

## Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Suhu dan pH pada Produksi Biogas dari Serbuk Kayu Sengon (*Albizia Chinensis*) Hasil Pretreatment Kimiawi

Inas Aidah Fikriyah<sup>1</sup>, Novi Eka Mayangsari<sup>1\*</sup>, dan Tarikh Azis Ramadani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Perpipaian, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: noviekam@ppns.ac.id

### Abstrak

Serbuk kayu sengon merupakan biomassa yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai energi alternatif berupa biogas. Serbuk kayu sengon memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi sehingga dapat dikonversi menjadi biogas. Sebelum dikonversi menjadi biogas, serbuk kayu sengon dilakukan pretreatment kimiawi terlebih dahulu untuk menghilangkan lignin yang dapat menghambat pada proses anaerobik. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio komposisi dan waktu fermentasi terhadap suhu dan pH pada proses pembuatan biogas dari serbuk kayu sengon hasil pretreatment kimiawi. Pada penelitian ini menggunakan reaktor anaerobik berkapasitas 5 liter dengan volume yang bekerja sebesar 4 liter. Variabel yang digunakan ialah waktu fermentasi 0 hari, 15 hari, dan 30 hari. Hasil penelitian diperoleh bahwa pH pada setiap reaktor biogas berkisar 6,9 – 7 yang menunjukkan pH optimum dalam pembuatan biogas. Sedangkan, suhu pada setiap reaktor diperoleh kisaran 27 – 30 °C yang mengindikasikan rentang suhu dalam kondisi mesofilik.

**Keywords:** *Albizia chinensis*, biogas, derajat keasaman, fermentasi, suhu

### 1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi fosil yang menipis diakibatkan pesatnya pertumbuhan penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat menjadi permasalahan krusial yang dihadapi berbagai dunia termasuk Indonesia. Permasalahan tersebut dapat ditanggulangi dengan upaya pengembangan energi alternatif ramah lingkungan berupa biogas. Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik melalui proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme anaerob. Kandungan utama biogas adalah gas metana (45 – 70%), karbon dioksida (24 – 40%), serta kandungan lainnya dalam jumlah kecil seperti nitrogen, hidrogen sulfida, oksigen, dan hidrogen (Shirzad dkk., 2019). Pembuatan biogas dapat dilakukan dari berbagai jenis limbah organik seperti limbah sisa rumah tangga, kotoran hewan, dan limbah biomassa.

Limbah biomassa memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif ialah limbah serbuk kayu sengon hasil dari proses penggergajian kayu. Menurut Badan Pusat Statistik (2020) bahwa jumlah produksi kayu sengon di Indonesia sebesar 97.848 m<sup>3</sup> dan pada Tahun 2021 mencapai 152.014 m<sup>3</sup>. Hal tersebut menunjukkan terjadi kenaikan limbah serbuk kayu sengon yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan pemanfaatan sebagai bahan baku biogas. Pembuatan biogas terdiri dari 4 tahap yaitu hidrolisis, asidogenik, asetogenik, dan metanogenik (Nugroho, 2020). Tahap hidrolisis merupakan tahapan awal dari produksi biogas yang mengubah senyawa organik kompleks menjadi senyawa sederhana seperti karbohidrat menjadi monosakarida. Tahap asidogenik ialah perubahan produk hasil proses hidrolisis menjadi asam organik oleh bakteri asam. Tahap asetogenik menghasilkan gas H<sub>2</sub> yang terbentuk dari proses asidogenik. Tahap metanogenik ialah tahapan terakhir biogas dimana terjadi konversi asam asetat dan hydrogen menjadi gas metana (Anukam dkk., 2019)

Produksi biogas dari serbuk kayu sengon agar lebih optimum dapat ditambahkan limbah kotoran sapi sebagai starter. Kotoran sapi merupakan starter yang baik dan efisien dalam menghasilkan biogas. Penelitian Effendy dkk,

(2018) menyatakan produksi biogas perhari dari kotoran sapi berkisar 1,715 m<sup>3</sup> dengan komposisi CH<sub>4</sub> sebesar 47,16%. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik suhu dan pH dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu sengon dan kotoran sapi sebagai starter dalam pembuatan biogas.

