

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan April sampai dengan Juli 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah biogas reaktor anaerobik, anaerobik komposting digester, *gas chromatography* (shimadzu GC-2014), *elementar analyzer*, neraca analitik 4 digit (shimadzu AUY 220), *Atomic Absorption Spectrophotometer UV-Vis*, oven, desikator, pipet ukur, mikro pipet, kuvet, gelas ukur, gelas beker, dan alat-alat bantu analisis lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, tisu, label, efluen, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit (ALPKS).

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi lapang dan studi literatur kemudian dibahas secara deskripsi. Perhitungan jumlah pupuk organik (pupuk cair dan kompos) dan biogas atau metana diestimasi berdasarkan data empirik (data eksperimen). Perhitungan potensi ekonomi diestimasi

berdasarkan data harga kompos, pupuk cair, dan energi saat ini, potensi produksi biogas dan pupuk organik (pupuk cair dan kompos) kemudian hitung ke dalam bentuk nilai uang untuk menggambarkan manfaat ekonomi yang diperoleh. Hasil yang diperoleh selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisis secara deskriptif.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pengumpulan Data

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung untuk mengetahui produktivitas biogas, kompos, dan pupuk cair yang dihasilkan dari pengolahan limbah cair kelapa sawit dan TKKS terintegrasi. Air limbah diproses dalam biogas reaktor anaerobik dengan kapasitas 5000 Liter, sedangkan TKKS dikomposkan menggunakan bioreaktor komposting anaerobic kapasitas 25 kg. Air limbah dimasukkan ke dalam reaktor biogas berkapasitas 5000 L dalam keadaan tanpa oksigen (anaerobik), selanjutnya setiap hari ditambahkan 150 L air limbah ke dalam reaktor tersebut selama penelitian berlangsung (70 hari).

Proses komposting TKKS dilakukan dengan cara mengisi bioreaktor komposting anaerobik dengan TKKS masing-masing sebanyak 25 Kg. Setiap hari akan dilakukan penambahan efluen dari proses pengolahan air limbah sebanyak 20 L sebagai starter. Penambahan efluen dengan cara disemprot agar efluen tersebar rata di permukaan TKKS. Sebelum dilakukan penambahan efluen, air limbah yang berada di dalam bioreaktor dari hari sebelumnya juga harus dikeluarkan. Cairan keluaran dari bioreaktor kompos tersebut dapat digunakan sebagai pupuk cair.

Biogas yang dihasilkan dari pengolahan air limbah diukur produksinya setiap hari menggunakan *gas flowmeter*. Konsentrasi gas metana pada biogas yang dihasilkan dianalisis satu kali dalam seminggu menggunakan *gas chromatography* (shimadzu GC-2014). Pupuk cair yang dihasilkan pada proses pengomposan diukur juga volumenya setiap hari menggunakan gelas ukur, sedangkan kompos yang dihasilkan diukur beratnya pada saat akhir penelitian menggunakan neraca. Kandungan C dan N diukur menggunakan *elementar analyzer*, sedangkan nilai P dan K diukur menggunakan *Atomic Absortion Spectrophotometer* setiap 7 hari satu kali.

Informasi dan data yang didapatkan dari penelitian ini kemudian digunakan untuk menganalisis potensi ekonomi. Berdasarkan data harga energi dan pupuk organik serta potensi produksi biogas dan pupuk organik, dihitung manfaat ekonomi ke dalam bentuk nilai uang. Potensi produksi biogas dari pengolahan air limbah secara anaerobik dan potensi produksi pupuk organik berdasarkan pada hasil penelitian, sedangkan potensi produksi biogas dari proses pengomposan TKKS secara anaerobik berdasarkan pada penelitian Hasanudin (2015) yaitu 17, 75 m³biogas/ton TBS.

Analisis potensi ekonomi dari biogas dikaitkan dengan substitusi bahan bakar fosil seperti solar dan listrik, sedangkan pupuk organik yang dihasilkan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui penghematan dari limbah PKS sebagai pupuk.

