

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

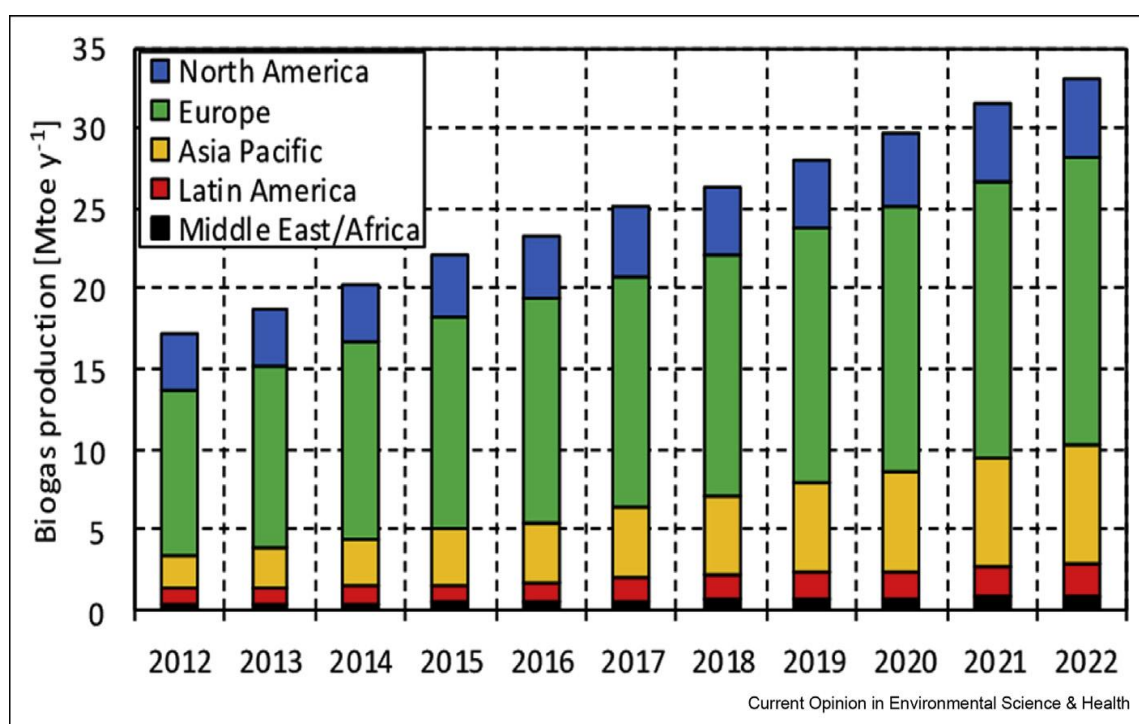
2.1 Biogas

Adalah gas alami yang berasal dari proses pembusukan (fermentasi) *organic material* dengan bantuan bakteri yang dapat hidup dengan kondisi tanpa oksigen (anaerob) dan mudah terbakar (*flammable*). Sedangkan material organik merupakan material yang dapat terpecah menjadi tanah, seperti sampah dan kotoran hewan. Biogas sendiri adalah salah satu *renewable energy* yang mana keberadaan materialnya melimpah di lingkungan sekitar kita. Biogas dan *fossil fuel* berbeda karena *fossil fuel* merupakan bahan bakar tidak dapat diperbarui.

Menurut Ambar (2016), “sejarah penemuan biogas dimulai dari warga Mesir, China dan Roma kuno yang menggunakan gas metana untuk dibakar dan digunakan sebagai penghasil panas. Sedangkan proses fermentasi untuk menghasilkan gas metan pertama kali ditemukan oleh Alessandro Volta pada tahun 1776. Beberapa dekade berikutnya, pada tahun 1806, William Henry melakukan identifikasi gas yang dapat terbakar. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Becham (1868), Pasteur dan Tappeiner (1882) yang memperlihatkan asal mikrobiologis dari pembentukan metana. Era penelitian Pasteur menjadi landasan untuk penelitian biogas hingga saat ini”.

Volume biogas dunia saat ini adalah sekitar 59 miliar m³ biogas (setara dengan 35 miliar m³ metana) hanya Uni Eropa saja yang memproduksi sekitar setengah dari total volume. Menurut Mwirigi *et al.*, (2014), “Implementasi

biogas di negara-negara berkembang sangat bervariasi di bandingkan negara-negara maju karena kondisi iklim, teknologi, tingkat perkembangan, sumbangan sumber daya alam, dan status sosial ekonomi”. Jadi kedepannya negara-negara berkembang memiliki jalan panjang dalam produksi biogas dibandingkan dengan negara maju dan cenderung sangat lambat perkembangannya dari tahun ke tahun (Gambar 2.1).



