

## **Konversi Limbah Budidaya Ikan Sistem Intensif Menjadi Biogas Skala Rumah Tangga**

### *Intensive System Fish Farming Waste Conversion to Biogas Household scale*

Andini Andini<sup>1\*)</sup>, A Cahya<sup>1</sup>, AO Ningsih<sup>1</sup>, M Iqbal<sup>1</sup>, S Sugiarti<sup>1</sup>, **M Fitriani<sup>1\*)</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, 30862 Sumatera Selatan, Indonesia

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: fitranimirna@unsri.ac.id

**Sitasi:** Andini A, Cahya A, Ningsih AO, Iqbal M, Sugiarti S, Fitriani M. 2021. Intensive system fish farming waste conversion to biogas household scale. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9 Tahun 2021, Palembang 20 Oktober 2021*. pp. 400-410. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

### **ABSTRACT**

Intensive system fish farming with high protein artificial feeding in a limited scope produces waste that can negatively impact if it is directly discharged to the waters. This study aimed to examine whether intensive fish farming waste can be converted into biogas, especially on a household scale, as an alternative in processing aquaculture waste. The method used by the researcher in the literature review method is due to the Covid-19 pandemic situation, which limits researchers from taking data. The results of the literature study state that aquaculture waste has the potential for methanogenic bacteria as the main component of biogas with an anaerobic decomposition process. The content of nitrogen (N<sub>2</sub>) and hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) in aquaculture waste is also an additional component in biogas production. Household-scale biogas production was formed on day 4–30 which consists of several processes such as hydrolysis, acetogenesis, acetogenesis, and methanogenesis. Biogas production results from fish farming waste can also be used as organic fertilizer for plants or agricultural land. Therefore, converting fish farming waste into biogas can be done as an effort to treat aquaculture waste. Suggestions from this research are necessary to re-examine directly in producing biogas to obtain more relevant data.

---

Keywords: aquaculture waste, biogas, intensive system aquaculture

### **ABSTRAK**

Budidaya ikan sistem intensif dengan pemberian pakan buatan berprotein tinggi pada ruang lingkup terbatas menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan dampak negatif bila langsung dibuang ke perairan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti apakah limbah budidaya ikan sistem intensif dapat dikonversikan menjadi biogas terutama untuk skala rumah tangga, sebagai salah satu alternatif dalam pengolahan limbah budidaya sistem intensif. Metode yang digunakan peneliti adalah metode studi literatur (*literature review*) dikarenakan situasi pandemi Covid-19 yang membatasi peneliti dalam mengambil data. Hasil studi literatur menyatakan bahwa limbah budidaya ikan memiliki potensi bakteri metanogen sebagai komponen utama produksi biogas dengan proses penguraian secara anaerob. Kandungan nitrogen (N<sub>2</sub>) dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) yang terdapat pada limbah budidaya juga merupakan komponen tambahan dalam pembuatan biogas. Pembuatan biogas skala rumah tangga terbentuk pada hari ke 4–30 yang terdiri dari beberapa proses seperti hidrolisis, asetogenesis, asedogenesis dan methanogenesis. Hasil buangan dari

produksi biogas limbah budidaya ikan ini juga dapat dijadikan sebagai pupuk organik untuk tanaman atau lahan pertanian. Oleh karena itu, dengan mengkonversikan limbah budidaya ikan sistem intensif menjadi biogas dapat dilakukan sebagai upaya pengolahan limbah budidaya. Saran dari penelitian ini adalah diperlukannya penelitian kembali secara langsung dalam memproduksi biogas dari limbah budidaya ikan sistem intensif agar dapat diperoleh data yang lebih relevan.

---

Kata kunci: biogas, budidaya sistem intensif, limbah budidaya

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang setiap tahunnya mengalami perkembangan pada kegiatan budidaya perikanan, terutama dari sistem budidaya yang digunakan. Budidaya ikan secara intensif merupakan salah satu sistem budidaya yang telah dikembangkan dengan menggunakan padat tebar tinggi dan pemberian pakan buatan berprotein tinggi untuk mendukung pertumbuhan ikan (Martudi *et al.*, 2017). Keunggulan dari budidaya secara intensif ini memiliki biaya produksi yang rendah, sedangkan kelemahannya adalah dengan padat tebar yang tinggi menimbulkan penurunan kualitas air sehingga menghasilkan buangan berupa ammonia (Afriansyah *et al.*, 2016). Ammonia diawali dari nitrogen akibat pakan yang tidak termakan, feses dan hasil metabolime yang masuk ke perairan (Afriansyah *et al.*, 2016). Menurut Septiani *et al.* (2014), pada air limbah budidaya lele terdapat kandungan N dan NH<sub>3</sub> (ammonia) sebagai hasil dari perombakan protein dan asam amino oleh sisa pakan dan feses ikan. Adanya limbah pada media budidaya dapat menurunkan kualitas air budidaya dan mengganggu keberlangsungan hidup ikan budidaya (Pande, 2018), sedangkan apabila air limbah dibuang langsung ke perairan tanpa pengolahan maka akan terjadi pencemaran di perairan (Harihastuti *et al.*, 2015). Oleh karena itu, diperlukannya pengolahan limbah budidaya agar dapat menjadi standar keberhasilan produksi dan salah satu bentuk budidaya yang bertanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan (Rahim, 2018).