Perhitungan analisis finansial dilakukan pada pengolahan limbah pabrik kelapa sawit terintegrasi dengan kapasitas 6 ton TKKS/ Periode atau 24 ton TKKS/tahun (1 tahun = 4 periode). Hasil analisis tersebut dibandingkan dengan nilai investasi

pengolahan limbah terintegrasi berdasarkan penelitian Burri dan Gregor (2011) untuk mengetahui kelayakan usaha berdasarkan nilai keuntungan NPV, PP, IRR, dan Net B/C.

3.4.2. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan adalah pengukuran volume gas, konsentrasi gas metana, dan kandungan C, N, P, K pupuk organik.

A. Pengukuran Volume gas

Pengukuran jumlah biogas dilakukan setiap hari dengan menggunakan gas *flowmeter*. Hasil pengukuran dicatat ke dalam lembar data. Volume biogas yang didapat pada hari ini dihitung dengan cara mengurangkan pencatatan hari ini dengan hasil pencatatan hari sebelumnya (Shinagawa corporation, 2006).

B. Konsentrasi gas metana

Biogas yang diproduksi oleh bioreaktor dianalisis kandungan gas metannya dengan GC (*Gas Chromatography*) merk Shimadzu GC-2014, menggunakan kolom jenis shincarbon dengan panjang 1-4 meter dan detektor TCD (*Thermal Conductivity Detector*), pada temperatur 200°C dan kuat arus 80 mA untuk mengetahui konsentrasi gas metana (Shimadzu Corporation, 2004).

C. Kandungan C, N, P, dan K Pupuk Organik

Pupuk cair yang dihasilkan oleh digester komposting anaerobik diukur jumlahnya setiap hari menggunakan gelas ukur, sedangkan pupuk kompos diukur beratnya pada akhir penelitian. Masing-masing pupuk organik tersebut dianalisis

kandungan C dan N-nya menggunakan *elementar analyzer* dan kandungan P dan K-nya dianalisis satu kali dalam seminggu menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer UV-VIS* yang memiliki panjang gelombang antara 160-780 nm.

3.4.3. Nilai Investasi Teknologi Terintegrasi

Nilai investasi dalam pembuatan teknologi pengolahan limbah PKS terintegrasi perlu diketahui untuk menentukan layak atau tidaknya teknologi ini untuk diterapkan. Pengolahan limbah PKS terintegrasi secara anaerobik atau *Dry Fermentation* telah diketahui spesifikasi dan nilai investasinya berdasarkan penelitian Burri dan Gregor (2011) dan dijadikan acuan dalam analisis kelayakan pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Spesifikasi *Dry Fermentation*

	Prototipe	Full Scale Plant
Ukuran digester	33 m ³ total volume	165 m ³ (5*33m ²) total volume
Generator	23 m ³ total volume None	115 m ³ load volume 10 kW el, biogas generator
Kapasitas (Substrat Segar)	6 ton/periode 0.25 ton/hari	30 ton/periode 1.25 ton/hari
Substrat	Sampah Organik	Sampah Organik
Waktu Proses	28 hari, 6 minggu pengomposan	28 hari, 6 minggu pengomposan
Umur Ekonomi		20 tahun

Sumber: Burri dan Gregor (2011).

Tabel 8. Nilai Investasi *Dry Fermentation*

Uraian	Prototipe (US\$)	Skala Besar (US\$)	Sumber	Umur Ekonomi
Tangki	40	200	Prototipe	10
Pipa dan Sambungan	100	500	Prototipe	5
Peralatan	50	200	Prototipe	5
Pompa	100	500	Prototipe	4
Penyaring	20	100	Prototipe	1
Generator (Termasuk kotak sambungan)		7.500	Arthur 2009	10
Kantor		2.000	Asumsi	20
Instalasi Air		250	Asumsi	20
Instalasi Listrik		250	Asumsi	20
Atap untuk pemisahan sampah dan kompos		500	Rothenbergen et al (2006)	20
Lain-lain (+10%)		3.305	Yescombe (2002)	
Jumlah	310	15.305		
Pekerja (SDM)				
Gaji Manajer	500	2.500	Arthur 2009	
Gaji Pekerja	250	1.250	Arthur 2009	
Transportasi	350	1.800	Prototipe	
Pengelasan	150	750	Prototipe	
Persiapan awal		1.000	Asumsi	
Lain- lain (+10%)	175	975	Asumsi	
Jumlah	1.425	8.275		
Jumlah Total	1.735	23.580		

Sumber: Burri dan Gregor (2011).