Gambar 2. 1 Produksi biogas global tahun 2012-2022 (Raboni *et al*, 2013)

Menurut Sahidu (1983), “biogas diproduksi oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi hampa udara (anaerobik proses). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi, gas tersebut sebagian besar berupa metan dengan rumus molekul CH_4 dan karbondioksida dengan rumus molekul CO_2 ”.

“Jika kandungan metan mencapai lebih dari 50 % maka campuran gas tersebut bersifat mudah terbakar. Diperkirakan 60 % kandungan metana dalam biogas berasal dari kotoran ternak. Oleh karena itu, biogas adalah produk akhir dari fermentasi mikrobiologis dengan rata-rata kandungan metana dan karbon dioksida masing-masing 60% dan 40%” (Ali *et al*, 2015).

Menurut Diknakeswan Prov Jateng (2018), “kecepatan produksi gas tergantung dari kondisi fisik bahan dan temperatur. Bahan kering dan berserabut lebih lama jika dibandingkan dengan bahan yang halus serta basah. Temperatur optimal pada temperatur 35 °C, berkisar antara 32 – 37 °C. Selain itu juga tergantung dari jenis bakterinya. Kelompok bakteri yang berbeda bertugas untuk kehidupan fermentasi dalam sebuah ekosistem. Setiap jenis bakteri tergantung dengan jenis lainnya. Jangka fermentasi menjadi singkat jika populasi bakteri benar-benar seimbang”.

Ambar (2016), “menjelaskan bahwa salah satu permasalahan yang dihadapi dalam fermentasi anaerob adalah keberadaan senyawa-senyawa tertentu yang bertindak sebagai inhibitor. Oleh karena itu, perlu ditambahkan sesuatu pada bahan baku supaya menghilangkan pengaruh inhibitor yang ada”.

“Rasio ideal C/N untuk proses dekomposisi anaerob untuk menghasilkan metana adalah 25-30. Oleh karena itu, pada proses pencemaran bahan baku diusahakan memenuhi rasio ideal” (Ambar, 2016). Komposisi biogas terdapat pada table 2.1.

Tabel 2. 1 Komposisi Biogas Secara Umum Menurut Sumber Bahannya

Bahan organik	N dalam %	C/N
---------------	-----------	-----

Kotoran manusia	6	5,9-10
Kotosan sapi	1,7	16,6-25
Kotoran babi	3,8	6,2-12,5
Kotoran ayam	6,3	5-7,1
Kotoran kuda	2,3	25
Kotoran domba	3,8	33
Jerami	4	12,5-25
Lucemes	2,8	16,6
Alga	1,9	100
Gandum	1,1	50
Serbuk jerami	0,5	100-125
Ampas tebu	0,3	140
Serbuk gergaji	0,1	200-500
Kol	3,6	12,5
Tomat	3,3	12,5
Mustard (Runch)	1,5	25
Kulit kentang	1,5	25
Sekam	0,6	67
Bonggol Jagung	0,8	50
Daun yang gugur	1	50
Batang kedelai	1,3	33
Kacang toge	0,6	20

(Sumber: Ambar, 2016)

2.1.1 Sumber Dan Syarat Bahan Baku

Menurut KESDM (2014) bahan baku yang di gunakan dalam produksi biogas memiliki dua komponen utama yaitu padat dan cair. Secara umum limbah organik memiliki kandungan gas yang teridentifikasi sebagai sumber potensial untuk produksi biogas. Secara umum bahan baku biogas dibagi menjadi dua yaitu:

a) Bahan Baku Nabati

Biogas yang di buat dari bahan baku nabati seperti limbah pertanian (padi, gandum, kedelai, kelapa sawit, singkong), limbah perairan (eceng gondok, rumput laut, alga), limbah pasar merupakan bahan baku utama dalam

pembuatan biogas. Banyaknya limbah nabati yang tidak diolah secara tepat banyak memunculkan kekhawatiran seperti pencemaran lingkungan hingga kebutuhan energi terbarukan.

b) Bahan Baku Hewani

Biogas yang terbuat dari hewani merupakan bahan pembuatan biogas yang bersumber dari kotoran sisa pencernaan hewan. Sisa pencernaan hewan dengan kandungan gas tinggi terdapat pada kotoran sapi.