Beberapa upaya dalam pengolahan air buangan budidaya ikan dapat menggunakan sistem resirkulasi melalui penerapan teknologi akuaponik (Buzby & Lin, 2014), sistem resirkulasi akuakultur melalui disimilasi bakteri dan asimilasi tanaman (Gichana, 2018), sebagai media tumbuh mikroalga *Chaetoceros amami* (Nurhadi *et al.*, 2020), media tumbuh mikroalga *Spirulina* sp. (Lesmana *et al.*, 2019), media budidaya cacing tanah dalam bentuk pupuk organik dan pakan alternatif (Rahim, 2018), sumber bahan organik untuk produksi cacing darah atau *bloodworm* (larva *chironomidae*) (Sulistiyarto, 2016) pengaplikasian bioflok sebagai sumber pakan alami dan pakan alternatif bagi ikan (Septiani *et al.*, 2014), sistem bioremediasi pada budidaya perikanan (Kurniawan, 2012) seperti bioremediasi mikroorganisme fungi (Spina, 2018) dan melalui bantuan material bambu melalui proses anaerob dalam menurunkan nilai parameter bahan organik pada air limbah budidaya ikan (Febrianto *et al.*, 2016). Pengolahan limbah budidaya dengan mengkonversinya menjadi energi terbarukan berupa biogas merupakan salah satu solusi yang belum diterapkan. Dalam proses produksi terjadi secara biologi dengan bantuan mikroorganisme secara anaerob. Pengolahan secara anaerob ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya tidak memerlukan biaya tambahan untuk sumber oksigen (aerasi), dapat dilakukan pada lahan yang terbatas dan menghasilkan lumpur yang relatif sedikit (Febrianto *et al.*, 2016). Pengolahan limbah budidaya dengan mengkonversikannya menjadi biogas bertujuan untuk memperkecil biaya pengolahan limbah sehingga pembudidaya tidak lagi membuang limbah langsung ke lingkungan serta diharapkan dalam upaya pengembangan biogas dari limbah budidaya ikan ini dapat menjadi bahan bakar alternatif di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti apakah limbah budidaya

ikan sistem intensif dapat dikonversikan menjadi biogas terutama untuk skala rumah tangga, sebagai salah satu alternatif dalam pengolahan limbah budidaya sistem intensif.

### **LIMBAH BUDIDAYA PADA SISTEM INTENSIF**

Budidaya ikan sistem intensif menerapkan padat tebar tinggi, penambahan aerasi dan penggunaan pakan buatan berprotein tinggi dalam jumlah besar (Gambar 1). Penggunaan pakan buatan pada budidaya ikan dapat mengakibatkan tingginya akumulasi limbah N dalam media budidaya yang dapat mengganggu pertumbuhan ikan (Supriyono, 2015). Kualitas air dari budidaya ikan berkaitan langsung dengan kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan (Gambar 2) (Buzby & Lin, 2014). Limbah budidaya lele memiliki kandungan N dan  $\text{NH}_3$  (ammonia) sebagai hasil perombakan protein dan asam amino dari sisa pakan dan feses ikan (Septiani *et al.*, 2014). Menurut Kurniawan (2012), pada umumnya limbah budidaya mengandung berbagai macam unsur di antaranya, sisa-sisa bahan organik dan anorganik, logam berat, serta gas berbau busuk yang berdampak kurang baik terhadap lingkungan dan kesehatan bagi ikan budidaya.



Gambar 1. Budidaya perikanan sistem intensif

Sumber : Dokumentasi Humas KKP, diolah kembali oleh KKP NEWS, 2019



Gambar 2. Penurunan kualitas air akibat pakan

Sumber : JALA\_Kabar Udang, 2019

Pembuangan limbah cair secara langsung dan terus-menerus ke lingkungan menyebabkan pencemaran (Harihastuti *et al.*, 2015). Saat ini pengembangan industri

akuakultur dibatasi karena dampak lingkungan yang tidak diinginkan terkait dengan limbah budidaya yang kaya akan senyawa nitrogen anorganik dan bahan organik (Syuhada, 2015). Menurut Sulistiyarto dan Restu (2016), pada budidaya lele dumbo, limbah dapat diambil setelah pemeliharaan selama 14 hari. Kandungan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan dari budidaya lele disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan limbah cair dan limbah padat budidaya lele

