

TA/TL/2025/2060



JURUSAN  
TEKNIK LINGKUNGAN

## **TUGAS AKHIR**

### **Studi Literatur Penyisihan Mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum**

**Fariyah Tyana Parawansa**  
**20513211**

**Dosen Pembimbing:**  
**Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.**

**Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**  
**2025**



DEPARTMENT  
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

## **BACHELOR THESIS**

### **Literature Study on Microplastic Removal in Drinking Water Treatment Plants**

**Farihah Tyana Parawansa**

**20513211**

**Supervisor:**

**Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.**

**Environmental Engineering Bachelor Program**

**Faculty of Civil Engineering and Planning**

**Universitas Islam Indonesia**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

**Studi Literatur Penyisihan Mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air  
Minum**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

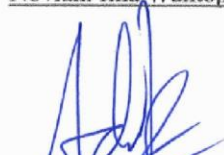
**Fariyah Tyana Parawansa**  
**20513211**

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 22 September 2025 dan disetujui oleh:



Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

(Pembimbing 1)



Adam Rus Nigroho, S.T., M.T., Ph.D.

(Penguji 1)

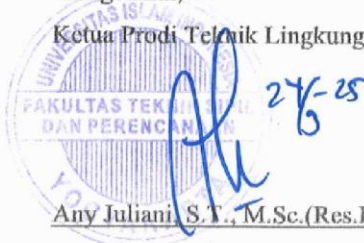


24.9.25

Puji Lestari S.Si., M.Sc., Ph.D.

(Penguji 2)

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana



Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

## PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
  - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
  - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 25 September 2025

Yang membuat pernyataan,



Farihah Tyana Parawansa  
20513211

## **PRAKATA**

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, Allah Subhanahu Wata'ala, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Studi Literatur Penyisihan Mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum." Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, yang menjadi panutan dan suri tauladan sepanjang zaman.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selama proses penyusunan laporan, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan ini.

Dengan hati yang tulus, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi kepada:

1. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang senantiasa memberikan bimbingan, bantuan, arahan, serta saran dalam pengerjaan Tugas Akhir ini hingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., dan Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan baik dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam menempuh pendidikan melalui program beasiswa yang diberikan. Penulis bersyukur dapat menempuh pendidikan berkualitas dan berbagai pengalaman berharga selama masa studi. Penulis bertekad untuk menjadi alumni

yang dapat memberikan kontribusi positif di masyarakat dan membawa nama baik Universitas Islam Indonesia.

4. Kedua orang tua, Bapak Musta'in dan Ibu Muti'atul Mu'awanah. Rasa syukur dan terima kasih penulis sampaikan atas segala bentuk cinta yang tucurahkan tanpa mengenal waktu dan tempat. Setiap langkah penulis dalam menggapai cita-cita adalah wujud dari pengorbanan dan kasih sayang luar biasa Bapak dan Ibu yang tidak pernah bisa dibandingkan atau tergantikan oleh apapun. Terima kasih atas pelajaran hidup yang membuat penulis berani bermimpi besar. Semoga Allah senantiasa menganugerahkan kesehatan, keberkahan, serta umur panjang kepada Bapak dan Ibu, sehingga dapat terus menyertai penulis dalam setiap tahap perjalanan hidup penulis.
5. Mas Tofa dan Adik Hafidh, saudara tercinta penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan dalam berbagai rupa. Kehadiran kalian merupakan sumber inspirasi dan semangat penulis dalam menjalani setiap proses yang ada.
6. Seluruh dosen, staff, dan keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bimbingan, pengalaman, dan ilmu berharga yang telah diberikan. Semoga dengan bekal ilmu yang diperoleh selama masa studi, penulis dapat menebarkan kemanfaatan di masa mendatang.
7. Diva, Siti, Syifa, Bila, Mba Isti dan Mba Diya sebagai teman baik yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan dalam suka maupun duka selama masa studi. Kehadiran kalian merupakan bagian penting dalam perjalanan akademis penulis.
8. Kepada diri sendiri yang telah sampai di tahap ini. Terima kasih karena tidak menyerah di masa-masa sulit dan terus berjuang. Terima kasih karena tidak lelah dalam menumbuhkan keberanian

dan keteguhan hati. Semoga Allah senantiasa memberikan petunjuk dan ridho dalam setiap langkah yang ditempuh.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan Tugas Akhir ini karena keterbatasan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, segala kritik maupun saran sangat diharapkan untuk menyempurnakan penulisan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

*Billahi taufiw wal hidayah, Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Sleman, 23 September 2025

Farihah Tyana Parawansa

## **Studi Literatur Penyisihan Mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum**

Mahasiswa : Farihah Tyana Parawansa  
NIM : 20513211  
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana  
Pembimbing : Noviani Ima Wantoputri, S.T., MT.

### **Abstrak**

Mikroplastik telah banyak ditemukan mencemari lingkungan perairan, salah satunya sungai yang menjadi sumber air baku air minum. Instalasi pengolahan air minum memiliki peran penting dalam penyisihan mikroplastik dalam air baku dan mencegah kontaminasi mikroplastik pada air minum. Penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum perlu mendapat perhatian. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perkembangan penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum. Selain itu, alternatif unit pengolahan untuk menyisihkan mikroplastik juga dikaji. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis bibliometrik dengan jenis analisis *co-occurrence* untuk melihat hubungan antarkata kunci. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak *VOSviewer*. Pengumpulan data sekunder menggunakan *database Dimensions* dengan kata kunci "*microplastic removal in drinking water treatment*". Penelitian menghasilkan empat *cluster* dengan masing-masing *cluster* mewakili topik yang berhubungan erat yaitu: (1) Karakteristik mikroplastik yang ditemukan dalam pengolahan air minum, unit pengolahan yang berperan dalam penyisihan mikroplastik, dan efisiensi penyisihan mikroplastik. (2) Kelimpahan mikroplastik di sumber air baku dan potensi kontaminasinya pada air minum, serta potensi risiko kontaminasi mikroplastik pada air minum terhadap kesehatan manusia. (3) Jenis plastik yang ditemukan dalam proses pengolahan air minum. (4) Faktor yang mempengaruhi penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum. Alternatif teknologi yang mampu menyisihkan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air dan banyak dibahas dalam penelitian adalah kombinasi teknologi konvensional meliputi koagulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

Kata kunci: analisis bibliometrik, instalasi pengolahan air minum, mikroplastik, *VOSviewer*

## ***Literature Study on Microplastic Removal in Drinking Water Treatment Plants***

*Student* : Farihah Tyana Parawansa  
*Student Number* : 20513211  
*Study Program* : Environmental Engineering – Bachelor Program  
*Supervisor* : Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T

### ***Abstract***

*Microplastics have been widely found to pollute aquatic environments, including rivers that are sources of raw water for drinking water. Drinking water treatment plants play an important role in removing microplastics from raw water and preventing microplastic contamination in drinking water. The removal of microplastics in drinking water treatment plants needs attention. This study aims to examine the development of research related to microplastic removal in drinking water treatment plants. Additionally, alternative treatment units for removing microplastics are also investigated. The method used in this study is bibliometric analysis with co-occurrence analysis to examine the relationships between keywords. Data processing was conducted using the VOSviewer software. Secondary data collection was conducted using the Dimensions database with the keyword “microplastic removal in drinking water treatment”. The study identified four clusters, each representing closely related topics, namely: (1) Characteristics of microplastics found in drinking water treatment, treatment units involved in microplastic removal, and microplastic removal efficiency. (2) The abundance of microplastics in raw water sources and their potential contamination of drinking water, as well as the potential health risks of microplastic contamination in drinking water to human health. (3) The types of plastic found in drinking water treatment processes. (4) Factors influencing microplastic removal in drinking water treatment facilities. An alternative technology capable of removing microplastics in water treatment plants and widely discussed in research is the combination of conventional technologies, including coagulation, sedimentation, and filtration.*

*Keywords: bibliometric analysis, drinking water treatment plant, microplastics, VOSviewer*

## DAFTAR ISI

PRAKATA .....	iii
Abstrak.....	vi
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pengertian Mikroplastik.....	5
2.2 Karakteristik Mikroplastik.....	5
2.3 Sumber Mikroplastik .....	6
2.4 Dampak Mikroplastik .....	7
2.5 Baku Mutu Mikroplastik di Lingkungan .....	8
2.6 Instalasi Pengolahan Air Minum.....	8
2.6.1 Instalasi Pengolahan Air Minum Konvensional .....	8
2.6.2 Pengolahan Air Minum Non-Konvensional .....	10
2.7 <i>Bibliometric Analysis</i> .....	12
2.8 <i>VOSviewer</i> .....	12
BAB III METODE PENELITIAN .....	16
3.1 Kerangka Studi.....	16
3.2 Identifikasi Sumber Literatur dan Pengumpulan Data.....	18
3.3 Pemetaan Literatur dan Analisis Data .....	19
3.4 Tahap Visualisasi Data dengan <i>VOSviewer</i> .....	19
3.4.1 Tahap Interpretasi Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24

4.1 Tren Penelitian Berdasarkan Publikasi per Tahun .....	24
4.2 Analisis dan Visualisasi Data dengan <i>VOSviewer</i> .....	25
4.2.1 <i>Network Visualization</i> .....	25
4.2.2 <i>Overlay Visualization</i> .....	29
4.2.3 <i>Density Visualization</i> .....	30
4.2.4 Pasangan Bibliografi Negara .....	31
4.3 Teknologi Penyisihan Mikroplastik pada Pengolahan Air Minum	34
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	41
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	42
<b>LAMPIRAN</b> .....	46
Lampiran .....	46
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	55

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Jenis mikroplastik berdasarkan bentuk.....	6
Tabel 4.1 Kata kunci dan jumlah kemunculan bersama dengan kekuatan tautan.....	26
Tabel 4.2 Pasangan bibliografi negara.....	32
Tabel 4.3 Alternatif teknologi penyisihan mikroplastik dan efisiensinya..	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka berpikir penelitian .....	2
Gambar 2.1 Contoh Network visualization VOSviewer. ....	14
Gambar 2.3 Contoh visualisasi data dengan VOSviewer yang menunjukkan kedalaman trend penelitian – Density visualization.....	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	17
Gambar 3.2 Diagram alir pengumpulan data dan pengolahan data.....	18
Gambar 3.3 Ekspor dokumen pada <i>database</i> .....	20
Gambar 3.4 Tampilan awal <i>VOSviewer</i> .....	20
Gambar 3.5 Tahap membuat peta kerja dari data bibliografi .....	21
Gambar 3.6 Input file dari <i>database</i> yang digunakan.....	22
Gambar 3.7 Memilih tipe analisis yang akan digunakan.....	22
Gambar 3.8 Seleksi kata kunci sesuai tema penelitian .....	23
Gambar 4.1 Publikasi tahunan topik penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum berdasarkan <i>database dimensions</i> ...	24
Gambar 4.2 <i>Keyword Visualization</i> .....	26
Gambar 4.3 <i>Overlay Visualization</i> .....	29
Gambar 4.4 <i>Density Visualization</i> .....	30
Gambar 4.5 Visualisasi <i>networking</i> pasangan bibliografi negara .....	32
Gambar 4.6 Detail visualisasi <i>networking</i> negara yang memiliki jaringan kolaborasi. ....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahap pengumpulan dan penyaringan data dari <i>database dimensions</i> .....	46
Lampiran 2. Membuat peta kerja pada <i>VOSviewer</i> .....	48
Lampiran 3. Menginput data yang diperoleh dari <i>database dimensions</i>	50
Lampiran 4. Seleksi kata kunci.....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Aktivitas manusia abad ini tidak terlepas dari penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini berkaitan erat dengan awal mula tujuan dibuatnya plastik yaitu untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan suatu produk (Hanifah *et al.*, 2023). Seiring berjalannya waktu, penggunaan plastik semakin menjangkau banyak sektor diantaranya adalah sektor transportasi, industri, hingga domestik dan menjadi hal yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia saat ini. Hal tersebut berdampak pada produksi plastik yang terus meningkat. Peningkatan produksi plastik ini tidak sejalan dengan kemampuan plastik untuk terdegradasi di lingkungan. Ditambah dengan sistem pengelolaan sampah yang kurang optimal, keberadaan plastik di lingkungan dapat menjadi ancaman tersendiri.

Plastik membutuhkan waktu selama ratusan hingga ribuan tahun untuk terdegradasi secara sempurna (Klein *et al.*, 2018). Plastik terdegradasi menjadi plastik yang berukuran lebih kecil hingga sangat kecil yang disebut dengan mikroplastik. Mikroplastik memiliki ukuran kurang dari 5 mm (Victoria, 2017). Mikroplastik terbentuk dari degradasi polimer plastik yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, kontaminasi bahan kimia, dan faktor lain yang dapat memutus ikatan polimer plastik (Gasperi *et al.*, 2019). Mikroplastik dapat mencemari lingkungan baik udara, tanah, air tawar, dan perairan laut (Prata, 2018).

Mikroplastik telah teridentifikasi mencemari ekosistem perairan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai Progo dan Sungai Opak merupakan dua sungai besar di Provinsi DIY yang menjadi sumber air baku serta telah teridentifikasi mengandung mikroplastik (Safitri *et al.*, 2022). Kelimpahan mikroplastik di Sungai Progo ditemukan berkisar antara 75,02 hingga 435,53 partikel/m<sup>3</sup> (Alvriano, 2023). Mikroplastik juga ditemukan pada Perairan Sungai Opak dengan kelimpahan sekitar 4,15 hingga 23,55 partikel/L (Malau, 2023). Kehadiran mikroplastik pada sungai-sungai di DIY yang menjadi sumber air baku

berpotensi terhadap adanya kontaminasi mikroplastik pada air minum. Mikroplastik ditemukan pada Instalasi Pengolahan Air Kamijoro Kabupaten Bantul dengan kelimpahan pada sampel inlet sebesar 3.372 partikel/liter, sedangkan untuk bak outlet diperoleh kelimpahan sebesar 1.416 partikel/liter (Safitri *et al.*, 2022).

