

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki komitmen yang kuat untuk beralih dari energi berbasis fosil, yang secara tradisional mendominasi sumber energi. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target ambisius, yaitu mencapai 23% porsi Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai sumber energi nasional pada tahun 2025 [1]. Meskipun Indonesia memiliki potensi EBT yang luar biasa besar, seperti energi panas bumi (mencakup 40% cadangan dunia), pemanfaatan sumber-sumber energi ini seringkali memerlukan investasi skala besar dan infrastruktur terpusat [1].

Di antara beragam jenis EBT, bioenergi memainkan peranan krusial karena dapat memanfaatkan sumber daya yang melimpah dan berkelanjutan [2]. Strategi pengembangan bioenergi yang berkelanjutan harus berfokus pada sumber alternatif yang tidak bersaing dengan produksi pangan, seperti limbah pertanian, limbah peternakan, atau sampah kota [2]. Pengembangan energi berbasis biogas menawarkan manfaat ganda yang sangat sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan dan ekonomi sirkular [3]. Pertama, biogas menghasilkan energi (listrik atau panas) yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil [4]. Kedua, proses produksi biogas (digesti anaerobik) secara simultan berfungsi sebagai solusi pengelolaan limbah yang efektif, mengubah polutan menjadi produk bernilai tambah [5].

Sektor peternakan di Indonesia memiliki potensi ternak yang besar, dengan jutaan populasi sapi potong dan perah [5]. Potensi limbah yang dihasilkan dari populasi ini sangat signifikan, jika tidak dikelola dengan baik, jumlah limbah ternak yang dihasilkan akan menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius, termasuk pencemaran udara, kontaminasi tanah, dan polusi air [6]. Secara teori, kotoran sapi merupakan substrat yang sangat baik untuk produksi biogas karena mengandung ketiga unsur organik utama (karbohidrat, protein, dan lemak) yang dapat dikonversi menjadi gas metana [6]. Namun, kotoran sapi memiliki kelemahan jika digunakan sebagai substrat tunggal, yaitu tingginya kandungan nitrogen (N) [7]. Konsentrasi nitrogen yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembentukan

amonia yang berlebihan selama digesti anaerobik. Amonia bebas ini dapat menghambat aktivitas bakteri, yang merupakan pemeran utama dalam tahap produksi biogas, sehingga berpotensi menurunkan efisiensi dan stabilitas reaktor.

Untuk mengatasi masalah nutrisi yang tidak seimbang pada kotoran sapi, diperlukan strategi co-digestion (penggabungan dua substrat) dengan substrat yang kaya akan karbon (C) [7]. Limbah kulit pinang memiliki kandungan karbon yang tinggi (80-120) [8], kandungan selulosa (34,18%) dan kandungan hemiselulosa (20,83%), di mana kandungan ini merupakan polimer utama dan polimer tambahan yang diperlukan dalam proses pembentukan biogas [9]. Dalam penelitian ini, kulit pinang bisa berfungsi sebagai sumber karbon yang ideal untuk menyeimbangkan rasio C/N dalam digester.

Pencampuran kulit pinang (kaya C) dengan kotoran sapi (kaya N) dalam proses co-digestion adalah pendekatan yang logis untuk menciptakan lingkungan kimiawi dan nutrisi yang optimal bagi mikroorganisme metanogen [7]. Co-digestion bertujuan untuk mengatasi defisiensi nutrisi pada satu substrat dan/atau meredam efek toksitas atau inhibisi pada substrat lainnya [7]. Dalam konteks digesti anaerobik, perbandingan karbon terhadap nitrogen, atau rasio C/N, merupakan parameter fundamental dan pengendali utama yang menentukan kelancaran dan efisiensi proses [6]. Karbon berfungsi sebagai sumber energi yang diubah menjadi metana ( $CH_4$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ), sedangkan nitrogen berfungsi untuk pembentukan sel dan pertumbuhan mikroorganisme [10]. Keseimbangan rasio C/N yang tepat sangat penting untuk menjaga pH dan menghindari penumpukan asam dari proses fermentasi atau zat amonia beracun, yang dapat membuat reaktor berhenti bekerja [7].

Meskipun demikian, kulit pinang memiliki tantangan tersendiri, tingginya kandungan lignin (hingga 31,6%) menjadikannya substrat yang sulit terdegradasi [9]. Kecepatan tahap awal pemecahan bahan organik yang rendah dapat menghambat keseluruhan proses digesti anaerobik, bahkan jika komposisi C/N awal telah seimbang [9]. Oleh karena itu, perlu dilakukan pra-perlakuan yang efektif, salah satunya yaitu dengan penambahan NaOH 0,05% yang telah menunjukkan hasil yang menguntungkan dalam pra-perlakuan bahan lignoselulosa [11]. Pra-perlakuan asam juga dapat memecah struktur lignin dan meningkatkan

hidrolisis selulosa [11]. Peningkatan hasil biogas hingga 360% telah dilaporkan dengan pra-perlakuan yang tepat pada fraksi organik limbah padat perkotaan dan residu pertanian [11].

Penelitian kali ini dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh variasi rasio C/N dalam proses produksi biogas dari limbah kulit pinang dan kotoran sapi dengan penambahan EM4. Parameter yang ingin diamati pada penelitian ini adalah volume, komposisi, dan kualitas biogas yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu pengaruh variasi rasio C/N dalam proses produksi biogas dari limbah kulit pinang dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 terhadap volume, komposisi, dan kualitas biogas yang dihasilkan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi rasio C/N dalam proses produksi biogas dari limbah kulit pinang dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 terhadap volume, komposisi, dan kualitas biogas yang dihasilkan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah mendapatkan bagaimana pengaruh variasi rasio C/N dalam proses produksi biogas dari limbah kulit pinang dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 terhadap volume, komposisi, dan kualitas biogas yang dihasilkan.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah

1. Bahan yang digunakan adalah kulit pinang yang berada di daerah Kota Padang dan kotoran sapi dari Edufarm Universitas Andalas
2. Pembuatan biogas ini menggunakan variasi C/N 25, 27, dan 29 dengan limbah kulit pinang yang ditambahkan kotoran sapi dan EM4 dengan temperatur yang dianggap konstan
3. Digester yang digunakan adalah digester terapung (*Floating drum*) yang dimodifikasi skala laboratorium

4. Pengukuran komposisi dari produksi biogas hanya meliputi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>
5. Waktu pengukuran laju volume disetarakan satu kali 24 jam selama 30 hari pada pukul 08.00 – 10.00 WIB dengan asumsi tidak ada perubahan nilai parameter pengujian pada rentang waktu tersebut.
6. Pengujian komposisi gas hanya mengukur perbandingan antara kadar CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>
7. Pengujian kualitas biogas dilakukan dengan pengujian nyala api

## 1.6 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan tugas akhir terdiri dari lima bagian utama, yaitu BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V. BAB I yaitu Pendahuluan, membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan penelitian. BAB II adalah Tinjauan Pustaka, menjelaskan tentang teori yang mendukung pembuatan tugas akhir ini. BAB III yaitu Metode Penelitian, menjelaskan tentang skema penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta rangkaian prosedur kerja. Bab IV yaitu Hasil dan Pembahasan, membahas data yang diperoleh serta menganalisis lebih lanjut sesuai dengan landasan yang didapat pada tinjauan pustaka, guna mendapatkan hasil penelitian. Bab V yaitu Kesimpulan, menyimpulkan hasil penelitian yang diperoleh dari pembahasan di Bab IV serta memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut kedepannya.