

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Nitrifikasi adalah salah satu proses utama dalam siklus nitrogen dan secara tradisional dianggap sebagai proses dua langkah mikroba. Pada langkah pertama, ammonium dioksidasi menjadi nitrit oleh arkea atau bakteri pengoksidasi amonia, kemudian nitrit dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri pengoksidasi nitrit (Sun dkk., 2021).

Pada tahun 2015 ditemukan bakteri pengoksidasi amonia lengkap yang dilakukan oleh bakteri Comammox (*Complete Ammonia Oxidizer*) dalam genus *Nitrospira*. Bakteri ini mampu mengubah amonia menjadi nitrat oleh satu organisme tunggal dalam kondisi aerob (Daims dkk., 2015; van Kessel dkk., 2015). Comammox dianggap lebih hemat energi dibanding dengan proses dua langkah mikroba pada nitrifikasi, karena tanpa memerlukan kerja sama antara arkea atau bakteri pengoksidasi amonia dan bakteri pengoksidasi nitrit (Daims dkk., 2015).

Hingga saat ini comammox *Nitrospira* telah terdeteksi di hutan (Placeholder1) Hu dkk., 2017), air tawar (Liu dkk., 2020), muara (Sun dkk., 2021), laut (Liu dkk., 2023) dan ekosistem buatan (Zheng dkk., 2019). Penelitian-penelitian pada ekosistem yang berbeda tersebut mengungkapkan bahwa kelimpahan comammox berkaitan erat dengan parameter lingkungan. Ammonium ditemukan sebagai parameter lingkungan penting yang mempengaruhi kelimpahan comammox *Nitrospira* di ekosistem tanah karena ammonium merupakan sumber nutrisi bagi comammox *Nitrospira* (Shi dkk., 2018; Xu dkk., 2020). Di ekosistem air tawar dan muara, comammox *Nitrospira* hidup secara oligotrofik (Li dkk., 2023) dan kelimpahan comammox *Nitrospira* meningkat dengan pH yang tinggi (Liu dkk., 2020). Hal ini dikarenakan pengoksidasi amonia lebih disukai tumbuh di lingkungan yang sedikit basa, karena kisaran pH optimal untuk enzim nitrifikasi utama yaitu 7-8 (Blum dkk., 2018). Kelimpahan comammox pada muara menurun dengan meningkatnya salinitas, hal ini mengindikasikan limpasan sungai sebagai

sumber utama kelimpahan comammox *Nitrospira* (Sun dkk., 2020). Pada ekosistem riparian, kelimpahan comammox *Nitrospira* meningkat seiring dengan meningkatnya suhu (Wang dkk., 2022; Zhang dkk., 2022), kenaikan suhu dapat meningkatkan aktifitas oksidasi amonia sampai batas tertentu (Sun, Liu, dkk., 2021). Pada ekosistem laut, kelimpahan comammox *Nitrospira* menunjukkan korelasi positif dengan pH dan menurun dengan meningkatnya salinitas pada sedimen (Liu dkk., 2023). Penelitian sebelumnya berspekulasi bahwa lautan tidak menyediakan habitat yang cocok untuk comammox *Nitrospira* (Kuypers, 2017; Santos dkk., 2017). Namun, kelimpahan comammox *Nitrospira* juga terdeteksi pada ekosistem bakau dengan salinitas tinggi (Liu dkk., 2020). Parameter lain yang dapat mempengaruhi aktivitas bakteri comammox adalah TOC, nitrat, nitrit dan DO perairan (Daims dkk 2015; Sun dkk 2020; Xia dkk 2018; Zhao dkk., 2021). Selain itu, Fosfat merupakan salah satu nutrisi esensial dalam siklus biogeokimia yang dapat mempengaruhi berbagai proses biologi yang juga dapat mempengaruhi kelimpahan bakteri comammox (Khairul., 2017). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sulfat juga dapat mempengaruhi kelimpahan mikroba secara umum (Hanafiah dkk., 2016). Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa afinitas comammox berbeda dalam ekosistem yang berbeda. Bakteri comammox diperkirakan memiliki beberapa selektivitas terhadap habitat dalam prosesnya mengkonversi amonia dalam ekosistem.

Hingga saat ini, potensi keberadaan bakteri comammox *Nitrospira* dan hubungannya dengan parameter lingkungan dalam lingkungan tropis ekosistem alami khususnya Sumatra Barat masih terbatas. Mengetahui kelimpahan dan pengaruhnya dengan parameter lingkungan akan memberikan dasar ilmiah yang penting untuk menilai peran bakteri dalam dinamika nitrogen ekosistem. Pada penelitian ini kelimpahan bakteri comammox dieksplorasi dari ekosistem alami berbeda yang berasal dari sampel sedimen Pantai, muara, sungai, dan danau yang ada di Sumatra Barat. Keempat ekosistem tersebut menjadi tempat yang potensial untuk ditemukannya bakteri comammox karena adanya aktivitas seperti pembuangan limbah manusia atau industri, pertanian, perikanan dan proses alami seperti dekomposisi material organik dan aktivitas biologis yang ada disekitar ekosistem yang dapat melepas nitrogen ke perairan. Parameter-parameter

lingkungan diukur pada perairan dan sedimen. Data-data parameter lingkungan dan kelimpahan bakteri comammox disederhakan menggunakan PCA (*Principal Component Analysis*).