Partikel mikroplastik yang terakumulasi dalam tubuh dapat mengakibatkan kerusakan organ secara fisik dan kimia serta bersifat karsinogenik (Oehlmann *et al.*, 2009). Individu yang mengkonsumsi air dalam kemasan diprediksi menelan 90.000 partikel dibanding 4000 partikel dengan hanya mengkonsumsi air kran (Rahman *et al.*, 2020). Mikroplastik berpotensi masuk ke dalam tubuh manusia akibat mengkonsumsi makanan dan minuman yang telah tercemar mikroplastik (Thompson *et al.*, 2009).

Setiap teknologi pengolahan air minum memiliki kemampuan dalam penyisihan mikroplastik. Keberhasilan teknologi yang digunakan pada pengolahan air minum dalam penyisihan pencemar mikroplastik dipengaruhi oleh mekanisme pada teknologi tersebut (Novotna *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan kajian terhadap perkembangan penelitian mengenai penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum. Studi literatur ini diharapkan dapat memberikan alternatif teknologi unit pengolahan air minum dalam penyisihan mikroplastik. Kerangka berpikir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir penelitian

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini:

- 1) Bagaimana perkembangan penelitian mengenai penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum?
- 2) Apa saja alternatif unit pengolahan untuk menyisihkan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu:

- 1) Mengidentifikasi Perkembangan penelitian mengenai penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum.
- 2) Mengkaji alternatif unit pengolahan untuk menyisihkan mikroplastik pada instalasi Pengolahan Air Minum.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- 1) Manfaat Bagi Akademisi/Pengembangan IPTEK  
Dapat dijadikan referensi untuk melakukan penelitian mikroplastik lainnya dan pengembangan teknologi yang berkaitan dengan mikroplastik.
- 2) Manfaat Bagi Masyarakat  
Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai adanya potensi keberadaan mikroplastik pada air baku dan air minum.
- 3) Manfaat Bagi Pemerintah  
Dengan adanya studi literatur penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum, penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya pemerintah dalam mengendalikan pencemaran mikroplastik.

## 1.5 Ruang Lingkup

Beberapa batasan kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sumber literatur yang digunakan adalah penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum secara global.
2. Penelitian menggunakan jurnal internasional dengan *database Dimensions*
3. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan *scoping review*.
4. Teknik analisis yang digunakan pada studi literatur ini adalah analisis data deskriptif dengan metode *bibliometric analysis*.
5. Visualisasi data dilakukan dengan perangkat lunak *VOSviewer*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Mikroplastik**

Mikroplastik merupakan plastik dengan dimensi utama atau diameter kurang dari 5 mm (Horton & Clark, 2018). Mikroplastik dibagi menjadi 2 jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Arthur *et al.*, 2008). Mikroplastik primer merupakan plastik yang diproduksi dalam ukuran mikroskopis untuk tujuan tertentu seperti serat sintetis pakaian dan bantal, microbeads pada kosmetik dan produk kebersihan, serta pelet yang digunakan dalam industri plastik. Sedangkan mikroplastik sekunder terbentuk melalui beberapa proses degradasi plastik menjadi partikel yang sangat kecil (Napper & Thompson, 2016).

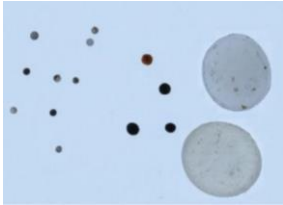
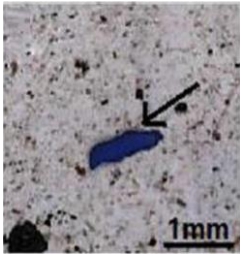


Terbentuknya mikroplastik sekunder dapat terjadi melalui fragmentasi dan degradasi. Plastik besar dapat terpecah menjadi potongan kecil melalui proses fisik seperti abrasi, gesekan, atau tekanan. Sinar ultraviolet (UV) dapat memecah ikatan kimia dalam struktur plastik sehingga material plastik menjadi rapuh dan pecah menjadi partikel kecil. Reaksi kimia antara benda plastik dengan senyawa kimia lainnya dapat mempercepat degradasi plastik (GESAMP, 2015). Jenis plastik yang paling banyak diproduksi adalah polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET), polystyrene (PS), polyurethane (PUR), polyvinyl chloride (PVC) dan polycarbonate (PC) (Li *et al.*, 2016).

#### **2.2 Karakteristik Mikroplastik**

Karakteristik mikroplastik dapat diidentifikasi berdasarkan berbagai bentuk, warna dan ukuran (Peng *et al.*, 2017). Mikroplastik ditemukan di perairan dalam berbagai warna seperti transparan, merah, putih, biru hitam. Mikroplastik dibedakan dalam ukuran 1 hingga 5 mm yang disebut dengan *large microplastic* serta ukuran 1  $\mu\text{m}$  hingga 1 mm yang disebut dengan *small microplastic* (Peng *et al.*, 2017). Berdasarkan bentuknya, mikroplastik dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, yaitu *fiber*, *film*, *fragmen*, *foam* dan *pellet* (Cai *et al.*, 2017). Jenis

mikroplastik berdasarkan bentuk dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis mikroplastik berdasarkan bentuk

Jenis	Bentuk	Keterangan
<i>Pellet</i>		Berbentuk seperti biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
<i>Fragment</i>		Bentuk tidak beraturan, kristal, granula, serpihan
<i>Fiber (serat)</i>		Berbentuk seperti helaian benang
<i>Film</i>		Berbentuk lembaran

### 2.3 Sumber Mikroplastik

Sumber mikroplastik dapat diidentifikasi berdasarkan jenisnya. Mikroplastik dengan bentuk pelet dapat berasal dari bahan baku industri plastik yang terlepas ke lingkungan selama proses produksi dan transportasi. Mikroplastik bentuk *fragmen* berasal dari pecahan benda plastik yang lebih besar seperti kantong plastik, botol plastik dan wadah plastik yang terdegradasi menjadi potongan kecil akibat paparan

sinar matahari, abrasi, atau proses fisik lainnya (Cole *et al.*, 2011). Mikroplastik berbentuk serat dapat berasal dari serat pakaian, industry tekstil, dan benda berbahan dasar serat yang terlepas selama pencucian atau pemakaian (Browne *et al.*, 2011). Mikroplastik dengan bentuk *film* berasal dari potongan tipis benda plastik yang mengalami degradasi.

Lindi dari proses pengolahan sampah yang tidak dikelola dengan baik juga menjadi sumber mikroplastik. Lindi dapat terdistribusi ke saluran drainase, sungai atau badan air lainnya (Cole *et al.*, 2011). Penelitian yang dilakukan Browne *et al.* (2011), menemukan bahwa pencucian baju juga menyebabkan kontaminasi mikroplastik pada air limbah rumah tangga yang didominasi oleh fiber dan polimer polyester.

#### **2.4 Dampak Mikroplastik**

Mikroplastik telah ditemukan di lingkungan mulai dari perairan laut, sungai, sedimen, tanah, hingga udara. Keberadaan mikroplastik di lingkungan dapat menjadi ancaman tersendiri bagi ekosistem. Mikroplastik dapat masuk ke dalam jaringan hewan melalui konsumsi atau respirasi (Dewi, 2022).

Ditemukan partikel mikroplastik dalam saluran pencernaan kepiting pantai (*Carcinus maenas*) di area pelabuhan Troon, Skotlandia (Watts *et al.*, 2014). Mikroplastik juga ditemukan pada 7 dari 10 sampel ikan tenggiri di TPI Muara Angke Jakarta (Handayani *et al.*, 2024). Ketika hewan sarat mikroplastik dikonsumsi oleh predator, mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh pengumpan tingkat trofik yang lebih tinggi (Dewi, 2022).

Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, dan bahkan melalui pernapasan. Sebuah penelitian dilakukan terhadap 20 orang relawan yang sehat untuk mengidentifikasi apakah ada kandungan mikroplastik dalam darah mereka. Hasilnya adalah ditemukan dua puluh empat jenis polimer mikroplastik dalam sampel darah dari 18 orang relawan (Leonard *et al.*, 2024).

Partikel mikroplastik yang terakumulasi dalam tubuh potensial mengakibatkan kerusakan organ secara fisik dan kimia serta bersifat karsinogenik

(Oehlmann *et al.*, 2009). Sifat mikroplastik yang persisten mampu mengubah keseimbangan metabolisme dan dapat menyebabkan peradangan kronis serta meningkatkan risiko kanker (Prata *et al.*, 2020). Individu yang mengkonsumsi air dalam kemasan diprediksi menelan 90.000 partikel dibanding 4000 partikel dengan hanya mengkonsumsi air kran (Rahman *et al.*, 2020). Mikroplastik berpotensi masuk ke dalam tubuh manusia akibat mengkonsumsi makanan dan minuman yang telah tercemar mikroplastik (Thompson *et al.*, 2009).

## **2.5 Baku Mutu Mikroplastik di Lingkungan**

Hingga saat ini Indonesia belum memiliki regulasi yang mengatur terkait baku mutu mikroplastik di lingkungan. Penentuan baku mutu mikroplastik membutuhkan waktu yang lama. Beberapa tahapan dibutuhkan mulai dari pengumpulan data dasar terkait kondisi lingkungan hingga uji toksisitas terhadap beberapa organisme (Antara, 2024).

Melalui Dokumen Kajian Penetapan Baku Mutu Mikroplastik Tahun 2024, ECOTON (*Ecological Observation and Wetlands Conservation*) bersama Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik menjalin kerjasama dan Menyusun strategi untuk mengusulkan baku mutu mikroplastik di ekosistem Indonesia. Usulan baku mutu mikroplastik tersebut diajukan kepada DPR RI, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi dan Kementerian Kesehatan. Sejak tahun 2017 hingga saat ini ECOTON telah melakukan penelitian dan mengumpulkan data-data mikroplastik di seluruh objek biologi di Indonesia. Data diperoleh dari penelitian langsung di lapangan maupun menggunakan data sekunder dari jurnal-jurnal ilmiah. Data yang diperoleh tersebut dapat digunakan sebagai referensi penentuan baku mutu mikroplastik melalui metode kerangka manajemen risiko untuk ekosistem perairan.

## **2.6 Instalasi Pengolahan Air Minum**

### **2.6.1 Instalasi Pengolahan Air Minum Konvensional**

Teknologi pengolahan air minum secara konvensional terdiri atas koagulasi, flokulasi, sedimentasi serta filtrasi dengan media pasir dan filter dengan karbon

aktif (Novotna *et al.*, 2019). Secara umum, pengolahan air minum konvensional terdiri atas proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

a. Prasedimentasi

Unit prasedimentasi digunakan sebagai unit pendahuluan pada pengolahan air. Pengendapan dilakukan dengan prinsip gaya gravitasi tanpa penambahan bahan kimia. Air baku yang disalurkan dari unit *intake* masuk ke unit prasedimentasi agar partikel yang lebih besar dapat mengendap di dasar tangki atau *reservoir*. Prasedimentasi umumnya diterapkan sebagai langkah *pre-treatment* pada pengolahan air ketika air baku mengandung padatan tersuspensi yang relatif banyak dan berat seperti lumpur dan pasir. Pada IPAM Karangpilang III Surabaya, unit prasedimentasi mampu menyisihkan kandungan mikroplastik pada air dengan efisiensi penyisihan sebesar 33,33% (Mar`atusholihah *et al.*, 2021).

b. Koagulasi-Flokulasi dan Sedimentasi

Koagulasi-flokulasi adalah metode utama dalam pengolahan secara kimia di sistem pengolahan air. Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan koagulan, sedangkan flokulasi adalah proses tumbukan sehingga partikel yang tidak stabil menjadi flok-flok besar. Flok hasil proses koagulasi-flokulasi diendapkan pada tangki sedimentasi dengan prinsip pengendapan secara gravitasi. Flok terkumpul dan mengendap sebagai lumpur di dasar tangki sedimentasi, sedangkan air bersih keluar dari tangki sedimentasi melalui bak pengumpul di bagian atas tangki. Unit koagulasi-flokulasi yang dikombinasikan dengan pengendapan (sedimentasi) dapat menyisihkan 40,5%-54,5% mikroplastik dalam air (Wang *et al.*, 2019) .

c. Filtrasi

Filtrasi merupakan teknologi pemisahan zat padat dengan zat cair. Prinsip kerja pada filtrasi adalah terjadi penyaringan. Teknologi filtrasi yang paling sering dijumpai dalam pengolahan air minum adalah dengan saringan pasir (*sand filter*). Di dalam unit filtrasi, jenis dan ukuran media filter yang digunakan akan mempengaruhi efisiensi penyisihan partikel. Teknologi pengolahan air minum dengan unit koagulasi-flokulasi dan filtrasi pasir

mampu menyisihkan mikroplastik sebesar 70%. Penambahan granular activated carbon (GAC) mampu menyisihkan mikroplastik sebesar 81% (Pivokonsky *et al.*, 2018).

d. Pengolahan Lumpur

Mikroplastik yang telah disisihkan dari proses pengolahan akan terkonsentrasi pada limbah padat berupa lumpur hasil pengolahan. Lumpur yang mengandung mikroplastik membutuhkan penanganan yang tepat untuk mencegah kontaminasi kembali mikroplastik ke lingkungan. Secara umum, ada beberapa bentuk pengolahan lumpur hasil samping pengolahan air minum yaitu *thickening*, *dewatering*, *conditioning*, *drying*, dan *disposal and reuse* (Julian *et al.*, 2015). *Thickening* dan *dewatering* merupakan proses pemekatan lumpur untuk mengurangi volume lumpur. *Conditioning* memperbaiki kemampuan lumpur untuk memadat dengan penambahan zat kimia. *Drying* merupakan metode penghilangan kandungan air dalam lumpur melalui pemanasan atau penjemuran. *Reuse* merupakan pemanfaatan kembali lumpur setelah melalui proses stabilisasi. Sedangkan apabila lumpur tidak dapat diolah dan digunakan kembali, lumpur dapat dibuang secara aman ke *landfill*. Lumpur yang mengandung mikroplastik berpotensi melepaskan kembali mikroplastik ke lingkungan apabila tidak diolah lebih lanjut dengan penanganan yang tepat.