Limbah	Kandungan	Kisaran	Rata-rata
Limbah Cair	nitrogen (N)	0,98-1,67 %	1,325 %
	Phosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,89 – 3,40 %	2,645 %
	kalium (K <sub>2</sub> O)	0,01-1,03 %	0,35 %
	pH 7-8	7-8	
	C-organik	0,28-0,98 %	0,630 %
Limbah Padat	nitrogen (N)	1,99 – 13, 97 %	6,23 %
	Phosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4,10-4,69 %	4,46 %
	kalium (K <sub>2</sub> O)	2,31-4,09 %	3,21 %
	pH 7-8	7-8	
	C-organik	16,48- 24,64 %	21,67 %
	C/N ratio	1,71-12,38 %	6,71 %

Sumber: Andriyeni *et al.* (2017)

## LIMBAH BUDIDAYA IKAN SEBAGAI BIOENERGI

Produksi energi dari biomassa menyediakan alternatif terbarukan untuk bahan bakar fosil, mengingat banyaknya sampah organik seperti limbah industri makanan, limbah padat perkotaan dan limbah lainnya yang diproduksi di seluruh dunia (Kafle & Kim, 2012). Menurut Delgadillo-Mirquez *et al.* (2018), produksi biogas dari pencernaan anaerobik bahan organik telah mendapatkan minat global karena dianggap sebagai pengganti gas alam, membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan berkontribusi untuk mengurangi rumah kaca emisi gas. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) yang diterbitkan oleh Dewan Energi Nasional melaporkan bahwa pada tahun 2014 sampai sekarang Indonesia masih sangat bergantung terhadap energi fosil untuk memenuhi kepentingan konsumsi dalam negeri yakni sebesar 96%, yang terdiri dari minyak bumi 48%, gas 18% dan batubara 30% (Kurniawati, 2015). Sedangkan data yang diperoleh pada tahun 2017 (Tabel 2) dari Kementerian ESDM terhadap potensi energi terbarukan di Indonesia hingga saat ini masih menjadi perhatian. Oleh karena itu biogas yang merupakan bahan bakar berbasis metana yang diperoleh dengan pencernaan anaerobik dari berbagai bahan jenis bahan baku, termasuk limbah air budidaya ikan yang bisa diterapkan dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Oliva *et al.*, 2017). Limbah yang merupakan produk sampingan memungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan biomassa (Makisha & Semenova, 2018).

Tabel 2. Potensi EBT di Indonesia (DEN, 2017)

Jenis Energi	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Pemanfaatan (%)
Pemanasan Bumi	29.544	1.438,5	4,9
Air	75.091	4.826,7	6,4
Mini dan Mikrohidro	19.385	197,4	1
Surya	207.898	78,5	0,04
Angin	60.647	3,1	0,01
Bioenergi	32.654	1.671	5,1
Laut	17.989	0,3	0,002

Sumber : Kementerian ESDM, diolah kembali oleh DEN, 2017

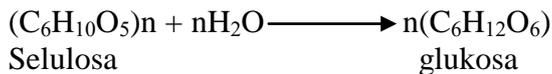
## TEKNOLOGI PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH BUDIDAYA IKAN

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari bahan-bahan organik melalui proses fermentasi dengan bantuan alat produksi biogas (biodigester) (Kurniati *et al.*, 2021). Teknologi yang digunakan untuk memproduksi biogas merupakan teknologi sederhana dan mudah dilakukan, yaitu dengan pencernaan secara anaerobik. Teknik ini memanfaatkan beragam jenis mikroba yang dapat mengubah biomassa dan limbah menjadi biogas dengan cara menurunkan jumlah komponen organik tanpa bantuan bakteri dan oksigen (Nisrina & Andarani, 2018). Dari segi mikrobiologi, teknologi, dan biokimia, pencernaan anaerobik umumnya terdiri dari empat tahap yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis (Fedailaine, 2015). Pada tahap ini mikroorganisme yang bekerja akan mengubah asam asetat dan hidrogen menjadi karbon dioksida dan metana (Fedailaine, 2015).

Bakteri yang umumnya digunakan untuk menghasilkan biogas diantaranya bakteri-bakteri pembentuk asam seperti *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Flavobacterium* dan *Alcaligenes* serta bakteri-bakteri pembentuk gas metana seperti *Methanobacterium*, *Methanosarcina* dan *Methanococcus* (Khaidir, 2015). Pencernaan anaerobik melibatkan empat kelompok mikroorganisme bakteri yang saling membutuhkan satu dengan yang lainnya yaitu, hidrolitik, asidogenik, asetogenik dan metanogenik.

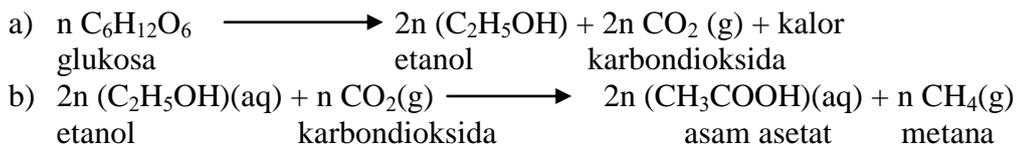
Bakteri hidrolitik berperan pada tahap awal guna mendegradasi bahan-bahan organik kompleks menjadi monomer-monomer yang larut dalam air seperti gula (glukosa), asam amino dan asam-asam lemak pada suhu 25 °C di digester.

