

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi memiliki peran penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Sebagian besar energi berasal dari bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui yaitu bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan krisis energi (Wahyuni, 2011). Hal ini dibuktikan dengan persediaan minyak bumi Indonesia yang semakin menipis, yaitu sebanyak 3,5 miliar barel yang hanya dapat mencukupi untuk 10 tahun ke depan (Murdijanto *et al.*, 2010). Selain masalah tersebut, Indonesia juga dihadapkan dengan masalah peningkatan jumlah penduduk. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah penduduk Indonesia tahun 2010 sebanyak 237,6 juta atau mengalami laju pertumbuhan sebesar 1,49 persen per tahun. Semakin tinggi kenaikan jumlah penduduk maka kebutuhan akan energi semakin meningkat. Diversifikasi energi merupakan salah satu solusi untuk mengatasi krisis energi dan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia, dengan mengembangkan sumber-sumber energi terbarukan (Widyastuti *et al.*, 2013).

Salah satu sumber energi alternatif yang berpeluang besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah biogas (Mujahidah *et al.*, 2013). Pendapat Hidayat *et al.* (2012) menyatakan bahwa prinsip teknologi biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi (pembusukan) dari sampah organik secara anaerobik oleh bakteri metanogen sehingga dihasilkan gas metana

(CH₄). Biogas tersebut mampu membuat percikan api dengan kekuatan 6.400–6.600 kkal/m³ (Wahyuni 2011 *dalam* Widyastuti *et al.*, 2013).

Pada umumnya semua bahan yang mengandung karbohidrat (selulosa, hemiselulosa, lignin), protein, lemak, mineral, dan *trace element* dapat digunakan sebagai komponen utama dalam produksi biogas (Deublein dan Steinhäuser, 2008). Yenni *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa pembentukan biogas dari sampah organik berupa sampah sayur dan buah juga dapat digunakan sebagai substrat untuk pembentukan biogas.

Berdasarkan data Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Surabaya (2011), rumah kompos di Surabaya menggunakan sampah organik yang berasal dari daun-daun, ranting pohon, sisa sayuran, dan buah-buahan untuk pembentukan kompos. Sehingga, bahan baku kompos yang merupakan bahan organik juga dapat digunakan sebagai substrat produksi biogas. Penambahan kotoran sapi pada produksi biogas juga perlu dilakukan karena pada kotoran sapi mengandung bakteri pembentuk metana. Berdasarkan hasil penelitian Rahmayanti *et al.* (2013), perbandingan jumlah sampah organik dan kotoran sapi yang optimal untuk produksi biogas yaitu 1 : 1.

Pembentukan biogas dilakukan oleh mikroba pada situasi anaerob meliputi 4 tahap, yaitu tahap hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis (Hendroko *et al.*, 2014). Setiap tahapan akan melibatkan kelompok bakteri yang berbeda, bekerja secara bersinergi antara satu kelompok dengan kelompok bakteri lainnya sehingga terbentuk konsorsium bakteri (Raskin *et al.*, 1997).

Beberapa penelitian menggunakan berbagai jenis konsentrasi konsorsium mikroba untuk mengoptimalkan hasil produksi biogas. Forster *et al.* (2008) menyatakan bahwa produksi biogas dari campuran sampah kota dengan limbah rumah makan pada konsentrasi konsorsium 20 % juga dapat meningkatkan produksi biogas. Sedangkan, hasil penelitian Darisa (2014) dengan konsorsium bakteri hidrolitik 10 % dapat menghasilkan kadar metana sebanyak 70,86 %. Pemberian konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik pada berbagai variasi konsentrasi memiliki beda nyata terhadap produksi biogas (Darisa, 2014).

Waktu fermentasi juga berpengaruh terhadap produksi biogas. Hal ini disebabkan karena lama waktu fermentasi juga menentukan hasil produksi biogas. Pendapat tersebut juga didukung oleh Noresta *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap proses terbentuknya biogas. Waktu optimum terbentuknya biogas dari kombinasi antara kotoran sapi dan kotoran ayam yaitu pada hari ke-15 dengan nilai biogas 33,92 mg (Noresta *et al.*, 2013). Hasil penelitian Ivonny (2014) juga menyatakan bahwa dengan waktu fermentasi yang lebih lama seperti lama waktu 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu memungkinkan bakteri hidrolitik merombak lebih banyak bahan organik kompleks yang terkandung di dalam 1000 mL substrat. Hasil perombakan tersebut kemudian melalui tahap-tahap fermentasi anaerob.

Variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dengan waktu fermentasi juga berpengaruh terhadap produksi biogas. Pendapat tersebut didukung oleh hasil penelitian Darisa (2014) yang menyatakan bahwa kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik 10 % dan lama waktu fermentasi

tiga minggu menghasilkan kadar metana sebesar 71,90 %, sedangkan konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik 10 % dan lama waktu fermentasi empat minggu menghasilkan kadar metana sebesar 73,32 %.

Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga memiliki berbagai koleksi isolat bakteri yang dapat dimanfaatkan untuk membantu proses hidrolitik dalam pembentukan biogas. Beberapa isolat bakteri tersebut yaitu *Cellulomonas* sp., *Cytophaga* sp., *Cellvibrio* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Acetobacter aceti*. Penelitian mengenai produksi biogas oleh konsorsium bakteri tersebut belum pernah dilakukan. Sehingga, dibutuhkan penelitian untuk mengetahui konsentrasi terbaik dari konsorsium bakteri tersebut dalam produksi biogas. Parameter produksi biogas yang diamati pada penelitian ini yaitu volume biogas dan kadar metana yang diproduksi dari proses fermentasi bahan baku kompos dan kotoran sapi dengan adanya penambahan konsorsium bakteri hidrolitik.

Sisa substrat dari proses produksi biogas merupakan bahan yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Deublein & Steinhauser, 2008). Pemanfaatan substrat sisa hasil produksi biogas sebagai pupuk dapat dilakukan jika memenuhi syarat rasio C/N tertentu. Syarat rasio C/N yang baik untuk pemupukan berkisar 15-25 (Hamastuti *et al.*, 2012). Sehingga, pada penelitian ini dilakukan pula pengukuran rasio C/N setelah fermentasi pada substrat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui rasio C./N substrat sisa fermentasi

dapat digunakan sebagai pupuk ataupun tidak. Data ini merupakan data pelengkap penelitian.

Dari latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik, variasi waktu fermentasi, dan variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dengan waktu fermentasi terhadap produksi biogas.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ada pengaruh variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1 ?
2. Apakah ada pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1 ?
3. Apakah ada pengaruh variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dan waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1 ?
4. Apakah substrat setelah fermentasi dalam produksi biogas dari tiap perlakuan variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik, variasi waktu fermentasi dan variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dengan waktu fermentasi memiliki rasio C/N yang sesuai sebagai pupuk organik ?

1.3 Asumsi Penelitian

Proses produksi biogas melalui fermentasi anaerob dari bahan organik. Tahap fermentasi anaerob tersebut terdiri dari hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis. Bahan baku kompos dan kotoran sapi yang digunakan sebagai substrat fermentasi merupakan bahan-bahan organik yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa, karbohidrat, protein, dan lignin. Untuk mengoptimalkan proses hidrolisis dibutuhkan adanya penambahan konsorsium bakteri hidrolitik seperti *Cellulomonas* sp., *Cytophaga* sp., *Cellvibrio* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Acetobacter aceti*. Selain itu, adanya bakteri metanogen dalam kotoran sapi juga berperan mengubah hasil produksi dari tahap asetogenesis menjadi gas metana. Sehingga, adanya variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dapat mempengaruhi hasil produksi biogas.

Selain itu, lama waktu fermentasi juga mempengaruhi produksi biogas karena dengan semakin lama waktu fermentasi, maka memungkinkan bakteri hidrolitik merombak lebih banyak bahan organik kompleks yang terkandung di dalam substrat. Sehingga, dengan semakin lama waktu fermentasi, maka produksi biogas akan meningkat.

Pada penelitian ini dapat diasumsikan bahwa variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik, variasi waktu fermentasi serta variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dan waktu fermentasi dapat berpengaruh terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.

1.4 Hipotesis Penelitian

1.4.1 Hipotesis kerja

Jika variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik, variasi waktu fermentasi, dan variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dengan waktu fermentasi menghasilkan produksi biogas yang berbeda, maka variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik, variasi waktu fermentasi, dan variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dengan waktu fermentasi dapat berpengaruh terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.

1.4.2 Hipotesis statistika

1. H_0 : Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.
 H_1 : Ada pengaruh variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.
2. H_0 : Tidak ada pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.
 H_1 : Ada pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.

3. H_0 : Tidak ada pengaruh variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dan waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.

H_1 : Ada pengaruh variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dan waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.
3. Mengetahui pengaruh variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dan waktu fermentasi terhadap produksi biogas dari campuran bahan baku kompos dengan kotoran sapi pada perbandingan 1:1.
4. Mengetahui rasio C/N substrat setelah fermentasi dalam produksi biogas dari tiap perlakuan variasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik, variasi waktu fermentasi dan variasi kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dengan waktu fermentasi dapat digunakan sebagai pupuk organik atau tidak.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi konsentrasi konsorsium bakteri hidrolitik dan waktu fermentasi yang terbaik untuk produksi biogas.
2. Penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam pengolahan limbah organik.
3. Penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam mengembangkan energi alternatif yang ramah lingkungan.
4. Penelitian ini dapat digunakan sebagai pustaka untuk mengembangkan penelitian yang berdasar energi alternatif menjadi berbagai topik penelitian.