## 2. METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah serbuk kayu sengon hasil *pretreatment* kimiawi dan kotoran sapi segar yang diperoleh peternakan sapi. Alat yang digunakan dalam penelitian ialah seperangkat reaktor biogas dengan kapasitas 5 liter, termometer, pH meter, dan aluminium *gas sampling bag* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Reaktor Biogas

Pembuatan reaktor pada penelitian ini menggunakan reaktor anaerobik sistem batch dengan volume bahan isian 80% dari volume reaktor. Semua jenis dan spesifikasi alat yang digunakan mengacu pada SNI 7927:2013 tentang peralatan jaringan unit biogas, namun disesuaikan dengan kebutuhan penelitian karena desain reaktor biogas yang dibuat menggunakan skala kecil laboratorium. Proses fermentasi biogas berlangsung selama 30 hari.

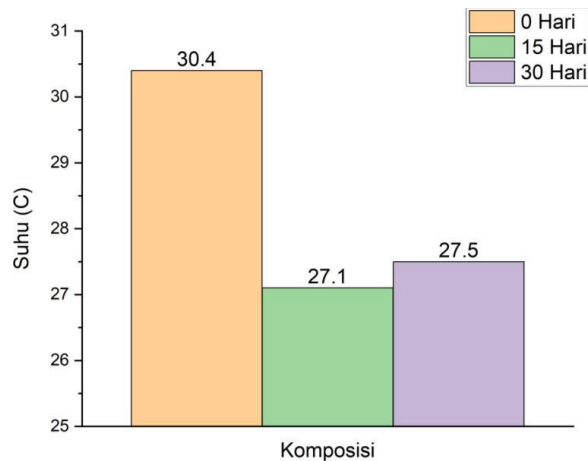
Tahap penelitian pembuatan biogas ialah menyiapkan bahan baku kotoran sapi dan serbuk kayu sengon yang sudah di *pretreatment* kimiawi serta air sebagai pelarut dengan perbandingan komposisi kotoran sapi : serbuk kayu sengon : air sebesar 2:3:4 (w:w:v). Pembuatan biogas menggunakan sistem batch sehingga reaktor diisi campuran bahan baku hanya satu kali selama penelitian. Kemudian, kotoran sapi dan serbuk kayu sengon dicampur dengan air sesuai perbandingan komposisi dalam reaktor sebanyak 80% dari volume reaktor dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya, dilakukan pengadukan otomatis dilakukan setiap pagi hari dan malam hari dengan durasi pengadukan 1 jam. Pengamatan parameter biogas berupa suhu dan pH dilakukan setiap hari ke-0,

hari ke-15, dan hari ke-30.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Suhu

Pembentukan biogas dalam reaktor anaerobik berlangsung selama 30 hari yang dipengaruhi oleh suhu. Suhu merupakan faktor terpenting bagi aktivitas mikroorganisme dalam memproduksi gas metana. Secara teori, proses anaerobik yang optimum dalam pembentukan biogas ialah pada kondisi mesofilik dengan rentang suhu 25 – 40 °C (Hagos dkk., 2017). Namun, apabila suhu terlalu tinggi atau dalam kondisi termofilik (>40 °C) akan mengakibatkan aktivitas mikroorganisme tidak optimal dan mengalami kematian sehingga produktivitas gas metana menjadi terhambat (Goswami dkk., 2016). Analisis pengukuran suhu pada reaktor dilakukan pada hari ke-0, hari ke-15, dan hari ke-30 dapat dilihat pada Gambar 2.

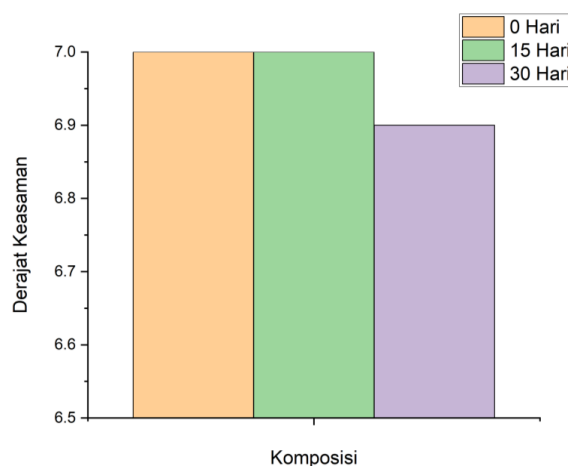


**Gambar 2.** Grafik Suhu Setiap Reaktor

Gambar 2. menunjukkan hasil pengukuran suhu yang bekerja pada setiap reaktor biogas dari hari ke-0, ke-15, dan ke-30 mengalami penurunan 30 °C menjadi 27 °C, namun masih termasuk suhu lingkungan sekitar yang tidak berubah ekstrim. Suhu maksimum diperoleh pada hari ke-0 sebesar 30,4 °C dan suhu minimum diperoleh pada hari ke-15 sebesar 27,1 °C. Suhu pada reaktor biogas termasuk dalam rentang kondisi mesofilik yang berkisar 25 – 40 °C dan proses pembuatan biogas akan berjalan sesuai dengan waktunya. Penelitian ini sejalan dengan pernyataan Hagos dkk, (2017) bahwa proses fermentasi biogas terjadi pada kondisi mesofilik dengan rentang suhu 27 – 30 °C.