Menurut Ambar (2016), “bahan utama biogas adalah bahan organik dan air. Bahan baku yang dimanfaatkan untuk biogas harus memiliki beberapa persyaratan atau kriteria yaitu:

- a) Bahan organik (sampah, limbah pertanian, harus mengandung unsur karbon dan hidrogen serta nitrogen. Unsur nitrogen diperlukan bakteri untuk pembentukan sel.
- b) Agar fermentasi lebih cepat, bahan yang kasar harus digiling atau dirajang terlebih dahulu.
- c) Bahan baku harus berbentuk bubur oleh karena itu kandungan air harus cukup tinggi (optimum: 7-9%). Kadar air dalam kotoran sapi kira-kira 18% (rata-rata hewan 11-25%), maka perlu diencerkan dengan perbandingan 1:1.
- d) Air yang tidak mengandung zat-zat yang dapat menghambat perkembangbiakan bakteri.
- e) Perbandingan unsur karbon dan nitrogen (C/N) paling baik untuk pembentukan biogas adalah 30”.

2.1.2 Karakteristik Biogas

“Karakteristik biogas yang paling utama yaitu Gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan-bahan organik dalam kondisi tanpa kehadiran oksigen, Biogas bersifat mudah terbakar, dan mempunyai kandungan gas metana sekitar 50-70%, Mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi, sekitar 6.400 sampai dengan 6.600 kcal/m³, Kandungan 1m³ setara dengan 0,62 kg minyak tanah atau 0,46 liter LPG” (KESDM, 2014). Komposisi dari biogas tersaji pada tabel 2.2:

Tabel 2. 2 Komposisi Biogas

Jenis Gas	Kotoran Sapi (%)	Campuran Kotoran Ternak dan Sisa Pertanian (%)
Metana (CH ₄)	65,7	54-70
Karbon dioksida (CO ₂)	27,0	45-27
Nitrogen (N ₂)	2,3	0,5-3,0
Karbon monoksida (CO)	0,0	0,1
Oksigen (O ₂)	0,1	6,0
Propana (C ₃ H ₈)	0,7	-
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	-	Sedikit

(Sumber: KESDM, 2010)

“Energi yang terkandung di dalam biogas bergantung pada konsentrasi metana (CH₄). Semakin besar kandungan methannya maka semakin besar juga kandungan energi (nilai kalor) pada biogas yang di hasilkan, dan begitu juga sebaliknya semakin kecil kandungan methan, maka semakin kecil juga nilai

kalor” (Pambudi, 2008). Menurut Ambar (2016), “kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu: Menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO₂) atau yang disebut dengan proses purifikasi”.

2.1.3 Pengembangan Dan Perkembangan Teknologi Biogas

Pengembangan biogas memiliki dua kategori yaitu skala rumah tangga berupa memasak serta lampu penerangan dan skala industry berupa pembangkit listrik. Menurut KESDM (2014), “berdasarkan jenis usahanya, pengembangan biogas di bagi menjadi tiga yaitu non komersialisasi, semi komersialisasi, dan komersialisasi”:

a) Non Komersialisasi

Dilaksanakan untuk daerah daerah yang belum ada pengembangan biogas. Dimaksudkan untuk memberikan contoh langsung kepada masyarakat.

b) Semi Komersialisasi

Merupakan kelanjutan dari tahap percontohan dengan mengkombinasikan antara kemampuan dan tanggung jawab oleh masyarakat. Subsidi diberikan hanya sebagian untuk meningkatkan rasa memiliki dan menjamin keberlanjutan.

c) Komersialisasi

Diusahakan oleh sektor swasta. Pemerintah hanya bersifat memfasilitasi, misalnya dalam aspek jaminan kualitas, pengoperasian, keamanan, tarif, dan lain-lain

Biodigester digunakan untuk mendapatkan biogas dari bahan organik dengan sistem kerjanya yaitu menciptakan ruang penampungan dengan kondisi bebas oksigen (anaerob), yang mana bakteri metanogen dapat melakukan proses fermentasi terhadap bahan organik, sehingga dapat menghasilkan biogas. Selanjutnya biogas yang terbentuk mengalir menuju tempat penampungan biogas dengan sisa lumpur proses fermentasi dapat dijadikan sebagai pupuk organik.

