

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 State of The Art**

Tabel ini berisi tentang dasar teori serta fakta-fakta empiris dari penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini

Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Judul Jurnal	Metode	Hasil	Referensi
1	Studi eksperimental uji potensi isolate bakteri petrofilik dalam menurunkan kadar ammonia pada air limbah	-Uji pertumbuhan limbah ammonia sintetik  -Pengujian kinerja bakteri pendegradasi ammonia	Terdapat 1 isolat potensial, yakni <i>Brevundimonas diminuta</i> . Dapat mendegradasi ammonia pada hari ke 8 turun hingga 88,81%	(Nurisman <i>et al.</i> , 2020)
2	Analisis polutan air Sungai Kaliotik, Lamongan Jawa Timur	Metode Purposive Sampling	-Air pada Sungai Kaliotik kualitasnya berada dibawah ambang baku mutu air  -Termasuk kategori tercemar berat	(Shaleh, Prihatini dan Masud, 2021)
3	Konsorsium mikroba potensial sebagai upaya pengurangan limbah deterjen di perairan	-Pengamatan konsorsium mikroba yang terbentuk  -Pengujian konsorsium mikroba pada konsentrasi LAS	Konsorsium mikroba yang dibuat mampu menurunkan kadar LAS pada permukaan air sebanyak 0,28% dan pada kedalaman sebanyak 0,4%.	(Sulistiono <i>et al.</i> , 2022)

## 2.2 Pencemaran Air

Air merupakan benda cair yang keberadaannya banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Semua kegiatan atau aktifitas yang dilakukan manusia tidak luput dari penggunaan air. Sungai termasuk salah satu sumber air, tetapi banyak dijumpai sungai telah menjadi tempat mengalirnya air sisa atau buangan dari aktifitas yang dilakukan oleh manusia. Air buangan tersebut banyak mengandung polutan berbahaya yang mengakibatkan sungai tersebut menjadi tercemar. Seperti yang telah dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah (PP) Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Nomor 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air sungai dan sejenisnya. Standart baku mutu masuk pada kelas tiga dimana air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Industrialisasi dan urbanisasi termasuk kegiatan manusia yang banyak memberikan kontribusi terhadap degradasi dan pencemaran lingkungan sehingga berdampak buruk bagi sumber daya air meliputi air permukaan dan air tanah yang merupakan kebutuhan dalam kehidupan (Sarker, 2021). Akibatnya makhluk hidup sendiri yang akan kesulitan mendapatkan sumber air bersih.

Pada salah satu hasil penelitian yang disampaikan oleh Sulistiono, *et al.*, (2022) bahwa Sungai Kaliotik merupakan sungai di Lamongan yang indikasinya tercemar berat. Tingginya kadar LAS yang menjadi penyebab sungai tersebut menjadi tercemar. Kadar LAS pada titik A yang diambil pada titik permukaan

menunjukkan hasil yang tinggi yaitu 2.862 mg/L yang kemudian diberikan penambahan konsorsium mikroba sebanyak 0.1 ml dan berhasil turun menjadi 1.240 mg/L.

### 2.3 Sumber Pencemar

Berdasarkan karakteristiknya sumber pencemaran air dibedakan menjadi 2 yaitu sumber limbah domestik dan sumber limbah non-domestik. Umumnya sumber limbah domestik berasal dari daerah pemukiman penduduk sedangkan sumber limbah non-domestik berasal dari kegiatan seperti pertanian dan peternakan atau yang bukan berasal dari wilayah pemukiman (Sahabuddin, *et al.*, 2014). Menurutnya pula masuknya bahan pencemar ke perairan dapat berasal dari buangan yang diklasifikasikan menjadi *Point Source Discharges* (sumber titik) dan *Non Point Source* (sebaran menyebar).

*Point Source Discharges* (sumber titik) merupakan sumber pencemar yang dapat diketahui secara pasti berupa suatu lokasi seperti air limbah industri atau domestik serta dari saluran drainase. Seperti yang dijelaskan oleh Aniriani, *et al.*, (2022), bahwa limbah pasar ikan berpotensi besar dalam pencemaran Sungai Kaliotik dengan bukti tingginya parameter ammonia pada IPAL pasar ikan yaitu sebesar 115 mg/L.

