

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar udang vaname diproduksi memakai teknologi super intensif yang bisa menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Terperoleh banyak senyawa organik di limbah tambak. Limbah padat tambak berasal dari sisa pakan, kotoran, kulit udang, dan organisme mati, serta limbah cair dari ekskresi organisme, bisa menjadi sumber sumber daya organik. Ekosistem bisa terdampak oleh nitrogen dan fosfat yang ialah kandungan utama dari limbah tambak. Hanya 22% nitrogen dalam pakan yang bisa diserap oleh udang dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Oleh karena itu, bisa diperkirakan bahwasanya sekitar 78% nitrogen terbuang di lingkungan perairan. Selain nitrogen dan fosfor, limbah tambak udang juga bisa mengandung *Suspended Solid (SS)* yang bisa menjadi masalah yang signifikan seperti penurunan kualitas air, penurunan kadar oksigen terlarut, dan penumpukan sedimentasi tebal di dasar tambak atau perairan sekitarnya. Sistem budidaya udang intensif memiliki konsentrasi SS dalam limbah tambak yang bisa mencapai 100-300 mg/L, terutama disebabkan oleh sisa pakan, kotoran udang, dan bahan organik yang tidak terurai (Syah *et al.*, 2017).

Limbah padat dari tambak udang seperti lumpur, bisa berfungsi sebagai sumber inokulum kaya nitrogen. Pemanfaatan lumpur ini bisa meningkatkan efisiensi proses penyisihan nitrogen dan mempercepat proses adaptasi dan kolonisasi mikroorganisme di dalam reaktor. Mikroorganisme lumpur bisa mencerna amonia dan nitrit secara efisien dan cepat karena mikroorganisme tersebut sudah terbiasa dengan konsentrasi nitrogen yang tinggi (Huang *et al.*, 2022). Hal ini memungkinkan pengurangan nitrogen secara lebih signifikan dalam waktu yang lebih singkat. Pemanfaatan lumpur tambak udang sebagai inokulum bisa membantu dalam pengelolaan limbah tambak udang. Ini mengurangi kebutuhan untuk pembuangan lumpur dan memanfaatkan limbah secara produktif dalam sistem pengolahan. Lumpur tambak udang mengandung berbagai jenis mikroba, termasuk bakteri pengurai nitrogen seperti *nitrit-oxidizing bacteria (NOB)* dan *anammox bacteria* (Huang *et al.*, 2022).

Proses biologi yang disebut *Anaerobic ammonium oxidation* (anammox) jalur biokimia luar biasa yang memanfaatkan nitrit sebagai akseptor elektron untuk mengubah amonium menjadi gas nitrogen (N_2) di lingkungan tanpa oksigen. Tidak seperti metode nitrifikasi-denitrifikasi tradisional, proses anammox sangat menguntungkan karena tidak bergantung pada karbon organik. Pendekatan inovatif ini bisa secara signifikan mengurangi produksi lumpur sampai 90% dan mengurangi kebutuhan oksigen untuk aerasi sampai 60%. Hasilnya, proses ini tidak hanya menurunkan biaya pengolahan lumpur tetapi juga meminimalkan emisi nitrogen oksida (N_2O), gas rumah kaca yang kuat yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Karakteristik fisiologis bakteri anammox memperlihatkan bahwasanya proses ini berkembang dalam kisaran suhu 20-43°C, dengan suhu fungsi optimal 37°C (Zulkarnaini, 2020).

Filter bioreactor (FtBR) merupakan pengembangan dari sistem kerja pada reaktor *one-stage* yang telah dilakukan oleh Zulkarnaini *et al.*, 2018. Reaktor *biofilm* sendiri telah terbukti mempunyai keadaan operasi yang stabil untuk *seeding* yang berupa lumpur aktif (Zhang *et al.*, 2015). Menggunakan lumpur aktif untuk mengidentifikasi mikroorganisme sangat cocok untuk dilakukan dalam mengungkapkan bakteri baru yang terlibat dalam proses anammox (Tikilili, 2016). Prinsip kerja dari reaktor *biofilm* adalah flokulan pada lumpur pertama-tama melekat pada media lekat dan secara bertahap tumbuh menjadi *biofilm*. Ketika bakteri anammox semakin meningkat maka, lapisan baru terbentuk dan menjadi lebih tebal (Zhang *et al.*, 2015).

Penelitian penyisihan nitrogen memakai lumpur tambak udang sebagai inokulum sudah pernah dilangsungkan oleh Gumelar *et al.*, (2022). Penelitian tersebut memakai endapan lumpur tambak udang intensif di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, Makassar. Studi ini memiliki dua variasi starter pada reaktor yang dipakai, yakni reaktor pertama berisi starter lumpur tambak dan reaktor kedua berisi starter lumpur tambak ditambah inokulum anammox. Konsentrasi awal influen ammonium dan nitrit pada studi ini berkisar 70-100 mg-N/L. Reaktor dengan starter lumpur tambak tersebut diperoleh nilai efisiensi pengurangan amonium (ACE) 82,48%, efisiensi pengurangan nitrogen total (NRE) 72,58%, laju pembebanan nitrogen (NLR) 0,16 kg-N/m³·h, laju pengurangan