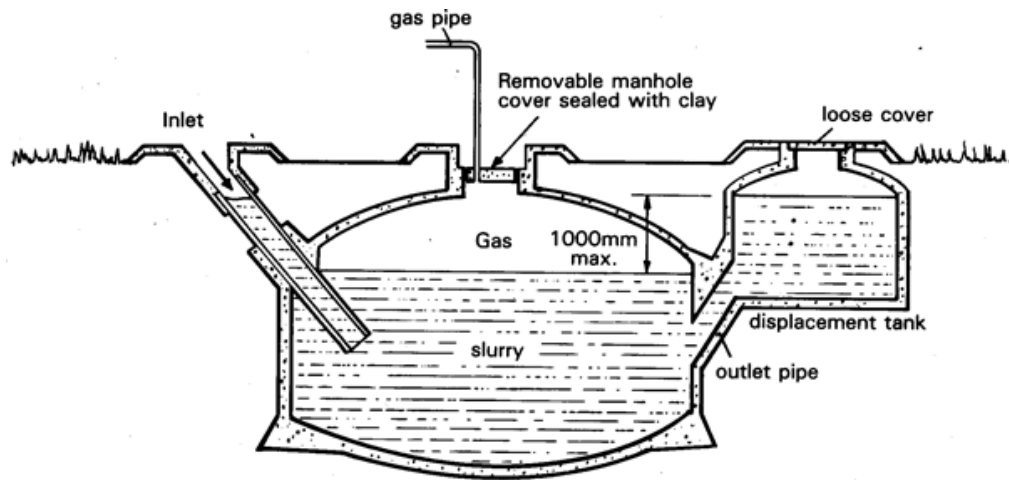
Teknologi biogas terus mengalami kemajuan setiap waktunya. Berbagai macam tipe digester terus di temukan dan di kembangkan dari waktu ke waktu. Berikut merupakan 4 tipe digester dengan kelebihan dan kelemahan pada tiap tipe, Ambar (2016).

1. Tipe *fixed domed plant* (kubah tetap)

Tipe ini terdiri dari digester dengan penampungan gas dibagian atasnya. Saat gas muncul, maka lumpur sisa fermentasi akan keluar ke dalam bak penampungan lumpur sisa fermentasi. Lumpur ini akan terus keluar tergantung pada pasokan kotoran yang dimasukan. Konstruksi tipe ini di jelaskan pada Gambar 2.2.

Keunggulan: kokoh, berumur panjang, tidak banyak memakan ruang karena terbuat di dalam tanah

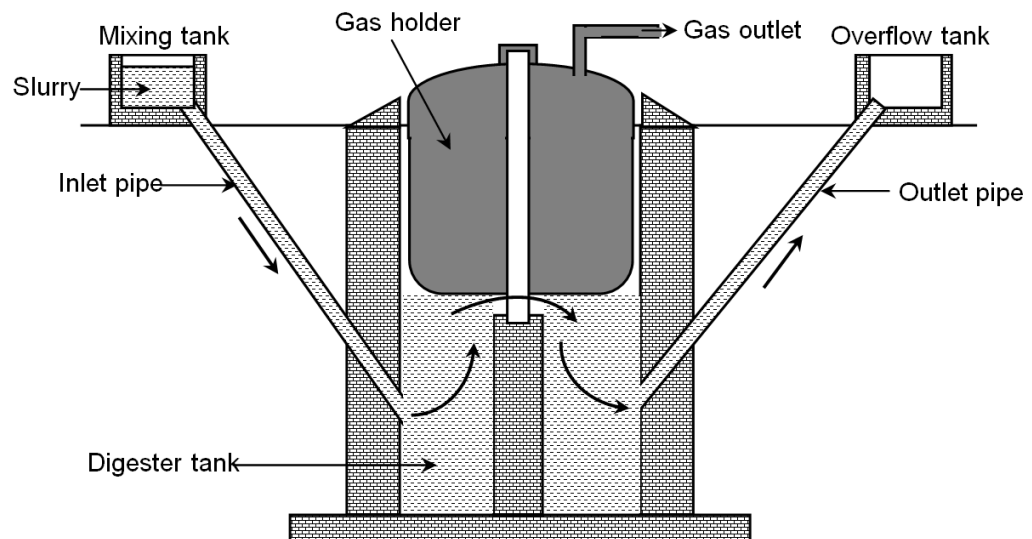
Kelemahan: rawan terjadi kebocoran pada bagian penampungan gas, tidak adanya katup gas membuat tipe ini kurang stabil dalam menghasilkan gas.