*Non Point Source* (sebaran menyebar) merupakan pencemaran yang berasal dari sumber tidak diketahui secara pasti, masuknya melalui limpasan (*run off*) dari wilayah pertanian, pemukiman dan perkotaan. Pada penelitian Wati, *et al.*, (2022) Sungai Kaliotik merupakan sungai yang indikasinya tercemar ringan, hal tersebut dibuktikan bahwa air limbah yang berasal dari pemukiman di titik satu

memiliki nilai indeks polusi yang tinggi yaitu sebesar 6.663, pada titik dua tepatnya pada pasar ikan nilai indeks polusi sangat tinggi yaitu sebesar 7.258, lalu pada nilai indeks polusi yang tinggi dari sumber pertanian yang berada pada titik 2 yaitu sebesar 5.306.

### 2.3.1 Limbah Pemukiman

Limbah pemukiman merupakan limbah domestik, bentuk dari air limbah tersebut seperti yang berasal dari kamar mandi yakni air seni, tinja, air dari kegiatan dapur rumah tangga, dan dari kegiatan mencuci (Mubin, *et al.*, 2016). Menurut Mende, *et al.*, (2015) air limbah rumah tangga secara umum dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu *grey water* dan *black water*. *Grey water* merupakan air bekas cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi. Sedangkan *black water* merupakan limbah seperti tinja yang berpotensi mengandung mikroba patogen dan air seni (*urine*).

Menurut Yohannes, *et al.*, (2019), berdasarkan hasil observasi yang dilakukan ditemukan satu lokasi yang memiliki nilai *total coliform* yang tinggi. Lokasi tersebut dipadati dengan pemukiman permanen dan semi permanen. Pemukiman permanen umumnya sudah terdapat sarana sanitasi, sedangkan untuk pemukiman tidak teratur umumnya belum dilengkapi sarana sanitasi yang memadai yang banyak dihuni oleh masyarakat dengan kelas ekonomi menengah kebawah. Hal ini mengindikasikan bahwa suatu pemukiman semi permanen ditepian sungai berkontribusi besar dalam meningkatkan nilai *total coliform*.

Adanya polusi pada sungai memiliki indikasi sederhana seperti kekeruhan pada warna air, bau yang menyengat. Akibatnya dapat mengganggu

kesehatan masyarakat, bau yang menyengat sangat parah ketika pada musim kemarau karena tingginya konsentrasi polutan dan pada waktu musim hujan yang mengakibatkan sungai meluap (Qadry, 2018).

### 2.3.2 Limbah Pertanian

Limbah pertanian terdiri dari sisa-sisa penggunaan pupuk dan pestisida. Limbah pertanian tersebut memberikan pengaruh negatif yang besar bagi kualitas air. Menurut Agustiniingsih, (2012) penggunaan pupuk dan pestisida dari kegiatan pertanian memberikan masukan beban pencemar organik ke sungai. Bioindikator dari suburnya suatu perairan adalah fitoplankton, pada suatu penelitian dari Akmal, et al., (2021) menunjukkan hasil bahwa limbah detergen dan pestisida pada akhir penelitian menyebabkan terjadinya penurunan nilai kelimpahan fitoplankton. Hal tersebut membuktikan bahwa masuknya pestisida ke perairan menyebabkan tingkat kesuburan perairan menurun.

Air sungai yang dari hulu sampai ke hilir mendapat input berupa limbah pertanian akan berakibat pada tingkat kualitasnya. Ketika dilakukan pengukuran diketahui bahwa terdapat salah satu parameter yaitu BOD berada di atas ambang baku mutu yang digunakan (Soukotta, et al., 2019).

### 2.3.3 Limbah Industri (Pasar Ikan)

Industri merupakan sebuah tempat atau lapangan kerja bagi masyarakat. Dimana mayoritas masyarakat bekerja pada sebuah industri. Aktifitas industri sudah pasti menghasilkan limbah, baik limbah padat dan juga cair ataupun gas. Industri akan memberikan dampak negatif berupa limbah dalam kuantitas cukup besar yang berpotensi mencemari lingkungan (Indrayani, 2018).

Limbah yang dihasilkan dari pasar ikan biasanya berupa organ ikan itu sendiri mulai dari kulit ikan atau sisik, organ dalam dari ikan, hingga darah ikan ketika proses pengolahan. Dapat disimpulkan bahwa banyak kandungan polutan berbahaya yang ada di dalam air tersebut sehingga dapat menyebabkan permasalahan lingkungan. Tumbuhnya tanaman pengganggu, munculnya toksisitas terhadap kehidupan air, kadar DO (*Dissolved Oxygen*) yang turun pada lingkungan perairan, kesehatan masyarakat yang terancam, serta timbulnya bau yang tak sedap di lingkungan merupakan ciri dari gangguan atau pencemaran pada lingkungan (Pamungkas, 2016).