Reaksi:



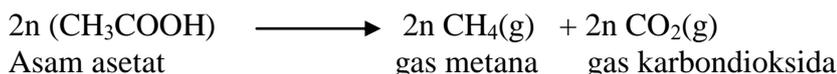
Molekul monomer yang larut di dalam air tersebut selanjutnya akan diubah menjadi asam organik rantai pendek, asam asetat, alkohol, hidrogen dan karbon dioksida oleh bakteri asidogenik, sehingga dalam menghasilkan asam asetat, oksigen dan karbon diperlukan untuk bakteri tersebut yang diperoleh dari oksigen yang terlarut di dalam larutan. Pada tahapan ini akan berlangsung pada kisaran suhu 25°C di digester.

Reaksi:



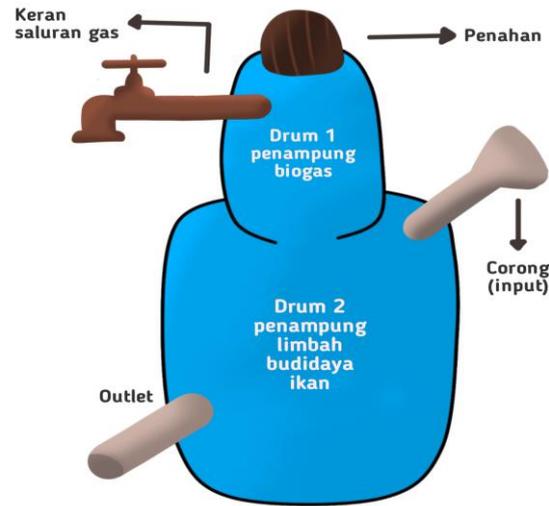
Produk dari asidogenik kemudian akan diubah menjadi asam asetat oleh bakteri asetogenik dan setelahnya akan diubah menjadi metana oleh bakteri metanogenik (Wikandari *et al.*, 2014). Tahap ini berlangsung pada suhu 25°C di digester selama 14 hari. Proses tersebut akan menghasilkan 70% CH<sub>4</sub>, 30 % CO<sub>2</sub>, sedikit H<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S.

Reaksi:

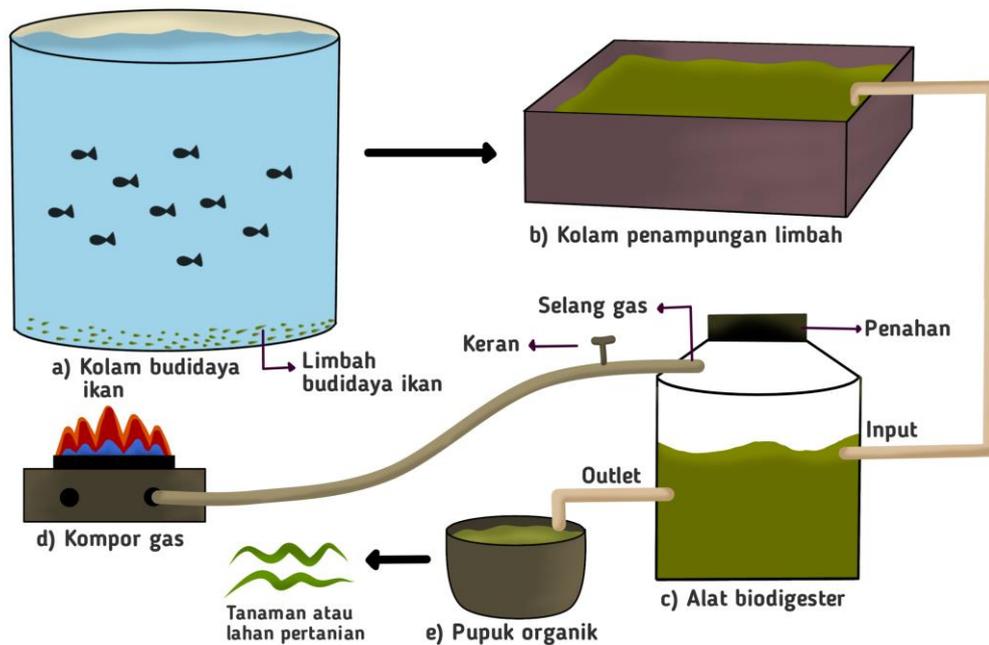


Prinsip alat produksi biogas sederhana (Gambar 3) untuk skala rumah tangga ini, terdiri dari bagian-bagian pokok seperti pencerna (digester), lubang pemasukan bahan baku (*input*) dan pengeluaran (*output*) lumpur sisa hasil pencernaan (*slurry*), dan pipa penyaluran biogas. Di dalam alat digester ini terdapat bakteri metan yang berfungsi untuk mengolah limbah budidaya dan memakan bahan-bahan organik sehingga menghasilkan biogas (Subekti, 2011). Gas yang terbentuk tersebut difasilitasi dengan adanya pipa yang

didesain (Gambar 4) sedemikian rupa sehingga gas tersebut dapat dialirkan ke kompor yang terletak di dapur dan limbah dari biogas tersebut dapat dijadikan sebagai sumber penggantian pupuk organik untuk tanaman atau lahan pertanian (Derressa *et al.*, 2015).