Gambar 2. 2 Tipe Fixed Dome Plant (Ambar, 2016)

2. Tipe *floating drum plant*

Tipe ini terdiri dari digester dan penampung gas yang dapat bergerak. Ketika ada penambahan gas maka penampung ini akan naik ke atas dan juga sebaliknya jika kandungan gas berkurang maka penampungan gas akan turun. Penjelasan konstruksi tipe ini pada gambar 2. 3.



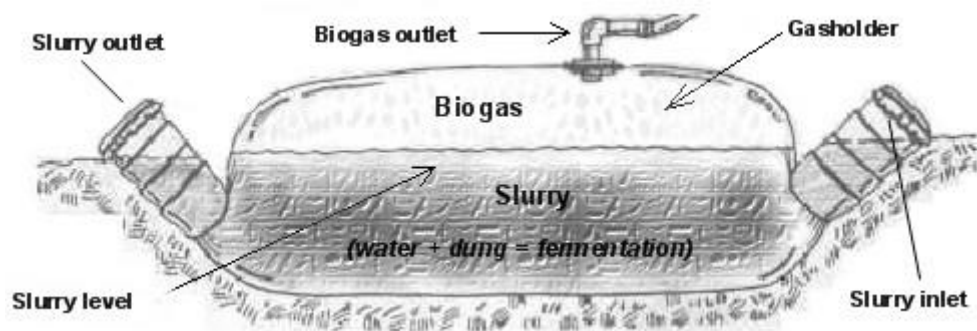
Gambar 2. 3 Tipe Floating Drum Plant (Ambar, 2016)

3. Tipe *baloon plant*

Tipe ini memiliki konstruksi dalam pembuatan yang sederhana yaitu hanya terbuat dari plastic dengan tempat masuk dan keluarnya kotoran terdapat pada tiap ujung plastic serta tempat keluarnya gas terdapat pada bagian atau plastic.

Keunggulan: biaya murah, dapat dibersihkan, dapat dipindahkan.

Kelemahan: waktu penggunaan yang singkat dan mudah rusak.



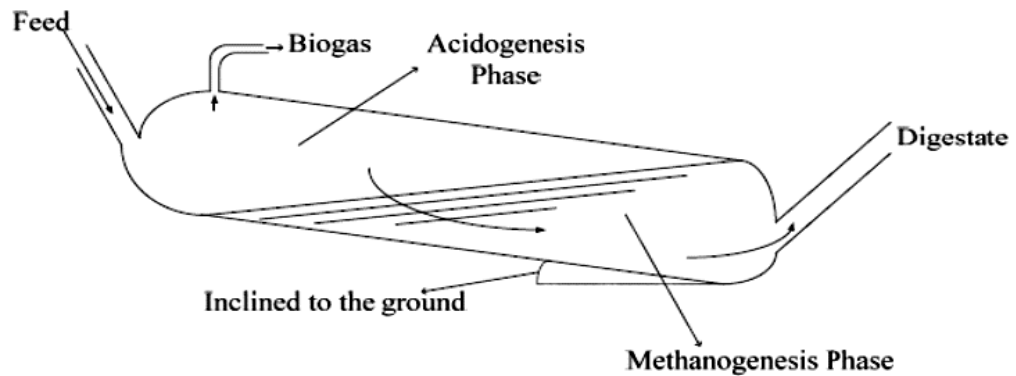
Gambar 2. 4 Tipe Baloon Plant (Ambar, 2016)

4. Tipe aliran pipa (*plug flow*)

Tipe yang hamper mirip dengan *baloon plant*, namun tipe ini terbuat dari pipa PVC (*polivinil klorida*), dimana proses keluar masuk kotoran terdapat wadah yang terpasang pada tiap ujung digester ini .

Keunggulan: *simple*, konstruksi yang mudah, serta biaya yang rendah.

Kelemahan: tipe ini hanya diperuntukan pada skala kecil karena keterbatasan ukuran pipa.



