

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1. 1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara terbesar yang memproduksi dan mengeksport minyak sawit. Dengan meningkatnya produksi kelapa sawit berakibat pula pada peningkatan limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit berupa POME (*Palm Oil Mill Effluent*) yang berasal dari air kondensat pada proses sterilisasi sebesar 15-20%, air dari proses klarifikasi dan sentrifugasi sebesar 40-50%, dan dari proses *hydrocyclone (claybath)* sebesar 9-11%. POME umumnya bersuhu tinggi, berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi. Limbah cair juga bersifat asam dengan pH 3,5-5, dengan nilai COD yang tinggi dan kisaran pH yang rendah ini, mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan bila limbah POME langsung dibuang ke lingkungan. Disisi lain penanganan dan pengolahan limbah POME ini sendiri masih sangat konvensional. Sebagian besar limbah POME hanya ditampung di kolam penampungan dan dibiarkan begitu saja. Gas metana yang akan dihasilkan tidak ditangkap dan dibiarkan begitu saja terlepas ke atmosfer. Gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca penyebab *global warming*.

Beberapa inovasi teknologi telah dicoba dikembangkan dan diaplikasikan untuk mengolah POME. Pendekatan proses biologi merupakan metode yang paling banyak digunakan mengingat POME kaya akan kandungan bahan organik yang dapat dengan mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Lebih dari 85% industri pengolahan kelapa sawit menggunakan sistem kolam biasa (*ponding system*) karena biayanya rendah. Akan tetapi, pengolahan limbah cair sistem kolam memiliki kelemahan antara lain membutuhkan areal kolam yang cukup luas, perlu pemeliharaan dan penanganan lumpur dalam kolam, padatan tersuspensi dari lumpur ini tidak atau sedikit didegradasi sehingga konsentrasinya akan semakin meningkat dan mengendap di dasar kolam, terjadinya pendangkalan

kolam akibat adanya endapan lumpur, terjadinya pengurangan jumlah nutrisi, terjadinya pencemaran sungai, terjadinya polusi udara yang dapat menyebabkan efek rumah kaca akibat terbuangnya gas metana yang dihasilkan dari proses penguraian anaerobik bahan organik (Ditjen PPHP-Deptan, 2006). Sementara itu hanya sedikit sekali industri yang dilengkapi dengan sistem pengolahan limbah cair menjadi biogas. Padahal teknik ini memberikan keuntungan antara lain tidak memerlukan lahan yang cukup luas, menghasilkan gas yang berpotensi untuk dijadikan bahan bakar yang dapat digunakan untuk menggerakkan generator di industri setempat, mampu menghasilkan gas hingga 28 m<sup>3</sup> per ton limbah yang diolah, dan menghasilkan hasil samping yang baik untuk dimanfaatkan sebagai pupuk (Ditjen PPHP-Deptan, 2006).

Limbah POME ini dapat diatasi dengan cara memanfaatkannya menjadi biogas. Biogas merupakan salah satu produk hasil biokonversi dari bahan organik. Biokonversi adalah sebuah proses yang mampu mengubah bahan organik menjadi produk lain yang berguna dan memiliki nilai tambah dengan memanfaatkan proses biologis dari mikroorganisme dan enzim. Sedangkan, biogas menurut Sahidu (1983) adalah bahan bakar gas yang dihasilkan dari suatu proses fermentasi bahan organik oleh bakteri dalam keadaan tanpa oksigen (anaerob). Bahan bakar ini diproses dalam kondisi anaerob sehingga menghasilkan metana (CH<sub>4</sub>) dengan kadar dominan dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Komposisi biogas yang dihasilkan terdiri atas metana (50-70%), karbondioksida (25-45%), hidrogen, nitrogen, dan hidrogen sulfida dalam jumlah yang sedikit (Price dan Cheremisinoff, 1981). Biogas digunakan sebagai energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik, setiap satu m<sup>3</sup> metana setara dengan 10 kWh. Nilai ini setara dengan 0,61 L *fuel oil*, energi ini setara dengan 60-100 watt lampu penerangan selama 6 jam (Hambali dkk, 2007). Pengembangan metode yang efektif dan sederhana untuk mengolah limbah cair industri pengolahan kelapa sawit perlu dilakukan. Metode pengolahan secara anaerobik adalah pendekatan yang paling mungkin untuk itu. Fermentasi anaerobik adalah proses pengolahan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah menjadi gas metana dan karbondioksida tanpa memerlukan oksigen (Manurung, 2004). Tahap

fermentasi anaerobik dapat digolongkan menjadi empat tahapan reaksi, yaitu tahap hidrolisis, tahap pembentukan asam (*asidogenesis*), tahap pembentukan asetat (*asetogenesis*), dan tahap pembentukan gas metana (*metanogenesis*). Hidrolisis berupa proses dekomposisi biomassa kompleks menjadi glukosa sederhana. *Asidogenesis* merupakan proses perombakan monomer dan oligomer menjadi asam asetat, CO<sub>2</sub>, asam lemak rantai pendek, serta alkohol. *Asetogenesis* menghasilkan asam asetat, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>. Sementara *methanogenesis* merupakan perubahan senyawa-senyawa menjadi gas metana yang dilakukan oleh bakteri methanogenik (Gijzen, 1987). Pada masing-masing tahapan reaksi terdapat perbedaan kondisi optimum mikroorganisme, keberadaan oksigen, pH, sehingga apabila seluruh tahapan reaksi dilakukan pada satu *digester* dapat menghambat produksi biogas. Penggunaan *digester* dua tahap memisahkan beberapa tahap reaksi. Tahap hidrolisis, *asidogenesis*, dan *asetogenesis* terjadi pada *digester* tahap I. Sementara itu, *metanogenesis* terjadi pada *digester* tahap II (Demirel dan Yenigun, 2002).