### **2.6.2 Pengolahan Air Minum Non-Konvensional**

Instalasi pengolahan air non-konvensional lebih mengarah pada penggunaan teknologi baru yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan fleksibel untuk berbagai kondisi sumber air. Salah satu teknologi pengolahan air non konvensional adalah filtrasi membran. Filtrasi membran menggunakan membran yang memiliki pori-pori dengan ukuran mikroskopis (biasanya nanometer hingga mikrometer) yang hanya memungkinkan partikel tertentu, seperti molekul air atau ion kecil, untuk melewati. Membran ini bertindak seperti penyaring yang sangat halus, yang menghalangi partikel lebih besar atau bahan yang tidak diinginkan. Filtrasi

membran dibagi dalam beberapa jenis, yaitu *Reverse Osmosis* (RO), *Nanofiltration* (NF), *Ultrafiltration*, dan *Microfiltration* (Nurimaba, 2023).

a. *Reverse Osmosis* (RO)

Prinsip dasar *reverse osmosis* adalah proses pemisahan partikel-partikel yang terlarut dalam air dengan menggunakan membran semipermeabel. Air diberikan tekanan tinggi untuk memaksa air melewati membran semipermeabel. Air yang berhasil melewati membran ini merupakan air murni dan bebas dari sebagian besar kontaminan, sedangkan zat terlarut (seperti garam, kotoran, logam berat, dll.) akan terkumpul di sisi lainnya.

b. *Nanofiltration* (NF)

Membran yang digunakan dalam NF memiliki ukuran pori sekitar 1-10 nanometer (nm). Membran NF memiliki ukuran pori yang lebih besar daripada RO, sehingga memungkinkan penyaringan senyawa-senyawa yang lebih besar.

c. *Ultrafiltration* (UF)

Membran UF memiliki ukuran pori sekitar 1-100 nanometer (nm), yang lebih besar daripada pada teknologi *Nanofiltration* (NF). UF umumnya digunakan dalam pengolahan air untuk penyaringan yang lebih kasar daripada *Reverse Osmosis* (RO) atau *Nanofiltration* (NF), tetapi masih efektif dalam memisahkan partikel-partikel yang lebih besar dan menjaga kualitas air yang diinginkan. Berdasarkan penelitian Rachmawati (2021) yang dilakukan pada IPA di Sidoarjo, Membran UF mampu menyisihkan mikroplastik lebih baik daripada unit konvensional. Berdasarkan penelitian, efisiensi penyisihan mikroplastik menggunakan membran hingga 99,9%, namun hal ini tergantung pada daya tahan, ukuran, dan konsentrasi dari mikroplastik (Padervand *et al.*, 2020).

d. *Microfiltration* (MF)

Mikrofiltrasi memisahkan partikel berdasarkan berat molekulnya. Ukuran diameter pori membran MF berkisar antara 0,1 - 10 mikrometer ( $\mu\text{m}$ ). MF umumnya digunakan dalam pengolahan air dan filtrasi yang lebih kasar

daripada teknologi UF, tetapi tetap efektif dalam menghilangkan partikel-partikel besar yang dapat mempengaruhi kualitas air

## **2.7 Bibliometric Analysis**

*Bibliometric analysis* merupakan metode analisis kuantitatif terhadap publikasi ilmiah dan literatur akademik yang bertujuan untuk mengevaluasi tren penelitian, pola kolaborasi antar peneliti atau institusi, kinerja ilmiah, serta pengaruh suatu karya atau penulis dalam bidang tertentu (Donthu *et al.*, 2020).

Donthu *et al.* (2021) menyebutkan bahwa *bibliometric analysis* dilakukan berdasarkan beberapa kategori sebagai berikut:

- 1) *Citation analysis*, mengkaji jumlah sitasi yang dilakukan terhadap suatu karya atau penulis untuk mengukur dampak dan relevansi penulis dalam bidang penelitian tertentu;
- 2) *Co-citation analysis*, menganalisis seberapa sering suatu karya atau penulis disitasi bersama dengan karya lain untuk mengidentifikasi hubungan antara topik atau konsep;
- 3) *Bibliographic coupling*, untuk menilai keterkaitan antar karya tulis berdasarkan referensi yang sama;
- 4) *Co-occurrence analysis*, mengidentifikasi pola, tren dan struktur topik penelitian berdasarkan kata kunci yang sering digunakan dalam publikasi
- 5) *Co-authorship analysis*, mengidentifikasi pola kolaborasi dan produktivitas ilmiah dari penulis atau institusi tertentu.

## **2.8 VOSviewer**

*VOSviewer* merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk menganalisis, membangun, dan mengilustrasikan jaringan bibliometrik. Perangkat lunak ini banyak digunakan dalam analisis bibliometrik untuk memetakan jaringan berdasarkan publikasi ilmiah mencakup hubungan antar artikel, jurnal, penulis atau kata kunci.

Fitur utama pada *VOSviewer* yaitu:

- 1) Dapat membuat peta berdasarkan data bibliometrik yang menunjukkan hubungan dan pengelompokan beberapa karya ilmiah atau penulis.
- 2) Menyajikan visualisasi yang menunjukkan struktur jaringan mencakup kluster atau kelompok karya ilmiah berdasarkan topic tertentu.
- 3) Dapat mengidentifikasi tren penelitian berdasarkan frekuensi dan hubungan *co-occurrence* dari kata kunci dalam karya ilmiah
- 4) *VOSviewer* terintegrasi dengan basis data bibliografis seperti *Scopus*, *Dimensions*, dan *Web of Science* sehingga mendukung impor data bibliometrik dan membuat peta dengan lebih mudah

*VOSviewer* dapat menampilkan 3 bentuk visualisasi data dengan komponen *Node* (simbol titik), garis penghubung dan warna yaitu *Network visualization*, *Overlay visualization* dan *Density visualization*.

a. *Network visualization*

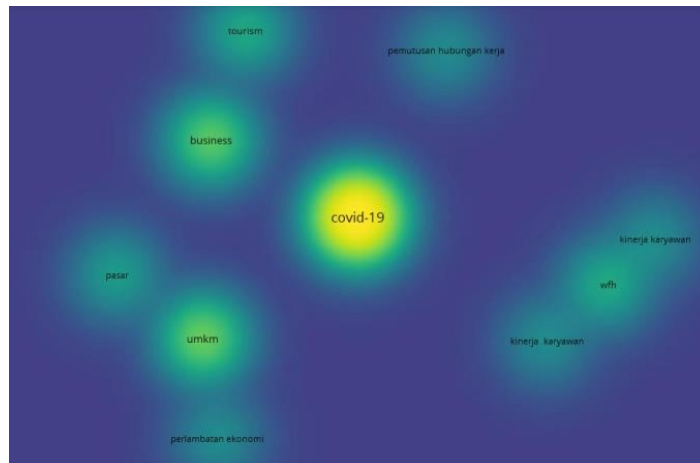
Visualisasi ini menampilkan jejaring antar topik, penulis, kata kunci atau elemen lain yang saling berkaitan. Satu *node* mewakili satu elemen dan terhubung dengan elemen lain yang relevan. Semakin besar *node* pada jejaring menunjukkan bahwa elemen tersebut lebih sering dibahas atau dipilih dalam penelitian. Selain itu, hubungan antar elemen juga dapat dilihat melalui garis penghubung.

Contoh *network visualization* dapat dilihat pada gambar 2.1 yang menunjukkan jejaring berdasarkan bibliografi Negara.



c. *Density visualization*

*Density visualization* menampilkan kerapatan atau penekanan pada kelompok penelitian, disimbolkan dengan titik warna yang berpendar. Semakin terang warna yang berpendar maka semakin banyak dan dalam riset yang telah dilakukan. Contoh *Density visualization* ditampilkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Contoh visualisasi data dengan *VOSviewer* yang menunjukkan kedalaman trend penelitian – *Density visualization* (Nurfauzan & Faizatunnisa, 2021))

## **BAB III**

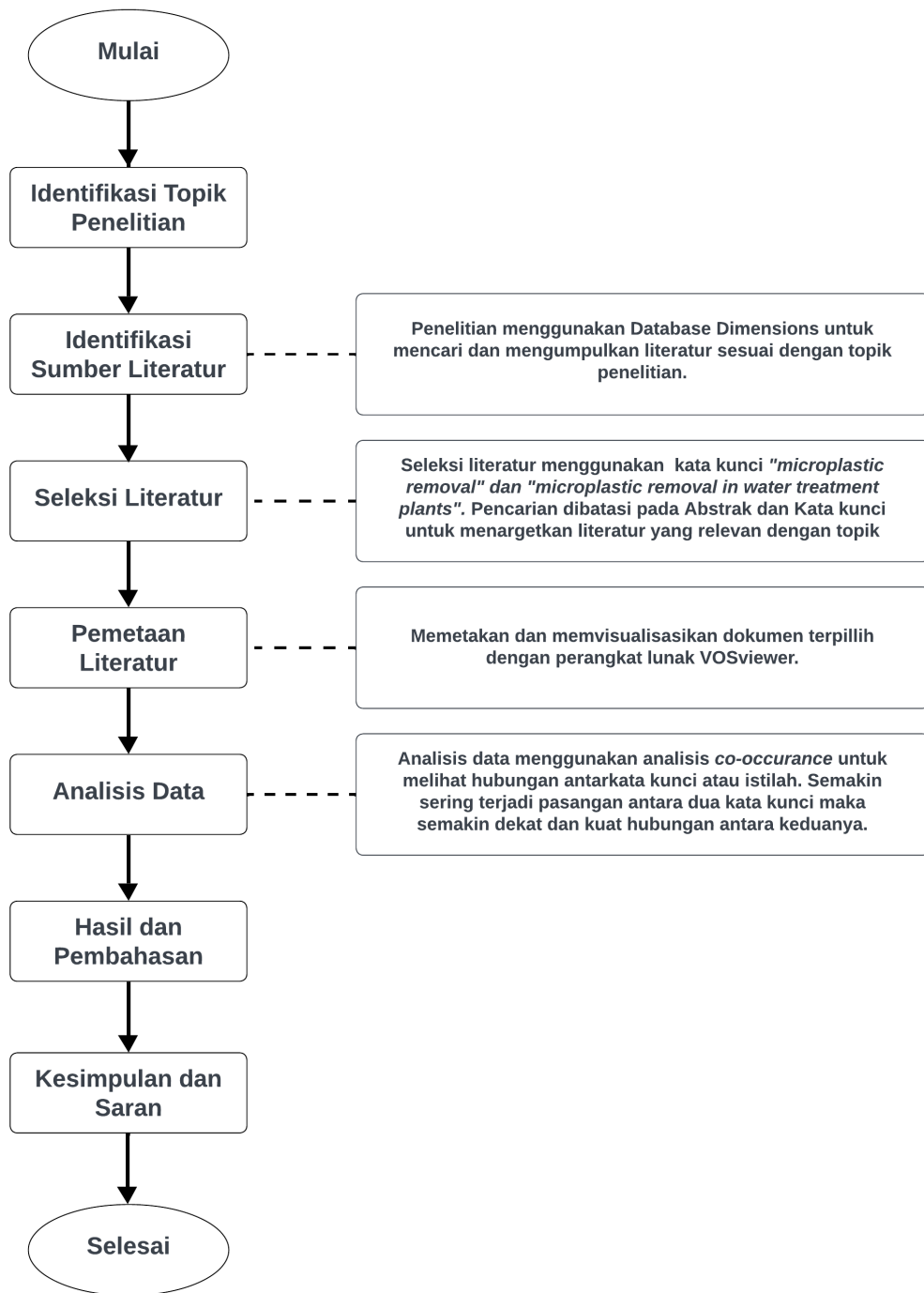
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Kerangka Studi**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan pendekatan *scoping review*. *Scoping review* merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi literatur secara mendalam dan menyeluruh yang diperoleh melalui berbagai sumber dengan berbagai metode penelitian serta memiliki keterkaitan dengan topik penelitian (Arksey & O'Malley 2005). *Scoping review* bertujuan untuk menjawab pertanyaan dari topik penelitian yang telah ditentukan dengan menggunakan berbagai sumber artikel penelitian serupa lalu dikelompokkan dan membuat kesimpulan (Nurhamsyah *et al.*, 2018). Tahapan *scoping review* yang akan dilakukan mengacu pada kerangka kerja penyusunan *scoping review* oleh Arksey and O'Malley (2005) yang kemudian dimodifikasi oleh Levac *et al.* (2010). Adapun tahapannya yaitu:

- 1) mengidentifikasi pertanyaan penelitian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian,
- 2) mengidentifikasi sumber literatur yang relevan melalui berbagai sumber,
- 3) seleksi literatur yang telah didapat menyesuaikan dengan topik penelitian,
- 4) melakukan pemetaan dan mengumpulkan literatur yang digunakan,
- 5) menyusun dan melaporkan hasil analisis literatur yang telah dipilih, dan
- 6) konsultasi kepada pihak kompeten.

Tahapan kegiatan penelitian selengkapnya disajikan dalam bentuk diagram alir (Gambar 3.1).

