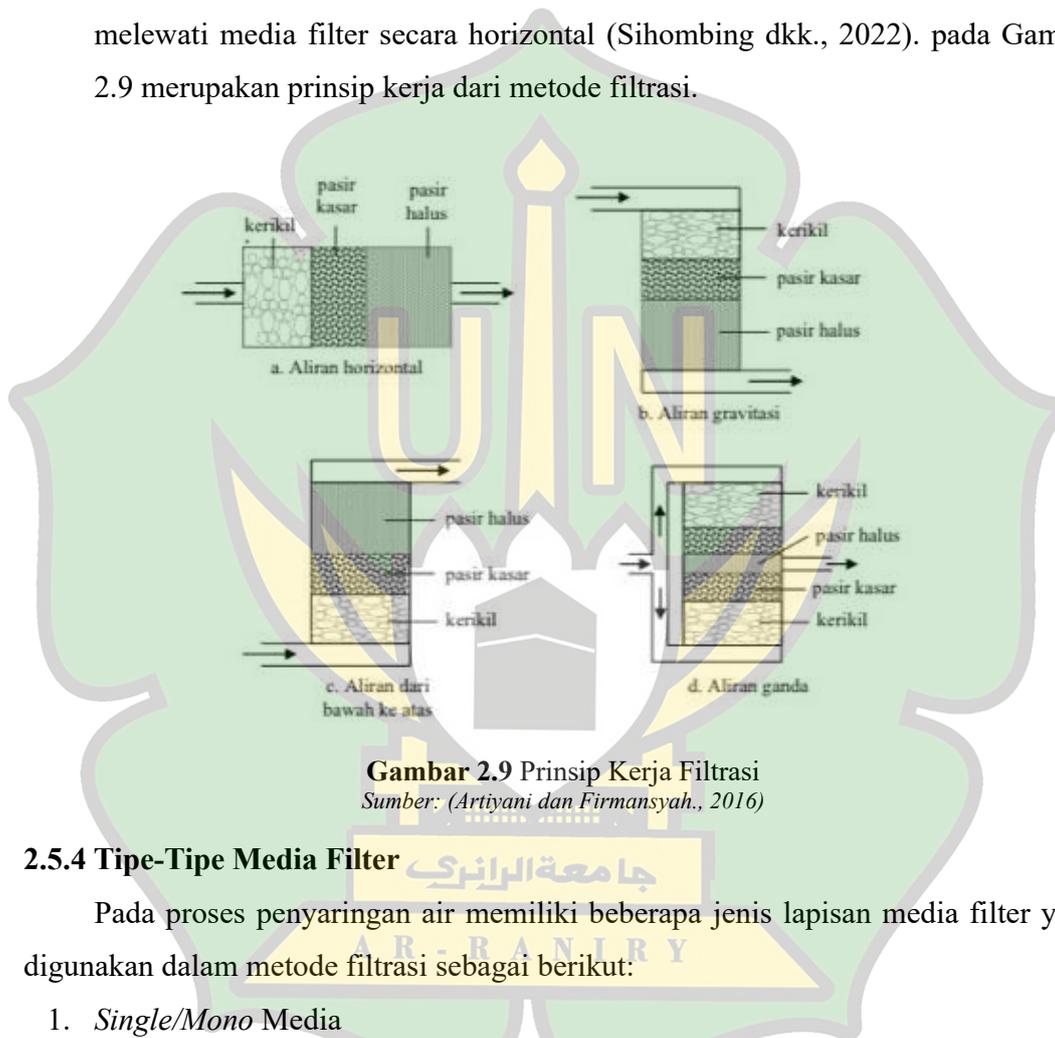
2. *Down Flow*

Sistem penyaringan dengan metode *down flow* merupakan alternatif dalam proses filtrasi air baku yaitu memiliki arah aliran air dari atas ke bawah. Proses

penyaringan menggunakan metode *downflow* terdiri atas unit proses, yaitu sebagai bak penampung air baku setelah melakukan proses penyaringan.

3. *Horizontal Flow*

Arah aliran secara sistem *horizontal flow* merupakan arah aliran dalam bentuk mendatar. Cara kerja metode ini adalah limbah yang akan di filtrasi mengalir melewati media filter secara horizontal (Sihombing dkk., 2022). pada Gambar 2.9 merupakan prinsip kerja dari metode filtrasi.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Filtrasi
Sumber: (Artiyani dan Firmansyah., 2016)

2.5.4 Tipe-Tipe Media Filter

Pada proses penyaringan air memiliki beberapa jenis lapisan media filter yang digunakan dalam metode filtrasi sebagai berikut:

1. *Single/Mono Media*

Single/Mono Media merupakan media filter untuk menyaring limbah dengan menggunakan satu jenis media seperti pasir silika, penyaringan dengan jenis ini dianggap kurang efektif untuk metode filtrasi air karena ion-ion yang terkandung di dalam air tidak terikat secara sempurna.

2. *Dual Media*

Dual media adalah metode penyaringan dengan menggunakan dua lapisan filter, seperti pasir silika di bagian atas dan antrasit di bagian bawah.

3. *Mixed/Multimedia*

Mixed/Multimedia adalah jenis penyaringan filtrasi dengan menggunakan 3 media sebagai filter, terdiri dari antrasit, pasir dan gramet atau dolomit. Fungsi penambahan media tersebut adalah untuk mengaktifkan seluruh media filter agar berperan sebagai penyaring.

2.6 Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*)

Kerang langkitang (*Faunus ater*) adalah jenis hewan biota yang hidup di perairan payau, danau dan sungai hingga muara. Cangkangnya kecil memanjang dan berbentuk lancip seperti jari kelingking, semua permukaannya berwarna hitam pekat. Langkitang adalah jenis siput air tawar dengan nama latin yaitu "*Faunus ater*" spesies hewan ini sejenis *molusca* dengan ukuran 4 cm yang hidup di dalam cangkang seperti keong dan cangkangnya sedikit lebih panjang dan ramping. Kerang langkitang kaya akan jenis protein yang sangat digemari oleh masyarakat khususnya yang hidup di pedesaan dengan tekstur rasa yang manis dan gurih dan termasuk jenis kerang yang mudah untuk dibudidayakan. Kerang langkitang merupakan jenis hewan bertubuh lunak dan mempunyai cangkang yang sangat keras berguna dalam pertahanan hidup didalam perairan (Ayuningtyas, 2019).



Gambar 2.10 Bentuk Cangkang Kerang Langkitang

Pada Gambar 2.10 merupakan bentuk dari cangkang kerang langkitang yang digunakan sebagai media filter dalam proses filtrasi. Kerang langkitang (*Faunus ater*) banyak mengandung zat yang baik untuk dikonsumsi oleh manusia seperti lemak, protein, garam, fosfor, kalsium yang baik untuk tubuh. Selain daging dari langkitang yang lezat dan bisa untuk dikonsumsi, cangkang langkitang juga bisa dimanfaatkan sebagai media atau agregat yang dimanfaatkan untuk proses penyaringan air dalam pengurangan mikroplastik. Sementara itu, banyak manfaat lain yang bisa digunakan dari cangkang kerang langkitang seperti pembuatan pasta gigi dengan menggunakan bahan dasar dari cangkang kerang. Hal tersebut adalah salah satu pengolahan yang dilakukan untuk langkah dalam penanganan permasalahan limbah dari cangkang kerang langkitang (*Faunus ater*) dan juga bisa menjadi perkembangan dalam bidang ekonomi (Ma'ruf dkk., 2022).

Berikut adalah klasifikasi kerang langkitang (*Faunus ater*) menurut Jannah (2022), sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Class	: <i>Gastropoda</i>
Phylum	: Kerang-kerangan
Unranked	: <i>Clade caenogastropoda, cladesorbeoconcha</i>
Genus	: <i>Faunus</i>
Species	: <i>Faunus ater</i>

Kerang langkitang (*Faunus ater*) memiliki beragam nama yang terdapat di masing-masing daerah, diantaranya adalah Aceh menyebutnya dengan nama Chu, Tutut berasal dari bahasa Sunda, Kol sebutan dari daerah Jawa Tengah, Kraca berasal dari daerah Banyumas dan Haliling sebutan dari daerah Kalimantan Selatan.

2.7 Metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR)

Metode FT-IR adalah jenis metode yang sama seperti *Spektrofotometer Infra Red Disperse* yang membedakan antara keduanya adalah terletak pada tahapan dalam proses perkembangan sistem optik sebelum mendeteksi sinar infra merah pada sebuah sampel uji (Baharuddin dkk., 2023). Awal dari pekerjaan alat *Spektrofotometer Fourier*

Transform Infra Red adalah dari persamaan gelombang radiasi elektromagnetik dari daerah waktu atau daerah frekuensi atau sebaliknya yang biasanya disebut dengan *Transformasi Fourier*. FT-IR memiliki keunggulan dalam proses menganalisis suatu sampel yaitu dapat mendeteksi pada seluruh frekuensi yang dihasilkan dari sumber Cahaya secara simultan, sehingga analisis dapat hanya berlangsung dalam jangka waktu yang cepat dari pada menggunakan metode sekuensial atau pemindaian.

Selain itu FT-IR memiliki keunggulan lain yaitu sensitivitas dari metode FT-IR ini lebih besar dari pada cara dispersi karena radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena harus melalui celah. Analisis sampel dengan menggunakan FT-IR bertujuan untuk membaca tinggi gelombang rentang panjang gelombang 4000 cm. Rentang gelombang tersebut digunakan sebagai nilai rata-rata dari hasil gelombang yang mampu mengidentifikasi mikroplastik. Karakterisasi dalam menggunakan FT-IR adalah termasuk teknik yang efektif dalam segi kualitas karena secara mudah dapat menentukan jenis polimer yang terkandung didalam sampel (Baharuddin dkk., 2023).

Berdasarkan Sari dkk (2018), prinsip kerja dari alat FT-IR adalah interaksi antara energi dan materi. Sinar inframerah yang menembus celah pada sampel, dimana celah tersebut merupakan sebagai pengontrol jumlah energi yang disuplai ke sampel. Sementara sebagian sinar infra merah diserap oleh sampel sehingga sinar inframerah mencapai detektor dan sinyal yang diukur kemudian direkam oleh komputer dan dinyatakan dalam bentuk puncak. Spektrofotometer FT-IR adalah sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa, khususnya senyawa organik, baik dari segi kualitatif maupun kuantitatif.

1. Analisis kualitatif

Analisis kualitatif adalah sebuah metode yang menggunakan spektroskopi FT-IR untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional yang ada dalam suatu senyawa.

2. Analisis kuantitatif merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi konsentrasi analit yang terdapat pada sampel. Alat laboratorium yang digunakan untuk melihat jenis polimer dari mikroplastik menggunakan alat FT-IR dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Alat FT-IR

جامعة الرانيري

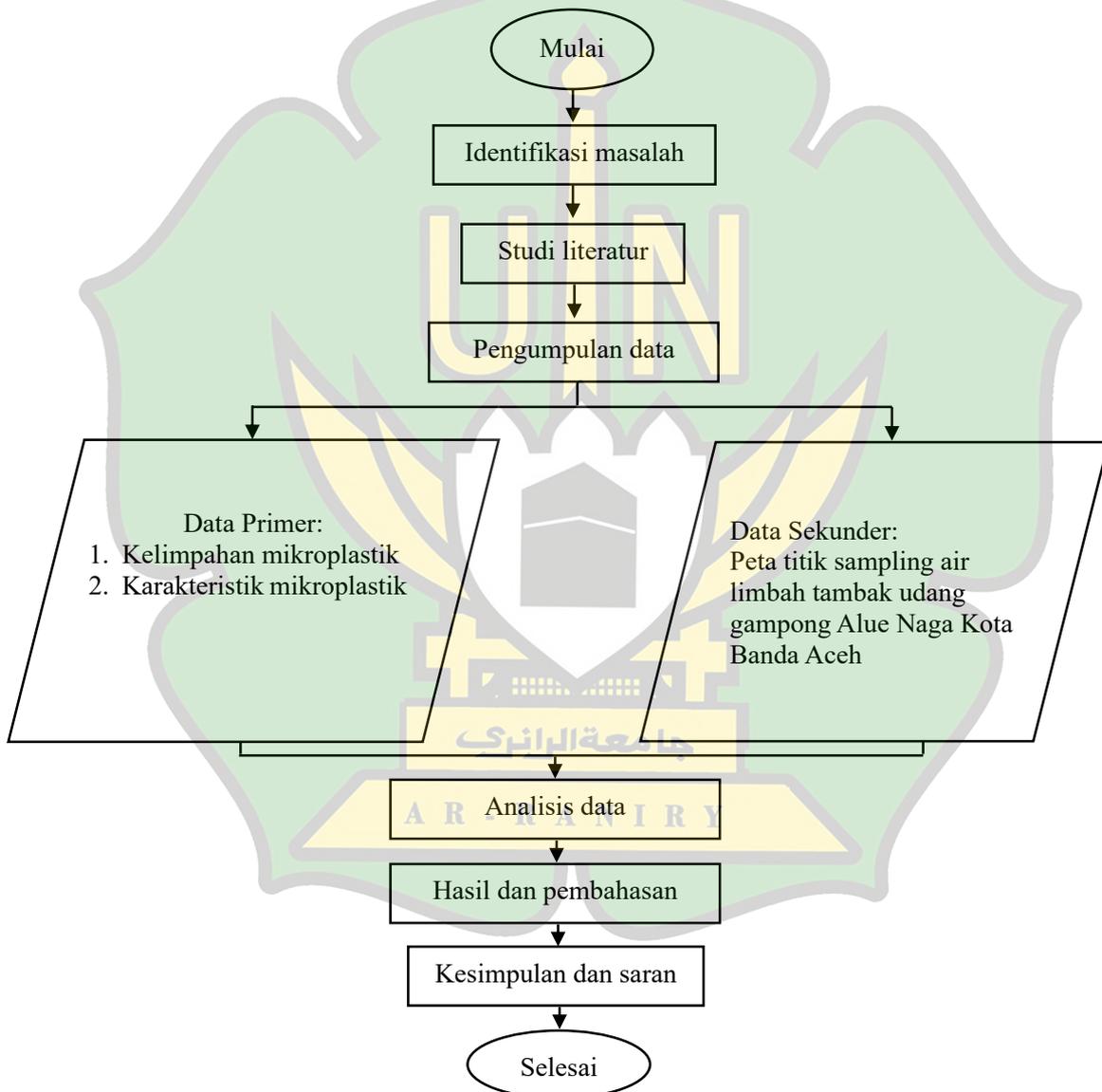
AR - RANIRY

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini dijelaskan dalam Gambar 3.1 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