#### **2.4 Kandungan Senyawa Polutan Organik**

Air sungai yang tercemar sudah pasti mengandung polutan berbahaya yakni polutan organik dan polutan anorganik. Menurut Faradillah, (2022) lemak merupakan contoh dari polutan organik, namun termasuk *non biodegradable* karena minyak dan lemak adalah bahan organik yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme. Limbah ini memiliki ciri membentuk lapisan tipis pada air karena memiliki berat jenis yang lebih kecil dari air. Terganggunya penetrasi sinar matahari dan masuknya oksigen ke dalam air merupakan dampak dari adanya minyak dan lemak pada air.

Kegiatan domestik merupakan penghasil limbah minyak dan lemak, dimana jika dalam pembuangannya tidak ada pengolahan maka akan mencemari lingkungan air. Menurut Komalasari, (2021) sumber penghasil minyak dan lemak diantaranya adalah industri, domestik dan bengkel yang ada pada pinggiran aliran sungai. Akibat dari aliran air pencucian yang secara langsung dibuang ke badan

perairan atau yang terbawa oleh air hujan merupakan penyebab dari adanya kandungan minyak dan lemak pada air sungai.

Menurut Murti, *et al.*, (2020) bakteri pendegradasi minyak dan lemak yang efektif dalam menurunkan konsentrasi hingga sebesar 53% adalah bakteri *P. aeruginosa*.

## 2.5 Kandungan Senyawa Polutan Anorganik

Menurut Budhiawan, *et al.*, (2022) polutan anorganik merupakan salah satu penyumbang pencemaran air, polutan anorganik tersebut adalah detergen. Dimana air yang tercemar tidak hanya air permukaan saja namun air tanah juga mengalami kondisi tercemar.

Detergen merupakan bahan kimia yang berbahaya, dimana unsur kimia tersebut mengakibatkan pencemaran air yang dapat memicu penyakit yang timbul pada manusia dan binatang. LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonat*) merupakan surfaktan *anionik* yang konsentrasinya pada kandungan detergen berkisar antara 22-30%. LAS bersifat toksik bagi organisme akuatik ketika konsentrasinya melampaui 0,5 mg/L. Rendahnya ketersediaan oksigen terlarut dalam air, timbulnya busa dan eutrofikasi yang mengakibatkan *blooming algae* merupakan dampak dari adanya kandungan berbahaya dari detergen (Rulitasari dan Rachmadiarti, 2020). Terbentuknya busa pada konsentrasi tersebut dapat menurunkan estetika lingkungan dan dapat menyebarkan mikrobiopathogen ketika busa tersebut tertiuap angin. Dampak lain yang ditimbulkan adalah dengan terjadinya iritasi sedang pada kulit manusia ketika berkontak langsung dengan LAS, kulit manusia memiliki toleransi kontak dengan LAS sebesar 1% (Purnamasari, 2014).

Nitrat merupakan salah satu senyawa yang terkandung pada air sungai. Menurut Wike, (2019) pada perairan nitrat merupakan makro nutrien yang mengontrol produktivitas di daerah eufotik. Sumber utama senyawa nitrat ialah dari limbah buangan pada rumah tangga dan pertanian termasuk kotoran hewan dan juga kotoran manusia. Salah satu nitrogen anorganik yang teralrut dalam air disebut dengan amonia. Amonia berasal dari air seni dan juga tinja, oksidasi zat organik secara mikrobiologis dan dari aktivitas masyarakat serta industri. Aktivitas masyarakat seperti pemupukan kebun dibagian hulu lalu terbawa ke bagian hilir sungai akan menyebabkan keberadaan senyawa (Putri *et al.*, 2019).

Konsentrasi fosfat yang tinggi pada perairan disebabkan oleh pasokan dari DAS yang merupakan kawasan pertanian yang aktivitas masyarakat yaitu pemupukan. Peningkatan konsentrasi fosfat juga dipengaruhi oleh aliran sungai yang berasal dari pemukiman warga (domestik), buangan limbah deterjen juga menjadi salah satu penyebab tingginya konsentrasi fosfat (Putri *et al.*, 2019).

## **2.6 Bakteri Potensial Pendegradasi Senyawa**

Nitrat merupakan salah satu senyawa yang berada pada Sungai Kaliotik yang keberadaannya mengakibatkan turunnya kualitas Sungai Kaliotik. Proses penurunannya memanfaatkan bakteri *Bacillus megaterium*. Bakteri tersebut mampu menurunkan parameter sebesar 0,404 mg/L (Yuka, *et al.*, 2021).