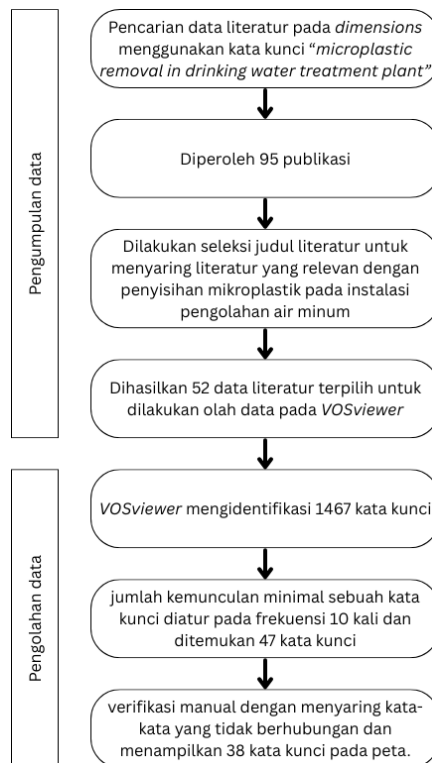


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.2 Identifikasi Sumber Literatur dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data sekunder dari hasil penelitian terdahulu yang dilakukan dengan seleksi literatur. Penelitian menggunakan jurnal internasional dengan *database Dimensions* sebagai sumber data. *Dimensions* mendukung fitur analisis bibliometrik seperti analisis kolaborasi, visualisasi jaringan kutipan, dan peringkat penulis. Selain itu, *Dimensions* menggabungkan data bibliografis dengan data kutipan sehingga memungkinkan analisis bibliometrik yang lebih komprehensif dan integratif.

Strategi pengumpulan literatur dengan menggunakan kata kunci yang telah ditentukan. Pencarian dibatasi pada seleksi judul dan abstrak untuk menargetkan jurnal yang relevan dengan topik. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian kajian literatur ini adalah '*microplastic removal in drinking water treatment plants*'. Penyaringan awal dilakukan dengan memilih judul jurnal yang relevan dengan topik untuk menghasilkan data literature yang paling mewakili topik secara lebih mendalam. Diagram alir pengumpulan data ditampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir pengumpulan data dan pengolahan data

### **3.3 Pemetaan Literatur dan Analisis Data**

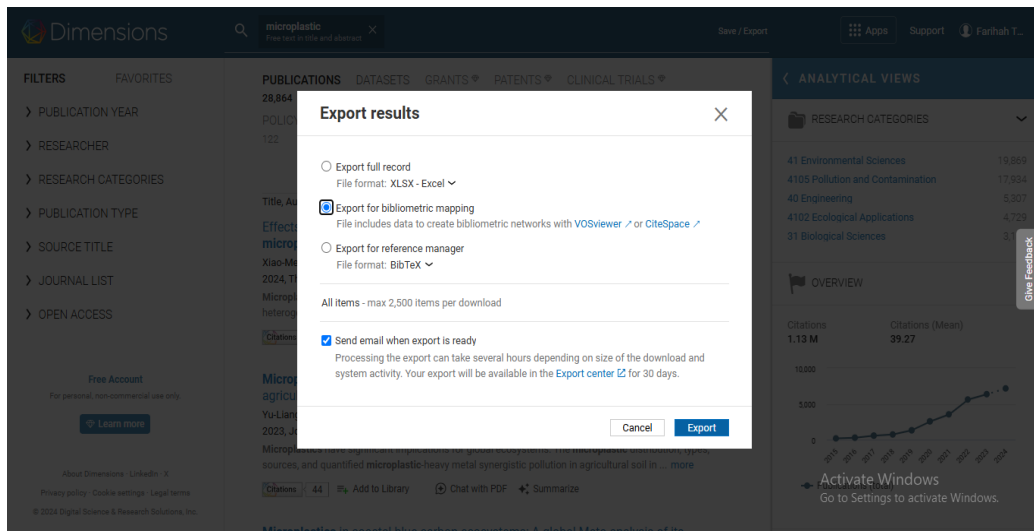
Teknik analisis yang digunakan pada studi literatur ini adalah analisis data deskriptif dengan metode *bibliometric analysis*. *Bibliometric analysis* merupakan metode analisis kuantitatif terhadap publikasi ilmiah dan literatur akademik yang bertujuan untuk mengukur dan menganalisis berbagai aspek literatur ilmiah, termasuk pola publikasi, penulis, pola sitasi, dan jaringan kolaborasi (Raan, 2005).

Data diperoleh dari *database* dengan menyaring literatur menggunakan kata kunci. Pencarian literatur dibatasi pada seleksi judul dan abstrak untuk memperoleh literatur yang relevan dengan topik. Literatur yang terpilih berdasarkan proses penyaringan selanjutnya disimpan sebagai dokumen CSV excel. Dokumen inilah yang akan dianalisis dengan metode *bibliometric analysis*. Visualisasi jaringan bibliometrik menggunakan perangkat lunak *VOSviewer*. Tahapan pengolahan data dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.2.

Analisis data dilakukan berdasarkan kata kunci atau istilah yang berkaitan dengan penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air. Analisis ini masuk dalam kategori *co-occurrence analysis* untuk melihat hubungan antarkata kunci. Semakin sering terjadi pasangan antara dua kata kunci maka semakin dekat dan kuat hubungan antara keduanya.

### **3.4 Tahap Visualisasi Data dengan VOSviewer**

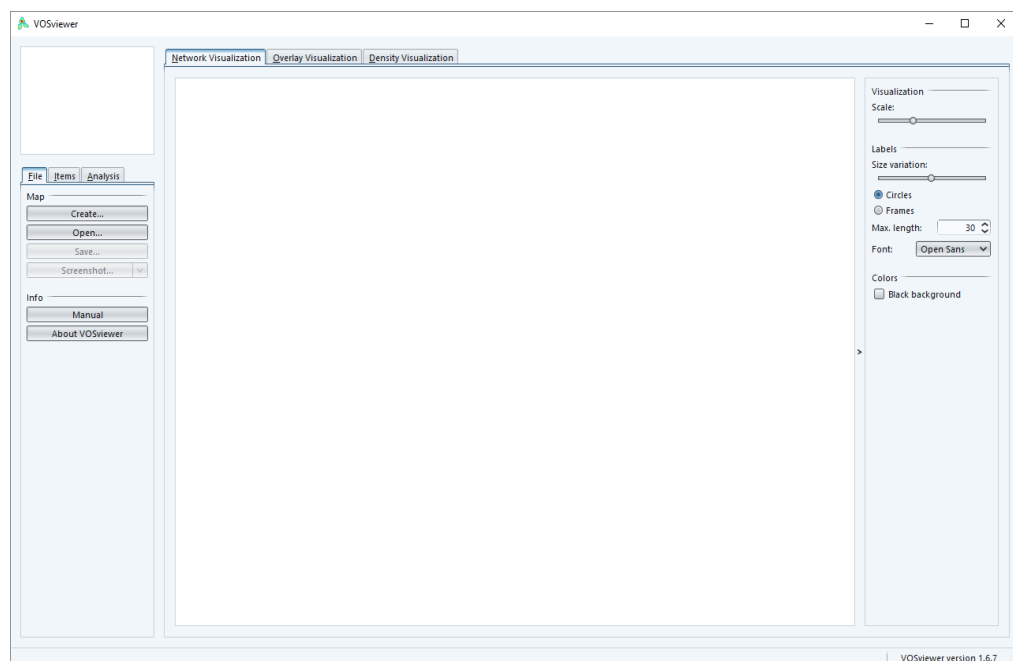
Tahap pertama yang dilakukan pada analisis bibliometrik adalah hasil seleksi literatur dari *database* disimpan sebagai dokumen CSV Excel (Gambar 3.3). File hasil *export* tersebut dapat digunakan pada aplikasi *VOSviewer*.



Gambar 3.3 Ekspor dokumen pada *database*

Sumber: <https://app.dimensions.ai/discover/publication>

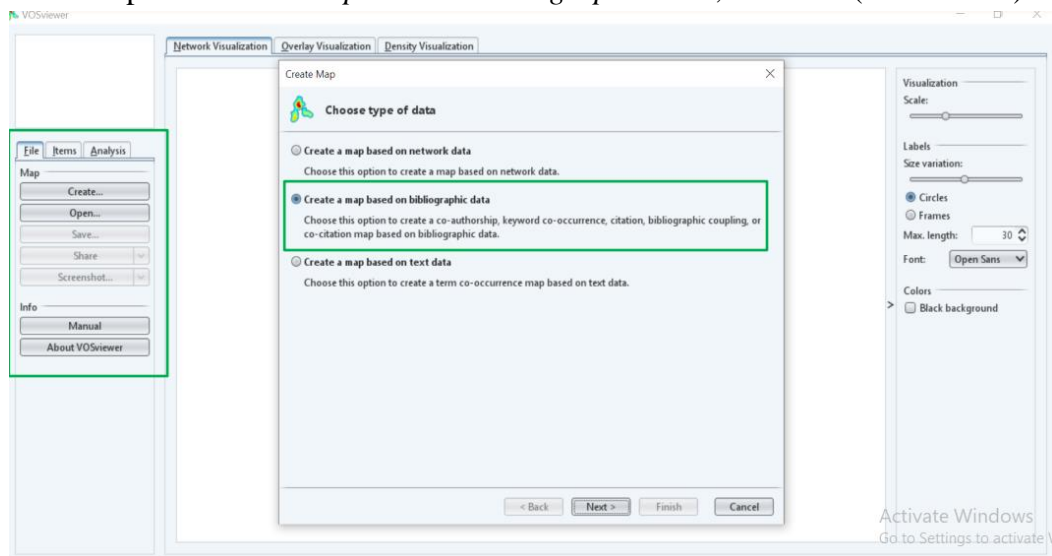
Tahap selanjutnya adalah mulai membuat peta kerja dengan pilih *create* pada halaman awal (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Tampilan awal *VOSviewer*

Sumber: [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)

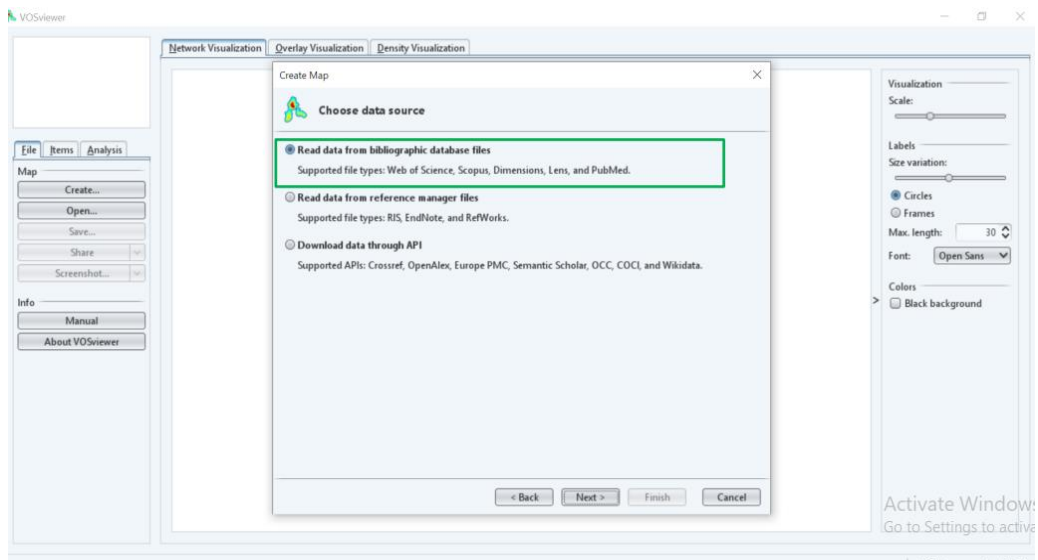
Lalu pilih *create a map base on bibliographic data*, klik next (Gambar 3.5)



Gambar 3.5 Tahap membuat peta kerja dari data bibliografi

Sumber: [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)

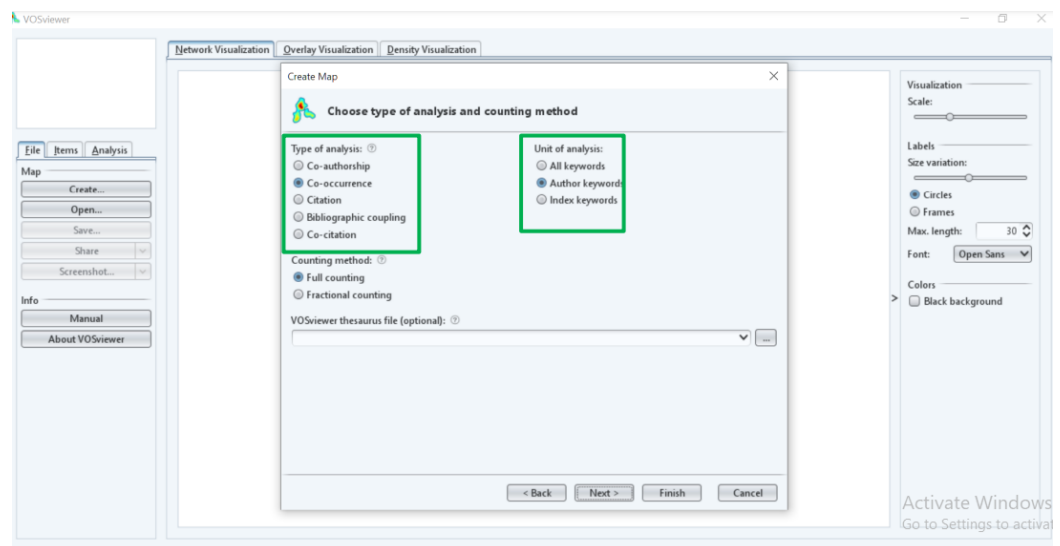
Pilih *read data from bibliographic database files* (Supported file types: *Web of Science, Scopus, Dimensions, and PubMed*). Pada penelitian ini digunakan *Dimensions* sebagai *database*, selanjutnya input file yang telah diekstrak dari *Dimensions* (dalam bentuk csv), klik *next* (Gambar 3.6).