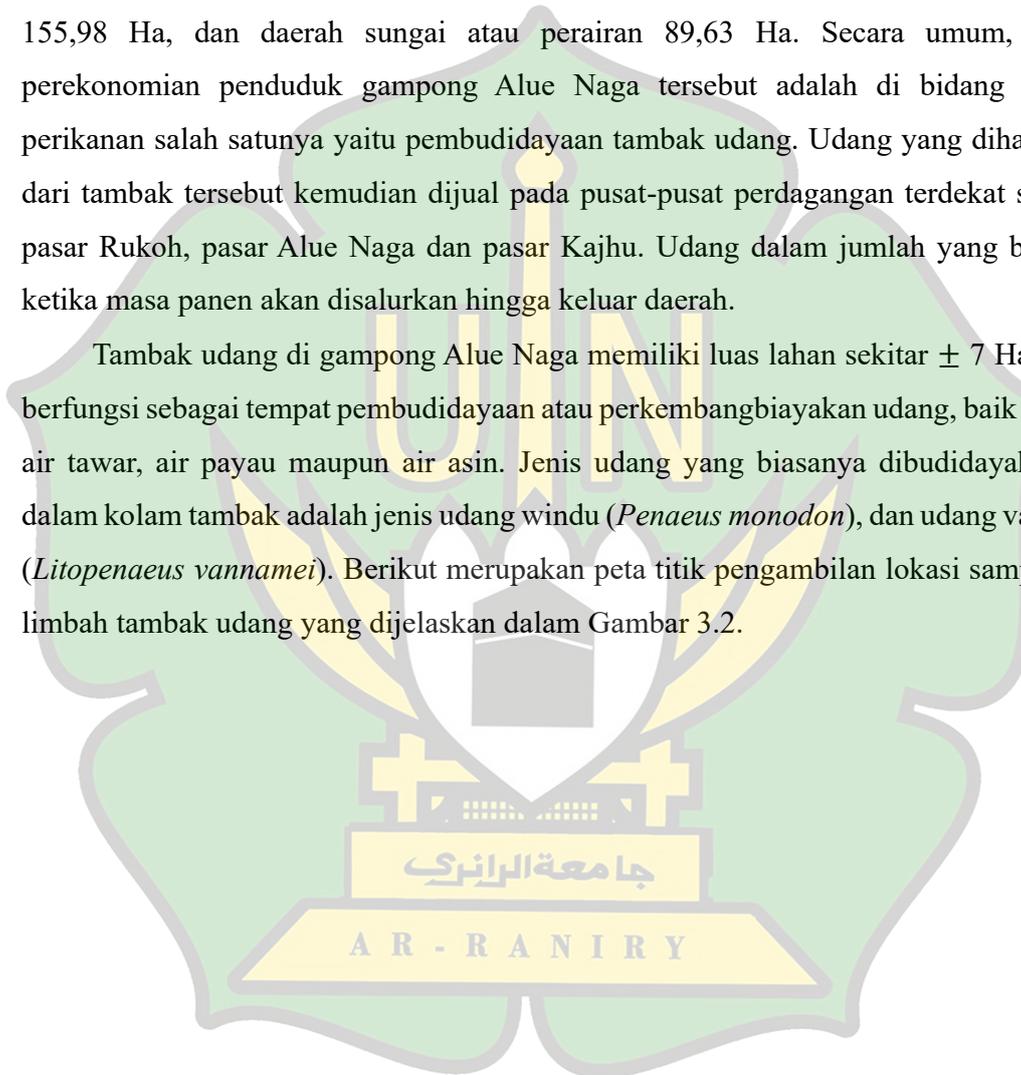


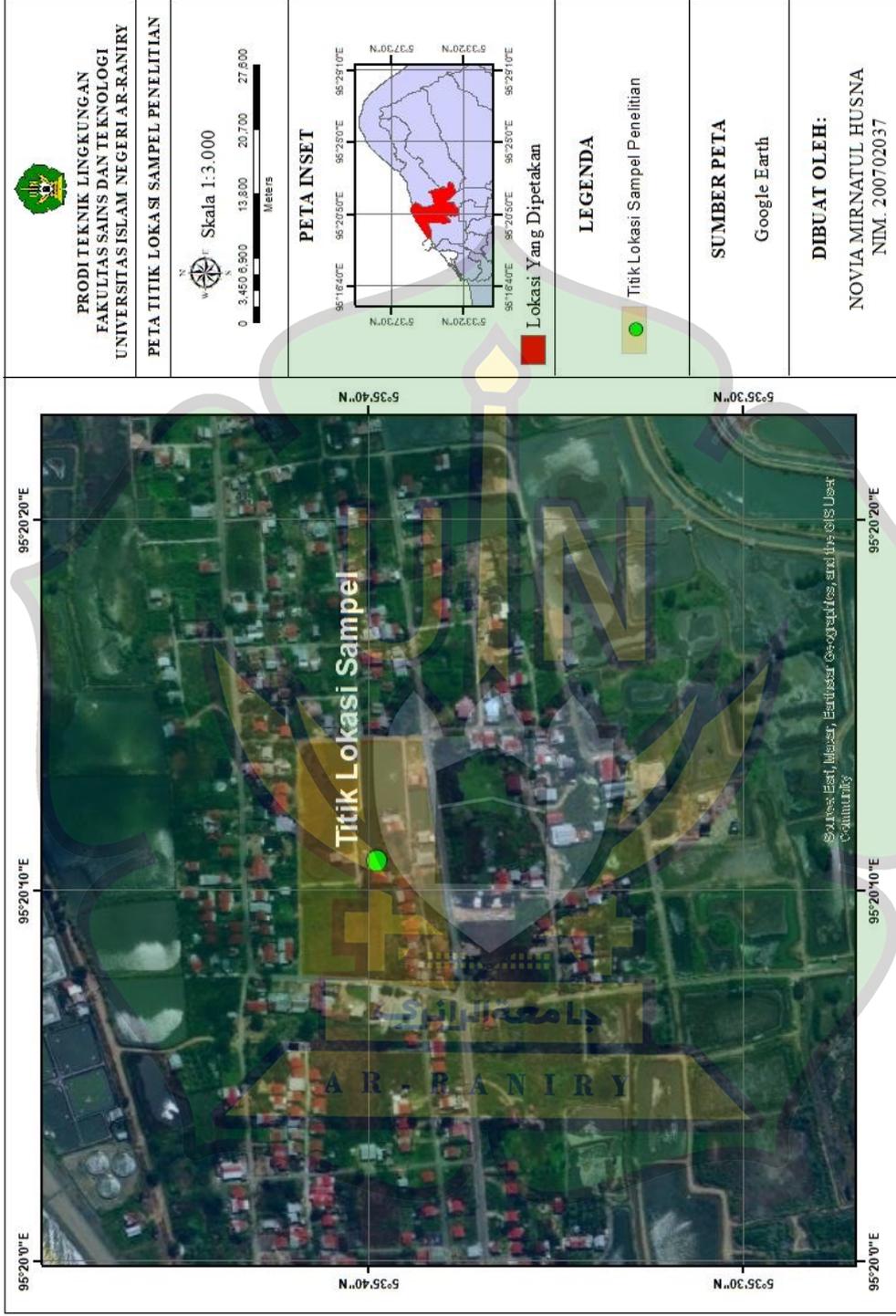
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada lokasi kawasan tambak udang yang terletak di gampong Alue Naga, Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Secara geografis gampong Alue Naga memiliki luas wilayah $\pm 329,19$ Ha, dengan jumlah penduduk sekitar 1.270 jiwa. Luas area tersebut terdiri dari daratan sepanjang 80,58 Ha, tambak 155,98 Ha, dan daerah sungai atau perairan 89,63 Ha. Secara umum, pusat perekonomian penduduk gampong Alue Naga tersebut adalah di bidang sektor perikanan salah satunya yaitu pembudidayaan tambak udang. Udang yang dihasilkan dari tambak tersebut kemudian dijual pada pusat-pusat perdagangan terdekat seperti pasar Rukoh, pasar Alue Naga dan pasar Kajhu. Udang dalam jumlah yang banyak ketika masa panen akan disalurkan hingga keluar daerah.

Tambak udang di gampong Alue Naga memiliki luas lahan sekitar ± 7 Ha yang berfungsi sebagai tempat pembudidayaan atau perkembangbiakan udang, baik udang air tawar, air payau maupun air asin. Jenis udang yang biasanya dibudidayakan di dalam kolam tambak adalah jenis udang windu (*Penaeus monodon*), dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Berikut merupakan peta titik pengambilan lokasi sampel air limbah tambak udang yang dijelaskan dalam Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Titik Lokasi Sampel Penelitian

3.3 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air limbah tambak udang untuk pengujian kelimpahan mikroplastik dilakukan menggunakan metode deskriptif dengan teknik survei. Dalam penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*, metode ini dipilih karena memungkinkan untuk mendapatkan jenis mikroplastik yang beragam dalam satu kali pengambilan sampel, tujuan untuk menggunakan metode ini merupakan salah satu metode dalam pengambilan sampel yang dipakai dalam penelitian ilmiah. Pengambilan lokasi untuk sampling dilakukan pada 3 titik yaitu titik 1 (kanan), titik 2 (tengah), dan titik 3 (kiri) (Ayuningtyas, 2019).



Gambar 3.3 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Penelitian

3.4 Teknik Pengambilan Sampel

Pada teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan SNI 06-2412-1991 tentang metode pengambilan contoh kualitas air. Pengambilan sampel dilakukan pada kawasan tambak udang gampong Alue Naga, kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari dimulai pada pukul 09.00-11.00 WIB. Pengambilan sampel diambil pada titik 1 (sisi kanan kolam), titik 2 (sisi tengah kolam), dan titik 3 (sisi kiri kolam).

Alat yang digunakan untuk mengambil sampel air limbah tambak udang adalah menggunakan alat *water sampler*. *Water sampler* adalah suatu alat yang digunakan untuk pengambilan contoh uji air pada kedalaman tertentu di suatu perairan (Rajesh dkk., 2018). *Water sampler* yang digunakan memiliki kedalaman 1-5 meter, terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi kualitas air (jenis bahan seperti gelas, plastik, dan *stanless steel*), mudah untuk dibilas agar dapat menghilangkan kontaminasi dari contoh air sebelumnya, dan mudah untuk dibawa dengan memiliki kapasitas 1-5 liter (Ayuningtyas, 2019). Contoh pengambilan sampel air tambak udang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Uji Air Limbah Tambak Udang

