

## PENGARUH PH TERHADAP PRODUKTIVITAS GAS DI REAKTOR ANAEROB DENGAN SUBSTRAT LIMBAH MAKANAN

### *PH INFLUENCE TO THE PRODUCTIVITY OF GAS IN THE ANAEROBIC REACTOR USING SUBSTRATE OF FOOD WASTE*

M. A. M. SYAIFULLAH<sup>1</sup>, M. RAMDLAN KIRON<sup>2</sup>, REZA FAUZI I.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[sianas@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:sianas@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[mramdlankirom@telkomuniversity.ac.id](mailto:mramdlankirom@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[rezafauzii@telkomuniversity.ac.id](mailto:rezafauzii@telkomuniversity.ac.id)

#### **Abstrak**

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau bakteri anaerob. Biogas dapat dihasilkan dari substrat seperti limbah pertanian, pupuk kandang, sampah kota dan limbah makanan. Biogas dapat diproduksi oleh siklus hidup bakteri secara alami sebagai produk samping dari proses metabolisme. Produksi biogas pada proses ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti nilai pH. Diketahui bahwa produksi biogas pada nilai pH 6.8-7.2 lebih efektif [1]. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisa produksi biogas dengan nilai pH dengan kondisi nilai pH yang berbeda yaitu, dikondisikan di nilai pH 6,8-7,2, dan tanpa dikondisikan. Serta mengukur nilai COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid) dengan kondisi nilai pH yang sama. Pada penelitian ini, substrat yang digunakan adalah nasi. Dari percobaan diperoleh jumlah volume gas yang dihasilkan, penurunan nilai COD dan nilai TSS dari nilai pH yang dikondisikan dan tidak pada setiap harinya..

**Kata kunci :** Biogas; Volume Gas; Nilai pH ; nilai COD ; Nilai TSS .

#### **Abstract**

Biogas is a mixture of gas produced by microorganisms or anaerobic organisms. Biogas can be produced from substrates such as agricultural waste, manure, city waste, and food waste. Biogas can be produced by the life cycle of the bacteria naturally as a by-product of the process of metabolism. The production of biogas in this process is influenced by the environment conditions such as pH level. It is known that the biogas production in the pH level of 6.8 – 7.2 is more effective [1]. The purpose of this study identify and analyze the biogas production with a pH level of different conditions, conditioned at a pH level of 6.8 – 7.2 and without conditioned. As well as measuring the value of COD (Chemical Oxygen Demand) and TSS (Total Suspended Solid) with the same conditions of pH level. In this study, the substrate used is rice. From the experiments obtained the total volume of gas produced, impairment COD and TSS values of conditioned at a pH level and without conditioned.

**Keyword :** Biogas; Gas Volume; pH level ; pH level; COD Value; TSS value.

\*Corresponding author

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk di dunia yang semakin pesat membuat kebutuhan akan energi semakin tinggi, baik digunakan untuk rumah tangga, kendaraan maupun industri. Namun, sumber daya energi yang sering digunakan adalah sumber yang berasal dari fosil. Sedangkan sumber daya fosil sendiri merupakan sumber daya yang terbatas, seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Karena jumlah ketersediaan sumber daya fosil di dunia semakin menipis, para ilmuwan dunia berusaha menemukan energi baru yang bukan dari sumber daya fosil dan dapat diperbaharui.

Salah satu sumber energi terbarukan yang ditemukan oleh para ilmuwan adalah biogas. Biogas merupakan bahan bakar ramah lingkungan yang dihasilkan dari limbah rumah tangga, kotoran hewan, kotoran manusia, sampah organik, dan sebagainya yang mengalami proses penguraian atau fermentasi oleh mikroorganisme [1]. Limbah rumah tangga adalah bahan yang ada di setiap rumah tangga, baik nasi basi dan sayur bekas, sehingga proses pembuatan biogas akan menjadi mudah dan murah.