Gambar 3.6 Input file dari *database* yang digunakan

Sumber: [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)

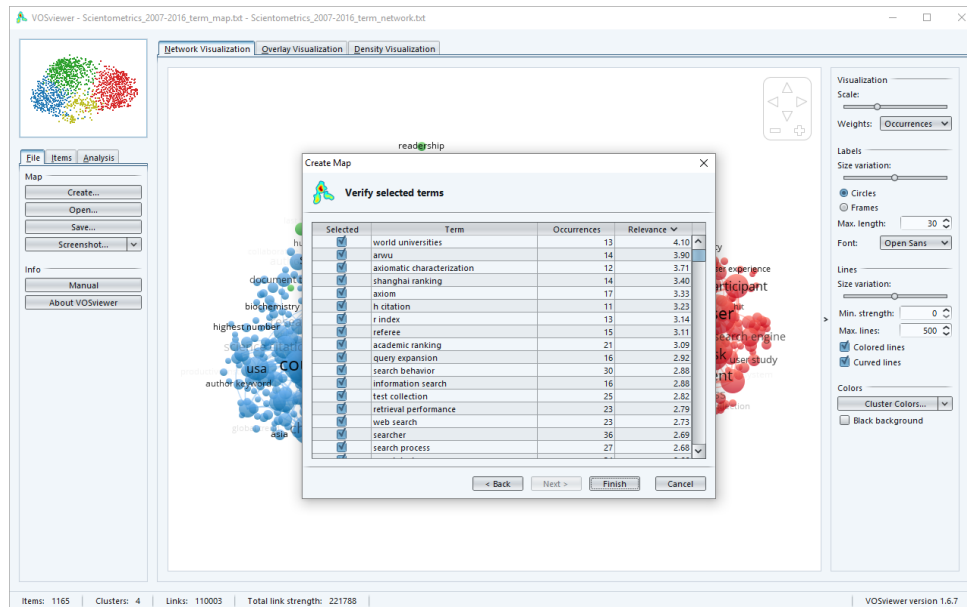
Kemudian memilih tipe analisis yang akan digunakan. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis berdasarkan kata kunci sehingga menggunakan tipe analisis *co-occurrence* (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Memilih tipe analisis yang akan digunakan

Sumber: [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)

Selanjutnya menyeleksi kata kunci yang ingin ditampilkan sesuai tema penelitian, lalu klik *finish* (Gambar 3.8).



Gambar 3.8 Seleksi kata kunci sesuai tema penelitian

Sumber: [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)

### 3.4.1 Tahap Interpretasi Data

Pada peta visualisasi VOSviewer, kata kunci yang muncul akan menunjukkan gambaran topik penelitian dan perkembangan penelitian. Analisis *co-occurrence* mengidentifikasi pola, tren dan struktur topik penelitian berdasarkan kata kunci yang sering digunakan dalam publikasi. Kata kunci yang diwakili *node* disertai garis yang menghubungkan antar-*node* menunjukkan hubungan antar-kata kunci. Interpretasi data dilakukan berdasarkan hubungan antar-kata kunci. Sedangkan alternatif teknologi dipilih berdasarkan unit pengolahan yang banyak dibahas pada sumber literatur dan memiliki efisiensi penyisihan mikroplastik yang baik.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Tren Penelitian Berdasarkan Publikasi per Tahun

Mikroplastik telah teridentifikasi mencemari ekosistem perairan termasuk air sungai yang menjadi sumber air baku. Kehadiran mikroplastik pada sumber air baku berpotensi terhadap adanya kontaminasi mikroplastik pada air minum. Instalasi Pengolahan Air Minum memiliki peran penting dalam penyisihan mikroplastik sehingga air minum yang didistribusikan terbebas dari kandungan mikroplastik. Peneliti menemukan sebanyak 95 publikasi dari tahun 2019 hingga awal tahun 2025 pada *database Dimensions* menggunakan kata kunci *microplastic removal in drinking water treatment plant*. Gambar 4.1 menyajikan jumlah publikasi tahunan terkait penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum selama periode ini.



Gambar 4.1 Publikasi tahunan topik penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum berdasarkan *database Dimensions*

Temuan ini menunjukkan peningkatan publikasi tentang penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum yang cukup signifikan di tahun-tahun pertama khususnya di tahun 2021. Jumlah publikasi tahunan yang terus bertambah ini menandakan meningkatnya perhatian para peneliti di seluruh dunia terhadap topik penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum.

Jumlah publikasi mengalami sedikit penurunan di tahun 2022 dan kembali menunjukkan tren kenaikan di tahun 2023 dan 2024. Peningkatan yang konsisten ini menunjukkan potensi tren kenaikan yang berkelanjutan dalam publikasi tentang penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum di tahun-tahun mendatang.

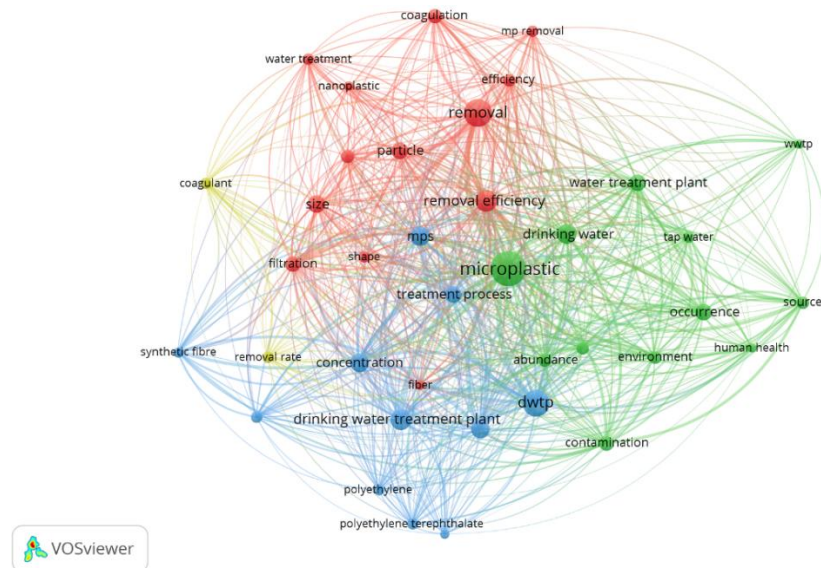
## **4.2 Analisis dan Visualisasi Data dengan VOSviewer**

Sebelum data publikasi diolah pada *VOSviewer*, dilakukan penyaringan awal pada *Dimensions* untuk memilih literatur yang relevan dengan topik penelitian. Diperoleh 52 literatur yang selanjutnya disimpan sebagai dokumen CSV Excel dan diolah pada *VOSviewer*. Pada tahap ini, terdapat 1467 kata kunci yang terdeteksi. Jumlah kemunculan minimal sebuah kata kunci diatur pada frekuensi 10 kali untuk menyaring kata kunci yang dianggap cukup signifikan atau sering muncul agar dapat dianalisis lebih lanjut dan ditemukan 47 kata kunci. Proses verifikasi selanjutnya dilakukan secara manual dengan membuang kata-kata yang tidak berhubungan dan menampilkan 38 kata kunci pada peta. Dari 38 kata kunci ini, yang memiliki kekuatan hubungan tertinggi dengan kata kunci lainnya diprioritaskan dalam analisis, memastikan bahwa kata kunci yang dianalisis memiliki koneksi yang kuat dalam jaringan, sehingga memaksimalkan relevansi analisis *co-occurrence* dan menghasilkan peta hubungan topik yang lebih bermakna.

Visualisasi data ditampilkan dalam 3 bentuk dengan komponen *Node* (simbol titik), garis penghubung dan warna yaitu *Network visualization*, *Overlay visualization* dan *Density visualization*.

### **4.2.1 Network Visualization**

Visualisasi *network* menunjukkan hubungan antara kata kunci yang digunakan dalam publikasi terkait penyisihan mikroplastik pada pengolahan air minum. Visualisasi *network* memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi *cluster* topik yang dominan dan memahami bagaimana berbagai konsep berinteraksi satu sama lain dalam literatur yang ada.



Gambar 4.2 *Keyword Visualization*

Dalam visualisasi ini, ukuran *node* (lingkaran) menunjukkan frekuensi kemunculan sebuah kata kunci, di mana *node* yang lebih besar seperti “*microplastic*,” “*removal*,” dan “*dwtp*” menandakan bahwa kata kunci ini memiliki frekuensi yang lebih tinggi dan menjadi topik dominan. Beberapa kata kunci muncul dengan frekuensi yang tidak jauh berbeda dan masuk dalam kategori kata kunci yang banyak muncul sehingga dominasi kata kunci cukup bervariasi. Warna *node* menunjukkan pengelompokan atau *clusters* berdasarkan hubungan topik, di mana *cluster* yang terbentuk dalam analisis ini sebanyak 3 *cluster* berikut:

Tabel 4.1 Kata kunci dan jumlah kemunculan bersama dengan kekuatan tautan

<i>Keywords</i>	<i>Occurences</i>	<i>Total link strength</i>
<b><i>Cluster 1: node merah</i></b>		
<i>coagulation</i>	29	635
<i>efficiency</i>	20	590
<i>fiber</i>	13	274
<i>filtration</i>	31	846
<i>mp removal</i>	16	354
<i>nanoplastic</i>	12	263
<i>particle</i>	36	769
<i>removal</i>	100	2033
<i>removal efficiency</i>	63	1514
<i>sedimentation</i>	24	552

<b>Keywords</b>	<b>Occurences</b>	<b>Total link strength</b>
<i>shape</i>	16	380
<i>size</i>	38	861
<i>water treatment</i>	17	434
<b>Cluster 2: node hijau</b>		
<i>abundance</i>	24	650
<i>contamination</i>	27	872
<i>drinking water</i>	51	1339
<i>environment</i>	22	559
<i>human health</i>	12	321
<i>microplastic</i>	160	3609
<i>occurance</i>	37	966
<i>source</i>	21	698
<i>tap water</i>	16	407
<i>water source</i>	20	523
<i>water treatment plant</i>	34	940
<i>wwtp</i>	12	295
<b>Cluster 3: node biru</b>		
<i>concentration</i>	43	1028
<i>drinking water treatment plant</i>	55	1350
<i>dwtp</i>	91	2146
<i>mps</i>	49	1115
<i>polyethylene</i>	15	368
<i>polyethylene terephthalate</i>	17	442
<i>polypropylene</i>	12	290
<i>raw water</i>	43	1315
<i>sand filtration</i>	16	469
<i>synthetic fibre</i>	15	588
<i>treatment process</i>	36	875
<b>Cluster 4: node kuning</b>		
<i>coagulant</i>	17	367
<i>removal rate</i>	17	323

Tabel 4.1 menunjukkan hasil analisis *co-occurrence* dalam empat *cluster* yang berbeda, masing-masing dengan kata kunci yang mencerminkan tema sentral dalam penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada pengolahan air minum yang dapat dijelaskan dalam analisis berikut ini:

- *Cluster 1*

*Cluster 1* menunjukkan fokus pada pembahasan mengenai efisiensi penyisihan mikroplastik dengan kemunculan kata kunci “*removal*,” “*removal efficiency*,” dan “*mp removal*”. Kata kunci “*size*,” “*shape*,” dan “*fiber*” menunjukkan beberapa karakteristik mikroplastik yang ditemukan dalam proses penyisihan. *Cluster* ini juga menyoroti unit pengolahan yang berperan dalam penyisihan mikroplastik diantaranya adalah “*filtration*,” “*coagulation*” dan “*sedimentation*”. Filtrasi menjadi unit pengolahan yang paling banyak dibahas dalam publikasi dengan 31 *occurrence*, diikuti unit koagulasi dengan 29 *occurrences* dan sedimentasi dengan 24 *occurrences*.

- *Cluster 2*

*Cluster* ini menunjukkan fokus pembahasan mengenai kelimpahan mikroplastik di sumber air baku dan potensi kontaminasinya pada air minum dengan kata kunci “*microplastic*,” “*water source*,” “*drinking water*,” dan “*abundance*,”. Kata kunci “*environment*” dan “*human health*” menunjukkan kontaminasi mikroplastik di lingkungan terutama sumber air baku memiliki potensi risiko terhadap kesehatan manusia. Beberapa penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum dilakukan bersamaan dengan penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air limbah dengan adanya kata kunci “*wwtp*” pada *cluster* ini.

- *Cluster 3*

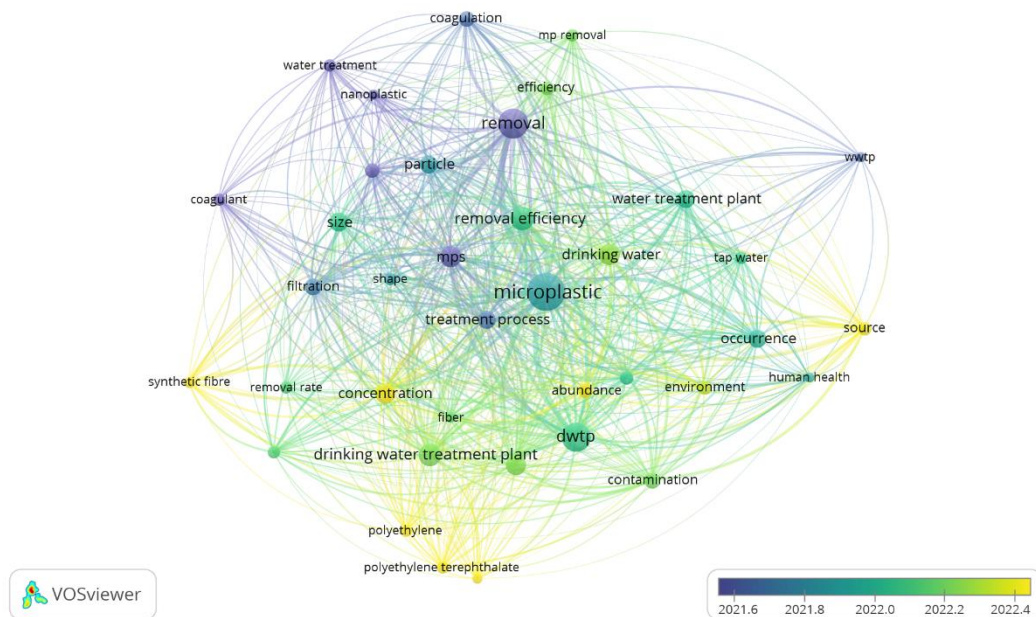
*Cluster* ini menyoroti jenis plastik yang ditemukan dalam penelitian penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum dengan adanya kata kunci “*Polyethylene*,” “*Polyethylene terephthalate*,” “*Polypropylene*,” dan “*drinking water treatment plant/ dwtp*”.

