

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah air lindi yang dihasilkan pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) di Pulau Jawa dalam sepuluh tahun terakhir terus mengalami peningkatan yang cukup tajam. Hal ini sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan volume sampah yang dihasilkan (Thomas, 2019). Debit air lindi yang dapat dihasilkan di TPA cukup besar perharinya, sebagai contoh TPA Ngipik kurang lebih $237,75 \text{ m}^3$ per hari dengan luas sekitar 6 hektare, TPA Gunung Panggung sebesar $283,3 \text{ m}^3$ per hari dengan luas lahan 4 hektare, dan TPA Talang Gulo Lama kurang lebih $249,4 \text{ m}^3$ per hari dengan luas sebesar 6 hektare (Jauhary et al., 2023). Rata-rata debit air lindi yang dihasilkan dalam satu hari dari ketiga TPA tersebut adalah sebesar $256,15 \text{ m}^3$ per hari. Lindi adalah cairan yang dihasilkan dari proses dekomposisi sampah. Proses ini terjadi ketika air meresap melalui tumpukan sampah dan larut dalam sejumlah zat tersebut (Sudarmaji & Prayogo, 2020). Sepanjang proses dekomposisi, cairan yang dihasilkan dari air ini dapat menjadi cairan berbahaya. Lindi juga dapat mengandung bahan penyakit (Walid et al., 2020).

Air lindi mengandung berbagai logam berat berbahaya seperti besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb), kobalt (Co), boron (Br), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg). Lindi dari TPA di Indonesia mengandung berbagai logam berat dan kontaminan lain yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. (Hidayati et al., 2021). Lindi juga memiliki kandungan nitrogen dalam bentuk Organik Nitrogen mulai dari 10 mg hingga 600 mg per liter, Amonium Nitrogen mulai dari 10 mg hingga 800 mg per liter, dan Nitrat mulai dari 5 mg hingga 40 mg per liter. Nitrogen tersebut dapat menjadi unsur nutrien bagi tanaman (Rahmi, 2019).

Nitrogen (N) merupakan nutrisi esensial yang dibutuhkan semua organisme hidup, terutama tanaman karena berperan penting dalam sintesis senyawa organik seperti asam amino, protein, asam nukleat, dan klorofil, serta untuk pertumbuhan, perkembangan, dan hasil panen yang optimal. Jenis nitrogen dalam tanah terdapat dalam dua bentuk utama yang dapat diserap oleh tanaman, yaitu nitrat (NO_3^-) dan

amonium (NH_4^+). Ketersediaan nitrogen dalam tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, namun kandungan nitrogen dalam tanah umumnya berada pada tingkat yang rendah, sehingga diperlukan penambahan pupuk untuk mencukupi kebutuhan tanaman (Purba et al., 2021).

Berdasarkan kandungan organik lindi tersebut, maka lindi memiliki potensi tinggi yang dapat diubah menjadi pupuk organik cair (POC) melalui metode biofermentasi dengan melibatkan penggunaan bakteri penambat nitrogen (Permono et al., 2024). Proses ini diawali dengan penyaringan awal untuk memisahkan fraksi padat dari cairan guna mengurangi beban pencemar fisik. Tahap berikutnya adalah penyesuaian pH, mengingat air lindi umumnya bersifat asam atau basa tergantung umur sampah, sehingga pH dinormalkan ke kisaran 6,5–7,5 untuk menciptakan lingkungan ideal bagi mikroorganisme fermentatif (Lesmana & Apriyani, 2020). Setelah pH stabil, dilakukan inokulasi bioaktivator penambahan bakteri penambat nitrogen seperti *Azospirillum sp.* untuk memperkaya nitrogen dalam larutan (Dimiati & Hadi, 2017). Proses fermentasi dilakukan secara anaerobik dalam wadah tertutup selama 7 hingga 21 hari, dengan pengadukan berkala untuk mengoptimalkan distribusi nutrien dan aktivitas mikroba. Hasil fermentasi kemudian disaring kembali untuk memisahkan endapan, lalu dikemas dalam wadah kedap udara (Nurhasanah & Hedi, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian dari Safitri & Hadi (2017), proses fermentasi air lindi selama 14 hari dengan menambahkan bakteri penambat nitrogen jenis *Azospirillum sp.* Variasi D1 (reaktor dengan penambahan bakteri starter cair sebanyak 10 mL dan pengenceran sebesar 50 kali) menjadi pupuk organik cair yang baik, karena nilai amonium mengalami kenaikan dari 60,2 mg/L menjadi 300 mg/L. Nilai BOD dan COD juga mengalami penurunan, untuk BOD dari 500 mg/L menjadi 33 mg/L, sedangkan untuk COD dari 1920 mg/L menjadi 90 mg/L.

Kelangsungan hidup mikroorganisme di lingkungan sangat dibatasi oleh faktor – faktor suhu, pH, kandungan oksigen, salinitas, dan substrat yang memengaruhi kestabilan metabolisme sel (Susanto, 2003). Persamaan laju pertumbuhan bakteri dapat digunakan untuk mengetahui hasil konsentrasi biomassa bakteri yang terbentuk selama proses fermentasi.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis pertumbuhan bakteri *Azospirillum* sp. pada proses biofermentasi lindi dan kandungan pupuk organik cair (POC) hasil dari proses biofermentasi lindi dengan penambahan bakteri. Penggunaan *Azospirillum* sp. dalam biofermentasi air lindi memberikan dampak positif terhadap penurunan kontaminasi serta mendukung keberlanjutan potensi sebagai pupuk organik cair pemanfaat pada air lindi tersebut, dan menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan dengan mengganti pupuk kimia dengan pupuk organik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinetika pertumbuhan bakteri *Azospirillum* sp. dengan menggunakan Persamaan Monod berdasarkan nilai k , nilai C_M , dan nilai r_C ?
2. Bagaimana karakteristik sifat fisik warna dan aroma dari hasil proses biofermentasi air lindi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinetika pertumbuhan bakteri *Azospirillum* sp. dengan menggunakan Persamaan Monod berdasarkan nilai k , nilai C_M , dan nilai r_C .
2. Menganalisis karakteristik sifat fisik warna dan aroma dari hasil proses biofermentasi air lindi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan air lindi.
2. Dengan adanya penelitian ini maka bisa digunakan sebagai informasi secara ilmiah mengenai biofermentasi air lindi berkelanjutan untuk menurunkan kadar pencemar sekaligus menjadi pupuk organik cair (POC).
3. Sebagai sumber informasi untuk lingkup pertanian agar menggunakan pupuk organik dan memulai tidak ketergantungan dalam penggunaan pupuk anorganik yang dapat merusak lingkungan.

1.5 Ruang Lingkup

Guna membatasi agar nantinya dalam penyelesaian masalah tidak menyimpang dari ruang lingkup yang ditetapkan. Maka, akan ditetapkan:

1. Penelitian ini menggunakan bakteri penambat nitrogen yaitu *Azospirillum sp.*
2. Melakukan pengukuran karakteristik kandungan C-Organik dalam air lindi.
3. Kinetika pertumbuhan bakteri *Azospirillum sp.* berdasarkan nilai k dan nilai C_M dalam persamaan Monod.
4. Karakteristik sifat fisik warna dan aroma dari hasil proses biofermentasi air lindi.