Ada banyak cara untuk menghasilkan biogas, salah satunya menggunakan anaerobic reactor. Di anaerobic reactor terdapat mikroorganisme yang akan menghasilkan biogas. Untuk menghasilkan biogas dalam anaerobic reactor membutuhkan pengkondisian pada derajat keasaman atau pH. Anaerobic reactor diperlukan proses pretreatment untuk melakukan pengkondisian pH, sehingga pH yang ada pada substrat akan dalam kondisi optimal. Air bersih adalah salah satu kebutuhan pokok demi menjaga kelangsungan hidup manusia. Pada masa sekarang 97,5% bumi kita terdiri dari air, namun yang layak dikonsumsi hanya 2,5 % [1]. Ini menunjukkan begitu besar jumlah air namun sedikit sekali air yang bisa digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Kelangkaan air bersih menyebabkan manusia mencari cara lain untuk mendapatkan air bersih, salah satunya dengan menggunakan desalinasi air laut. Namun air laut tidak bisa langsung dikonsumsi karena, mengandung ion klor, natrium, belerang, magnesium, kalsium dan kalium, enam ion ini membentuk 99,28 % berat dari air laut [1]. Air laut mempunyai rasa asin karena mengandung garam NaCl sekitar 3% dan rasa asam diakibatkan oleh asam organik maupun asam anorganik [2][3], untuk itu diperlukan proses desalinasi untuk mengurangi kadar garamnya. Sehingga memenuhi kriteria air bersih dengan parameter diantaranya adalah air tidak berasa asam, manis, pahit, atau asin. Rasa asin disebabkan oleh kadar garam yang larut dalam air [2].

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh mikroorganisme apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor dalam keadaan anaerob. Biogas yang dihasilkan mengandung gas metana, gas karbon dioksida, dan gas hidrogen sulfida. Secara umum, proses anaerob akan menghasilkan gas metana, gas hidrogen, dan gas karbon dioksida. Biogas dihasilkan dari pembusukan bahan-bahan oleh bakteri pada kondisi anaerob. Penghasilan biogas dapat mencapai kondisi optimal jika bakteri-bakteri yang terlibat dalam proses tersebut berada dalam lingkungan yang nyaman. Beberapa hal yang perlu diperhatikan agar bakteri-bakteri penghasil biogas dapat menghasilkan gas secara optimal, yaitu lingkungan abiotis, temperatur dan derajat keasaman.

### 2.2. Teori Dasar pH

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH adalah singkatan dari power of Hydrogen. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH > 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 menunjukkan keasaman. pH = 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH = 14 menunjukkan derajat keasaman tertinggi.

Asam

$$pH = -\log[H^+] \quad (1)$$

Basa

$$pOH = -\log[OH^-] \quad (2)$$

$$pH = 14 - pOH \quad (3)$$

### 2.3. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses biologis dan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

### 2.4. Total Suspended Solid (TSS)

Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Total Suspended Solid atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Reaktor Anaerob

Anaerobic Rector bersifat statis atau diam dan menggunakan sistem pengadukan manual yang berguna untuk pencampuran substrat dengan larutan pH. Untuk pengkondisian pH ditambahkan NaOH untuk mendapatkan nilai pH yang akan di teliti, seperti pada Gambar 3.1.

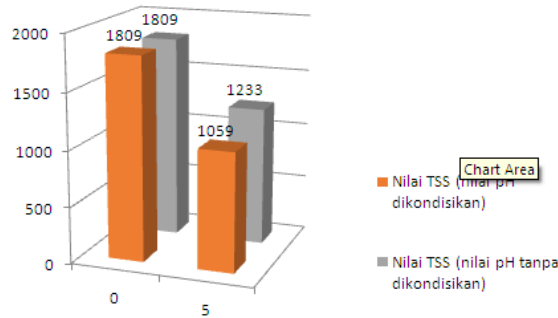


Gambar 1 Galon untuk anaerobic reactor

Pembuatan Anaerobic Rector dengan volume yaitu 19 liter dengan bentuk galon air mineral sedangkan tandon gas menggunakan balon. Bahan dasar pembuatan Anaerobic Rector adalah plastik yang bertujuan agar tidak mudah rusak.