- *Cluster 4*

Kata kunci “*coagulant*” dan “*removal rate*” menunjukkan adanya pembahasan mengenai beberapa faktor yang mempengaruhi penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum.

#### 4.2.2 *Overlay Visualization*

Visualisasi *overlay* menunjukkan informasi tambahan mengenai perkembangan temporal dari kata kunci yang digunakan. Dalam tampilan ini, warna *node* mewakili tahun publikasi, dengan warna yang lebih hangat menunjukkan publikasi yang lebih baru. Hal ini memungkinkan peneliti untuk melihat tren penggunaan kata kunci dalam topik dari waktu ke waktu. Visualisasi *overlay* membantu dalam memahami evolusi topik dan fokus penelitian seiring waktu.



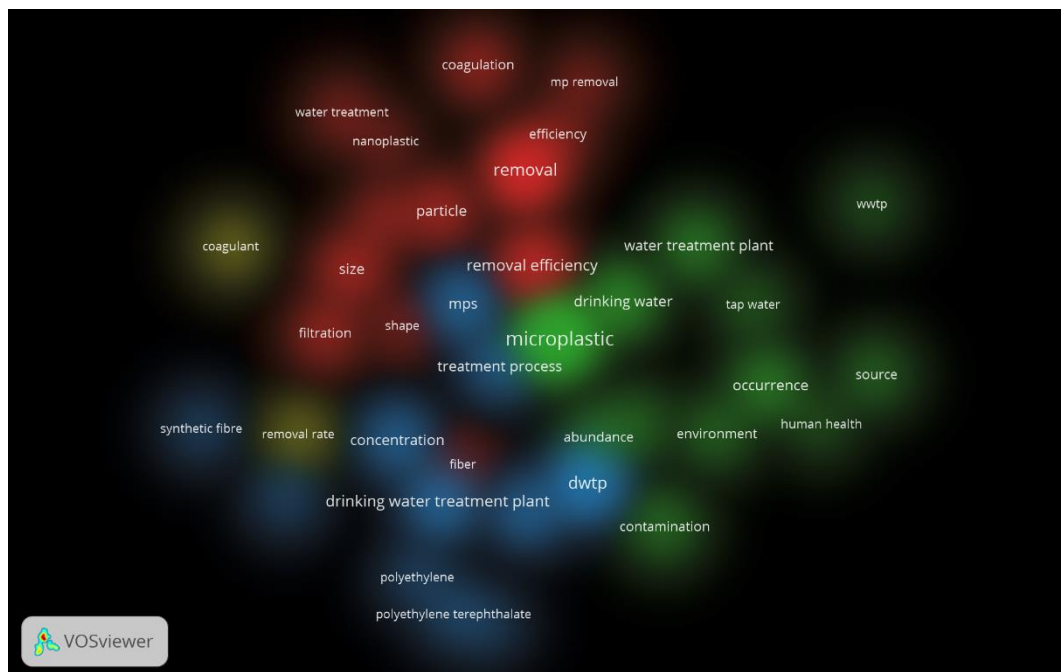
Gambar 4.3 *Overlay Visualization*

Gambar 4.3 menampilkan distribusi temporal topik-topik penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada pengolahan air minum, menggunakan skala warna dari biru hingga kuning untuk merepresentasikan waktu. Warna biru menunjukkan topik yang lebih banyak dibahas di awal periode, sedangkan kuning mencerminkan topik yang lebih baru dan relevan di tahun terkini. Visualisasi *overlay* menampilkan rentang waktu 2021-2022 menunjukkan bahwa kata kunci yang tersaring banyak

diulang atau dibahas pada publikasi di rentang tahun tersebut. Topik pada tahun-tahun pertama penelitian banyak membahas mengenai unit pengolahan air minum dan faktor-faktor lain dalam pengolahan yang mampu menyisihkan mikroplastik dalam air yaitu kata kunci “*coagulation*,” “*filtration*,” dan “*coagulant*,”. Dalam visualisasi ini, “*dwtp/drinking water treatment plant*” diidentifikasi sebagai *node* paling dominan dengan warna hijau-kuning, menandakan relevansinya yang terus meningkat. Kata kunci “*polyethylene*,” dan “*polyethylene terephthalate*” memiliki *node* dengan warna kuning menunjukkan perhatian peneliti di tahun-tahun terkini terkait jenis plastik yang ditemukan.

#### 4.2.3 Density Visualization

Visualisasi *density* menunjukkan konsentrasi kata kunci dalam jaringan. Area dengan kepadatan tinggi mengindikasikan bahwa topik tersebut banyak dibahas dalam literatur. Kepadatan yang tinggi di sekitar dua kata kunci menunjukkan bahwa kedua topik tersebut sering dibahas bersamaan dalam konteks yang sama. Visualisasi *density* sangat berguna untuk mengidentifikasi area penelitian yang sedang berkembang.



Gambar 4.4 *Density Visualization*

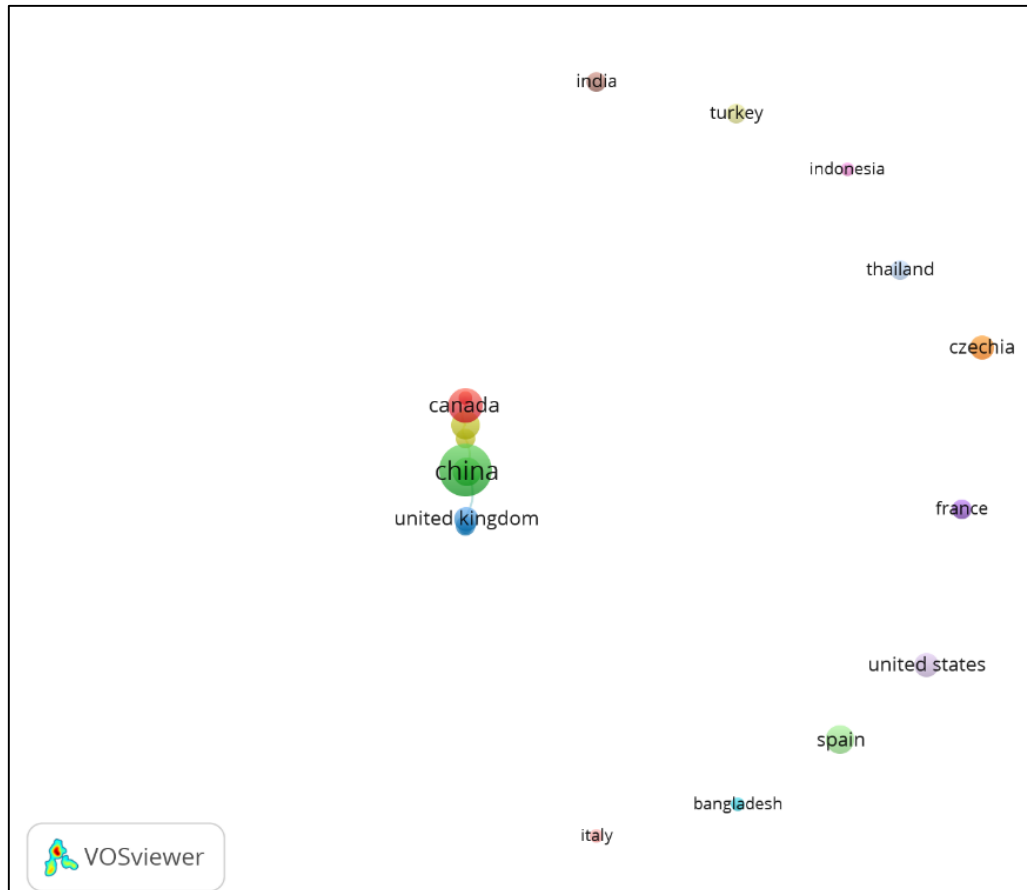
Dalam visualisasi ini, beberapa kata kunci memiliki warna yang lebih pekat yaitu *“removal,” “dwtp/drinking water treatment plant,”* dan *“microplastic”* yang menggambarkan bahwa penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum mendapatkan perhatian yang intens dan signifikan hingga saat ini.

Kata kunci *“environment,” “source,”* dan *“nanoplastic,”* yang pekat menunjukkan aspek kontaminasi mikroplastik di lingkungan memiliki relevansi yang kuat terhadap penyisihan mikroplastik dalam air.

Karakteristik mikroplastik seperti ukuran partikel juga banyak dibahas dan memiliki hubungan dengan teknologi pengolahan dengan kata kunci yang berwarna pekat yaitu *“size,” “shape”* dan *“particle”*. Kata kunci *“coagulant,” “removal rate,”* dan *“human health”* menunjukkan intensitas yang cukup rendah, tetapi tetap relevan. Visualisasi ini memperjelas fokus utama dalam penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada pengolahan air minum dengan *“dwtp/drinking water treatment plant”* dan *“microplastic”* sebagai topik dominan dan cluster baru seperti *“human health,” “polyethylene,”* dan *“polyethylene terephthalate”* yang mulai muncul sebagai area penelitian yang lebih spesifik.

#### **4.2.4 Pasangan Bibliografi Negara**

Pasangan bibliografi negara membantu mengidentifikasi kolaborasi publikasi ilmiah yang dihasilkan oleh peneliti dari beberapa negara. Ketika dua publikasi oleh peneliti dari berbagai negara memiliki referensi yang sama dalam publikasinya, maka dianggap “terhubung” atau “berpasangan”. Pasangan bibliografi negara membantu memahami pola kolaborasi antar negara dalam penelitian, menunjukkan negara mana yang sering bekerja sama. Pada visualisasi *networking* juga menunjukkan frekuensi publikasi yang dihasilkan oleh suatu negara.



Gambar 4.5 Visualisasi *networking* pasangan bibliografi negara

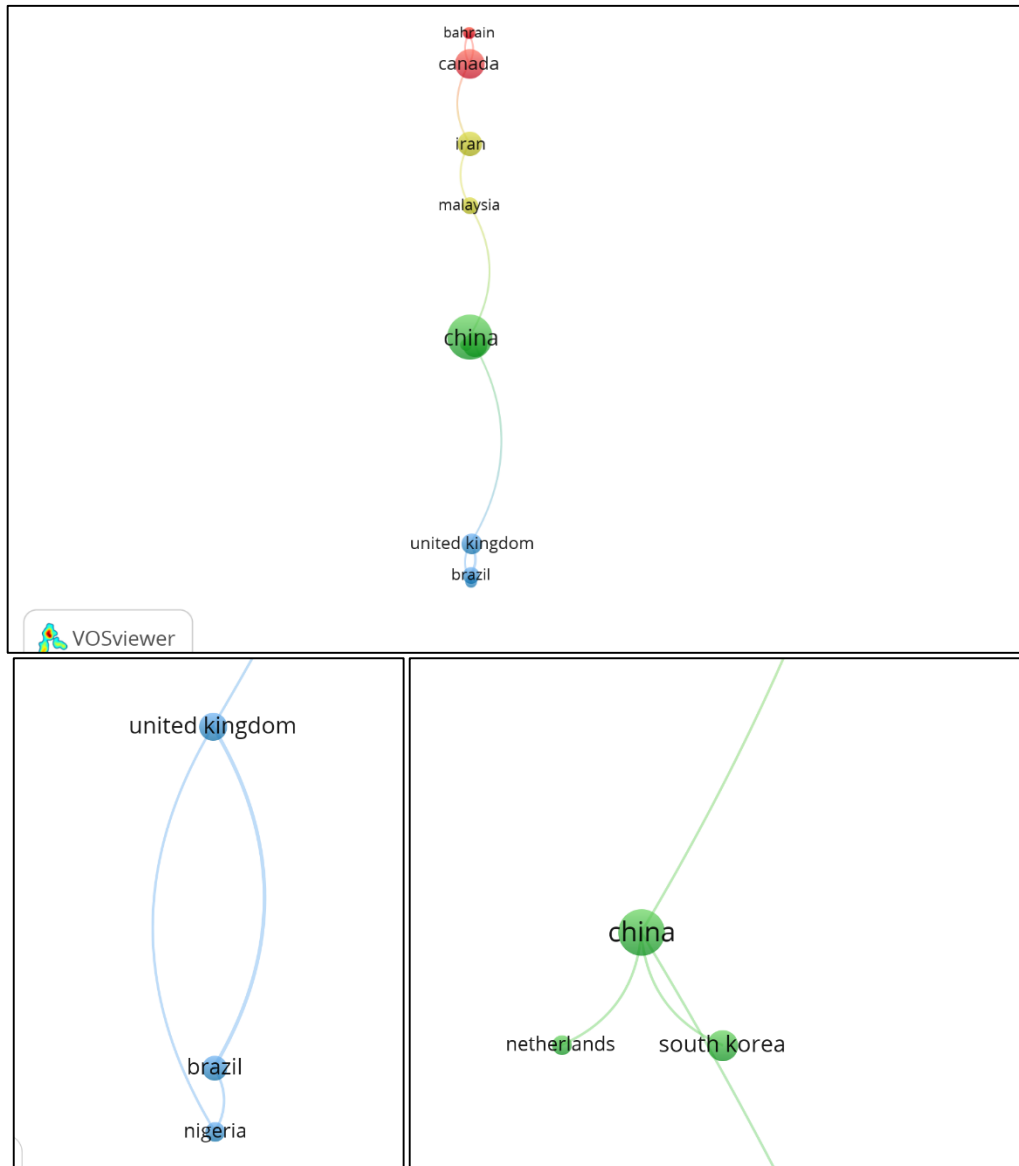
Pada pemetaan pasangan bibliografi negara ditetapkan ambang batas jumlah publikasi dari suatu negara adalah 1 dan teridentifikasi ada 22 negara yang melakukan publikasi terkait penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum. Berdasarkan jumlah kutipan, dari 22 negara yang menempati urutan pertama adalah China dengan 14 publikasi dan 1428 kutipan. Hal ini menunjukkan perhatian China dalam penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum, diikuti dengan negara-negara lain yang mulai menunjukkan perhatian pada topik ini. Tabel 4.2 menampilkan negara-negara yang melakukan publikasi terkait penyisihan mikroplastik.