3.5 Perancangan Alat Filtrasi

3.5.1 Alat

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

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

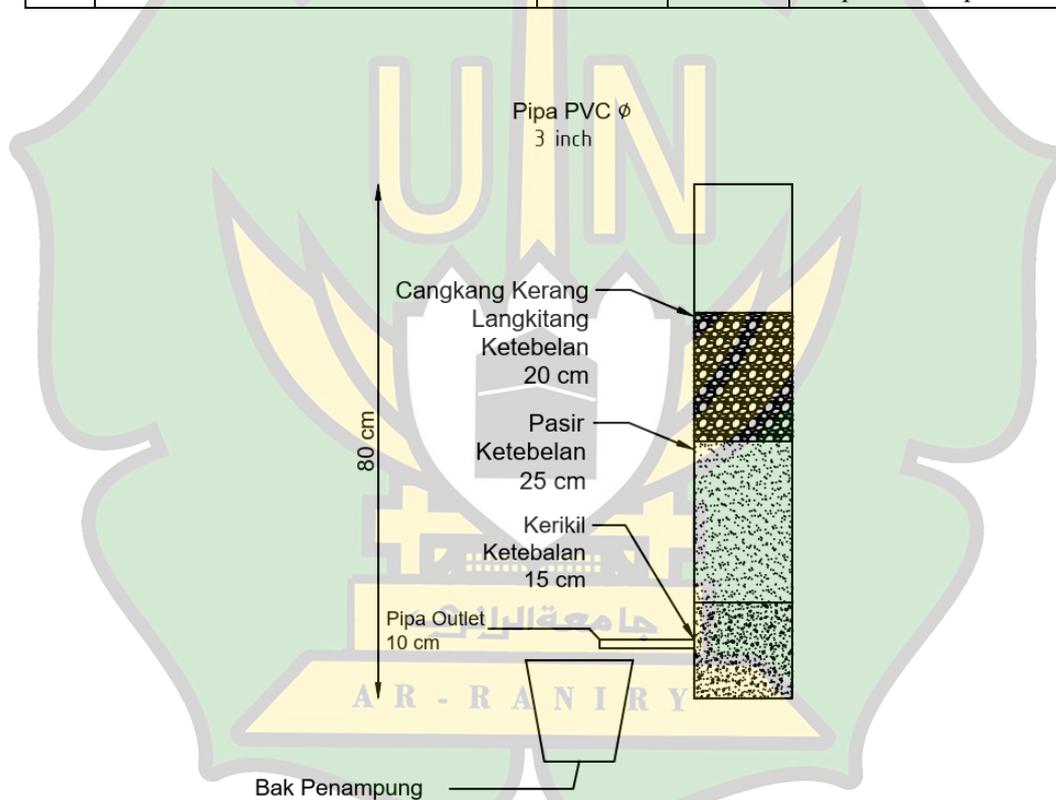
No	Alat Penelitian	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Timba	1	Buah	Meletakkan sampel
2	Pipa PVC diameter 3 inch dan tinggi 80 cm	3	Buah	Alat filtrasi air limbah
3	Penutup pipa PVC berdiameter 3 inch	3	Buah	Alat penutup filter
4	Kran air	3	Buah	Untuk outlet limbah
5	Lem pipa	1	Buah	Perekat alat filtrasi
6	Bak penampung	3	Buah	Penampung limbah setelah di filtrasi
7	<i>Alu mortar</i>	1	Buah	Menghaluskan sampel
8	Gelas kimia 500 ml dan 1000 ml	3	Buah	Meletakkan sampel
9	Gelas ukur 500 ml	2	Buah	Meletakkan sampel
10	Labu ukur 500 ml	1	Buah	Meletakkan sampel
11	Corong kimia	1	Buah	Alat untuk menuangkan sampel
12	<i>Desikator</i>	1	Buah	Wadah untuk meletakkan kertas saring
13	Oven	1	Buah	Memanaskan cangkang
14	<i>Sieve shaker</i> atau ayakan 10 mesh	1	Buah	Mengayak pasir kali
15	<i>Sieve shaker</i> atau ayakan 30 mesh	1	Buah	Mengayak granula cangkang kerang
16	<i>Aluminium foil</i>	1	Buah	Sebagai alas sampel
17	Spatula	1	Buah	Digunakan untuk mengambil sampel
18	Pipet volume	1	Buah	Mengambil sampel
19	<i>Mikroskop storeo</i>	1	Buah	Alat untuk mengidentifikasi mikroplastik
20	Alat FT-IR	1	Buah	Melihat jenis polimer mikroplastik
21	Kertas saring	5	Buah	Filtrasi sampel menggunakan vacum
22	Cawan petri	1	Buah	Meletakkan sampel
23	<i>Vacuum filtrasi</i>			

3.5.2 Bahan

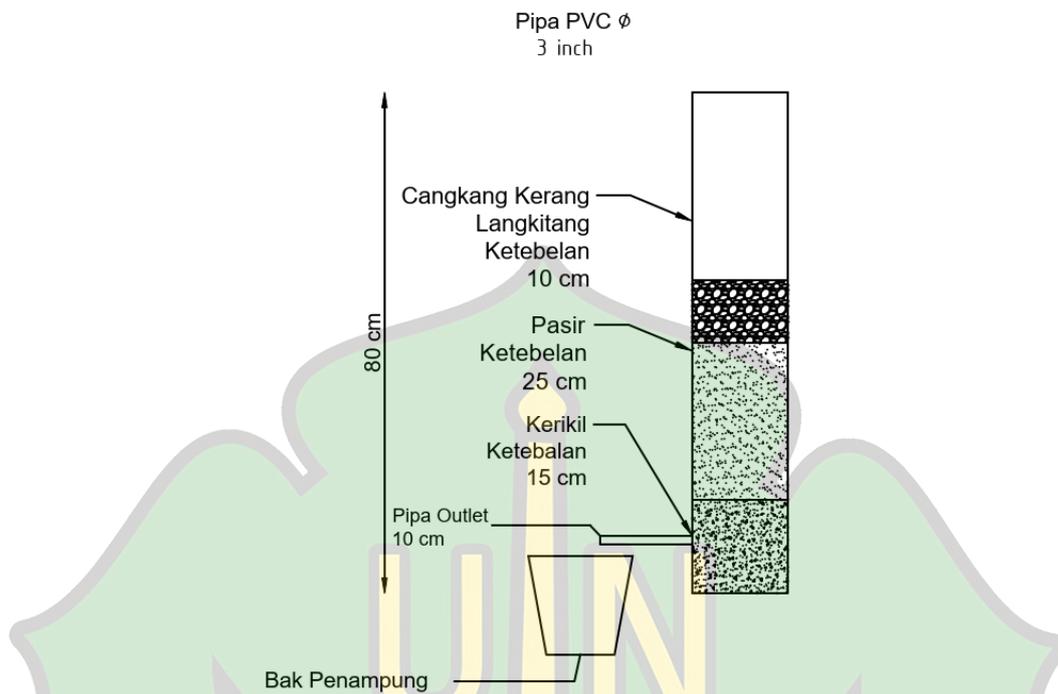
Adapun bahan yang digunakan untuk preparasi sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

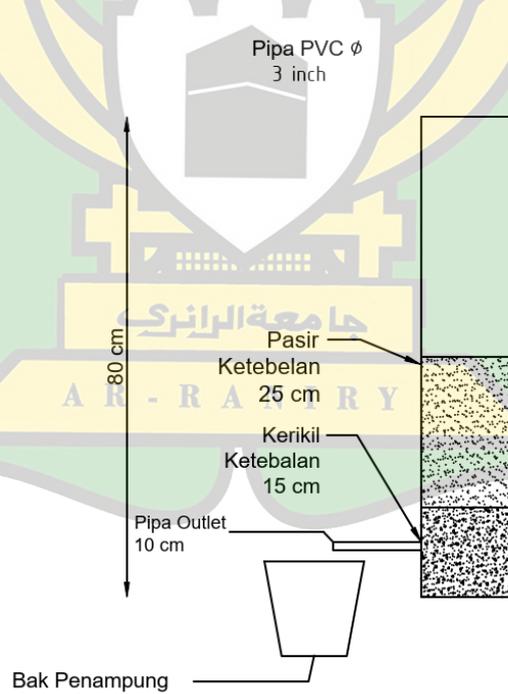
No	Alat Penelitian	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Cangkang kerang langkitang	5	Kg	Media filter
2	Aquades	1	Liter	Membersihkan alat laboratorium
3	Air limbah tambak udang	20	Liter	Sampel yang di uji
4	Lauran H ₂ O ₂ 30%	80	ml	Preparasi sampel
5	Larutan NaCl	1.200	ml	Preparasi sampel



Gambar 3.5 Desain Unit A1



Gambar 3. 6 Desain Unit A2



Gambar 3.7 Desain Unit A3

3.5.3 Prosedur Pembuatan Granula Cangkang Kerang Langkitang

Tahap pertama yang dilakukan adalah menyiapkan wadah filter dan media filter. Wadah filter menggunakan pipa berdiameter 3 inch dengan tinggi 80 cm sebanyak tiga pipa dengan ukuran dan diameter yang sama. Pada bagian bawah diberikan lubang yang berfungsi sebagai tempat keluarnya air hasil filtrasi (*outlet*) dan pada bagian atas pipa atau tutup filter diberikan penutup yang dapat dibuka. Fungsi penutup pada filter adalah agar tidak ada benda lain yang masuk ke dalam alat filter yang dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi. Selain itu, untuk mempermudah pada saat proses penyaringan sampel (Istiqomah, 2020).

Langkah selanjutnya mengambil limbah cangkang kerang (*Faunus ater*) kemudian dibersihkan terlebih dahulu dan untuk mengurangi kandungan air pada cangkang tersebut, cangkang terlebih dahulu dijemur di bawah sinar matahari atau di oven pada suhu sedang bertujuan agar mempermudah ketika proses penumbukannya. Selanjutnya cangkang langkitang tersebut dihaluskan dengan cara ditumbuk menggunakan alu mortar. Setelah itu, diayak menggunakan *sieve shaker* berukuran 30 mesh (0,67 mm) dan granula yang tertahan di tengah alat *sieve shaker* adalah yang akan digunakan sebagai media filtrasi. Cangkang yang telah dihaluskan berfungsi sebagai adsorben yang dapat menyerap partikel mikroplastik dalam suatu proses adsorpsi. Sedangkan pasir berfungsi sebagai media pengikat agar granula langkitang tidak mudah terbawa pada saat proses filtrasi dan kerikil berfungsi sebagai media penyangga yang berguna untuk menahan filter-filter agar tidak mengalir bersama air hasil filtrasi melalui saluran outlet. Kemudian granula cangkang tersebut dimasukkan ke dalam pipa dan mengalirkan sampel limbah tambak udang secara perlahan melalui saluran inlet pipa untuk proses filtrasi air limbah dalam penyisihan kadar mikroplastik. Pada media filtrasi lapisan kedua yaitu menggunakan pasir kali yang bebas dari bahan pengotor atau lumpur. Pasir yang akan digunakan terlebih dahulu di jemur di atas alas yang bersih dan dibersihkan dari bahan pengotor, setelah itu diayak menggunakan *sieve shaker* dan diambil hasil saringan pasir yang tertahan pada saringan tengah alat tersebut. Kerikil yang digunakan sebagai media filter adalah kerikil dengan berukuran

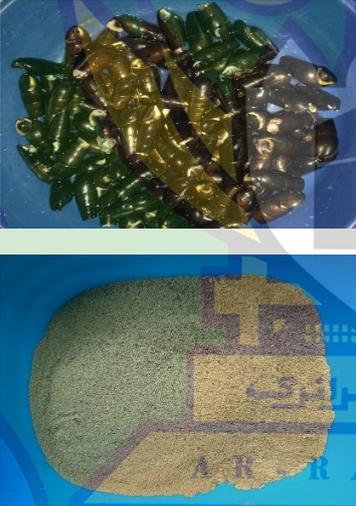
lebih besar dari media granula dan pasir agar ketika proses filtrasi media yang berada di atasnya tidak lolos keluar bersama air hasil filtrasi.

Limbah yang tidak dilakukan filtrasi atau sebagai limbah kontrol diberi kode (A0). Media filtrasi pada unit pertama diberi kode (A1) tersusun atas lapisan awal yaitu kerikil setinggi 15 cm, lapisan kedua adalah pasir setinggi 25 cm dan media paling atas yaitu granula cangkang kerang langkitang setinggi 20 cm. Pada unit kedua diberi kode (A2) tersusun atas media filter kerikil setinggi 15 cm, pasir setinggi 25 cm dan granula langkitang setinggi 10 cm. Sedangkan pada unit ketiga diberi kode (A3) media filter tersusun atas lapisan pertama kerikil setinggi 15 cm dan lapisan kedua pasir setinggi 25 cm (Ma'ruf dkk., 2022).

Adapun langkah perancangan alat media filtrasi cangkang kerang langkitang (*Faunus ater*) dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Prosedur Perakitan Alat Filtrasi

No	Gambar	Keterangan
1.		Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan dirancang seperti pipa PVC diameter 3 inch dan tinggi 80 cm, solder, lem dan lain-lain.
2.		Pada bagian bawah pipa diberi lubang menggunakan solder yang berfungsi sebagai <i>outlet</i> atau tempat keluarnya air hasil filtrasi.

No	Gambar	Keterangan
2.		<p>Untuk bagian atas juga dilubangi yang berfungsi sebagai <i>inlet</i> atau tempat masuknya air yang akan difiltrasi, dan pada bagian atas tutup pipa tidak diberi lem agar memudahkan ketika membuka media filturnya.</p>
3.		<p>Kemudian pada bagian lubang bawah diberi solk drat sebagai penyambungan untuk pemasangan keran, dan pada bagian bawah pipa ditutup dengan menggunakan dop kemudian dilem.</p>
4.		<p>Granula cangkang kerang yang telah dihaluskan kemudian dimasukkan kedalam media filter sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.</p>
5.		<p>Pasir yang digunakan yaitu pasir kali sebagai media pengikat pada media filtrasi.</p>

No	Gambar	Keterangan
6.		Proses ketika air hasil filtrasi yang keluar melalui saluran <i>oulet</i> dari media filter.

3.6 Teknik Preparasi Sampel Limbah Tambak Udang

3.6.1 Pengujian dan Analisis Sampel

Berdasarkan Jannah (2022), sebelum melakukan filtrasi pada sampel air limbah tambak udang. Tahap awal yang dilakukan yaitu mengidentifikasi jenis dan ukuran mikroplastik yang terkandung pada sampel, bertujuan untuk menentukan diameter dari serbuk cangkang kerang karena ukuran dari granula tersebut lebih kecil dari pada ukuran mikroplastik yang dihasilkan, agar partikel mikroplastik yang terkandung di dalam sampel dapat tersangkut pada dinding pori-pori serbuk cangkang kerang langitang.