Limbah peternakan sapi potong dapat berupa sisa air pencucian ternak, urin dan kotoran ternak. Namun, diantara ketiga jenis limbah tersebut, kotoran ternak merupakan limbah yang berdampak cukup serius bagi lingkungan. Selain menimbulkan bau, perombakan kotoran sapi potong juga menghasilkan gas CH<sub>4</sub> yang berperan sebagai penyumbang pemanasan global dan memiliki nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD yang cukup tinggi. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, jenis dan jumlah pakannya, serta individu ternak sendiri. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi, antara lain nitrogen (0,29%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,17%), dan K<sub>2</sub>O (0,35%). Kotoran sapi yang tinggi kandungan hara dan energinya berpotensi untuk dijadikan bahan baku penghasil biogas. Selain itu, kotoran sapi mengandung rasio C/N yang rendah sehingga mampu menurunkan rasio C/N yang tinggi pada limbah POME.

Menurut Sinclair dan Kristiansen (1987), Proses *fed batch* telah diterapkan secara luas dalam berbagai industri fermentasi dan relatif lebih mudah digunakan untuk perbaikan proses *batch* dibandingkan dengan proses kontinu. Apabila pada

fermentasi kontinyu dihasilkan keluaran secara terus menerus maka pada *fed batch* diperoleh keluaran tunggal pada akhir inkubasi sehingga dapat ditangani dengan cara yang sama seperti pada proses *batch*.

Agitasi (pengadukan) menjadi salah satu variabel pendukung yang divariasikan. Pengadukan dimaksudkan agar kontak antara substrat dan bakteri perombak lebih baik dan menghindari padatan terbang (*scum*) atau mengendap. Selain itu, terdapat kontak yang baik antara limbah segar dan bakteri pencerna yang aktif dan menghindari akumulasi dari padatan terapung ataupun padatan mengendap yang akan mengurangi volume keaktifan *digester* dan menimbulkan *plugging* gas serta lumpur keluaran. Selama pengadukan lingkungan yang kondusif selalu tersedia bagi pertumbuhan bakteri yang bekerja mengubah bahan organik menjadi metan. Dengan pengadukan, lebih dari 80% dari patogen dan padatan tereliminasi, dan lebih efektif untuk mengubah padatan organik menjadi unsur hara terlarut dengan bantuan mikroorganisme. Anggakara, dkk (2013), Pengadukan sangat penting dilakukan dalam pembuatan biogas, untuk menghindari pembentukan endapan pada *digester* yang dapat menghambat produksi biogas. Selain itu, pengadukan menyebabkan proses berjalan lebih cepat, karena kontak antara substrat dengan mikroorganisme menjadi lebih efektif.

Menurut laporan akhir yang ditulis Hutomo, (2016) memperoleh hasil dari penelitian pada tangki fermentasi balok secara *batch* didapat persen mol CH<sub>4</sub> untuk volume starter 30% dalam waktu 30 hari yaitu 33,1%. Sedangkan Harsyah (2016) memperoleh hasil pada tangki fermentasi balok secara *fed batch* didapat mol CH<sub>4</sub> untuk volume starter 30% dalam waktu 30 hari yaitu 24,9586%.

Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan penelitian terhadap proses pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit dan kotoran sapi sebagai substrat secara *fed batch* untuk produksi biogas dengan memodifikasi alat *digester* pada tangki fermentasi berbentuk balok dengan penambahan agitasi pada *digester* sehingga diharapkan akan menghasilkan produksi biogas. Alat *design* ini merupakan salah satu cara yang lebih efektif dan efisien dari segi tempat, waktu, dan biaya pengolahannya.

## 1. 2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh agitasi terhadap biogas yang dihasilkan dengan menggunakan alat modifikasi *digester* ini.
2. Mengetahui pengaruh agitasi terhadap kandungan air limbah industri minyak kelapa sawit setelah pengolahan.
3. Mengetahui pengaruh sistem *fed batch* terhadap proses fermentasi untuk produksi biogas pada alat *digester*.

## 1. 3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui cara pembuatan biogas dengan memanfaatkan kotoran sapi dan limbah cair industri minyak kelapa sawit.
2. Memberikan informasi tentang sistem *fed batch* pada modifikasi *digester* dalam pengaruh pengadukan pada produksi biogas.

## 1. 4 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat ditekankan yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh agitasi terhadap biogas yang dihasilkan dengan menggunakan alat modifikasi *digester*?
2. Bagaimanakah pengaruh agitasi terhadap kandungan air limbah industri minyak kelapa sawit setelah pengolahan?
3. Bagaimanakah pengaruh sistem *fed batch* terhadap proses fermentasi untuk produksi biogas pada alat *digester*?