Gambar 3. Alat biodigester



Gambar 4. Proses pembuatan biogas dari limbah budidaya ikan secara sederhana

## PROSES PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH BUDIDAYA

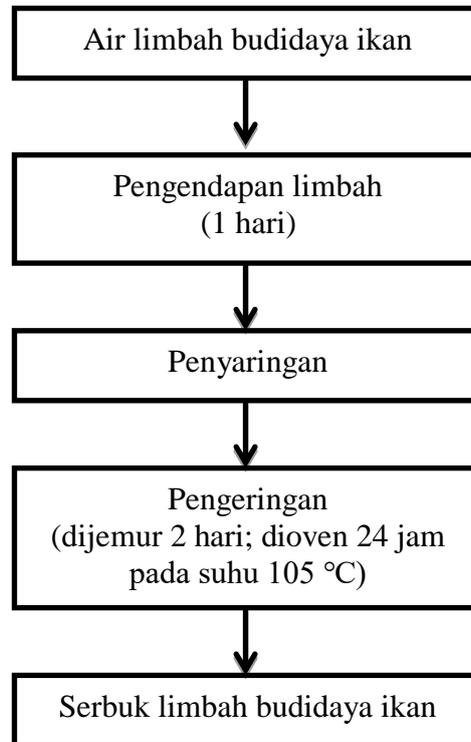
Bahan yang digunakan dalam proses produksi biogas ini merupakan bahan-bahan organik yang berasal dari limbah air budidaya ikan sistem intensif. Bahan-bahan organik tersebut akan didegradasi menjadi asam-asam organik (asam-asam lemah) yang kemudian asam-asam tersebut akan didegradasi kembali menjadi gas metana oleh bakteri metanogenik (Khaidir, 2015). Pada penelitian Khaidir (2015), sampah organik yang merupakan bahan baku pembuatan biogas diberi beberapa perlakuan sehingga berubah menjadi serbuk sampah organik untuk digunakan sebagai umpan digester. Oleh karena itu,

Editor: Siti Herlinda *et. al.*

ISBN: 978-623-399-012-7

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

limbah air budidaya juga akan diberi beberapa perlakuan agar dapat digunakan sebagai umpan dalam digester (Gambar 5). Limbah budidaya diambil dengan cara menyedot air kolam pemeliharaan ikan yang sudah keruh ke kolam, bak, atau drum penampungan air limbah yang akan diendapkan selama 1 hari. Kemudian limbah padat yang mengendap pada dasar kolam penampungan disaring menggunakan kain saring. Selanjutnya limbah dikeringkan dengan dijemur selama 2 hari dan dilanjutkan pengeringan dengan oven pada suhu 105 °C selama 24 jam sampai menjadi serbuk (Sulistiyarto dan Restu, 2016).



Gambar 5. Diagram alir perubahan limbah air budidaya ikan menjadi umpan digester

Komposisi pada pembuatan biogas tidak terdapat SNI, namun komponen utamanya yang digunakan adalah gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) sedangkan komponen penunjang lain yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit adalah uap air, hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), karbon monoksida (CO) dan nitrogen (N<sub>2</sub>) (Tabel 3). Proses lamanya waktu produksi biogas tergantung dari bahan bakunya. Pada umumnya, proses fermentasi membutuhkan waktu kisaran 14-21 hari untuk menghasilkan biogas. Pada penelitian Prayitno et al., (2020), lamanya waktu produksi biogas dapat sampai 25 hari menggunakan bahan baku limbah cair tahu, sedangkan pada penelitian Ganita dan Pratama (2011) dengan menggunakan kotoran sapi yang membutuhkan waktu 36 hari untuk menghasilkan biogas yang maksimal.