#### **pH (Derajat Keasaman)**

Derajat keasaman (pH) pada proses fermentasi anaerobik merupakan salah satu parameter yang berpengaruh dalam pembentukan biogas. Menurut Cioabla dkk, (2012) bahwa rentang pH yang optimum bagi aktivitas mikroorganisme dalam reaktor anaerobik berkisar 6,8 – 7,2 dan pH tahap metanogenesis adalah pH 6,5 – 8. Parameter pH sangat berperan pada perkembangan mikroorganisme dalam dekomposisi bahan organik sebab apabila rentan pH tidak sesuai menyebabkan mikroorganisme tidak dapat tumbuh dengan maksimal (Satriananda dkk., 2022). Hasil pengukuran pH hari ke-0, ke-15, dan ke-30 pada setiap reaktor biogas dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik pH Setiap Reaktor

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai pH pada reaktor mulai hari ke-0, ke-15, dan ke-30 berkisar 6,9 – 7. Hal tersebut mengindikasikan nilai pH optimum dalam pembentukan biogas dan terjadi aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik menjadi biogas. Nilai pH terendah diperoleh pada reaktor hari ke-30 sebesar 6,9. Pada penelitian ini dapat dikatakan berhasil sebab dari hari ke-0 hingga hari ke-30, kondisi mikroorganisme dalam

reaktor masih terjaga sehingga mampu memproduksi biogas. Sejalan dengan pernyataan oleh Cioabla dkk, (2012) pH optimum dalam pembentukan biogas berkisar 6,5 – 7,2.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suhu dan pH pada setiap reaktor berkisar 27 – 30 °C dimana masih dalam suhu lingkungan yang tidak berubah ekstrim dan termasuk kondisi mesofilik. Pada rentang suhu tersebut biogas masih dapat dikembangkan. Sedangkan, nilai pH pada masing-masing reaktor berkisar antara 6,8 hingga 7 yang mengindikasikan nilai pH optimum dan ideal dalam pembentukan biogas.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Anukam, A., Mohammadi, A., Naqvi, M., & Granström, K. (2019). A review of the chemistry of anaerobic digestion: Methods of accelerating and optimizing process efficiency. *Processes*, 7(8), 1–19.

BPS, 2020. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. [Online] (Update 06 Sept 2021). Available at: <https://jatim.bps.go.id/statictable/2021/09/06/2245/produksi-kayu-bulat-dan-olahan-menurut-jenis-produksi-2015---2020.html> [Accessed 17 Juli 2023].

Cioabla, A. E., Ionel, I., Dumitrele, G. A., & Popescu, F. (2012). Comparative study on factors affecting anaerobic digestion of agricultural vegetal residues. *Biotechnology for Biofuels*, 5(ii), 1–9.

Effendy, S., Syarif, A., Tahdid, & Trisnaliani, L. (2018). Bahan Bakar Genset Untuk Menghasilkan Energi. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018*, 97–102.

Goswami, R., Chattopadhyay, P., Shome, A., Banerjee, S. N., Chakraborty, A. K., Mathew, A. K., & Chaudhury, S. (2016). An overview of physico-chemical mechanisms of biogas production by microbial communities: A step towards sustainable waste management. *3 Biotech*, 6(1).

Hagos, K., Zong, J., Li, D., Liu, C., & Lu, X. (2017). Anaerobic co-digestion process for biogas production: Progress, challenges and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76(September), 1485–1496.

Nugroho, A. S. (2020). Upaya Meningkatkan Kapasitas Hasil Biogas dengan Penambahan Stater Ragi. *Infotekmesin*, 11(2), 119–124.

Satriananda, Nasrizal, K., & Salim, S. (2022). Pretreatment Limbah Pengolahan Kopi untuk Menghasilkan Biogas pada Proses Anaerobik. *Jurnal Reaksi*, 20(01), 1–14.

Shirzad, M., Kazemi Shariat Panahi, H., Dashti, B. B., Rajaeifar, M. A., Aghbashlo, M., & Tabatabaei, M. (2019). A comprehensive review on electricity generation and GHG emission reduction potentials through anaerobic digestion of agricultural and livestock/slaughterhouse wastes in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111(April), 571–594.