### 3.2. Perbandingan TSS

Proses pengujian nilai TSS seperti pada tabel 3.1 dan dilakukan dua kali yaitu pada substrat sebelum dan sesudah proses. Sehingga didapatkan data seperti pada gambar 4.1

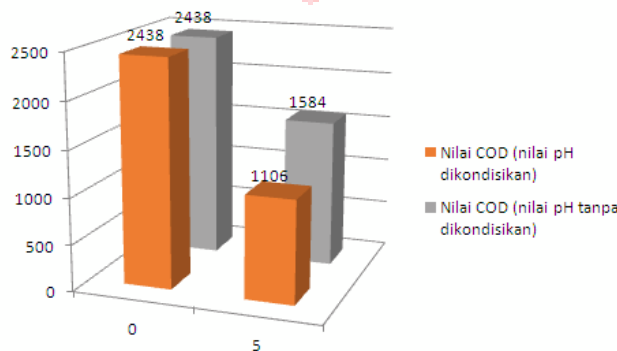


Gambar 2 Grafik Perbandingan Nilai TSS

Dari gambar 4.1 menunjukkan nilai TSS substrat sebelum proses memiliki nilai 1809ppm. Untuk proses yang tidak dikondisikan nilai pH memiliki nilai TSS sebesar 1233ppm atau turun sebesar 31,8%, sedangkan pada proses yang dikondisikan nilai pH memiliki nilai TSS sebesar 1059ppm atau turun sebesar 41,4%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa penurunan nilai TSS paling besar pada saat pH di kondisikan yaitu sebesar 41,4%. Menurut Bapak Ardiyus Tanjung, ST. Semakin besar nilai penurunan TSS maka semakin baik proses anaerob.

### 3.3. Perbandingan COD

Proses pengujian nilai COD seperti pada tabel 3.2 dan dilakukan dua kali yaitu pada substrat sebelum dan sesudah proses. Sehingga didapatkan data seperti pada gambar 4.2.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai COD

Dari gambar 4.2 menunjukkan nilai COD substrat sebelum proses memiliki nilai 2438ppm. Untuk proses yang tidak dikondisikan nilai pH memiliki nilai TSS sebesar 1584ppm atau turun sebesar 35%, sedangkan pada proses yang dikondisikan nilai pH memiliki nilai TSS sebesar 1106ppm atau turun sebesar 54,6%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa penurunan nilai TSS paling besar pada saat pH di kondisikan yaitu sebesar 54,6%. Menurut Bapak Ardiyus Tanjung, ST. Semakin besar nilai penurunan COD maka semakin baik proses anaerob, dan nilai penurunan maksimal COD pada proses anaerob adalah 90%.

### 3.4. Nilai pH

Pengambilan data pH dilakukan setiap hari pada pukul 15.00 WIB selama lima hari. Tabel 4.3 menunjukkan perubahan nilai pH dan pemberian larutan NaOH.

Tabel 1 Nilai pH dan jumlah Larutan NaOH

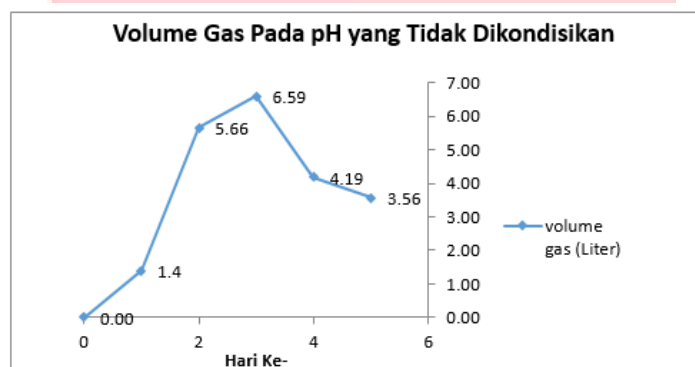
hari ke-	nilai pH awal	nilai pH sesudah	jumlah larutan pH (ml)
0	5-6	7-8	84
1	6-7	7-8	45
2	6-7	7-8	45
3	6-7	7-8	45
4	6-7	7-8	45
5	6-7	7-8	45

