

III. METODOLOGI

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Biomassa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Mei-Juli 2012 untuk skala laboratorium.

B. Alat dan Bahan

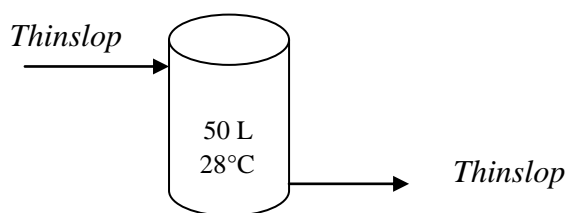
Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah bioreaktor anaerobik berkapasitas 50 L yang dilengkapi dengan pengaduk, seperangkat komputer, dan kalkulator.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian meliputi data primer dan data sekunder yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian pada air limbah bioetanol berbahan baku tetes tebu (*vinasse*) dan ubikayu (*thinslop*) yang difermentasi dalam bioreaktor anaerobik dengan kapasitas 50 L yang dilengkapi dengan pengaduk.

C. Metode Penelitian

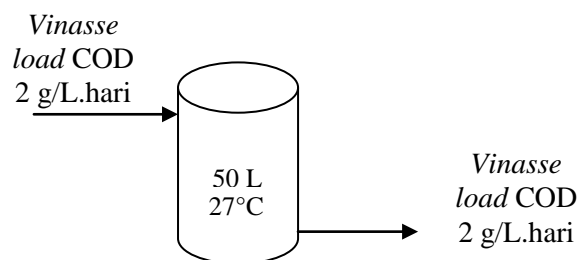
Penelitian dilakukan dengan metode studi literatur. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Data yang terkumpul disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis secara deskriptif. Penelitian yang dilakukan adalah mengumpulkan data dari hasil pengamatan terhadap parameter COD, volume gas, dan konsentrasi gas metana pada air limbah bioetanol berbahan baku ubikayu (*thinslop*) (Maryanti, 2011) dan tetes tebu (*vinasse*) (Amelia, 2012). Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung potensi gas metana, potensi biogas, dan potensi energi. Hal tersebut dilakukan dengan melakukan perhitungan konversi secara teoritis.

Penelitian Maryanti (2011) dilakukan dengan menggunakan air limbah industri bioetanol berbahan baku ubikayu (*thinslop*) yang difermentasi di dalam bioreaktor anaerobik dengan kapasitas 50 L yang dilengkapi dengan pengaduk. Waktu Tinggal Hidrolik (WTH) air limbah dilakukan selama 40 hari di dalam bioreaktor. Perlakuan yang diberikan adalah dengan memasukkan *sludge* sebagai sumber inokulum yang berasal dari tangki metanasi (sampling point 4-6) ke dalam bioreaktor. Proses pengadaptasian bakteri dilakukan dengan cara mengeluarkan air limbah yang terdapat di dalam bioreaktor, kemudian menggantinya dengan air limbah baru, yaitu *thinslop* yang berasal dari tangki acidifikasi. Hal tersebut dapat dilakukan apabila pH air limbah keluaran dari dalam bioreaktor telah stabil pada nilai 6,5-7,5 setiap harinya. Parameter yang diambil sebagai data adalah COD. Pengamatan terhadap COD dilakukan setiap 2 hari sekali. Skema gambar bioreaktor terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Bioreaktor dengan pengumpanan *thinslop* (Maryanti, 2011)

Penelitian Amelia (2012) dilakukan dengan menggunakan air limbah industri bioetanol berbahan baku tetes tebu yang difermentasi di dalam bioreaktor anaerobik dengan kapasitas 50 L yang dilengkapi dengan pengaduk. Waktu Tinggal Hidrolik (WTH) air limbah dilakukan selama 35 hari di dalam bioreaktor. Limbah berupa *sludge* sebagai sumber inokulum dimasukkan ke dalam bioreaktor. Jumlah *sludge* yang dimasukkan ke dalam bioreaktor adalah sebesar 14,5 L (20-30% dari kapasitas bioreaktor). Penambahan *thinslop* sebesar 1 L per hari dilakukan sampai dengan pH stabil. Apabila terjadi penurunan pH, maka ditambahkan *sludge* (SP6). Penambahan *vinasse* dapat dimulai apabila pH limbah keluaran dari dalam bioreaktor telah stabil pada nilai 6,5-7,5 setiap harinya. Setiap hari dikeluarkan air limbah dari dalam bioreaktor dengan penggantian *vinasse* baru sebanyak limbah yang dikeluarkan dengan *load* COD yang berbeda tiap minggunya (0,5 g/L.hari, 1,0 g/L.hari, 1,5 g/L.hari, dan 2,0 g/L.hari). *Load* COD sebesar 2,0 g/L.hari merupakan beban maksimum dalam bioreaktor yang dijadikan sebagai data pengamatan. Parameter yang diambil sebagai data adalah COD, volume biogas, dan konsentrasi gas metana. Pengamatan terhadap volume biogas dilakukan setiap hari. Pengamatan terhadap COD dilakukan setiap 2 hari sekali. Pengamatan konsentrasi gas metana dilakukan setiap 7 hari sekali. Skema gambar bioreaktor terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bioreaktor dengan pengumpanan *vinasse* dengan jumlah *load COD* sebesar 2 g/L.hari (Amelia, 2012)