3.4.4. Perhitungan

A. Potensi Ekonomi Biogas

Biogas yang dihasilkan dihitung berdasarkan nilai Kesetaraan Energi Biogas (Tabel 3) kemudian dikalikan dengan nilai rupiah masing-masing bahan yang disubstitusi, sehingga dapat diperoleh manfaat ekonominya dalam bentuk rupiah.

$$\text{Potensi Ekonomi Biogas} = \boxed{\text{Jumlah biogas yang dihasilkan (m}^3\text{) x Nilai kesetaraan x Harga bahan pensubstitusi saat ini}}$$

B. Potensi Ekonomi Kompos

Jumlah kompos yang diperoleh dikalikan dengan harga rata-rata pupuk saat ini, sehingga dapat diperoleh jumlah penghematannya dalam bentuk rupiah.

$$\text{Potensi Ekonomi Kompos} = \boxed{\text{Jumlah kompos} \times \text{Harga pupuk organik}}$$

3.4.5. Analisis Kelayakan

Informasi dan data yang didapatkan dari penelitian ini kemudian dianalisis menggunakan analisis usaha berdasarkan nilai keuntungan, PP, IRR, dan Net B/C ratio.

A. Analisis Keuntungan

Komponen biaya total terdiri dari biaya variabel (biaya tidak tetap) dan biaya tetap. Biaya variabel adalah biaya yang secara total berubah secara proporsional dengan perubahan aktivitas, dengan kata lain biaya variabel adalah biaya yang besarnya dipengaruhi oleh jumlah produksi yang dihasilkan, akan tetapi biaya variabel per unit sifatnya konstan.

$$= TR - TC$$

Keterangan =

= Keuntungan

TR = Penerimaan total usaha

TC = Total biaya usaha

B. Payback Period (PP)

Payback Period (PP) merupakan teknik penilaian terhadap jangka waktu (periode) pengembalian investasi suatu proyek atau usaha.

$$PP = \frac{\text{Nilai Investasi}}{\text{Kas Masuk Bersih}} \times 1 \text{ tahun}$$

Kriteria :

PP > Periode maksimum, maka usaha tidak layak

PP < Periode maksimum, maka usaha layak

(Sjahrial, 2008)

C. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR) dari suatu investasi adalah suatu nilai tingkat bunga yang menunjukkan bahwa nilai sekarang netto (NPV) sama dengan jumlah seluruh ongkos investasi proyek. Formula untuk IRR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

Dimana :

i_1 = tingkat discount rate yang menghasilkan NPV_1

i_2 = tingkat discount rate yang menghasilkan NPV_2

Keterangan :

IRR > tingkat bunga, maka usulan proyek diterima

IRR < tingkat bunga, maka usulan proyek ditolak

D. *Net Benefit Cost Ratio (Net B/C)*

Analisis Net B/C bertujuan untuk mengetahui beberapa besarnya keuntungan dibandingkan dengan pengeluaran selama umur ekonomisnya. Net B/C yaitu membagi jumlah nilai sekarang aliran kas manfaat bersih positif dengan jumlah nilai sekarang aliran kas manfaat bersih negatif pada tahun-tahun awal proyek.

$$Net\ B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t - B_t}{(1+i)^t}} \quad \begin{array}{l} \text{(untuk } B_t - C_t > 0) \\ \text{(untuk } B_t - C_t < 0) \end{array}$$

Keterangan :

B_t = Manfaat Penerimaan tahun ke-t (Rp)

i = Tingkat suku bunga (%)

t = Periode investasi (i = 1, 2, ..., n)

n = Umur ekonomis usaha (tahun)

C_t = Biaya yang dikeluarkan tahun ke-t (Rp)

Net B/C > 1 : Usaha layak dilaksanakan

Net B/C = 1 : Usaha berada pada titik impas

Net B/C < 1 : Usaha tidak layak dilaksanakan

(Soeharto, 2001)