### 3.5. pH Yang Tidak Dikondisikan Terhadap Volume Gas

Tabel 2 Nilai pH yang Tidak Dikondisikan dan Volume Gas

hari ke-	nilai pH	Jumlah balon	volume gas (Liter)
0	7-8	0	0.00
1	6-7	4	1.4
2	5-6	13	5.66
3	5-6	15	6.59
4	4-5	10	4.19
5	4-5	8	3.56

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai pH terus mengalami penurunan hingga dihari ke lima bernilai 4-5. Sedangkan hasil volume gas terbanyak terjadi pada hari ke tiga yaitu sebanyak 6,59L dan terus menurun pada hari berikutnya. Penurunan jumlah volume gas di sebabkan nilai pH yang semakin turun dikarenakan bakteri mengalami pembusukkan. Grafik jumlah volume gas berdasarkan hari percobaan seperti pada gambar 4.3



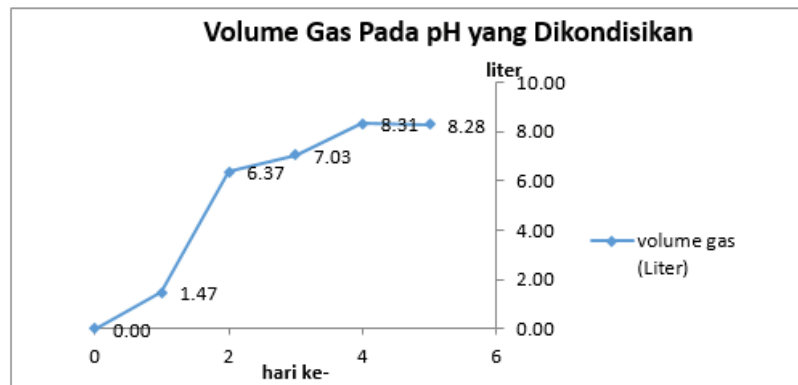
Gambar 4 Grafik Volume Gas Pada pH yang Tidak Dikondisikan

### 3.6. pH Yang Dikondisikan Terhadap Volume Gas

Tabel 3 Nilai pH yang Dikondisikan dan Volume Gas

hari ke-	nilai pH	Jumlah balon	volume gas (Liter)
0	7-8	0	0.00
1	7-8	4	1.47
2	7-8	14	6.37
3	7-8	16	7.03
4	7-8	19	8.31
5	7-8	19	8.28

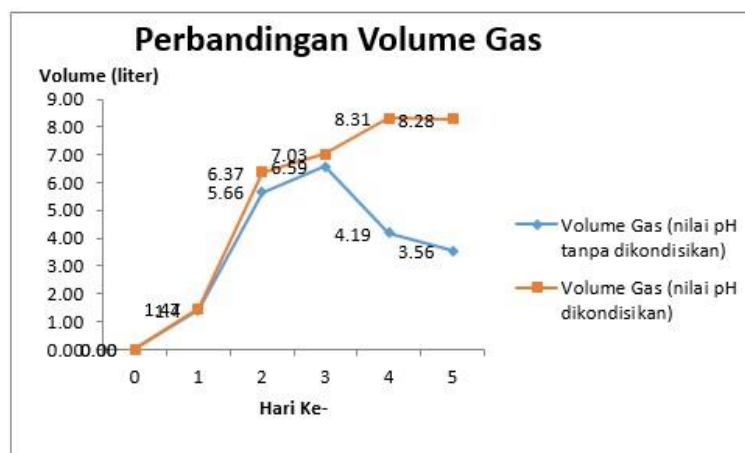
Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai pH terus dijaga antara 7-8. Sedangkan hasil volume gas terbanyak terjadi pada hari ke empat yaitu 8,31L dan menurun pada hari berikutnya. Namun, bila dilihat dari jumlah balon pada hari ke empat dan ke lima memiliki jumlah yang sama yaitu 19 buah. Grafik jumlah volume gas berdasarkan hari percobaan seperti pada gambar 4.4