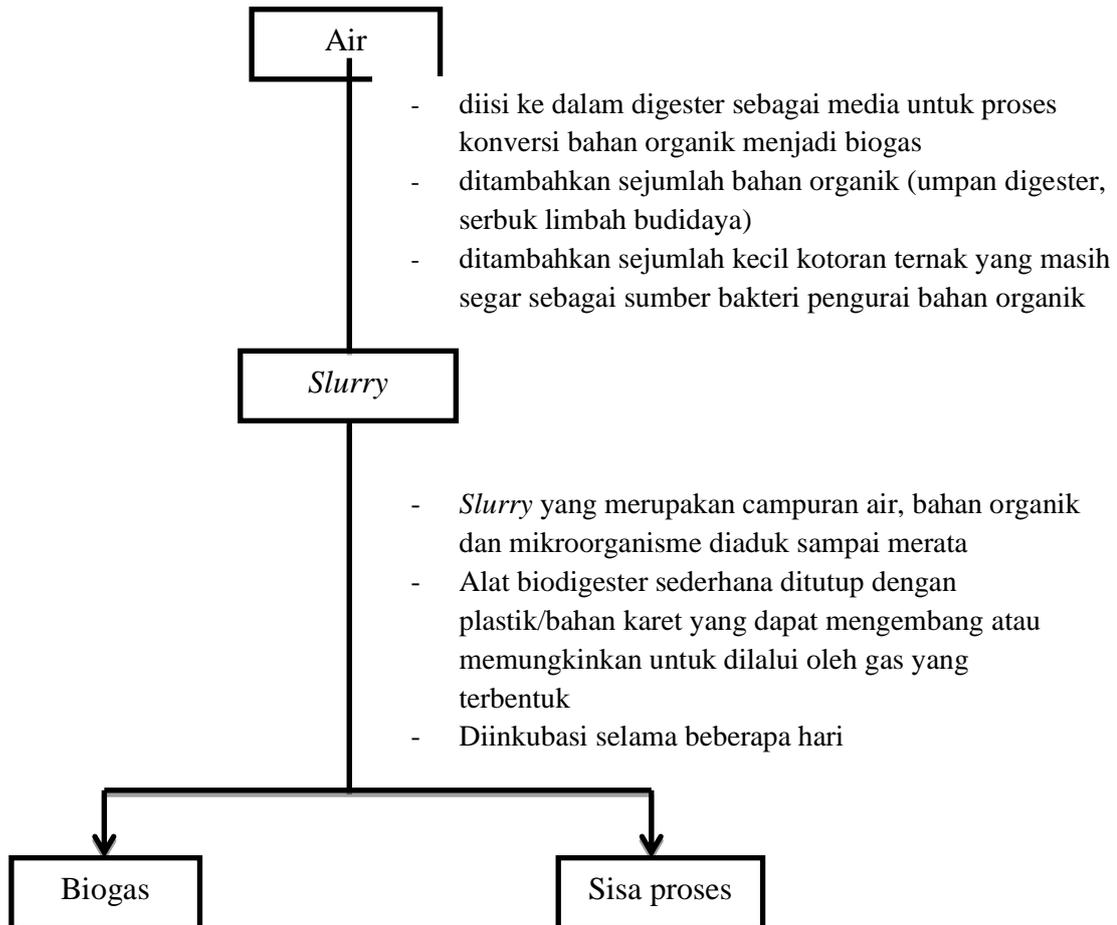
Tabel 3. Komponen-komponen biogas

Nama Gas	Rumus Kimia	Jumlah (%)
Gas metan	CH <sub>4</sub>	54-70
Karbon dioksida	CO <sub>2</sub>	27-45
Nitrogen	N <sub>2</sub>	3-5
Hidrogen	H <sub>2</sub>	1-0
Karbon	CO	0,1
Oksigen	O <sub>2</sub>	0,1
hidrogen	H <sub>2</sub> S	sedikit

Sumber: Pemerintah Kabupaten Kudus, Sektor Pertanian, Biogas (26 Januari 2017)

## FAKTOR-FAKTOR DALAM PROSES PRODUKSI BIOGAS

Proses produksi biogas (Gambar 6) oleh mikroorganisme secara umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH, pengadukan (*stirring*), bahan penghambat, konsentrasi substrat (*slurry*), luas permukaan substrat, rasio karbon terhadap nitrogen (*C/N ratio*) dan pengumpanan awal (*initial feeding*) (Khaidir, 2015). Menurut Kurniati *et al.* (2021), agar proses produksi biogas optimum, sehingga biogas yang dihasilkan itu besar, diperlukan penambahan waktu fermentasi dengan tetap memperhatikan bahan organik dalam substrat itu tidak habis.



Gambar 6. Diagram alir proses produksi biogas  
Sumber : Viktor *et al.*, 2014., diolah kembali oleh Khaidir, 2015

Secara optimum pada suhu 35°C bakteri metanogen masih dapat tumbuh dan berkembang (Wahyuni, 2013). Berdasarkan penelitian Dwityaningsih dan Triwuri (2018), untuk digester yang berisi campuran antara substrat co-digestion limbah jeroan ikan, kotoran yang diperoleh dari sapi dan enceng gondok cenderung terjadinya penurunan pada pH. Kondisi pH yang turun menunjukkan terjadinya fase asidogenik pada digester, dimana pH mengarah pada sifat asam dan untuk pH 5 hingga 6,5 merupakan pH yang optimum untuk bakteri asidogenik. Lalu untuk hari ke-12 sampai ke-20 pH naik signifikan yang menandakan telah mengalami fase metanogenik. Menurut Kurniati *et al.* (2020), semakin netral pH fermentasi (pH mendekati 7), maka semakin optimum proses produksi biogas yang terjadi.