3.6.2 Filtrasi Menggunakan Media Cangkang Kerang Langkitang (*Faunus ater*)

Mekanisme kerja pada penyaringan filtrasi adalah menggunakan adsorpsi atau penyerapan dipermukaan, dimana adsorben terjadi kontak antara adsorbat (padatan) sehingga molekul-molekul tersebut menempel pada permukaan adsorben dan membentuk suatu lapisan yang berbentuk tipis. Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain yaitu jenis adsorben, jenis zat yang diserap, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi dan suhu.

Media filtrasi yang telah dirancang dengan menggunakan pipa PVC yang diberi tutup pada bagian atas sebagai tempat masuknya sampel (*inlet*), dan dilubangkan pada bagian bawah filter bertujuan sebagai tempat keluarnya air hasil penyaringan (*oulet*), dengan memanfaatkan serbuk cangkang kerang langitang sebagai media penyaringnya.

Menurut penelitian Jannah (2022), langkah yang dilakukan pada proses filtrasi adalah sebagai berikut:

1. Mengambil sampel air limbah tambak yang masing-masing sampel dihasilkan dari titik stasiun berbeda sebanyak 18 liter.
2. Sampel pada titik 1 sebanyak 6 liter dimasukkan ke dalam wadah untuk dilakukan proses filtrasi dengan membuka keran bak agar air sampel mengalir ke dalam alat filter.
3. Banyaknya volume debit yang mengalir pada alat filtrasi dinyatakan dalam satuan liter/detik.
4. Air hasil filtrasi akan keluar pada lubang *outlet* yang diberi keran sebagai pembantunya.
5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 unit filtrasi. Pada unit pertama dan kedua menggunakan *double media* dan pada unit ketiga menggunakan *single media*.

3.6.3 *National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA)*

Proses NOAA merupakan metode analisis mikroplastik untuk melakukan pengukuran terhadap partikel sintesis pada sampel air dengan modifikasi. Proses NOAA juga bertujuan untuk menghancurkan kandungan organik yang ikut masuk ke dalam botol ketika proses pengambilan sampel pada pipa pembuangan, serta untuk meningkatkan densitas sehingga partikel mikroplastik dapat mengambang.

Tahap pertama yang dilakukan yaitu analisis NOAA dengan menambahkan larutan NaCl sebanyak 300 ml ke dalam sampel yang telah dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dan ditambahkan H_2O_2 30% sebanyak 20 ml berfungsi untuk menghancurkan bahan organik yang ikut tersaring pada saat pengambilan sampel di lapangan serta untuk dapat meningkatkan densitas sehingga mikroplastik dapat mengambang, lalu sampel diaduk selama 30 menit menggunakan alat *magnetic stirrer* (Hasibuan dkk., 2020). Kandungan organik dihancurkan dengan analisis NOAA agar zat organik yang terkandung dalam sampel tidak mengendap pada sampel uji yang dapat menghambat proses pengamatan mikroplastik (Ayuningtyas, 2019).

Adapun langkah-langkah untuk menentukan jenis dan jumlah mikroplastik pada sampel limbah tambak udang adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama sampel air limbah tambak udang tersebut dimasukkan ke dalam *beaker glass* sebanyak 250 ml.
2. Langkah kedua ditambahkan larutan NaCl 30% sebanyak 300 ml dan dilakukan pengadukan dengan alat *magnetic stirrer* selama 30 menit. Selanjutnya sampel tersebut ditutup dengan kertas aluminium dan didiamkan selama 1 hari pada suhu ruang.
3. Langkah ketiga menambahkan H₂O₂ 30% sebanyak 20 ml dan dilakukan pengadukan menggunakan alat *magnetic stirrer* selama 30 menit. Kemudian sampel tersebut di tutup dengan kertas aluminium agar tidak terjadinya kontaminasi, didiamkan selama 2 hari dan disimpan pada suhu ruang.
4. Langkah keempat yaitu melakukan filtrasi menggunakan alat vacuum dengan penyaringan menggunakan kertas saring No. 42, setelah itu dimasukkan kedalam *desikator* agar berkurangnya kandungan air pada kertas saring.
5. Setelah itu dilakukan identifikasi mikroplastik menggunakan alat mikroskop untuk menganalisis jumlah dan bentuk dari partikel mikroplastik (Bangka, 2019).

3.6.4 Filtrasi

Sampel yang akan diuji kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring *glass microfiber (GF/B) Whatman CAT No.42* bertujuan untuk menyaring residu mikroplastik yang terkandung di dalam sampel. Pada tahap penyaringan menggunakan alat *filter vacuum* untuk mempercepat dalam proses penyaringan. Langkah penyaringan menggunakan alat *vacuum* dengan meletakkan kertas saring di atas *vacuum*, kemudian *vacuum* ditutup dengan menggunakan corong penutup agar sampel yang dimasukkan tidak tumpah dan alat *vacuum* dinyalakan. Proses penyaringan selama 10-15 menit setelah air terkuras habis melalui kertas saring, matikan alat *vacuum*. Selanjutnya ambil kertas saring yang berada di dalam *vacuum* menggunakan penjepit, dibungkus dengan kertas *aluminium foil* dan diletakkan didalam alat *desikator* (Bangka, 2019). Sampel yang telah di preparasi kemudian akan

disaring menggunakan *vacuum* filtrasi. Pada Gambar 3.6 merupakan alat *vacuum* filtrasi yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3.6 Alat *Vacuum* Filtrasi

3.6.5 Identifikasi Mikroplastik dengan Mikroskop

Sampel air limbah tambak udang dilakukan identifikasi kandungan mikroplastik secara virtual dengan menggunakan alat mikroskop untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk dan warna. Pengujian sampel menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x untuk mempermudah dalam melihat mikroplastik yang terkandung pada sampel. Setelah itu sampel yang telah diklasifikasi berdasarkan jenisnya sesuai dengan kategori yang ada, dan jenis mikroplastik yang telah diidentifikasi kemudian dimasukkan kedalam botol kaca 4 ml yang sebelumnya telah ditimbang berat awalnya (Ma'rif dkk., 2022).

Pengujian dengan menggunakan mikroskop bertujuan untuk mengetahui kelimpah mikroplastik yang terkandung dalam sampel berdasarkan jumlah, bentuk dan warna. Mikroskop dapat mendeteksi mikroplastik jenis pellet, *fragmen*, *film*, ataupun *foam*, sedangkan warnanya adalah hitam, putih, biru, transparan, merah dan *multicolor* (Bangka, 2019). Pada Gambar 3.7 merupakan sebuah alat laboratorium yaitu mikroskop untuk melihat kelimpahan dan karakteristik mikroplastik. Karakteristik yang diidentifikasi adalah bentuk mikroplastik, jenis dan warna dari mikroplastik yang ditemukan. Sedangkan untuk mengukur ukuran dari panjang mikroplastik menggunakan aplikasi *image raster*.



Gambar 3.7 Analisis Mikroplastik Menggunakan Alat Mikroskop

3.6.6 Pengamatan Menggunakan Metode (FTIR)

Metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) atau Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier adalah sebuah alat untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan atau emisi zat padat, cair, atau gas (Sari dkk., 2018). Secara umum, FTIR bertujuan untuk melihat jenis polimer mikroplastik yang terkandung di dalam sampel. FTIR memanfaatkan perbedaan gugus fungsi dari setiap unsur kimia, mengidentifikasi senyawa, dan menganalisis campuran dari sebuah sampel. Daerah inframerah pada spektrum gelombang elektromagnetik dapat menghitung panjang gelombang dari 14000 cm^{-1} – 10^{-1} . Proses pengujian sampel dengan menggunakan metode FTIR dilakukan sebanyak empat kali sesuai dengan kuadran yang telah dibagi pada saat pengamatan mikroplastik dengan menggunakan mikroskop. Prinsip kerja dari metode FTIR adalah gabungan interaksi antara energi dan materi. (Wulan dkk., 2018).

Spektrofotometer FTIR adalah jenis alat yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa, khususnya senyawa organik, baik secara kualitatif ataupun kuantitatif, dengan metode penggunaannya sebagai berikut:

1. Sambungkan alat FTIR dengan arus listrik sampai alat tersebut menyala.
2. Klik tombol *IRsolution* pada bagian desktop, sampai adanya perintah mulai.

3. Klik tombol ukur.
4. Pilih menu *Measurement* pada bagian *IRsolution*.
5. Kemudian klik bagian *Inisialisasi* pada menu.
6. Alat mulai terhubung dengan FTIR.
7. Pilih perintah *auto adjust* untuk menerima proses, kemudian klik ok.
8. Pada saat status monitor dibagian kanan menunjukkan warna hijau, sistemnya OK.
9. Mengatur sampel dengan menambahkan secukupnya hingga menutupi lampu merah.
10. Klik menu *view* bertujuan untuk menampilkan jendela tampilan, kemudian klik bagian kanan *mouse* untuk menampilkan menu *Autoscale-Range list* dan *Full view*.
11. Selanjutnya untuk koreksi Baseline pilih menu (*Baseline*), untuk *Smoothing* pilih menu (*Smoothing*) pada bagian pull-down, untuk melabeli puncak, pilih menu (*Peaktable*). Pada bagian *Manipulation* dan untuk perubahan umum pada tampilan, klik bagian kanan pada preferensi grafik untuk menyesuaikan warna, ukuran skala, nilai puncak dan ketebalan garis *spektrum*.
12. Langkah terakhir untuk mencetak klik pada bagian (cetak formulir) kemudian tambahkan judul pada teks yang ditampilkan dan klik *Print Preview* dan cetak *spektrum* pengujian yang telah dilakukan.

3.7 Analisis Data

Pada penelitian ini melakukan analisis data hasil observasi mikroplastik pada sampel dengan menggunakan alat mikroskop. Data yang dianalisis adalah hasil kelimpahan dan kuantitasnya dengan pengujian mikroskop pada limbah tambak udang, untuk menghitung kuantitas mikroplastik yang terkandung di dalam sampel. Menurut *National Oceanic and Atmosphere Administration* (NOAA) untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik (MP_s) pada suatu larutan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan mikroplastik } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}} \quad (3.1)$$

Data juga dianalisis dengan menghitung tingkat persentase penurunan pencemaran mikroplastik yang terkandung pada limbah tambak udang pada saat sebelum pengujian dan setelah pengujian, yang bertujuan untuk melihat keefektifan dari cangkang kerang dalam proses penyaringan mikroplastik. Pengujian tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan: C1 = Kelimpahan mikroplastik sebelum filtrasi

C2 = Kelimpahan mikroplastik setelah filtrasi

3.8 Observasi Awal

Hasil observasi awal yang telah dilakukan yaitu meninjau secara langsung lokasi pengambilan sampel di tambak udang Alue Naga, Kota Banda Aceh menunjukkan bahwa pada air limbah tambak udang gampong Alue Naga telah tercemar mikroplastik dengan jenis *fiber* dan *fragmen*. Maka dari itu perlu dilakukannya pencegahan yang telah mencemari habitat dari tambak udang tersebut. Karena, jika permasalahan itu terus dibiarkan dapat memberi dampak yang berkelanjutan baik bagi organisme perairan maupun manusia. Jenis dan bentuk mikroplastik yang ditemukan pada hasil uji pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Jenis Mikroplastik Pada Air Limbah Tambak Udang

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik di Tambak Udang

4.1.1 Kelimpahan Mikroplastik di Tambak Udang

Hasil penelitian menunjukkan air limbah tambak udang di Alue Naga telah terjadi pencemaran partikel mikroplastik yang diambil dari tiga titik yaitu sisi kanan kolam, sisi kiri kolam dan sisi tengah kolam. Hasil observasi awal yang telah dilakukan juga menunjukkan bahwa adanya kontaminasi partikel mikroplastik pada tambak udang tersebut. Mikroplastik yang ditemukan pada lokasi tambak berasal dari aliran sungai yang langsung masuk ke area tambak melalui aliran pembuangan, ketika air sungai pasang terjadinya peluapan sehingga air sungai masuk ke dalam area tambak dan menunjukkan adanya kontaminasi di area tambak. Berikut merupakan kelimpahan mikroplastik pada tambak udang Alue Naga sebelum dilakukannya filtrasi:

Tabel 4.1 Kelimpahan Mikroplastik Sebelum Filtrasi

Titik Pengambilan Sampel	Total Partikel (partikel/m ³)	Jumlah kelimpahan (partikel/m ³)
Sisi Kanan Kolam (A1)	213 partikel	213.000 partikel/m ³
Sisi Tengah Kolam (A2)	174 partikel	174.000 partikel/m ³
Sisi Kiri Kolam (A3)	187 partikel	187.000 partikel/m ³

Dari data Tabel 4.1 faktor yang mempengaruhi adanya partikel mikroplastik pada tambak udang Alue Naga dikarenakan ketika densitas air sungai yang tinggi menyebabkan air sungai tersebut masuk ke area tambak dan terjadilah sirkulasi yang menyebabkan polutan mikroplastik terakumulasi pada lokasi tersebut. Selain itu, pencemaran sampah plastik yang terdapat di sekitar area tambak juga menjadi faktor adanya pencemaran mikroplastik. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa area tambak telah terjadi pencemaran sampah plastik, khususnya sampah kemasan makanan dan botol. Salah satu kondisi oseanografi yaitu pasang surut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan banyak atau sedikitnya partikel mikroplastik yang terdapat

pada hasil uji. Partikel mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga mudah tersebar di perairan.