Gambar 2. 5 Tipe Plug Flow (Ambar, 2016)

2.1.4 Pemanfaatan Biogas

Perlu diketahui bahwa gas metana (CH_4) merupakan kandungan utama dalam biogas dengan tingkat pencemaran lebih kuat dibandingkan CO_2 dan menjadi penyebab terjadinya pemanasan global. Oleh sebab itu perlunya pemanfaatan yang tepat, guna mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari limbah tersebut. Beberapa jenis pemanfaatan biogas yang dapat dilakukan yaitu (Gambar 2.2):

Memasak



Penerangan



Pembangkit listrik

Pupuk Organik



Gambar 2. 6 Pemanfaatan Biogas

2.2 POME (*Palm Oil Mill Effluent*)

POME atau limbah cair pabrik kelapa sawit adalah penyebab polusi yang paling sering terjadi pada beberapa limbah industry pertanian. “Limbah ini memiliki konsentrasi yang tinggi, berwarna coklat pekat, kental serta memiliki bau yang menyengat” (Bala *et al*, 2015).

“POME merupakan limbah cair kelapa sawit yang masih mengandung banyak padatan terlarut berupa serat-serat pendek, hemiselulosa dan turunannya, protein, asam organikbebas dan campuran mineral-mineral”

(Tuty, 2016). “Selain itu terdapat pigmen organik seperti antosinin, karoten, polifenol, lignin dan tannin pada limbah POME” (Kongnoo, 2012).

Maka dari itu, di butuhkan pengolahan yang tepat, guna mengurangi dampak terhadap lingkungan dan meningkatkan pendapatan industri. Ini artinya meningkatkan sistem pengelolaan limbah akan memastikan keberlanjutan industri kelapa sawit, yang merupakan tujuan akhir dari pengembangan industri *palm oil*.

“Beberapa teknik pengolahan limbah cair yang biasanya diterapkan di pabrik kelapa sawit adalah” (Departemen Pertanian, 2006):

1. Kolam *fat pit* (pengumpul)

Kolam yang digunakan untuk menampung cairan yang mengandung minyak dari stasiun klarifikasi dan air kondensat.

2. Kolam Pengasaman

Kolam ini berfungsi sebagai penetralisir kadar keasaman yang terdapat pada limbah cair. Tujuan pengasaman sendiri yaitu agar mempermudah proses biodegradasi pada limbah cair yang mengandung bahan organik. Kolam ini juga dapat dijadikan sebagai kolam pendingin.

3. Kolam Anaerob Primer

Kolam ini berfungsi untuk melakukan perombakan pada *Biological Oxygen Demand* (BOD) serta biodegradasi bahan organik menjadi asam dan gas dengan bantuan microba baik aerobik maupun anaerobik dalam waku isolasi hidrolisis selama 40 hari.

4. *Secondary anaerobic pond*

Kolam ini berfungsi sebagai pengubah asam yang dapat menguap menjadi gas, salah satunya berupa gas metan dengan waktu isolasi hidrolisis pada kolam selama 20 hari.

5. *Settling pond* (pengendapan)

Kolam ini berfungsi sebagai pemisah antara cairan limbah dengan lumpurnya, yang mana pada kolam ini merupakan akhir dari proses pengolahan limbah sebelum di alirkan ke sungai atau badan air dengan memenuhi standar baku mutu air yang telah di tetapkan.

2.2.1 Karakteristik POME

Industri *palm oil* menghasilkan volume *palm oil mill effluent* (POME) yang cukup besar melalui proses ekstraksi minyak. Ahmad *et al*, (2003), “memperkirakan bahwa 5-7 ton air diperlukan untuk penggilingan satu ton TBS (tandan buah sawit), dari jumlah tersebut, 50-79% berakhir sebagai POME”. Yunus Ahmed *et al*, (2015), “POME merupakan kombinasi dari beberapa limbah, yang diproduksi dan dibuang dari tiga sumber utama seperti *clarification wastewater* (60%), *sterilizer condensate* (36%) dan *hydrocyclone wastewater* (4%)”. Karakteristik *effluent* yang di hasilkan oleh POME pada Table 2.3

Tabel 2. 3 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit

Parameter	Concentration range	Element	Concentration range (mg/L)
Chemical oxygen demand (COD) (mg/L)	15,000–100,000	Potassium	1281–1928
Biochemical oxygen demand (BOD ₃ , 30 °C) (mg/L)	10,250–43,750	Calcium	276–405
Total solid (SS) (mg/L)	11,500–79,000	Magnesium	254–344
Total suspended solid (TSS) (mg/L)	5000–54,000	Phosphorus	94–131
Total volatile solid (TVS) (mg/L)	9000–72,000	Manganese	2.1–4.4
Total nitrogen (TN) (mg/L)	180–1400	Iron	75–164
Ammoniacal nitrogen (mg/L)	4–80	Zinc	1.2–1.8
Oil and grease (mg/L)	130–18,000	Copper	0.8–1.6
Temperatur (°C)	80–90	Chromium	0.05–0.43
pH	3.4–5.2	Cobalt	0.04–0.06
Colour (ADMI)	>500	Cadmium	0.01–0.02