Pada penelitian Khaidir (2015), pengadukan berguna untuk mencegah lapisan mengerak pada permukaan cairan. Untuk umpan digester berbentuk serbuk, pengadukan dapat dilakukan di awal proses pencampuran di alat digester agar menjadi homogen dan tidak mengapung di permukaan air. Bahan penghambat seperti logam berat, deterjen, bahan disinfektan dan antibiotik dapat mematikan mikroorganisme pengurai bahan-bahan organik dalam proses pembuatan biogas. Oleh karena itu, diperlukannya pemeriksaan air terlebih dahulu yang akan digunakan dalam proses produksi biogas agar terbebas dari bahan-bahan penghambat tersebut. Konsentrasi substrat atau *slurry* akan berpengaruh terhadap hasil (*yield*) dari biogas. Menurut Khaidir (2015), semakain besar konsentrasi substrat (*slurry*), maka hasil biogas yang diperoleh semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan kemampuan kerja dari mikroorganisme pengurai yang terbatas jika dibandingkan dengan jumlah bahan yang harus diuraikan.

Luas permukaan kontak berpengaruh terhadap hasil biogas. Substrat yang dapat melakukan kontak dengan bakteri-bakteri pada digester biogas berhubungan langsung dengan luas permukaan kontak. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap laju konversi bahan organik menjadi biogas dan berkaitan erat dengan ukuran dari substrat yang diumpankan ke dalam digester biogas. Jika substrat dibuat dalam ukuran kecil dan halus seperti serbuk, maka proses pencernaan oleh bakteri-bakteri anaerobik dalam digester biogas akan lebih cepat (Khaidir 2015).

Dalam produksi biogas sumber nitrogen juga sangat penting untuk pertumbuhan bakteri. Nitrogen dapat diberikan ke dalam digester dalam bentuk anorganik seperti nitrat atau organik seperti urea atau kotoran ternak. Sementara untuk umpan awal adalah hasil metabolisme dari tubuh hewan berupa kotoran yang mengandung komposisi kimia. Oleh sebab itu, kotoran hewan tersebut dapat mempengaruhi jumlah bahan yang dapat dijadikan biogas oleh bakteri-bakteri anaerobik (Khaidir, 2015). Menurut Kurniati *et al.* (2021), apabila semakin besar konsentrasi inokulumnya, maka akan semakin optimum produksi biogas sehingga semakin besar pula biogas yang dihasilkan.

## **KESIMPULAN**

Pengolahan limbah budidaya intensif menjadi biogas dengan teknologi fermentasi anaerobik di dalam digester biogas dapat diterapkan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menjadikan air limbah budidaya sebagai umpan digester dalam bentuk kering (serbuk). Penggunaan alat biogas khususnya untuk skala rumah tangga dapat menggunakan alat yang sederhana seperti drum bekas, sehingga dapat memperkecil biaya produksi pembuatan biogas. Sisa produk biogas juga dapat dijadikan sebagai pupuk organik untuk tanaman atau lahan pertanian. Oleh karena itu, disarankan perlunya dilakukan penelitian secara langsung di lapangan agar dapat diperoleh data yang lebih relevan dalam mengkonversikan limbah budidaya sistem intensif menjadi biogas.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Afriansyah, Dewiyanti I, Hasri I. 2016. Keragaan nitrogen dan t-phosfat pada pemanfaatan limbah budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) oleh ikan peres (*Osteochilus kappeni*) dengan Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(2): 252–261.
- Andriyeni, Firman, Nurseha, Zulkhasyni. 2017. Studi potensi hara makro air limbah budidaya lele sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Agroqua*. 15(1): 71–75.
- Buzby KM, Lin LS. 2014. Scaling Aquaponic systems: balancing plant uptake with fish output. *Aquacultural Engineering*. 8609(14): 1–22.