Gambar 4.1 Pencemaran Sampah Plastik di Area Tambak

Berdasarkan penelitian Alfaniati (2022), sungai Alue naga merupakan sungai kedua setelah sungai Krueng Aceh yang telah tercemar partikel mikroplastik. Pencemaran mikroplastik pada sungai Alue Naga berasal dari limbah domestik hasil cucian pakaian yang berserat sintetis, sampah plastik sisa makanan dan sampah yang berasal dari beberapa sektor di antaranya pasar dan sektor pendidikan yang limbahnya langsung dibuang ke badan air. Setelah terkontaminasinya partikel mikroplastik pada sungai Alue Naga maka pencemaran tersebut terakumulasi ke dalam perairan tambak udang melalui pasang surutnya air sungai yang berada di sekitaran tambak, ketika air sungai pasang maka akan masuk ke tanggul (*outlet*) tambak sehingga dapat mempengaruhi keadaan fisik tambak.

Tabel 4.2 Kelimpahan Mikroplastik Setelah Filtrasi

Titik Pengambilan Sampel	Total Partikel (partikel/m ³)	Jumlah kelimpahan partikel/m ³
Sisi Kanan Kolam (A1)	17 partikel	17.000 partikel/m ³
Sisi Tengah Kolam (A2)	34 partikel	34.000 partikel/m ³
Sisi Kiri Kolam (A3)	85 partikel	85.000 partikel/m ³

Setelah dilakukannya filtrasi pada air tambak udang maka memperoleh hasil kelimpahan mikroplastik dari ketiga sampel dapat dilihat pada Tabel 4.2, pada sampel A1 memperoleh hasil kelimpahan 17.000 partikel/m³, sampel A2 memperoleh hasil kelimpahan 34.000 partikel/m³ dan pada sampel A3 memperoleh hasil kelimpahan 85.000 partikel/m³. Tingginya tingkat kelimpahan yang dihasilkan pada sampel A3 karena sampel tersebut tidak menggunakan filter granula cangkang kerang langitang dan unit dengan variasi media yang paling rendah sehingga banyaknya mikroplastik yang lolos ketika proses filtrasi.

4.1.2 Karakteristik Mikroplastik di Tambak Udang

4.1.2.1 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Karakteristik mikroplastik diambil dari sampel air yang tersaring menggunakan alat filtrasi sebanyak 1 L (0,001 m³) air tambak pertitik sampling. Hasil identifikasi dan analisis sampling menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10x menunjukkan pada ketiga sampel tersebut ditemukannya tiga bentuk mikroplastik yaitu *fiber*, *fragment*, dan *filamen*. Jumlah mikroplastik tersebut diklasifikasikan berdasarkan bentuk yang ditemukan pada air limbah hasil filtrasi menggunakan unit A1 sebanyak 18 partikel, pada unit A2 sebanyak 34 partikel dan unit A3 sebanyak 85 partikel. Sedangkan jumlah kelimpahan mikroplastik berdasarkan dari ketiga variasi media yaitu unit A1 sebanyak 17.000 partikel/m³, unit A2 sebanyak 34.000 partikel/m³ dan unit A3 sebanyak 85.000 partikel/m³. Hal tersebut dinyatakan dalam Tabel 4.3.

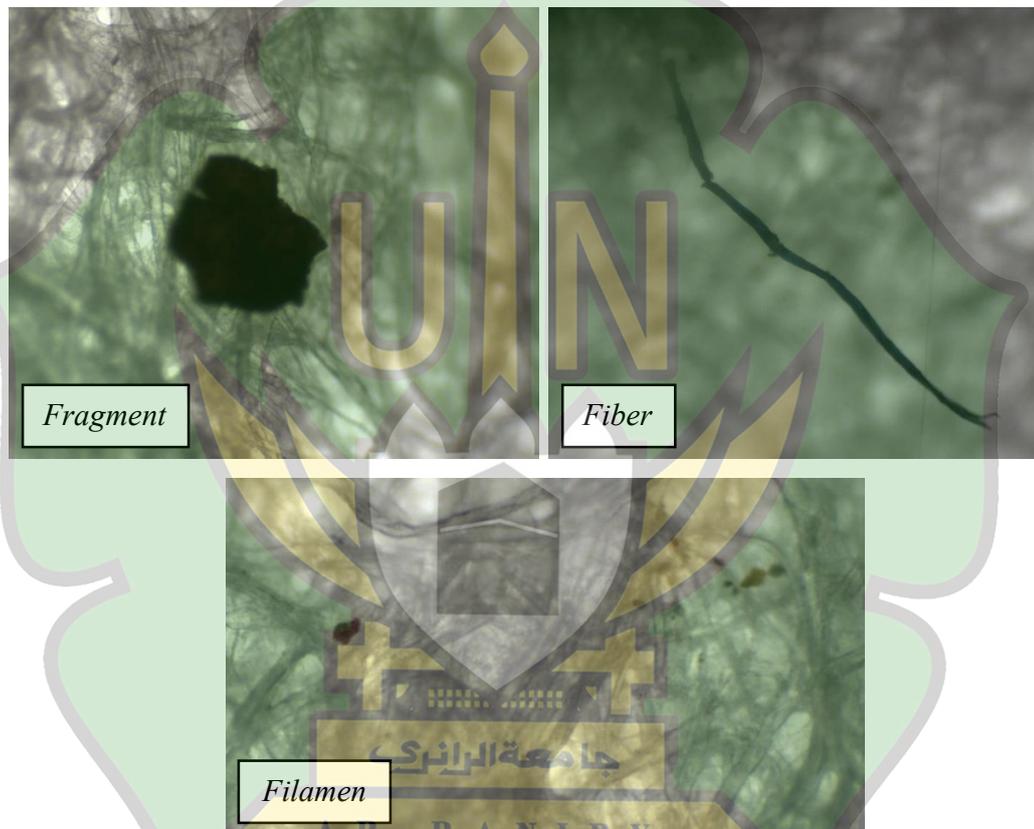
Tabel 4.3 Jumlah Partikel Mikroplastik Berdasarkan Variasi Ketebalan Media

No	Variasi Media	Volume air Tersaring (m ³)	Mikroplastik (Partikel)			Jumlah Partikel (partikel/m ³)	Jumlah Kelimpahan (partikel/m ³)
			Fiber	Fragmen	Filamen		
1	A1	0,001	0	13	5	18	17.000
3	A2	0,001	2	20	12	34	34.000
4	A3	0,001	1	57	27	85	85.000

Berdasarkan Tabel 4.3 jumlah mikroplastik yang paling banyak ditemukan dari ketiga sampel terdapat pada unit A3 dan jumlah mikroplastik yang paling sedikit terdapat pada unit A1. Banyaknya kontaminasi yang terdapat pada unit A3 dikarenakan

unit tersebut hanya menggunakan media filter kerikil dan pasir sedangkan pada unit A1 dan A2 menggunakan adsorben granula cangkang kerang langkitang yang digunakan sebagai adsorpsi (penjerapan) pada mikroplastik. Dari ketiga filtrasi tersebut mendapatkan adanya penyisihan dan pengurangan kandungan mikroplastik yang berbeda-beda pada setiap hasil uji.

Adapun bentuk dari mikroplastik yang ditemukan pada ketiga sampel dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bentuk Mikroplastik yang ditemukan

Mikroplastik bentuk *fragment* termasuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan diantara 3 jenis sampel. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Istiqomah (2022), bahwa kandungan mikroplastik yang tinggi itu adalah bentuk *fragmen* pada sampel air limbah tambak udang sebesar 38.667 partikel/m³. Mikroplastik bentuk *fragment* adalah plastik berpolimer kuat dan memiliki bentuk yang tidak beraturan, memiliki warna coklat pekat dan tebal. Bentuk mikroplastik jenis ini berasal dari sampah berbahan serat sintesis seperti kain/tekstil, plastik sampah

kemasan makanan, produk kecantikan dan alat pancing atau jaring yang dihasilkan dari aktivitas para nelayan pada sekitar sungai/laut di Alue Naga. Mikroplastik jenis *fragmen* adalah bentuk yang paling mendominasi dari semua sampel, hal tersebut berhubungan dengan banyaknya aktivitas penduduk yang berada di gampong Alue Naga dan limbah domestik yang mengalir di sepanjang sungai tersebut. Penemuan mikroplastik bentuk *fragment* dengan hasil dominan tinggi ditemukan di berbagai perairan Indonesia (Alfaniati, 2022). Hal serupa juga diperoleh dari hasil penelitian Harrun (2020), bahwa mayoritas bentuk mikroplastik yang berada di perairan Indonesia baik di air tawar, laut dan sungai adalah bentuk *fragment*. Bentuk *Fragment* adalah potongan-potongan plastik kecil atau pecahan dari plastik yang memiliki ukuran lebih besar. *Fragment* memiliki pori-pori yang berlimpah dengan permukaan lebih kasar, dan tidak beraturan (Nur dkk., 2022).

Mikroplastik jenis *filamen* adalah butiran produk plastik dan memiliki lapisan yang sangat tipis dan rapuh. Selain itu, *filamen* juga mengandung lebih banyak struktur dan tidak memiliki bentuk utuh di bagian tepinya dengan warna bentuk yang transparan. Dengan demikian, bentuk *filamen* juga dinyatakan sebagai mikroplastik yang memiliki lapisan yang sangat tipis dan bersifat rapuh. Mikroplastik *fiber* adalah bentuk tipis berukuran panjang seperti benang dengan warna yang beragam seperti biru, merah dan hitam. *Filamen* juga memiliki lembaran mikroplastik yang bertekstur lentur dan memiliki warna coklat transparan (Anggiani, 2020).

Sedangkan mikroplastik *fiber* bersumber dari tali pancing dan jaring pancing, *fiber* juga berasal dari bahan sintesis pakaian yang sudah tidak digunakan lagi dan mengalami gesekan sehingga terurai menjadi partikel plastik dengan ukuran yang sangat kecil. Mikroplastik bentuk ini biasanya ditemukan berwarna biru dan hijau yang berasal dari pewarna sintesis saat pembuatan plastik seperti bahan yang digunakan pada industri plastik yaitu *copper phthalocyanines* (Harrun., 2022). *Fiber* biasanya bersumber dari limbah rumah tangga baik itu limbah padat atau limbah cair, limbah industri yang tidak terkelola dengan baik sehingga limbah tersebut menjadi bahan pencemar bagi badan air, alat rumah tangga atau kantong plastik yang dirancang untuk

terdegradasi di lingkungan, dan *fiber* termasuk bentuk mikroplastik yang paling sedikit ditemukan pada semua jenis sampel yang telah diuji (Ayuningtyas, 2019).

Gampong Alue Naga termasuk wilayah yang padat penduduk, terdapat beberapa pusat pendidikan, perkantoran, rumah ibadah, sektor perikanan dan pertanian, bahkan juga memiliki beberapa jenis pasar atau pusat perdagangan lainnya. Oleh karena itu, semakin banyaknya aktivitas manusia tentunya semakin tinggi jumlah populasi sampah terutama sampah plastik yang dihasilkan dari pusat perdagangan, dan limbah-limbah pembuangan yang umumnya dibuang pada saluran pembuangan menuju drainase mengalir ke sungai, sehingga menyebabkan pencemaran yang terjadi pada hilir dan hulu sungai. Selain itu, interaksi antara air tawar dan air laut di muara juga dapat mengakibatkan banyaknya mikroplastik pada perairan sungai, maka ketika air sungai pasang dan masuk ke dalam tambak sehingga mengakibatkan air tambak juga mengalami pencemaran (Kalsum dkk., 2023).

Tabel 4.4 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Jenis Sampel	Bentuk Mikroplastik	Jumlah Mikroplastik (partikel/m ³)
A1	Fiber	0
	Fragmen	13
	Filamen	5
A2	Fiber	2
	Fragmen	20
	Filamen	12
A3	Fiber	1
	Fragmen	57
	Filamen	27

Pada Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa pada sampel air limbah tambak udang didominasi oleh bentuk *fragmen* dan bentuk *filamen*. Tingginya persentase bentuk *fragment* pada air limbah tambak udang dipengaruhi oleh keadaan fisik sungai yang berada di dekat lokasi tambak, sungai merupakan tempat aliran yang mengalir dan melewati muara sungai lainnya dengan kondisi dan keadaan yang berbeda-beda (Nikmah., 2022). Kondisi eksisting terlihat bahwa sepanjang sungai yang berada di dekat lokasi tambak banyak memiliki tumpukan sampah plastik dan botol minum

kemasan sehingga berdampak buruk bagi perairan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi tingginya densitas bentuk mikroplastik yaitu berasal dari alat sektor perikanan seperti tali pancing, jala dan lainnya, karena lokasi tambak juga merupakan lokasi yang dikelilingi oleh laut (Alfaniati, 2022).

Kontaminasi mikroplastik di wilayah perairan dapat terakumulasi melalui rantai makanan yang dikonsumsi oleh hewan perairan (Ayuningtyas, 2019). Mikroplastik yang berada di perairan dapat secara langsung maupun tidak langsung masuk dan terkontaminasi oleh organisme akuatik melalui jalur belitan (*entanglement*), tertelan (*ingestion*) dan saling berinteraksi (*interaction*) (Harrun., 2022). Mikroplastik dengan ukuran yang kecil menyebabkan biota perairan sering menganggapnya sebagai bahan makanan, masuk ke saluran pencernaan sehingga berpotensi buruk bagi biota tersebut (Ma'ruf dkk., 2022).