(Sumber: Wu, 2010, Lam, 2011, Bello, 2013 dalam Yunus Ahmed., dkk, 2015)

2.2.2 Pemanfaatan POME

Nilai kalor yang cukup tinggi menjadikan pemanfaatan POME sebagai *renewable energy* memiliki potensi yang besar. Pada Tabel 2.4 menunjukan nilai kalor yang di hasilkan dari limbah pengolahan *palm oil*.

Table 2. 4 Nilai Kalor Limbah Kelapa Sawit

Produk Samping Kelapa Sawit	Nilai Kalor
Cangkang	4105 - 4802 kkal/kg
Serat	2637 - 4554 kkal/kg
TBK	4492 kkal/kg
Batang	4176 kkal/kg
Pelepah	3757 kkal/kg
POME	4695 - 8569 kkal/m ³

(Sumber: Sukimin, 2007, Isroi dan Mahajoeno, 2007, Goenadi, 2006, dan Sydgas, 1998 dalam Rachman Budiarto, 2016)

1 kkal = 4187 Joule = 1,163 Wh.

Pemanfaatan POME menjadi *renewable energy* adalah memanfaatkannya menjadi biogas. Biogas yang dihasilkan dari POME itu sendiri sangat besar mengingat nilai kalor yang dikemukakan Rachman budiarto, (2016), “sebesar 4695-8569 kkal/m³”. Salah satu penelitian yang telah dilakukan oleh Hermanto, (2015), “produksi biogas limbah cair kelapa sawit dengan reactor *Up-Flow Anaerobik Sludge Blanket* sebesar 22, 8-26, 4 liter biogas, dihasilkan dengan masa inkubasi selama 16 hari”.

2.3 Cow dung (Kotoran Sapi)

“Kotoran ternak merupakan bahan baku potensial dalam pembuatan biogas karena mengandung pati dan lignoselulosa” (Deublin, 2008). Kotoran sapi biasanya di manfaatkan sebagai pupuk organik atau di manfaatkan dalam

pembuatan biogas dengan menggunakan proses anaerob dalam aplikasinya. Kotoran sapi merupakan salah satu kotoran ternak yang dapat di gunakan sebagai pupuk organik dan bahan pembuat biogas karena kandungan karbohidrat, protein, serta lemak yang baik untuk pembuatan biogas.

Di Negara berkembang kotoran sapi banyak digunakan sebagai pupuk organik dan bahan pembuatan biogas skala rumah tangga karena ketersediannya yang melimpah serta proses pembuatannya yang mudah menjadikannya sebagai sumber energi yang ramah lingkungan.

Menurut Franco *et al*, (2018), “Kotoran sapi adalah bahan organik penting dalam generasi biogas”. “Namun, hasil biogasnya relatif rendah sehingga menimbulkan *co-digestion* dengan substrat organik lain yang dapat terurai secara alami untuk meningkatkan hasil biogas” (Ormaechea *et al*, 2018).

2.3.1 Pemanfaatan Kotoran Sapi

Limbah kotoran sapi yang dimanfaatkan dalam bentuk biogas dan pupuk kandang merupakan salah satu solusi mengatasi kelangkaan bahan bakar fosil dan mahalnya harga pupuk bagi para petani. Pemanfaatan kotoran ternak sendiri sebagai sumber energi berupa biogas tidak mengurangi ketersediaan bahan pupuk organik yang berasal dari *feces* ternak. “Hal ini karena pada pembuatan biogas kotoran ternak yang sudah diproses dikembalikan ke kondisi semula yang diambil hanya gas metana (CH₄) yang digunakan sebagai bahan bakar” (Rahayu *et al*, 2008). Salah satu hasil penelitian yang di lakukan dalam produksi biogas dari kotoran sapi yaitu penelitaian menurut Irnanda, (2019), “biogas yang di dihasilkan dari kotoran

sapi dengan kapasitas 600 liter mampu menghasilkan biogas sebesar 1 m³/hari atau setara dengan 0,46 kg gas LPG”.