nitrogen (NRR) $0,12 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{h}$ dan rasio nitrit/amonium senilai 1,4. Sedangkan untuk reaktor dengan lumpur tambak ditambah inokulum anammox diperoleh nilai ACE 83,06%, NRE 63,59%, NLR $0,16 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{h}$, NRR $0,10 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{h}$ dan rasio nitrit/amonium senilai 1,13. Analisis deskriptif memperlihatkan tidak ada perbedaan pada kedua reaktor untuk nilai ACE dan NLR kecuali pada NRE, NRR dan rasio nitrit/amonium. Nilai NRE, NRR, dan rasio nitrit/amonium yang diperoleh pada studi ini memiliki nilai tertinggi pada reaktor dengan starter lumpur tambak dibandingkan dengan starter lumpur tambak ditambah inokulum anammox.

Berlandaskan penelitian sebelumnya, lumpur tambak udang memiliki potensi keberadaan anammox di dalamnya. Dimana lumpur tambak udang yang dipakai sebagai inokulum bakteri proses anammox dan diperoleh penyisihan nitrogen yang cukup besar. Berlandaskan penelitian tersebut, maka dilangsungkanlah penelitian memakai lumpur tambak udang vaname di Katapiang, Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatra Barat. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kinerja penyisihan nitrogen meliputi amonium dan nitrit melalui anammox. Penyisihan nitrogen dilangsungkan pada *filter bioreactor* (FtBR) pada suhu ambien dan waktu retensi 24 jam.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari studi ini yakni untuk melakukan analisis kinerja pada reaktor *filter bioreactor* (FtBR) dalam penyisihan nitrogen pada limbah artifisial (air asin) dengan inokulum dari lumpur tambak udang.

Tujuan dilangsungkan studi ini yakni untuk menganalisis kinerja dari penyisihan nitrogen dalam FtBR yang memakai inokulum lumpur tambak udang vaname di Katapiang, Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari studi ini diharapkan yakni:

1. Menjadi acuan awal penelitian anammox yang berasal dari limbah tambak udang;
2. Mengetahui potensi proses anammox dalam penyisihan nitrogen pada air limbah tambak udang dan air laut.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari studi ini yakni:

1. Studi ini memakai sumber inokulum berupa lumpur tambak udang Katapiang, Pariaman;
2. Studi ini memakai *filter bioreactor* (FtBR) yang dilengkapi dengan media lekat berupa *cartridge filter* jenis *string wound* berukuran $0,5 \mu\text{m}$ dan ditempatkan dalam *housing filter*. Substrat (limbah artifisial) dialirkan secara berkelanjutan ke dalam reaktor FtBR untuk mendukung proses penelitian.;
3. Percobaan ini dilangsungkan dengan memakai limbah artifisial yang dibuat memakai air laut. Penggunaan limbah artifisial bertujuan untuk mengontrol parameter yang masuk dalam reaktor dan mencegah adanya bahan pengganggu (inhibitor) selama penyisihan berlangsung;
4. Percobaan dilangsungkan dengan *hydraulic retention time* (HRT) 24 jam pada suhu tropis dan tidak ada pengaturan pH;
5. Metode analisis spektrofotometri untuk mengukur parameter amonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) mengacu pada SNI 06-6989.30-2005, nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) sesuai dengan SNI 06-6989.9-2004, dan nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) berlandaskan APHA 2017;
6. Menghitung kinerja penyisihan nitrogen dilangsungkan dengan memakai empat parameter: *ammonium conversion efficiency* (ACE), *nitrogen removal efficiency* (NRE), *nitrogen loading rate* (NLR), dan *nitrogen removal rate* (NRR).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini ialah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, batasan permasalahan yang diteliti, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang pengolahan konvensional limbah tambak udang, nitrogen, salinitas terhadap bakteri anammox, kinerja proses

anammox, reaktor *start-up* bakteri anammox, dan penelitian terdahulu tentang proses anammox.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memberikan penjelasan terperinci tentang konteks temporal dan geografis penelitian, yang menguraikan berbagai tahap yang terlibat dalam penelitian. Dimulai dengan pengumpulan sampel lumpur untuk dijadikan inokulum, diikuti dengan persiapan peralatan yang cermat. Proses berlanjut dengan formulasi substrat yang dirancang untuk meniru limbah buatan, pengoperasian reaktor, dan penerapan metode analitis. Lebih jauh, bab ini mencakup evaluasi efisiensi penghilangan nitrogen dan prinsip stoikiometri yang mengatur proses anammox.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, kami akan mendalami temuan penelitian kami, dengan mengeksplorasi berbagai dimensi dinamika nitrogen. Kami akan meneliti profil konsentrasi nitrogen, yang meliputi kadar amonium, nitrit, dan nitrat. Selain itu, kami akan menganalisis kinerja penghilangan nitrogen melalui indikator utama seperti NRR, NLR, ACE, dan NRE.

BAB V PENUTUP

Bab ini menawarkan kesimpulan dan rekomendasi bijaksana yang diperoleh dari temuan penelitian yang dilangsungkan dan wawasan yang dibahas sepanjang karya ini.