Studi ini merupakan langkah awal untuk mengeksplorasi keberadaan bakteri comammox di Sumatra Barat. Memahami karakteristik comammox *Nitrospira* sangat penting untuk mengisi kesenjangan dan menyediakan data teoritis untuk penerapan comammox dalam pengolahan air limbah. Hal ini dapat membuka pintu untuk pemahaman yang lebih baik tentang kompleksitas siklus nitrogen dan cara mengoptimalkan peran bakteri sebagai potensi untuk digunakan dalam pengolahan limbah.

## 1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengukur parameter lingkungan dan menganalisis pengaruhnya terhadap kelimpahan comammox pada sedimen yang ada pada pantai, muara, sungai, dan danau yang ada di daerah Sumatra Barat.

Untuk mencapai maksud tersebut maka beberapa tujuan dalam penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Mengukur parameter lingkungan pada perairan dan sedimen pada 10 ekosistem alami yang terdiri dari pantai, muara, sungai, dan danau yang ada di daerah Sumatra Barat.
2. Menghitung kelimpahan bakteri comammox pada masing-masing sampel sedimen pantai, muara, sungai, dan danau di daerah Sumatra Barat.
3. Menganalisis pengaruh masing-masing parameter lingkungan terhadap jumlah kelimpahan bakteri comammox pada sedimen danau, pantai, muara dan sungai di daerah Sumatra Barat.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yaitu:

1. Menjadi salah satu referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengidentifikasi kelimpahan comammox di Sumatra barat;

2. Membantu memperdalam pemahaman tentang karakteristik comammox di ekosistem yang berbeda;
3. Mengeksplorasi keberadaan bakteri comammox di Sumatra Barat berdasarkan kondisi lingkungan, dengan tujuan mempertimbangkan parameter-parameter lingkungan.
4. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian lebih lanjut yang berfokus pada kultivasi bakteri comammox, yang memiliki potensi untuk digunakan dalam pengolahan limbah.

#### 1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus sesuai dengan penelitian yang diinginkan, maka penulis menetapkan batasan permasalahannya mengenai:

1. Penelitian dilakukan pada ekosistem alami yang ada di Sumatra Barat yang terdiri dari Pantai Pasir Jambak, Pantai Ketaping, Pantai Padang, Muara Penjalinan, Muara Lasak, Sungai Bangek, Sungai Kuranji, Sungai Batang Arau, Danau Singkarak, dan Danau Maninjau;
2. Pengujian parameter lingkungan dilakukan pada perairan dan sedimen. Pada perairan adalah suhu, pH, DO, salinitas, sedangkan pada sedimen adalah pH, TOC, ammonium, nitrit, nitrat, fosfat dan sulfat;
3. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sampling* dengan teknik “*Wading Braille*” berdasarkan Ohio EPA.
4. Metode analisis parameter lingkungan pada sedimen berdasarkan Balai Penelitian Tanah Departemen Pertanian, SNI, dan APHA;
5. Identifikasi kelimpahan bakteri comammox dilakukan pada sedimen dengan menggunakan *Illumina miseq sequencing* di *Kanazawa University* Jepang;
6. Analisis statistik data parameter lingkungan dan kelimpahan bakteri comammox menggunakan *One Way ANOVA* atau *Kruskall-Wallis*;
7. Analisis pengaruh antara parameter lingkungan dengan kelimpahan comammox menggunakan korelasi *Pearson* atau *Rank Spearman*.
8. Data parameter lingkungan dan kelimpahan bakteri comammox disederhanakan menggunakan *PCA (Principal Component Analysis)*.

## 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tentang landasan teori mengenai Nitrogen, Nitrifikasi, Denitrifikasi, Comammox, Deteksi dan Identifikasi Comammox, Sedimen, Parameter Lingkungan, Analisis Filogenetik, Analisis Statistik, Gambaran Umum Lokasi Penelitian, serta Penelitian Kelimpahan Comammox dan Faktor Lingkungan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang Studi Literatur, Waktu dan Lokasi Penelitian, Persiapan Sebelum Sampling, Pengukuran Parameter Perairan, Pengambilan Sampel Sedimen, Persiapan Analisis Parameter Lingkungan, Analisis Parameter Kimia Pada Sedimen, Analisis Mikrobiologi dengan *Illumina Miseq Sequencing*, Analisis Filogenetik dan Analisis Statistik.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil pengujian laboratorium, pengolahan data dan pembahasan.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.