4.1.2.2 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Ukuran

Setelah dilakukannya preparasi sampel kemudian diidentifikasi ukuran mikroplastik menggunakan aplikasi *image raster* untuk melihat ukuran dari masing-masing mikroplastik yang ditemukan. Air limbah tambak udang mengandung tiga bentuk mikroplastik diantaranya bentuk *fragmen*, *filamen* dan *fiber*.

Rata-rata ukuran dari bentuk *fragmen* adalah $20.929 \mu\text{m}$, bentuk mikroplastik jenis ini berasal dari penggunaan barang rumah tangga atau perlengkapan lainnya yang bersifat keras. Bentuk *filamen* memiliki ukuran rata-rata yaitu $22.859 \mu\text{m}$, mikroplastik ini merupakan bentuk yang berasal dari aktivitas manusia seperti bahan makanan kemasan, penggunaan kantong plastik dan botol plastik kemasan yang tidak dapat didaur ulang. Sedangkan bentuk *fiber* memiliki ukuran rata-rata adalah $44.843 \mu\text{m}$, yang berasal dari sisa limbah rumah tangga seperti limbah pencucian pakaian, *laundry* atau limbah *doorsmeer*. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Harrun (2022), bahwa partikel mikroplastik yang terkandung di dalam sampel air tambak udang yaitu bentuk *fragmen*, *filamen* dan *fiber*. Hasil pengukuran rata-rata mikroplastik dapat dilihat pada Lampiran A.

4.1.2.3 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna

Hasil identifikasi persentase warna mikroplastik pada sampel air limbah tambak udang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

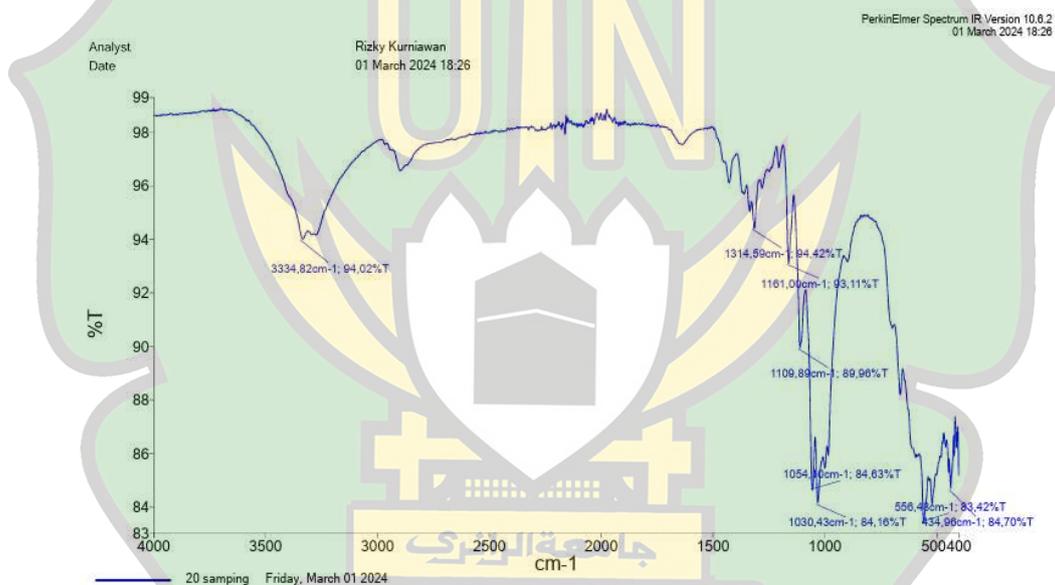
Tabel 4.5 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna

Mikroplastik Berdasarkan Warna	Jumlah (Partikel)
Coklat	69
Biru	26
Abu-Abu	19
Merah	15
Hijau	8

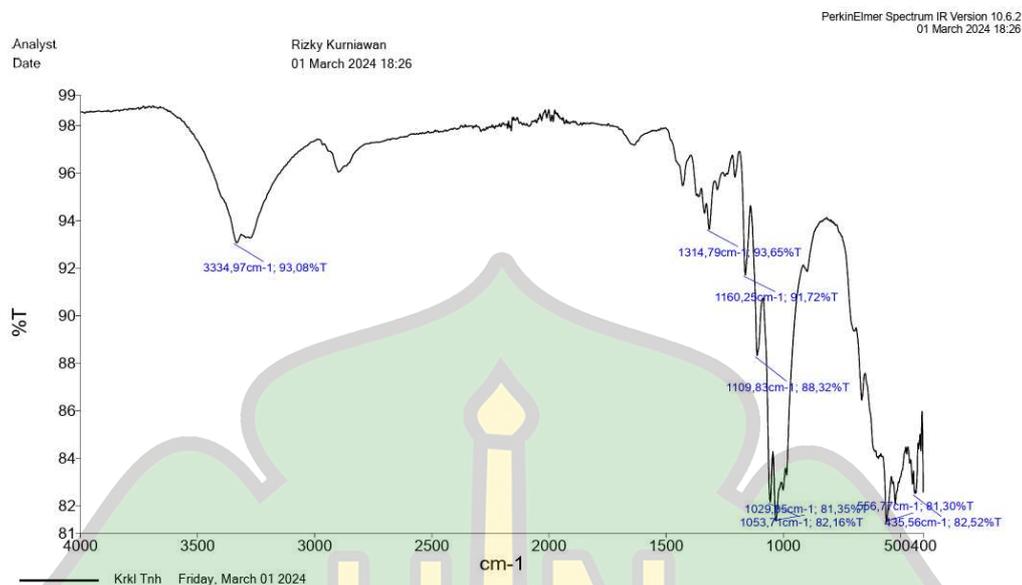
Persentase warna mikroplastik pada Tabel 4.5 yang terdapat pada sampel air limbah tambak udang yang telah diidentifikasi menunjukkan bahwa warna coklat berjumlah 69 partikel, warna biru berjumlah 26 partikel, warna abu-abu berjumlah 19 partikel, warna merah berjumlah 15 partikel dan warna hijau berjumlah 8 partikel. Diantara semua warna yang ditemukan pada sampel air limbah terdapat warna tertinggi yaitu coklat sebanyak 69 partikel. Warna coklat yang masih pekat terdapat pada sampel menandakan bahwa mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna. Warna coklat dan merah itu biasanya berasal dari sampel air limbah rumah tangga yang telah terdegradasi oleh sinar matahari. Pencemaran mikroplastik dengan dominan warna coklat dan merah adalah bentuk yang paling banyak ditemukan pada lingkungan perairan (Ibrahim dkk., 2023). Dari keempat sampel yang telah di uji pada laboratorium kebanyakan mikroplastik yang ditemukan berwarna pekat, artinya warna mikroplastik tersebut belum terjadi perubahan warna disebabkan oleh matahari (Harrun., 2022). Berdasarkan penelitian Nikmah (2022), warna mikroplastik dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan dasar, proses pembuatan dan penggunaan produk plastik. Warna mikroplastik juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti paparan sinar matahari, mikroplastik yang terbawa oleh air dan terkena paparan sinar matahari dalam jangka waktu lama dapat mengalami perubahan warna menjadi warna coklat pekat.

4.1.2.4 Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Polimer

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah salah satu teknik analisis polimer plastik yang didasarkan pada jenis ikatan plastik dan menjadi teknik analisis yang banyak digunakan dalam menganalisis mikroplastik (Sari dkk., 2018). FTIR juga merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk memprediksi suatu struktur dari senyawa kimia. Sinar inframerah yang terdapat pada FTIR merupakan sinar yang dihasilkan oleh elektron dalam molekul-molekul yang bergetar ketika sampel dipanaskan (Ayuningtyas, 2019). Hasil dari analisis FTIR dikonfirmasi dengan gugus fungsi yang menjelaskan bahwa terdapat beberapa jenis polimer mikroplastik seperti pada Gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3 Jenis Polimer Sampel A1



Gambar 4.4 Jenis Polimer Sampel A3

Keterangan: %T : Transmittance%
 cm^{-1} : Wavenumber cm^{-1}

Tabel 4.6 Interpretasi Hasil FTIR

No	Nilai Puncak Gelombang (cm^{-1})	Interpretasi Nilai Puncak Panjang Gelombang	Jenis Polimer Plastik	Hasil FTIR Sampel A1 (cm^{-1})	Analisis FTIR Sampel A3 (cm^{-1})
1	3510-3460	NH stretch	Nylon	3334,82	3334,97
2	2935-2915	CH stretch	PE dan PP	-	
3	1650-1590	NH bend	Nylon	1314,59	1314,79
4	1350-1000	C-C stretch	Nitrile	1161,00	1160,25
5	1225-950	Aromatic CH in plane bend	PET dan PP	1109,89 dan 1030,43	1109,83 dan 1029,85
6	1150-1000	C-F	PTFE	1054,10	1053,71
7	900-670	Aromatic CH out of plane bend	PE dan PP	556,48	556,77
8	500-430	S-S stretch	HDPE	434,96	435,56

Sumber: (Hanif dkk., 2021)

Hasil analisis FTIR disusun oleh beberapa pita atau puncak serapan yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 total keseluruhan serapan pada bilangan gelombang 4000-500 cm^{-1} adalah delapan gelombang. Wilayah serapan gelombang diawali dengan Polimer

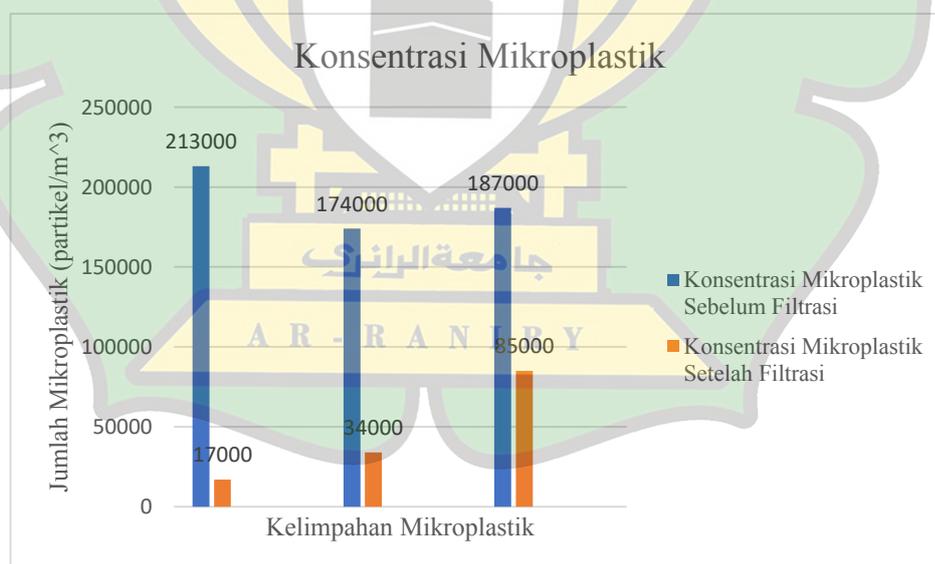
yang teridentifikasi diantaranya adalah $3334,97\text{ cm}^{-1}$ dan diakhiri dengan pita serapan pada posisi $435,56\text{ cm}^{-1}$. Polimer yang diidentifikasi diantaranya yaitu *Polyethylene terephthalate* (PET), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyamides* (PA), dan *high density polyethylene* (HDPE). Keberadaan polimer poliamida dinyatakan dengan munculnya serapan pada gelombang puncak 1 dan 2 yang merupakan ikatan NH *primary amine* (bending). Ikatan NH merupakan ikatan penyusun polimida atau *nylon*. Polimida berasal dari plastik alat tangkapan ikan yang digunakan para nelayan sekitar tambak dan limbah hasil serat kain yang dibuang ke badan air. Jenis polimer PET ditandai dengan adanya gelombang puncak serapan pada bilangan gelombang puncak 3 yang merupakan vibrasi CH. Mikroplastik dengan jenis PET merupakan plastik yang berbahan dasar transparan, halus, dan tipis, biasanya digunakan pada plastik pembungkus makanan dan minuman ringan atau botol air kemasan dan diproduksi untuk sekali pakai. Polimer jenis PP merupakan vibrasi CH bending. CH adalah penyusun utama dari polimer plastik jenis PET dan PP. mikroplastik jenis PP adalah jenis polimer yang erbahan lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, biasanya digunakan untuk sedotan, tutup botol dan mainan berbahan plastik.

Polimer HDPE ditemukan pada gelombang puncak ke-8 yaitu $434,96$ dan $435,56\text{ cm}^{-1}$, jenis polimer ini mempunyai rantai polimer tanpa cabang panjang sehingga memiliki tekstur yang sangat padat dan lebih kuat dari pada polimer jenis PET. HDPE biasanya dipakai untuk keperluan sehari-hari seperti botol susu, tempat jus, botol sabun, tas belanja dan botol obat. Selain dapat didaur ulang, HDPE lebih stabil dibandingkan dengan PET. Hal ini dikarenakan HDPE dianggap lebih aman untuk bahan makanan dan minuman walaupun beberapa penelitian menyatakan jika HDPE merupakan senyawa kimia yang bisa merusak sistem hormon manusia jika terkena sinaran ultraviolet (Hanif dkk., 2021). Jenis polimer yang paling dominan ditemukan pada hasil penelitian ini adalah jenis *Polyethylene terephthalate* (PET) karena terdapat pada dua gelombang dalam satu sampel uji.