- Delgadillo-Mirquez L, Hernández-Sarabia M, Machado-Higuera M. 2018. Mathematical Modelling and simulation for biogas production from organic waste. *International Journal of Engineering Systems Modelling and Simulation*. 10(2): 97–102.
- Derressa L, Libsu S, Chavan RB, Manaye D, Dabassa A. 2015. Production of Biogas from Fruit and Vegetable Wastes Mixed with Different Wastes. *Environmental and Energy Research*. 3(3):65-71.
- Dwityaningsih R, Triwuri NA. 2018. Pengaruh penambahan kotoran sapi dan enceng gondok (*Eicchornia crassipes*) terhadap produksi biogas dari limbah jeroan ikan. *Info-Teknik*. 19(2).
- Febrianto J, Purwanto MYJ, BW RS. 2016. Pengolahan air limbah budidaya perikanan melalui proses anaerob menggunakan bantuan material bambu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 1(2): 83–90.
- Fedailaine M. 2015. Modeling of the Anaerobic Digestion of Organic Waste for Biogas Production. *Procedia Computer Science*. 52(1):730–737.
- Ganita MT, Pratama H. 2011. Potensi biogas limbah tahu menggunakan digester type batch sirkulasi liquid pada suhu 35 °C - 40 °C. *Jurnal Teknik Energi*. 2(1).
- Gichana ZM. 2018. Waste management in recirculating aquaculture aystem through bacteria dissimilation and plant assimilation. *Aquaculture International*. 26(6):1541–1572.
- Hariastuti N, Purwanto P, Istadi I. 2015. Separation of H<sub>2</sub>S and NH<sub>3</sub> Gases from Tofu Waste Water-Based Biogas using Activated Carbon Adsorption. *AIP Conference Proceedings*. American Institute of Physics; Semarang, pp. 1–7.
- Kafle GK, Kim SH. 2012. Evaluation of the biogas productivity potential of fish waste: a lab scale batch study. *Journal of Biosystems Engineering*. 37(5): 302–313.
- Khaidir. 2015. Teknologi produksi biogas sebagai bahan bakr alternatif berbahan baku sampah organik. *Jurnal Samudera*. 9(2):51-66.
- Kurniati Y, Rahmat A, Malianto BI, Nandayani D, Pratiwi WSW. 2021. Review analisa kondisi optimum dalam proses pembuatan biogas. *Rekayasa*. 14(2): 272–281.
- Kurniawan A. 2012. Short communication: bioremediation in aquaculture system. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. 6(1):13–17.
- Kurniawati D. 2015. *BIOGAS: Mengolah Limbah Jadi Berkah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).
- Makisha N, Semenova D. 2018. Production of Biogas at Wastewater Treatment Plants and its Further Application. *MATEC Web of Conferences*. Rusia: 144, pp. 1–7.
- Martudi S, Firman, Srilestari E. 2017. Analisis limbah budidaya ikan patin (*Pangasius pangasius*) sistem resirkulasi terhadap pertumbuhan cacing sutra (*Tubifex sp.*). *Jurnal Agroqua*. 15(2):72–78.
- Nisrina H, Andarani P. 2018. Pemanfaatan limbah tahu skala rumah tangga menjadi biogas sebagai upaya teknologi bersih di laboratorium pusat teknologi lingkungan – BPPT. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 15(2): 139–147.
- Nurhadi, N febrinawati, Putri B, Hudaidah S. 2020. Pemanfaatan Limbah Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) sebagai Media Kultur *Chaetoceros amami*. *Jurnal Perikanan Unram*. 10(1): 20–28.
- Oliva M, Costa C, Di Felice R. 2017. CO<sub>2</sub> removal from biogas as product of waste-water-treatments. *Lecture Notes in Civil Engineering*. (4): 451–456.
- Pande P. 2018. Pemanfaatan limbah budidaya ikan untuk peningkatan pertumbuhan biomassa cacing sutra (*Tubifex sp.*). *Jurnal Perikanan*. 8(1):55–64.
- Prayitno P, Rulianah S, Nurmahdi H. 2020. Pembuatan biogas dari limbah cair tahu

- menggunakan bakteri indigeneous. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*. 4(2): 90–95.
- Rahim AR. 2018. Pemanfaatan limbah tambak ikan untuk budidaya cacing tanah *Lumbricus rubellus*. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*. 1(2).
- Septiani N, Maharani H, Supono S. 2014. Pemanfaatan Bioflok dari limbah budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*) sebagai pakan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 2(2): 267–272.
- Spina F. 2018. Fungi as a toolbox for sustainable bioremediation of pesticides in soil and water. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 3504:1–15.
- Sulistiyarto B. 2016. Pemanfaatan limbah budidaya ikan lele dumbo sebagai sumber bahan organik untuk memproduksi *Bloodworm (Larva Chironomidae)*. *Jurnal Ilmu Hewani Tropik*. 5(1): 36–40.
- Sulistiyarto B, Restu. 2016. Mengurangi Beban pencemaran limbah kolam ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan Mengkonversi limbah menjadi biomas *Bloodworm (Larva Chironomidae)*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah*. Jilid 1: 239-249.
- Supriyono E. 2015. Perbandingan jumlah bak budidaya cacing sutra (*Tubifex sp.*) dengan memanfaatkan limbah budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) sistem intensif terhadap kualitas air ikan lele dan produksi cacing sutra. *Jurnal Depik*. 4: 8–13.
- Syuhada N. 2015. International Biodeterioration & biodegradation optimization of C/N ratios for nutrient removal in aquaculture system culturing African cat fish, (*Clarias gariepinus*) utilizing Bio floccs Technology. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 1–7.
- Viktor R, Shajin S, Roshni RM, Asha SR. 2014. Augmentative invention of biogas from the agronomic wastes using facultative anaerobic bacterial strain. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(4): 556-564.
- Wahyuni S. 2013. Panduan Praktis Biogas. Jakarta: Penebar Swadaya.