Gambar 5 Volume Gas Pada pH yang Dikondisikan

### 3.7. Perbandingan Volume Gas

Gambar 4.5 menunjukkan perbandingan hasil volume gas dari pH yang dikondisikan dengan yang tidak dikondisikan. Pada hari pertama, jumlah volume gas hampir sama yaitu 1,4 liter. Pada hari ke-2, volume gas dari pH yang dikondisikan lebih besar 0,71L atau 11,1% lebih banyak dari pada pH yang tidak dikondisikan. Pada hari ke-4 proses anaerob dengan pH tidak dikondisikan mengalami penurunan, sedangkan proses dengan pH dikondisikan terus meningkat. Dan pada proses hari terakhir perbedaan antara proses anaerob dengan pH dikondisikan memiliki jumlah volume gas sebesar 8,28L, sedangkan pada proses anaerob dengan pH tidak dikondisikan memiliki jumlah volume gas sebesar 3,56L.



Gambar 6 Perbandingan Volume Gas

## 4. Kesimpulan

Peran nilai pH terhadap proses pembentukan biogas mempengaruhi jumlah gas yang dihasilkan. Pada proses dengan pH tidak dikondisikan, produksi terbanyak terjadi pada hari ke-3 dengan 6,59 liter gas dan pada hari selanjutnya mengalami penurunan volume gas. Sedangkan pada proses dengan pH dikondisikan, produksi gas terbanyak terjadi pada hari ke-4 dengan 8,31 liter gas. Dan pada hari ke-5 volume gas menjadi 8,28 liter. Sehingga dengan menjaga nilai pH 7-8 proses anaerob lebih baik dibandingkan dengan tidak menjaga nilai pH

Penurunan nilai COD ( Chemical Oxygen Demand ) paling banyak terjadi pada proses dengan menjaga pH 7-8 dengan penurunan sebesar 54% atau sebesar 1332 ppm. Dengan semakin besar penurunan nilai COD pada substrat menunjukkan proses anaerob berfungsi dengan baik.

Penurunan nilai TSS ( Total Suspended Solid ) paling banyak terjadi pada proses dengan menjaga pH 7-8 dengan penurunan sebesar 41,4% atau sebesar 750 ppm. Dengan semakin besar penurunan nilai TSS pada substrat menunjukkan proses anaerob berfungsi dengan baik.

### Daftar Pustaka:

- [1] Sadzali, I.(2010).Potensi Limbah Cair Tahu Sebagai Biogas, Jurnal UI Untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains, dan Teknologi Volume 1, hlm. 62-69
- [2] Chu, Chun Feng (2008). A pH- and Temperature-Phased Two-Stage Process For Hydrogen and Methane Production From Food Waste. International Jurnal Of Hydrogen Energy 2008;33:4739-46
- [3] Laili, N. dkk.Pengaruh Pengaturan pH dan Pengaturan Operasional Dalam Produksi Biogas Dari Sampah.Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya
- [4] Wang JL, Huang YH, Zao X., (2004).Performance and Characteristics of an Anaerobic Baffled Reactor.Bioresour.Technol
- [5] Movahedyan H, Assadi A, Parvaresh A, (2007). Performance Evaluation of Anaerobic Baffled Reactor Treating Wheat Flour Starch Industry Wastewater..Environ J. Health. Sci. Eng. vol.4 No. 2, pp. 77-84
- [6] Bell j.(2002).Treatment of Dye Wastewater in The Anaerobic Baffled Reactor and Characterisation of The Associated Microbial Populations. Ph.D. Thesis, School of Chem. Eng., Univ. of Natal, Durban
- [7] HACH DR900. [Online] <http://www.hach.com/dr-900-multiparameter-handheld-colorimeter/product-parameter-reagent?id=15684103251> [Accessed 27 April 2016]
- [8] COD digestion HR. [Online] <http://www.hach.com/cod-digestion-vials-high-range-pk-150/product?id=7640193207> [Accessed 16 June 2016]
- [9] Hach DRB200. [Online] <http://sea.hach.com/dr200-digital-reactor-block-for-tntplus-12x13mm-vial-wells-8x20-mm-vial-wells-115-vac/product?id=26514538508> [Accessed 16 June 2016]