Ammoniak menjadi senyawa yang yang berbahaya pada kualitas air sungai, dalam penurunannya memanfaatkan aktivitas mikrobiologis seperti proses bioremediasi. Isolat bakteri yang digunakan yaitu *Brevundimonas diminuta* yang

pertumbuhannya sangat baik. Menunjukkan penurunan amoniak sebesar 88,81% selama 8 hari (Nurisman *et al.*, 2020).

Minyak merupakan senyawa yang memiliki peran dalam pencemaran air sungai, karena minyak merupakan senyawa ester yang susah diurai namun dapat dihidrolisis. Penurunannya dengan memanfaatkan efektifitas bakteri indigen yang didapatkan dari sampel air yang diambil. Bakteri yang didapatkan ada dua yakni *Pseudomonas aeruginosa* dan *R. Erythropolis*. Diantara kedua bakteri tersebut *Pseudomonas aeruginosa* lebih efektif dalam penurunan senyawa yaitu sebesar 53% (Murti, *et al.*, 2020).

Detergen merupakan bahan kimia yang digunakan untuk aktifitas mencuci yang memiliki kandungan LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonat*). Proses penurunannya menggunakan konsorsium mikroba yang dibuat dari EM4 organik. Konsorsium mikroba tersebut berhasil menurunkan kadar LAS pada permukaan air sebesar 0,28% dan 0,4% pada kedalaman (Sulistiono, *et al.*, 2022).

Fosfat merupakan salah satu parameter di perairan yang keberadaannya dipengaruhi oleh kawasan pertanian. Aktivitas pemupukan, adanya aliran bebas dari limbah domestik merupakan penyebab dari tingginya konsentrasi fosfat (Putri *et al.*, 2019). Pengurangan kandungan fosfat dapat dilakukan dengan proses biodegradasi menggunakan konsorsium bakteri yang tergolong dalam spesies *Bacillus sp* dan *Pseudomonas sp* (Zairinayati, 2019).

## **2.7 Identifikasi Spesies Bakteri**

Proses identifikasi bakteri dimulai dengan melakukan isolasi bakteri dari sampel air Sungai Kalititik yang terdiri dari 3 stasiun yang telah dihomogenkan,

sebelum dilakukan isolasi dilakukan pengenceran sampai  $10^7$  dengan tujuan untuk mengurangi kepekatan sampel yang dapat mengakibatkan pertumbuhan bakteri yang saling tumpang tindih satu sama lain, kemudian diambil sebanyak 1 ml diinokulasikan pada media NA 5 % menggunakan metode *pour plate*. Biakan bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  di dalam inkubator. Pemurnian isolat dilakukan dengan mengamati koloni yang terbentuk secara terpisah dan berbeda diinokulasikan kembali pada media NA 5 % dengan menggunakan metode *streak plate* sampai bakteri yang tumbuh sejenis. Pewarnaan gram dilakukan setelah isolat murni didapatkan. Penapisan bakteri untuk mendapatkan isolat dengan zona bening lalu dilakukan pengukuran Indeks Degradasinya (ID). Uji degradasi bakteri potensial dengan menggunakan shaker, pengujian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara non faktorial.

## **2.8 Keterkaitan Antara Bakteri Pendegradasi dengan Senyawa Pencemar Utama**

Air yang mengalir di Sungai Kaliotik merupakan air buangan yang telah digunakan para masyarakat menjalankan aktifitas sehari-hari. Limbah domestik merupakan salah satu limbah yang berasal dari aktifitas atau usaha kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, perumahan dan apartemen. Beberapa bentuk dari air limbah ini seperti tinja, limbah kamar mandi, air seni (urin), dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga (Mubin, *et al.*, 2016). Limbah yang dihasilkan dari pasar ikan biasanya berupa organ ikan itu sendiri mulai dari kulit ikan atau sisik, organ dalam dari ikan, hingga darah ikan ketika proses pengolahan.

Dapat disimpulkan bahwa banyak kandungan polutan berbahaya yang ada di dalam air yang menjadi senyawa pencemar utama. Dari senyawa pencemar utama pada air limbah terdapat banyak bakteri, apabila dilakukan pengisolasian akan tumbuh sebagai isolat bakteri pendegradasi yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa pencemar pada air Sungai Kaliotik.

## 2.9 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah

1. Terdapat senyawa pencemar utama Sungai Kaliotik.
2. Mendapatkan isolat bakteri potensial pendegradasi senyawa pencemar utama di Sungai Kaliotik.
3. Terdapat persentase penurunan degradasi senyawa pencemar utama Sungai Kaliotik oleh isolat bakteri potensial.