4.2 Kemampuan Cangkang Kerang Langkitang Sebagai Media Filter

Cangkang kerang dapat digunakan sebagai media filter sebagaimana penelitian Istiqomah (2020), filter media cangkang kerang mampu memperbaiki kualitas air seperti mengontrol pH, menurunkan kadar logam dan menurunkan beban pencemar. Media filter cangkang kerang dipercaya mampu menurunkan beban pencemar pada air limbah tambak udang yaitu mikroplastik karena ukuran serbuk cangkang kerang dapat dimodifikasikan dengan berbagai ukuran, selain itu cangkang kerang juga mampu menyerap zat kimia yang terkandung didalam polimer plastik.

Proses identifikasi mikroplastik menggunakan mikroskop di laboratorium biologi UIN AR-Raniry dengan pembesaran 10x. Rata-rata bentuk mikroplastik yang disajikan pada Tabel 4.3 perolehan partikel mikroplastik tersebut didapatkan dalam volume air yang keluar setelah proses filtrasi dalam 1 L pada setiap lokasi penelitian. Kelimpahan mikroplastik yang didapatkan setelah dilakukan proses filtrasi pada unit A1 yaitu 17.000 partikel/m³, pada unit A2 sebanyak 34.000 partikel/m³ dan unit A3 sebanyak 85.000 partikel/m³ nilai tersebut berasal dari hasil identifikasi partikel mikroplastik pada sampel air hasil filtrasi yaitu 0,001 m³.



Gambar 4.5 Grafik Penurunan Konsentrasi Mikroplastik

Jika dibandingkan dengan data konsentrasi mikroplastik sebelum filtrasi dan setelah filtrasi disajikan pada Gambar 4.5 diperoleh bahwa semakin tinggi konsentrasi

partikel mikroplastik sebelum dilakukannya filtrasi maka semakin banyak jumlah mikroplastik yang tersaring pada unit filtrasi. Hasil konsentrasi sebelum dan sesudah dilakukannya filtrasi diperoleh adanya tingkat penurunan pencemaran mikroplastik. Dengan demikian, penggunaan granula cangkang kerang langkitang dinyatakan efektif dalam penyisihan partikel mikroplastik pada sampel air karena adanya keterkaitan antara besar granula cangkang kerang langkitang dengan ukuran mikroplastik yang tersangkut di pori-pori filter. Semakin kecil ukuran dan tebalnya granula cangkang kerang langkitang sebagai media filter maka akan semakin banyak partikel mikroplastik yang tersaring partikel dengan ukuran yang besar dan tebal seperti jenis *fragment*, sedangkan partikel yang melewati granula cangkang dan masih berada dalam air saringan yaitu mikroplastik dengan ukuran yang lebih kecil dari granula cangkang.

Berdasarkan penelitian Istiqomah (2022), penggunaan teknologi media filter pasir dapat mereduksi mikroplastik sebesar 97% dan penggunaan media cangkang kerang ukuran 30 mesh juga memiliki prinsip yang sama dengan pasir. Tingkat efektivitas granula sangat membantu mengembalikan peningkatan kualitas perairan tambak dari pencemaran mikroplastik.

4.3 Pengaruh Ketebalan Media Granula Cangkang Kerang Langkitang

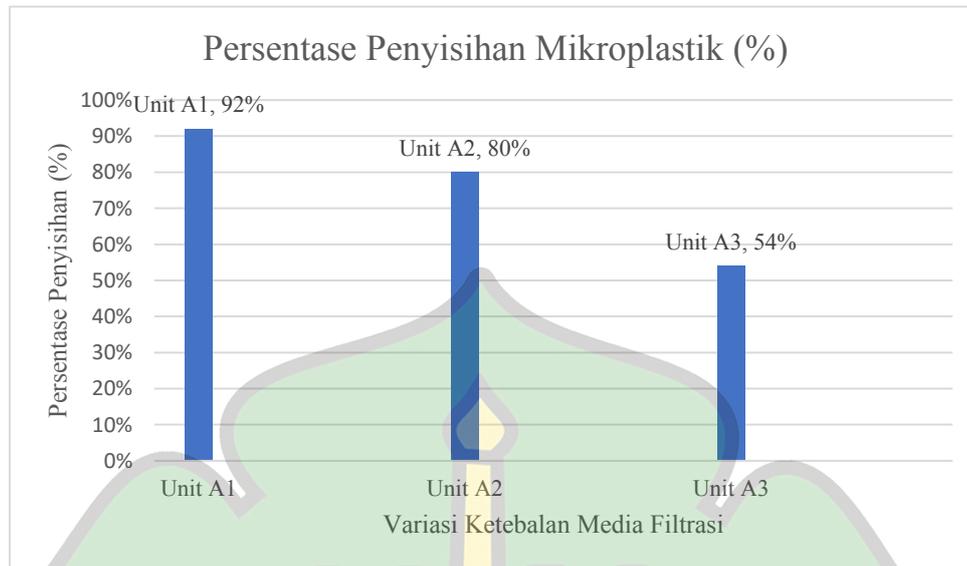
Cangkang kerang langkitang (*Faunus ater*) adalah adsorben yang digunakan sebagai media filter untuk melakukan filtrasi dalam penyisihan partikel mikroplastik pada air limbah tambak udang di gampong Alue Naga. Cangkang langkitang merupakan salah satu limbah yang bisa dijadikan sebagai adsorben karena mengandung senyawa turunan kalsium karbonat (CaCO_3), secara fisik cangkang tersebut memiliki pori-pori yang mampu mengadsorpsi zat-zat lain kedalam pori-pori permukaannya dan dapat mengikat ion-ion tertentu (Istiqomah., 2020).

Cangkang kerang langkitang yang akan digunakan sebagai media filtrasi adalah cangkang yang bebas dari bahan pengotor dan telah diambil isinya, dalam penelitian ini membutuhkan sebanyak 5 kilo cangkang kerang yang utuh, kemudian dioven selama 1 jam dengan suhu 110°C berguna untuk menghilangkan kadar air yang terkandung pada cangkang. Selain dioven, cangkang juga bisa di jemur dibawah sinar matahari tetapi membutuhkan waktu yang lama. Cangkang tersebut kemudian

ditumbuk menggunakan lumpang besi hingga menjadi granula-granula kecil dan bisa juga dihaluskan menggunakan alat alu mortar untuk mendapatkan hasil yang lebih halus. Pada penelitian ini menggunakan 3 unit filtrasi yang masing-masing unit telah di desain dengan variasi ketebalan dan media yang berbeda-beda.

Pada reaktor kedua ketebalan permukaan media filter pada lapisan pertama dari atas yaitu granula cangkang langkitang yang telah diayak menggunakan ayakan ukuran 30 mesh (0,67 mm), hal ini disebabkan agar media filter yang halus menyerap adsorbat partikel mikroplastik agar tidak lolos pada saat melakukan filtrasi. Ketebalan filter granula cangkang kerang adalah pada unit pertama adalah 20 cm, kemudian dilapisi dengan lapisan kedua yaitu pasir kali yang telah diayak menggunakan ayakan ukuran 10 mesh (2,16 mm), filter pasir yang digunakan berfungsi sebagai pengikat dan menahan partikel mikroplastik yang terkandung didalam air limbah, ketebalan filter pasir kali yang digunakan adalah 25 cm dan lapisan terakhir adalah batu kerikil sebagai penyangga dengan ketebalan 15 cm. Hal ini disebabkan karena semakin tebal media filter semakin dan halus ukuran filter yang digunakan akan memperlambat proses filtrasi dan terjadinya kontak antara molekul dan ion-ion atau proses adsorpsi (penjerapan). Oleh karena itu, granula cangkang kerang dengan ketebalan 20 cm lebih banyak menyisihkan partikel mikroplastik dibandingkan dengan granula cangkang dengan ketinggian 10 cm.

Pada unit kedua yaitu menggunakan media filter lapisan atas adalah granula cangkang kerang langkitang dengan ketebalan 10 cm, kemudian pada lapisan kedua yaitu pasir kali dengan ketebalan 25 cm dan pada lapisan ketiga menggunakan batu kerikil dengan ketebalan 15 cm. Pada reaktor ketiga media filtrasi yaitu hanya menggunakan 2 lapisan, media filter atas menggunakan pasir kali dengan ketebalan 25 cm dan lapisan kedua menggunakan batu kerikil dengan ketebalan 15 cm.



Gambar 4.6 Persentase Penyisihan Partikel Mikroplastik

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat persentase penyisihan mikroplastik dari ketiga unit tersebut, unit filtrasi A1 mampu menyisihkan partikel mikroplastik sebanyak 92%. Pada unit filtrasi A2 dapat menyisihkan partikel mikroplastik sebanyak 80%. Selanjutnya pada unit A3 merupakan unit yang tidak menggunakan media filter granula cangkang kerang langitang dan unit paling sedikit dalam penyisihan partikel mikroplastik dibandingkan dengan kedua unit tersebut, unit ini mampu menyisihkan mikroplastik sebanyak 54%. Faktor yang dapat mempengaruhi penurunan persentase kandungan mikroplastik adalah bentuk dan ukuran dari granula cangkang kerang langitang karena semakin kecil ukuran dari granula maka akan semakin banyak mikroplastik yang tertahan, begitu juga dengan ketebalan dari granula cangkang kerang, semakin tebal media filter granula maka akan semakin banyak mikroplastik yang tersisihkan.

Penelitian Sutanhaji dkk (2021), menyatakan bahwa pengolahan limbah mampu menurunkan konsentrasi mikroplastik *fragment* dan *fiber* dengan rata-rata yang sama. Bentuk *fragment* memiliki ukuran yang cenderung lebih besar dari pada bentuk mikroplastik lainnya, sehingga jenis bentuk mikroplastik ini mudah tertahan pada pori-pori filter. Faktor yang mempengaruhi ketinggian bentuk *fragment* pada sampel air limbah tambak udang yang telah difiltrasi karena sungai yang berada di sekitar tambak

menghasilkan limbah pakaian yang berserat sintetis berasal dari pemukiman penduduk di gampong Alue Naga dan aktivitas di sekitar tambak, faktor lain yaitu berasal dari limbah nelayan seperti alat pancing dan jaring ikan karena daerah Alue Naga selain didominasi sebagai tempat wisata juga terkenal pada sektor perikanan setelah Ulee Lee di Kota Banda Aceh. Media filter yang digunakan dalam proses filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Komponen Media Filtrasi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

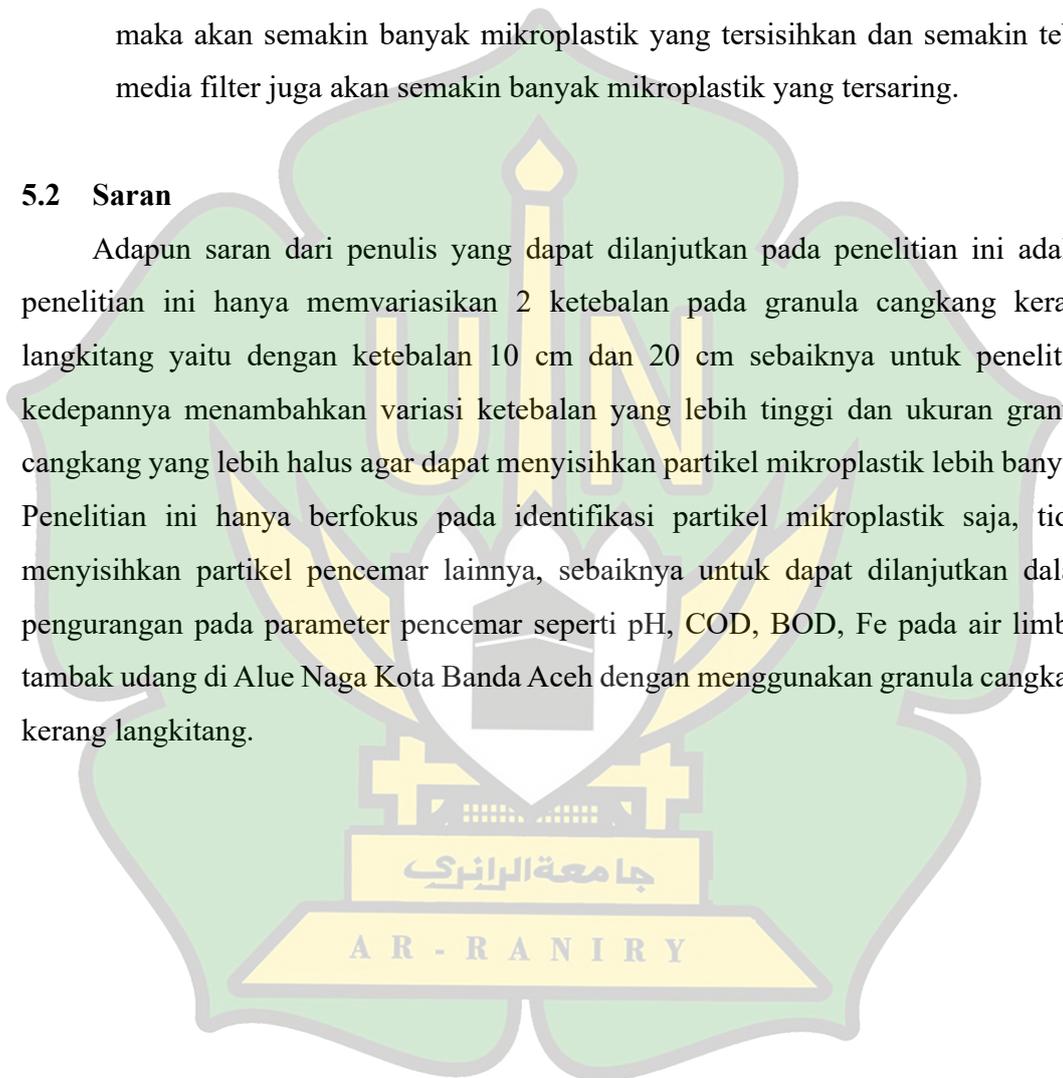
Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang ditemukan pada air limbah tambak udang Alue naga adalah :
 - Penelitian ini menemukan 3 bentuk mikroplastik pada sampel air limbah tambak udang yaitu *fragment*, *filamen* dan *fiber*. Total kelimpahan mikroplastik yang ditemukan setelah filtrasi pada unit A1 adalah sebanyak 17.000 partikel/m³, unit A2 sebanyak 34.000 partikel/m³ dan unit A3 sebanyak 85.000 partikel/m³. Bentuk *fragmen* memiliki ukuran rata-rata yaitu 20.929 μm , bentuk *filamen* memiliki ukuran rata-rata yaitu 22.859 μm dan bentuk *fiber* memiliki ukuran rata-rata yaitu 44.843 μm .
 - Hasil identifikasi warna pada pada ketiga sampel tersebut didapatkan warna paling dominan yaitu warna coklat sebanyak 69 partikel, warna biru sebanyak 26 partikel, warna abu-abu sebanyak 19 partikel, warna merah sebanyak 15 partikel dan warna hijau sebanyak 8 partikel.
 - Jenis polimer mikroplastik yang terkandung di dalam sampel air limbah tambak udang diantaranya adalah *Polyethylene terephthalate* (PET), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyamides* (PA), dan *high density polyethylene* (HDPE).
2. Kemampuan media filter granula cangkang kerang langitang dalam penyisihan partikel mikroplastik pada unit A1 dari 213.000 partikel/m³ menjadi 17.000 partikel/m³, pada unit A2 dari 174.000 partikel/m³ menjadi 34.000 partikel/m³, dan pada unit A3 dari 187.000 partikel/m³ menjadi 85.000 partikel/m³.