Tabel 4.2 Pasangan bibliografi negara

No	Negara	Publikasi	Kutipan
1	China	14	1428
2	Kanada	6	324
3	Korea Selatan	4	478

4	Spanyol	4	264
5	Iran	4	42
6	Czechia	3	625
7	United States	3	459
8	United Kingdom	3	150
9	Malaysia	2	166
10	India	2	159
11	Prancis	2	84
12	Brazil	2	71
13	Switzerland	2	71
14	Turkey	2	62
15	Thailand	2	52
16	Indonesia	2	55
17	Italia	1	5
18	Bangladesh	1	25
19	Netherlands	1	11
20	Saudi Arabia	1	15
21	Nigeria	1	1
22	Bahrain	1	15

Pada visualisasi *networking* (Gambar 4.5) terlihat ada beberapa *node* yang saling berhubungan, hal tersebut menunjukkan bahwa ada beberapa negara yang melakukan kolaborasi dalam topik penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum. China melakukan kolaborasi dengan Malaysia dan United Kingdom. Selain itu China juga berkolaborasi dengan Netherlands dan Korea Selatan. Namun Netherlands dan Korea Selatan tidak berkolaborasi dengan Negara lain selain China karena *node*-nya tidak terhubung dengan node lain selain China. Berbeda dengan Brazil yang berkolaborasi dengan Nigeria dan United Kingdom dimana dua negara tersebut juga saling berkolaborasi. Jaringan kolaborasi negara dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Detail visualisasi *networking* negara yang memiliki jaringan kolaborasi.

### 4.3 Teknologi Penyisihan Mikroplastik pada Pengolahan Air Minum

Berbagai penelitian yang mengidentifikasi teknologi pengolahan dalam penyisihan mikroplastik telah banyak dilakukan. Pivokonsky *et al.* (2020) melakukan investigasi terkait keberadaan mikroplastik pada dua DWTP (*Drinking Water Treatment Plant*) yang berbeda dalam satu daerah aliran sungai yaitu DWTP Milence yang letaknya di hulu sungai dan DWTP Plenz yang ada di hilir sungai. DWTP Milence menerapkan teknologi pengolahan sederhana yaitu koagulasi-flokulasi-filtrasi. Kandungan mikroplastik pada sumber air baku DWTP Milence

tergolong rendah ( $23 \pm 2$  MPs/L). Namun, efisiensi penyisihan mikroplastik hanya 40% meskipun kandungan mikroplastik pada air hasil olahannya tergolong dapat diabaikan ( $14 \pm 1$  MPs/L). Sedangkan DWTP Plentz memiliki kandungan mikroplastik sebanyak  $1296 \pm 35$  MPs/L pada sumber air baku yang digunakan. Namun, proses pengolahannya mampu menyisihkan 88% mikroplastik dan tersisa  $151 \pm 4$  MPs/L pada air hasil olahan. DWTP Plentz menerapkan teknologi pengolahan yang lebih kompleks yaitu koagulasi-flokulasi-filtrasi pasir-ozonasi-filtrasi GAC.

Li *et al.* (2020) melakukan studi literatur terkait keberadaan mikroplastik pada sumber air minum dan penyisihannya. Hampir semua mikroplastik dengan ukuran  $>10 \mu\text{m}$  dihilangkan setelah proses sedimentasi dan filtrasi. Untuk mikroplastik dengan ukuran  $<1 \mu\text{m}$  memiliki potensi penyisihan  $>80\%$  setelah melalui proses koagulasi.

Penelitian yang dilakukan Wang *et al.* (2020) pada sebuah DWTP di wilayah *Yangtze River Delta*, China menemukan mikroplastik sebanyak  $6614 \pm 1132$  partikel/L pada sumber air baku. Kandungan mikroplastik berkurang menjadi sekitar  $930 \pm 72$  partikel/L pada air hasil olahan setelah melalui proses koagulasi/flokulasi- sedimentasi- filtrasi pasir- Ozonasi- dan Filtrasi GAC. Unit pengolahan secara keseluruhan mampu menyisihkan sekitar 82,1 – 88,6% kandungan mikroplastik dalam air.

Wu *et al.* (2021) juga melakukan penelitian pada DWTP di wilayah *Yangtze River* dengan unit pengolahan terdiri dari koagulasi- sedimentasi- ozonasi- BAC *filtration*- mikro-flokulasi- dan filtrasi pasir. Hasilnya adalah DWTP mampu menyisihkan 100% mikroplastik dengan ukuran  $100 \mu\text{m} - 5 \text{ mm}$  dan 81,18% mikroplastik dengan ukuran  $5 \mu\text{m} - 5 \text{ mm}$ . BAC *filtration* menyumbang penyisihan terbesar untuk mikroplastik dengan ukuran  $5-20 \mu\text{m}$ .

Unit pengolahan konvensional yang terdiri dari aerasi, pre-sedimentasi, koagulasi, flokulasi-sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi menyisihkan 76% mikroplastik (Radityaningrum *et al.*, 2021).

Mikroplastik dengan ukuran  $>20 \mu\text{m}$  dapat dihilangkan sepenuhnya dengan unit koagulasi, sedimentasi dan filtrasi pasir, sementara sebagian kecil mikroplastik dengan ukuran  $\leq 20 \mu\text{m}$  melewati media pasir (Na *et al.*, 2021).

Radityaningrum *et al.* (2024) melakukan sampling pada air sungai Kali Jagir di Surabaya yang merupakan sumber air baku di wilayah sekitarnya. Ditemukan 8,5 partikel/L mikroplastik pada sampel air. Penelitian tersebut menganalisa efisiensi dari kombinasi unit proses aerasi dan pre-sedimentasi dalam menyisihkan mikroplastik. Hasil penelitian menunjukkan proses pengolahan dengan waktu detensi 4 jam menyisihkan hanya 22% mikroplastik, sedangkan waktu detensi 2 jam mampu menyisihkan hingga 88% mikroplastik.

Barbier *et al.* (2022) melakukan investigasi pada DWTP di wilayah Paris dengan unit pengolahan meliputi koagulasi- flokulasi- filtrasi pasir- dan filtrasi karbon aktif. Konsentrasi mikroplastik pada air baku sekitar 45 partikel/L dan menghasilkan air olahan dengan kadar mikroplastik sekitar 0,260 partikel/L. Efisiensi unit pengolahan dalam menyisihkan mikroplastik mencapai 99%.

Berbagai studi kasus diinvestigasi oleh beberapa penelitian terdahulu untuk mengidentifikasi efisiensi penyisihan mikroplastik berdasarkan proses pengolahan yang ada.

Tabel 4.3 Alternatif teknologi penyisihan mikroplastik dan efisiensinya

Lokasi	Jenis sumber air baku	Teknologi pengolahan	Konsentrasi influen (partikel/L)	Konsentrasi effluent (partikel/L)	Efisiensi penyisihan	Sumber
China	Sungai	Koagulasi/Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi pasir, Ozonasi, dan Filtrasi GAC	$6614 \pm 1132$	$930 \pm 72$	82,1 – 88,6%	Wang <i>et al.</i> (2019)
Republik Ceko	Sungai	Koagulasi/Flokulasi, Filtrasi pasir.	$23 \pm 2$ MPs/L	$14 \pm 1$	40%	Pivokonsky <i>et al.</i> (2020)
		Koagulasi/Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi pasir, Ozonasi, Filtrasi GAC.	$1296 \pm 35$	$151 \pm 4$	88%	
China	Sungai	Pre-ozonasi, <i>biological pretreatment</i> , Koagulasi, Sedimentasi, Ozonasi,	$3741,16 \pm 462,47$	$695,66 \pm 39,32$	81,18% - 100%	Wu <i>et al.</i> (2021)

Lokasi	Jenis sumber air baku	Teknologi pengolahan	Konsentrasi influen (partikel/L)	Konsentrasi effluent (partikel/L)	Efisiensi penyisihan	Sumber
		BAC <i>filtration</i> , Mikroflokulasi, Filtrasi pasir				
Indonesia	Sungai	Aerasi, pre-sedimentasi, Koagulasi/Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi, dan disinfeksi	26,8 – 35	8,5 – 12,3	11 – 71%	Radityaningrum <i>et al.</i> (2021)
Iran	Air permukaan	Koagulasi/Flokulasi- <i>clarification</i> -Filtrasi pasir	1597,7 ± 270,3	260,5 ± 48,9	83,7%	Shafiri & Attar (2022)
China	Sungai	Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi-Filtrasi karbon aktif	25,07	6,4	45,8% - 74,5%	Li <i>et al.</i> (2023)
Indonesia	Sungai	<i>Hybrid aeration</i> dan pre-sedimentasi	8,5	1	88%	Radityaningrum <i>et al.</i> (2024)

Lokasi	Jenis sumber air baku	Teknologi pengolahan	Konsentrasi influen (partikel/L)	Konsentrasi effluent (partikel/L)	Efisiensi penyisihan	Sumber
China	Sungai	Koagulasi/flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi pasir, GAC <i>filtration</i> , klorinasi	4270	725,9	83,0%	Han <i>et al.</i> (2024)
		Koagulasi/Flokulasi, Sedimentasi, filtrasi pasir, Klorinasi	4500	1201,5	73,3%	
Turki	Danau	Aerasi, Koagulasi/Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi pasir, <i>clarification</i>	3864,5 ± 278	925 ± 138	76%	Erdem <i>et al.</i> (2024)
Switzerland	Sungai	Pre-treatment, koagulasi, filtrasi pasir, ozonasi, filtrasi GAC dan disinfekssi	38200 ± 15500	10700 ± 11700	70%	Velasco <i>et al.</i> (2023)

Lokasi	Jenis sumber air baku	Teknologi pengolahan	Konsentrasi influen (partikel/L)	Konsentrasi effluent (partikel/L)	Efisiensi penyisihan	Sumber
Canada	Sungai	Koagulasi, flokulasi, filtrasi pasir, klorinasi	42 ± 18	20 ± 8	52%	Cherniak <i>et al.</i> (2021)

Tabel 4.1 menampilkan beberapa hasil penelitian terkait alternatif teknologi pada instalasi pengolahan air minum dan efisiensi penyisihannya terhadap mikroplastik. Unit pengolahan konvensional mendominasi sebagai alternatif teknologi yang mampu menyisihkan mikroplastik yaitu koagulasi/flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. *VOSviewer* juga menunjukkan dominasi unit koagulasi, sedimentasi, dan filtrasi sebagai teknologi pengolahan yang banyak dibahas dalam literatur dengan adanya kata kunci “*filtration*,” “*coagulation*” dan “*sedimentation*” pada *cluster 1 network visualization*. Filtrasi menjadi unit pengolahan yang paling banyak dibahas dalam publikasi dengan 31 *occurrence*, diikuti unit koagulasi dengan 29 *occurrences* dan sedimentasi dengan 24 *occurrences*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan yang telah disampaikan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Publikasi terkait penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum mulai banyak dilakukan pada Tahun 2019 dan menunjukkan potensi tren kenaikan yang berkelanjutan di tahun-tahun mendatang. Terdapat 4 cluster utama yang mencerminkan tema sentral dalam penelitian terkait penyisihan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air Minum yang ditemukan yaitu:
  - 1) Karakteristik mikroplastik yang ditemukan dalam pengolahan air minum, unit pengolahan yang berperan dalam penyisihan mikroplastik, dan efisiensi penyisihan mikroplastik.
  - 2) Kelimpahan mikroplastik di sumber air baku dan potensi kontaminasinya pada air minum, serta potensi risiko kontaminasi mikroplastik pada air minum terhadap kesehatan manusia.
  - 3) Jenis plastik yang ditemukan dalam proses pengolahan air minum
  - 4) Faktor yang mempengaruhi penyisihan mikroplastik pada instalasi pengolahan air minum.
2. Alternatif teknologi yang mampu menyisihkan mikroplastik pada Instalasi Pengolahan Air dan banyak dibahas dalam penelitian adalah kombinasi teknologi konvensional meliputi koagulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

#### **5.2 Saran**

Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan jumlah sampel yang lebih besar dan mencakup jurnal-jurnal lain agar jangkauan penelitian lebih luas dan dapat menggambarkan perkembangan topik yang lebih akurat. Penelitian terkait pengolahan lumpur hasil samping penyisihan mikroplastik juga perlu mendapatkan perhatian untuk mencegah kontaminasi kembali mikroplastik ke lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arksey, H & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework, *International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice*, 8 (1): 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.
- Barbier, J. S., Dris, R., Lecarpentier, C., Raymond, V., Delabre, K., Thibert, S., Tassin, B., & G, J. (2022). Microplastic occurrence after conventional and nanofiltration processes at drinking water treatment plants: Preliminary results. *Frontiers in Water*. doi:10.3389/frwa.2022.886703.
- Cherniak, S.L., Almuhtaram, H., McKie, M.J., Hermabessiere, L., Yuan, C., Rochman, C. M., & Andrews, R.C. (2021). Conventional and biological treatment for the removal of microplastics from drinking water. *Chemosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132587>
- Danisa. (2024). *Kajian Literatur Pemanfaatan Ulat Jerman ( Zophobas Atratus ) dan Ulat Hongkong ( Tenebrio Molitor ) untuk Biodegradasi Plastik*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M., (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133 (3): 285–96. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Donthu, N. Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020). Forty-five years of Journal of Business Research: A bibliometric analysis. *Journal of Business Research* 109, (October 2019): 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.039>.
- Erdem, I. C., Yurtsever, M., & Sahin, F. (2024). Determination of microplastics in drinking water treatment plants and tap water in Kocaeli, Turkey. *Urban Water Journal*. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2024.239581>
- Han, Z., Jiang, J., Yan, C., & Cui, C. (2024). Occurrence and fate of microplastics from a water source to two different drinking water treatment plants in a megacity in eastern China. *Environmental Pollution*. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123546>
- Julian, D. A., Lindu, M., Winarni. (2015). Studi Pengolahan Lumpur Instalasi Pengolahan Air Minum Taman Kota - Jakarta Barat. *Jurusan Teknik*

*Lingkungan*, 7 (2): 75-80.

- Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, 1–18. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511814563.003>.
- Li, Y., Meng, Y., Qin, L., Shen, M., Qin, T., Chen, X., Chai, B., Liu, Y., Dou, Y., & Duan, X. (2023). Occurrence and Removal Efficiency of Microplastics in Four Drinking Water Treatment Plants in Zhengzhou, China. *Water* 2024, 16 (131). <https://doi.org/10.3390/w16010131>
- Mar`atusholihah., Trihadiningrum, Y., & Radityaningrum, D. (2021). Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada IPAM Karangpilang III Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 9 (2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.55473>.
- Na, S. H., Kim, M.J., Kim, J.T., Jeong, S., Lee, S., Chung, J., & Kim, E.J. (2021). Microplastic removal in conventional drinking water treatment processes: Performance, mechanism, and potential risk. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117417>.
- Novotna, K., Cermakova, L., Pivokonska, L., Cajthaml, T., & Pivokonsky, M. (2019). Microplastics in drinking water treatment – Current knowledge and research needs. *Science of the Total Environment*, 667: 730–40. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.431>.
- Nurfauzan., Iqbal, M., & Faizatunnisa, H. (2021). Analisis Bibliometrik Trend Penelitian Covid-19 di Indonesia Pada Bidang Bisnis dan Manajemen. *Jurnal Bisnis Strategi*, 30 (2): 90–100. <https://doi.org/10.14710/jbs.30.2.90-100>.
- Nurhamsyah, D., Trisyani, Y., Nuraeni, A. (2018). Quality of Life of Patients After Acute Myocardial Infarction: A Scoping Review. *Journal of Nursing Care*, 1(3). <https://doi.org/10.24198/jnc.v1i3.18517>.
- Nurimaba, D. Q., (2023). *Pengolahan Air Payau menjadi Air Baku untuk Kebutuhan Komplek Industri pada PT Energi Unggul Persada (Brackish Water Reverse Osmosis)*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Padervand, M., Lichtfouse, E., Robert, D., & Wang, C. (2020). Removal of microplastics from the environment. A review. *Environmental Chemistry Letters*, 18 (3): 807–28. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-00983-1>.
- Pivokonsky, M., Cermakova, L., Novotna, K., Peer, P., Cajthaml, T., & Janda, V.

- (2018). Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Science of the Total Environment*, 643: 1644–51. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.102>.
- Pivokonsky, M., Pivokonska, L., Novotna, K., Cermakova, L., & Klimtova, M. (2020). Occurance and fate of microplastics at two different drinking water treatment plants within a river catchment. *Science of the Total Enviroment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140236>.
- Raan, A. F. J. V. (2005). Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics*, 62 (1): 133–43. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0008-6>.
- Radityaningrum, A. D., Rizqi'ain, R., Afrianisa, R. D., & Priyono, C.B. (2024). Performance of Hybrid Aeration- Pre-sedimentation Process in Microplastic Removal from Raw Water. *Gema Lingkungan Kesehatan*, 22(2): 85-89.
- Radityaningrum, A. D., Trihadiningrum, Y., Mar'atusholihah., Soedjono, E. S., & Herumurti, W. (2021). Microplastic contamination in water supply and the removal efficiencies of the treatment plants: A case of Surabaya City, Indonesia. *Journal of Water Process Engineering*.
- Rahman, A., Sarkar, A., Yadav, O.P., Achari, G., Slobodnik, J. (2020). Potential human health risk due to environmental exposure to microplastics and knowledge gaps: A scoping review. *Science Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>
- Sharifi, H., Attar, H. M. (2022). Identification, Quantification, and Evaluation of Microplastics Removal Efficiency in a Water Treatment Plant (A Case Study in Iran). *Air, Soil, and Water Research*, Vol 15: 1-7. <https://doi.org/10.1177/11786221221134945>
- Velasco, A. N., Gentile, S.R., Zimmermann, S., Coustumer, P. L., & Stoll, S. (2023). Contamination and removal efficiency of microplastics and synthetic fibres in a conventional drinking water treatment plant in Geneva, Switzerland. *Science of the Total Environment*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163270>
- Wang, Z., Lin, T., & Chen, W. (2019). Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). *Science of the Total Environment*, 700: 134520. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134520>.

- Wu, J., Zhang, Y., & Tang, Y. (2021). Fragmentation of microplastics in the drinking water treatment process - A case study in Yangtze River rion, China. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150545>.
- Zhang, Y., Diehl, A., Lewandowski, A., Gopalakrishnan, K., & Baker, T. (2020). Removal efficiency of micro- and nanoplastics (180 nm-15  $\mu$ m) during driking water treatment. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137383>.

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahap pengumpulan dan penyaringan data dari *database Dimensions*

The screenshot displays the Dimensions database search results for the query "plastics i...". The interface includes a sidebar with filters such as PUBLICATION YEAR, RESEARCHER, RESEARCH CATEGORIES, PUBLICATION TYPE, SOURCE TITLE, JOURNAL LIST, and OPEN ACCESS. A "Free Account" section is also visible. The main content area shows a list of articles, including:

- Removal of Microplastic from Wastewater Treatment Plants** (36 citations) by Babatunde Oluwafemi Adetuyi, Charles Oluwaseun Adetunji, Peace Abiodun Olajide, Olubanke Oluji... (2024, Microplastic Pollution - Chapter). Summary: Since water treatment facilities provide a workable alternative for expelling microplastics from the surroundings, this review examines the overall and stage-by-stage effectiveness of different water... more
- Detection and characterisation of microplastics in tap water from Gauteng, South Africa** (37 citations) by Gibbon Ramaremissa, Hlanganani Tutu, Dalia Saad (2024, Chemosphere - Article). Summary: This study reports the presence, concentration, and characteristics of microplastics (MPs) in tap water in three suburbs in Gauteng Province in South Africa. Physical characterisation was conducted us... more
- Recent advances in microplastic removal from drinking water by coagulation: Removal mechanisms and influencing factors** (38 citations) by Yufeng Mao, Zuoyuan Hu, Hona Li, Huaili Zhenn, Shenofa Yano, Weiwei Yu, Bingran Tang, Hao Yan... (2024, Environmental Pol...). Summary: Microplastics (MPs) are... drinking water and... water is a critical challenge. Rec... more

A selection overlay at the bottom indicates that 52 items are selected, with options to "Unselect all", "Summarize", and "Export data".

64

IC

## Export results ✕

Export full record  
File format: XLSX - Excel ▾

Export for bibliometric mapping  
File includes data to create bibliometric networks with [VOSviewer](#) ↗ or [CiteSpace](#) ↗

Export for reference manager  
File format: BibTeX ▾

---

All items - max 2,500 items per download

---

Send email when export is ready  
Processing the export can take several hours depending on size of the download and system activity. Your export will be available in the [Export center](#) ↗ for 30 days.

ions

ro

CU

lang

, Jo

oplastic have significant implications for global ecosystems. The microplastic distribution, types, ces, and quantified microplastic-heavy metal synergistic pollution in agricultural soil in ... more

## Lampiran 2. Membuat peta kerja pada VOSviewer

The screenshot displays the VOSviewer interface for creating a map. The main window shows a network visualization with nodes and links. A dialog box titled "Create Map" is open, allowing the user to choose the type of data to use for the map. The options are:

- Create a map based on network data  
Choose this option to create a map based on network data.
- Create a map based on bibliographic data  
Choose this option to create a co-authorship, keyword co-occurrence, citation, bibliographic coupling, or co-citation map based on bibliographic data.
- Create a map based on text data  
Choose this option to create a term co-occurrence map based on text data.

The dialog box also features navigation buttons: "< Back", "Next >", "Finish", and "Cancel".

The background interface includes a sidebar with "File", "Items", and "Analysis" tabs, and a "Map" section with buttons for "Create...", "Open...", "Save...", "Share", and "Screenshot...". The "Info" section contains "Manual" and "About VOSviewer" buttons. The status bar at the bottom shows "Items: 30", "Clusters: 3", "Links: 395", "Total link strength: 1444", and "VOSviewer version 1.6.20".

Network Visualization | Overlay Visualization | Density Visualization

File | Items | Analysis

Map

Create...  
Open...  
Save...  
Share ▾  
Screenshot... ▾

Info

Manual  
About VOSviewer

Visualization

Scale: [Slider]  
Weights: Occurrences ▾

Labels

Size variation: [Slider]  
 Circles  
 Frames  
Max. length: 30 ▾  
Font: Open Sans ▾

Lines

Size variation: [Slider]  
Min. strength: 0 ▾  
Max. lines: 1000 ▾  
 Colored lines  
 Curved lines

Colors

Cluster Colors... ▾  
 Black background

Wast... phthalate

Create Map

Choose data source

- Download data through API  
Supported APIs: OpenAlex, Crossref, Europe PMC, Semantic Scholar, OCC, COCI, and Wikidata.
- Read data from bibliographic database files  
Supported file types: Web of Science, Scopus, Dimensions, Lens, and PubMed.
- Read data from reference manager files  
Supported file types: RIS, EndNote, and RefWorks.
- Read data from VOSviewer files  
Supported file types: VOSviewer corpus and scores files.

< Back | Next > | Finish | Cancel

### Lampiran 3. Menginput data yang diperoleh dari *database Dimensions*

The screenshot displays the VOSviewer interface with a 'Create Map' dialog box open. The dialog box has a 'Select files' section with tabs for 'Web of Science', 'Scopus', 'Dimensions', 'Lens', and 'PubMed'. The 'Dimensions' tab is active, showing a list of files under 'Dimensions files:'. The selected file is '\NSA\KULIAH\SEMESTER 9\SAMPEL DATA CSV\Microplastic Removal in Drinking Water Treatmet Plants.csv'. The dialog box also features navigation buttons: '< Back', 'Next >', 'Finish', and 'Cancel'. The background shows a network visualization with nodes and links, and a sidebar with 'Map' and 'Info' sections. The status bar at the bottom indicates 'Items: 30', 'Clusters: 3', 'Links: 395', 'Total link strength: 1444', and 'VOSviewer version 1.6.20'.



VOSviewer - Microplastic Removal in Drinking Water Treatmet...

Network Visualization | Overlay Visualization | Density Visualization

File | Items | Analysis

Map

- Create...
- Open...
- Save...
- Share
- Screenshot...

Info

- Manual
- About VOSviewer

Wast... phthalate

Create Map

Choose counting method

Counting method: ?

- Binary counting
- Full counting

VOSviewer thesaurus file (optional): ?

< Back | Next > | Finish | Cancel

Visualization

Scale: [Slider]

Weights: Occurrences

Labels

Size variation: [Slider]

- Circles
- Frames

Max. length: 30

Font: Open Sans

Lines

Size variation: [Slider]

Min. strength: 0

Max. lines: 1000

- Colored lines
- Curved lines

Colors

Cluster Colors...

Black background

## Lampiran 4. Seleksi kata kunci

VOSviewer - LITERATUR TERPILIH.txt

**Create Map**

**Choose threshold**

Minimum number of occurrences of a term:

Of the 1467 terms, 47 meet the threshold.

< Back   Next >   Finish   Cancel

Items: 45 | Clusters: 4 | Links: 802 | Total link strength: 4782 | VOSviewer version 1.6.20

Visualization

Scale:

Weights: Occurrences

Labels

Size variation:

Circles

Frames

Max. length:

Font: Open Sans

Lines

Size variation:

Min. strength:

Max. lines:

Colored lines

Curved lines

Colors

Cluster Colors...

Black background

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

Network Visualization | Overlay Visualization | Density Visualization

File | Items | Analysis

Map

- Create...
- Open...
- Save...
- Share ▾
- Screenshot... ▾

Info

- Manual
- About VOSviewer

Create Map

Verify selected terms

Selected	Term	Occurrences	Relevance ▾
<input checked="" type="checkbox"/>	fiber	13	0.58
<input checked="" type="checkbox"/>	sedimentation	24	0.56
<input checked="" type="checkbox"/>	microplastic	160	0.50
<input checked="" type="checkbox"/>	water treatment plant	34	0.47
<input checked="" type="checkbox"/>	efficiency	20	0.47
<input checked="" type="checkbox"/>	abundance	24	0.44
<input checked="" type="checkbox"/>	filtration	31	0.39
<input type="checkbox"/>	water	102	0.38
<input type="checkbox"/>	fate	14	0.33
<input type="checkbox"/>	attention	17	0.32
<input checked="" type="checkbox"/>	dwtpt	91	0.32
<input checked="" type="checkbox"/>	concentration	43	0.31
<input checked="" type="checkbox"/>	water source	20	0.31
<input checked="" type="checkbox"/>	mps	49	0.29
<input checked="" type="checkbox"/>	drinking water	51	0.22
<input checked="" type="checkbox"/>	drinking water treatment plant	55	0.19
<input type="checkbox"/>	presence	22	0.18
<input type="checkbox"/>	effluent	19	0.18
<input type="checkbox"/>	study	76	0.13
<input checked="" type="checkbox"/>	removal efficiency	63	0.12
<input checked="" type="checkbox"/>	treatment process	36	0.09

- < Back
- Next >
- Finish
- Cancel

Visualization

Scale:

Labels

Size variation:

Circles  
 Frames

Max. length:

Font:

Colors

Black background

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

## RIWAYAT HIDUP



Penulis yang bernama lengkap **Fariyah Tyana Parawansa** lahir di Nganjuk, 19 Maret 2000. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak Musta'in dan Ibu Muti'atul Mu'awanah. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Maguan pada tahun 2007-2013. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTs Al-Ishlah dan tamat pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di MANU Mojosari dan tamat pada tahun 2019. Di tahun berikutnya penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.