Tabel 2.5. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Lee et al.,(2019)	“Treatment technologies of palm oil mill effluent (POME) and olive mill wastewater (OMW): A brief review”	<ul style="list-style-type: none"> - Sebagian besar metode biologis seperti pencernaan anaerob, <i>co-composting</i> dan <i>vermicomposting</i> diklaim tidak efektif dalam memanfaatkan energi. - Meskipun demikian, metode biologis terutama metode pencernaan anaerob masih menjadi metode umum untuk POME karena kesederhanaan dan efektifitas dalam biodegradasi.
2	Rizal et al., (2015)	“Pengembangan Anaerobic Digester Untuk Produksi Biogas Dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit”	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil ini menunjukkan bahwa POME sebagai inokulum memiliki pengaruh terhadap waktu mulai bioreaktor dan produksi biogas. - POME dapat dianggap sebagai inokulum dalam pencernaan anaerob, yang

			akan berkontribusi pada pengelolaan kotoran ternak dan POME yang tepat dan secara simultan mengurangi efek yang dimilikinya terhadap lingkungan
3	Felix et. al., (2019)	“Karakteristik Tekanan Biogas Terhadap Proses <i>One-Filled</i> pada Digester <i>In-Situ Concrete (Puxin)</i> ”	<ul style="list-style-type: none"> - Pembuatan digester dengan model <i>in-situ concrete (puxin)</i> telah dilakukan dengan kapasitas volume 3,48 m³. - Digester ini berisi bubur kotoran dengan perbandingan kotoran sapi dan air 1:1. Pengisian dilakukan dengan sekali pengisian (<i>one-filled</i>) dan dilanjutkan dengan pengamatan manometer setiap hari hingga 14 hari ke depan. Sehingga tekanan yang dihasilkan mencapai 101.477,9 Pa dengan kenaikan sebesar 0,15 %. - Hal tersebut menunjukkan bahwa tekanan gas mengalami kenaikan

			setiap hari dengan persamaan polinomial pangkat 2.
4	Winanti et. al., (2019)	“Palm Oil Mill Effluent (POME) Treatment into Biogas with Anaerobic System Type Fixed Bed without Neutralization Process”	<ul style="list-style-type: none"> - “Pemasukan umpan POME sebanyak 150 liter dengan waktu tinggal POME didalam reaktor adalah 20 hari, lebih cepat dibandingkan menggunakan Covered lagoon yang waktu tinggalnya 30 hari”. - “Persentase gas metana yang terukur adalah 66%, dan kemampuan degradasi kandungan organik mencapai 0,52 liter gas metan/ gram COD, yang lebih besar dibandingkan dengan proses yang umum dilakukan yaitu 0,35 liter gas metan/ gram COD”.

Dari penelitian di atas telah dilakukan proses pengolahan POME dengan metode anaerob untuk mengurangi COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) dengan cepat tanpa adanya oksigen.

Menurut Lee *et al.*, (2019), “Sebagian besar metode biologis seperti pencernaan anaerob, *co-composting* dan *vermicomposting* diklaim tidak efektif dalam memanfaatkan energi. Meskipun demikian, metode biologis terutama metode pencernaan anaerob masih menjadi metode umum untuk POME karena kesederhanaan dan efektifitas dalam biodegradasi”. Kotoran sapi sendiri mengandung banyak bakteri metanogen sehingga dalam penggunaannya untuk meningkatkan produksi biogas dari POME sangatlah tepat. Menurut Rizal *et al.*, (2015), “POME dapat dianggap sebagai inokulum dalam pencernaan anaerob, yang akan berkontribusi pada pengelolaan kotoran ternak serta POME yang tepat dan secara simultan mengurangi efek yang dimilikinya terhadap lingkungan”. Untuk melihat potensi biogas yang dihasilkan dari POME dengan pencampuran kotoran sapi pada penelitian ini menggunakan proses aklimatisasi dimana mana proses ini merupakan adaptasi dari organisme terhadap lingkungan baru yang akan dimasukinya dengan memasukan masing-masing biodigester dengan POME lalu dilakukan kajian pengukuran temperatur, pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), produksi biogas, dan mengetahui dampak lingkungan dari proses produksi biogas. Dengan demikian, *output* penelitian ini mampu memberi informasi yang bermanfaat untuk ke depannya dalam proses pengolahan limbah yang tepat khususnya dalam produksi biogas dari POME dan produksi energi terbarukan yang berkelanjutan untuk mendorong pemenuhan sistem dan teknologi rendah karbon.