3. Persentase penyisihan partikel mikroplastik berdasarkan variasi media adalah pada unit filtrasi A1 mampu menyisihkan partikel mikroplastik sebanyak 92%, pada unit filtrasi A2 sebanyak 80% dan pada unit filtrasi A3 sebanyak 54%. Adapun faktor yang mempengaruhi penurunan partikel mikroplastik adalah pada ukuran dan ketebalan media filter karena semakin kecil ukuran granula maka akan semakin banyak mikroplastik yang tersisihkan dan semakin tebal media filter juga akan semakin banyak mikroplastik yang tersaring.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis yang dapat dilanjutkan pada penelitian ini adalah penelitian ini hanya memvariasikan 2 ketebalan pada granula cangkang kerang langitang yaitu dengan ketebalan 10 cm dan 20 cm sebaiknya untuk penelitian kedepannya menambahkan variasi ketebalan yang lebih tinggi dan ukuran granula cangkang yang lebih halus agar dapat menyisihkan partikel mikroplastik lebih banyak. Penelitian ini hanya berfokus pada identifikasi partikel mikroplastik saja, tidak menyisihkan partikel pencemar lainnya, sebaiknya untuk dapat dilanjutkan dalam pengurangan pada parameter pencemar seperti pH, COD, BOD, Fe pada air limbah tambak udang di Alue Naga Kota Banda Aceh dengan menggunakan granula cangkang kerang langitang.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfaniati R., (2022). Analisis Monitoring Mikroplastik Di Muara Sungai Kota Banda Aceh Dan Aceh Besar. *Skripsi*.
- Anggiani, M., (2020). Potensi Mikroorganismes Sebagai Agen Bioremediasi Mikroplastik Di Laut. *Jurnal Oseana* 45(2): 40–49.
- Artiyani, A., dan Nano, H. F., (2016). Kemampuan Filtrasi *Upflow* Pengolahan Filtrasi *Up Flow* Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Jurnal Industri Inovatif* 6(1): 8–15.
- Ayuningtyas, W. C., (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research* 3(1): 41–45.
- Badan Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS). (2022). Tentang Timbulan Sampah Plastik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS). (2022). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia Tentang Timbulan Sampah.
- Baharuddin, A., dan Muhammad I., (2023). Spasial Analisis Mikroplastik Dengan Metode FT-IR (*Fourier Transform Infrared*) Pada Feses Petani Kerang Hijau. *Jurnal Lingkungan* 6(3): 331–43.
- Bangka. (2019). Analisis Kandungan Logam Berat Pb Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Estuari Sungai Baturusa Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Basri, S. K., Ulfa A., Tri S. M., (2022). Keberadaan Pencemaran Mikroplastik Secara Global Di Lingkungan Akuatik. *Graha Medika Public Health Journal* 1(2): 2829-1956.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh Kota Banda Aceh (2020-2023). Tentang Jumlah Timbulan Sampah Kota Banda Aceh.
- Hanif, W., Pradiptaadi, B.P.A., Yuliadi, L., dan Wardianto, M. (2021). Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendai, Kabupaten Kendai. *Jurnal Of Marine Research*. Vol 10. 1-6.

- Hasibuan, N. H. dkk., (2020). Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri* 20(2): 108.
- Harrun. I. N., (2022). Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Dalam Air, Sedimen dan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Pada Budidaya Tambak Di Kabupaten Sidoarjo.
- Ibrahim, F. T., Jusup S., dan Dwi H., (2023). Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Sedimen Di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research* 12 (1): 144–50.
- Ilmiawati, A., Mela, L., Yusran, D., dan Rachmad, H. (2020). Analisis Mikroplastik Di Insang Dan Saluran Pencernaan Ikan Karang Di Tiga Pulau Kecil dan Terluar Papua, Indonesia. *Jurnal Teknologi Kelautan* 18(4)60.
- Immanuel, T., Fika, D. P., Agung, N., dan Roni S. (2022). Bentuk Dan Sebaran Mikroplastik Di Sedimen Dan Kolom Air Perairan Teluk Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax* 10 (2): 336–43.
- Istiqomah., (2020). Pemanfaatan Media Cangkang Kerang Sebagai Filter Tambak Untuk Mereduksi Mikroplastik Pada Air Laut. *Skripsi*.
- Jannah, M. (2022). Cangkang Keong Langkitang (*Faunus Ater*) Sebagai Biosorben Untuk Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Di Sungai Krueng Reuleng. 4 (2):102. *Skripsi*.
- Kalsum, S, U., Hadrah., Anggrika R, dan Andi I. M., (2023). Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Sungai Batanghari Wilayah Nipah Panjang Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Daur Lingkungan* 6(1): 1.
- Lenoni, B. F., Pramudianto, A. Agung, M. dan Rahmad, Y. (2022). Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Sedimen Di Perairan Semarang, Jawa Tengah.
- Ma'ruf A., Riandi, I., Amir, A., dan Mahfud K. (2022). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 5(1): 40–49.
- Makrma H., Rangkuti, I., Wahyu, G., dan Yolanda, P. (2022). Mikroplastik Pada Tentakel Dan Pencernaan Cumi – Cumi Dari TPI Tambak Lorok. *Journal of*

- Marine Research*. 11(3): 467–74.
- Mashadi, A. Bambang S. Anis R., dan Muhammad A., (2018). Peningkatan Kualitas Ph, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*. 1(2): 105.
- Nasri, M Z., Kusmita, Tri., Resta, Lucya I., dan Charollyne, F., (2022). Kelurahan Simpang Iii Sipin Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. 152–55.
- Nur F., Isma, R., Purnama, K., dan Arif, S. (2022). Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Serta Potensi Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia. 7: 89–95.
- Pratama, H., Yohanna L, H., dan Bambang S., (2017). Efektifitas *Backwashing* Untuk Menjaga Kinerja *Rapid Sand Filter* Di Daerah Gambut. *Jurnal Fakultas Teknik* 4(1): 1–8.
- Rahmi, N., dan Selvi., (2021). Pemungutan Cukai Plastik Sebagai Upaya Pengurangan Sampah Plastik. *Jurnal Pajak Vokasi (JUPASI)*. 2(2): 66–69.
- Riyanto, E. Muhammad T., dan Meta S. (2021). Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) Dalam Air Sumur Gali Dengan Metode Variasi Waktu Aerasi Filtrasi Menggunakan Aerator Gelembung dan Variasi Saringan Pasir Lambat. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil*. 5(1):1-9.
- Sari W, Nindya M, Yumna F, dan Anjas W. (2018). Analisis Fotokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Gorocho Merah. 2(1):30.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) Nomor 06-2412-1991. Tentang Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air.
- Septiani, B, A., Imam, G., Effendi, J., dan Riskiana, R. (2019). Pengelolaan Sampah Plastik Di Salatiga. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(1): 90.
- Sihombing, R, P., dkk. (2022.) Rancang Bangun Sistem Pengolahan Air Jernih Di Kampung Wisata Sablon. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 5(1): 82.
- Sutanhaji, A,T., Bambang R., dan Nazarina T, F. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan Di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 8(2): 74–84.
- Wicaksono, E, A. (2022). Ancaman Pencemaran Mikroplastik Dalam Kegiatan

Akuakultur Di Indonesia. *Journal of Fisheries and Marine Science* 5: 77–91.
World Economic Forum. (2018). Danu Damarjati. Tentang Timbulan Sampah Plastik.



LAMPIRAN A

PERHITUNGAN

1. Perhitungan Mikroplastik Sebelum Filtrasi

$$\text{Kelimpahan mikroplastik } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Sampel A1: } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$MP_s = \frac{213 \text{ partikel/m}^3}{0,001 \text{ m}^3}$$

$$MP_s = 213.000 \text{ partikel/m}^3$$

$$\text{Sampel A2: } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$MP_s = \frac{174 \text{ partikel/m}^3}{0,001 \text{ m}^3}$$

$$MP_s = 174.000 \text{ partikel/m}^3$$

$$\text{Sampel A3: } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$MP_s = \frac{187 \text{ partikel/m}^3}{0,001 \text{ m}^3}$$

$$MP_s = 187.000 \text{ partikel/m}^3$$

2. Kelimpahan Mikroplastik Setelah Filtrasi

$$\text{Kelimpahan mikroplastik } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Sampel A1: } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$MP_s = \frac{17 \text{ partikel/m}^3}{0,001 \text{ m}^3}$$

$$MP_s = 17.000 \text{ partikel/m}^3$$

$$\text{Sampel A2: } MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

$$MP_s = \frac{34 \text{ partikel/m}^3}{0,001 \text{ m}^3}$$

$$MP_s = 34.000 \text{ partikel/m}^3$$

Sampel A3: $MP_s = \frac{\text{jumlah partikel } MP_s \text{ (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$

$$MP_s = \frac{85 \text{ partikel/m}^3}{0,001 \text{ m}^3}$$

$$MP_s = 85.000 \text{ partikel/m}^3$$

3. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Partikel Mikroplastik

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas unit A1} &= \frac{213.000 - 17.000}{213.000} \times 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas unit A2} &= \frac{174.000 - 34.000}{174.000} \times 100\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas unit A3} &= \frac{187.000 - 85.000}{187.000} \times 100\% \\ &= 54\% \end{aligned}$$

4. Perhitungan Pengukuran Rata-Rata Bentuk Mikroplastik

No	Fiber	Filamen	Fragmen
1	12413	23546	13164
2	65432	21842	15543
3	49821	8135	20853
4	77498	25987	9580
5	41932	15543	19522
6	38853	29273	12941
7	27950	43765	6894
8		9534	34258
9		17288	55678

No	Fiber	Filamen	Fragmen
10		33679	20853
Hasil Rata-rata	44842.714	22859.2	20928.6

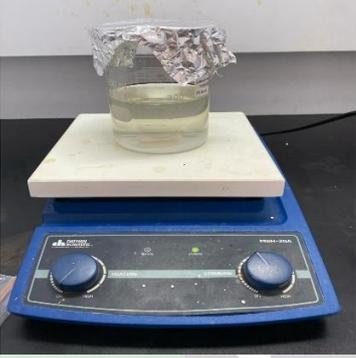


LAMPIRAN B
DOKUMENTASI PENELITIAN

NO	GAMBAR	KETERANGAN
1		<p>Memasukkan media filter kedalam unit filtrasi</p>
2		<p>Media filter pasir kali di ayak menggunakan mesh ukuran 10.</p>

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

NO	GAMBAR	KETERANGAN
3		Cangkang kerang langkitang dihaluskan menggunakan lesung besi dan juga alat lumpang
4		Sampel dihomogenkan selama 30 menit setelah ditambahkan larutan NaCl dan H ₂ O ₂ 30%.
5		Memasukkan sampel kedalam alat vacuum filtrasi

NO	GAMBAR	KETERANGAN
6		Identifikasi jenis, bentuk dan warna mikroplastik menggunakan mikroskop