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan data sekunder, yaitu semua data dan informasi yang diperoleh berdasarkan studi literatur terhadap hasil penelitian pada air limbah bioetanol berbahan baku ubikayu (*thinslop*) (Maryanti, 2011) dan tetes tebu (*vinasse*) (Amelia, 2012) menggunakan bioreaktor anaerobik dengan kapasitas 50 L yang dilengkapi dengan pengaduk. Data yang diambil adalah data dari hasil pengamatan terhadap parameter COD, volume gas, dan konsentrasi gas metana pada *thinslop* dan *vinasse*. Selain itu juga diperoleh data dan informasi dari penelusuran pustaka yang berkaitan dengan perhitungan potensi gas metana, potensi biogas, dan potensi energi yang dihasilkan dari air limbah bioetanol berbahan baku ubikayu (*thinslop*) dan tetes tebu (*vinasse*).

2. Penghitungan Potensi Energi Air Limbah Bioetanol

Penghitungan dilakukan dengan menganalisis data sekunder. Adapun tahapan dalam menghitung potensi energi limbah industri bioetanol adalah sebagai berikut:

1. Nilai pembebanan COD limbah

$$\text{COD} = \text{Laju alir} \times \text{CODin}$$

Keterangan:

COD = Nilai COD (kg/hari)

Laju alir = Jumlah air limbah (m^3/hari)

CODin = COD inlet (g/L)

2. Potensi Gas Metana

$$\text{CH}_4 = \text{CODr} \times 0,35$$

Keterangan:

CH_4 = Jumlah potensi metana (m^3/hari)

CODr = COD x % COD removal (kg/hari)

1 kg CODr = $0,35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ (nilai realistis) (Metcalf dan Eddy, 2003)

3. Potensi Biogas

$$\text{Biogas} = \text{CH}_4 / \text{Konsentrasi gas metana}$$

Keterangan:

Biogas = Jumlah potensi biogas (m^3/hari)

CH_4 = Jumlah potensi metana (m^3/hari)

4. Konversi Nilai Biogas dan Gas Metana

- a. Potensi Energi

$$\text{Energi} = \text{CH}_4 \times \text{nilai kalor gas metana}$$

Keterangan:

Energi = Jumlah potensi energi (MJ/hari)

CH_4 = Jumlah potensi metana (m^3/hari)

1 m^3 gas CH_4 mengandung energi sebesar $35,9 \text{ MJ/m}^3$ (Nakamura (2006) dalam Hasanudin, dkk. (2007))

b. Potensi Energi Setara Solar

$$\text{Energi setara solar} = \text{Energi} / \text{nilai kalor solar}$$

Keterangan:

Energi setara solar = Jumlah potensi energi setara solar (L)

Energi = Jumlah potensi biogas (MJ/ hari)

Nilai kalor solar = 42 MJ/L (Nakamura (2006) dalam Hasanudin, dkk. (2007))

c. Potensi Energi Setara Listrik

$$\text{Energi setara listrik} = \text{Biogas} \times \text{nilai setara listrik}$$

Keterangan:

Energi setara listrik= Jumlah potensi energi setara listrik (kW)

Biogas = Jumlah potensi biogas (m³/jam)

Nilai setara listrik= 1,25 kWh (Kristoferson dan Bolkaders (1991) dalam Haryati (2006))

d. Potensi Energi Setara Penerangan

$$\text{Energi setara penerangan} = \text{CH}_4 \times \text{nilai setara penerangan}$$

Keterangan:

Energi setara penerangan = Jumlah potensi energi setara penerangan (kW)

CH₄ = Jumlah potensi metana (m³/jam)

Nilai setara penerangan = 0,36-0,6 kWh (Kristoferson dan Bolkaders (1991) dalam Haryati (2006))