

## PENGARUH LAMA PERENDAMAN JERAMI DALAM LARUTAN SODA API DAN PENAMBAHAN RAGI (*Saccharomyces cerevisiae*) TERHADAP PRODUKSI BIOGAS

Agus Haryanto<sup>1)</sup>, Rina Anggraini Purba<sup>2)</sup>, Cicih Sugianti<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

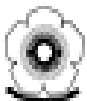
<sup>2)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Email: [agusharyid65@gmail.com](mailto:agusharyid65@gmail.com)

### ABSTRACT

Biogas is a source of renewable energy derived from organic materials such as manure and agricultural wastes. The formation of biogas consists of three stages, namely hydrolysis, acidogenesis, and methanogenesis. The objective of this research was to study the effect of rice straw soaking within caustic soda solution and the addition of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on biogas production in batch digester. Experiment was conducted using 3-L batch digester using 2 L substrate composed of a mixture of cow manure and rice straw with a wet weight ratio of 3: 1 (cow manure:rice straw). The experiment was conducted using completely randomized factorial design of two factors. The first factor is soaking time of rice straw in 1% caustic soda solution with three levels, namely 0 (without soaking), 1 day (24 hours) soaking, and 2 days (48 hours) soaking. The second factor was yeast dose with three levels, namely 0, 0.5, and 1 gram. All treatment was replicated 3 times. Characteristics of the substrate (water content, total solid, volatile solid, ash, and C/N ratio), and digester performance (pH and temperature), production and productivity biogas was measured. Results show that cumulative biogas production was significantly affected by soaking time at  $\alpha = 5\%$ . Yeast addition until 1 gram, however, did not influence the biogas production. The analysis also showed that there is no significant interaction between soaking time and yeast dose on the biogas production. Mixture of cow dung and rice straw without soaking gave the highest cumulative biogas production (6,593 mL for 30 days). Biogas produced from all treatments provide a blue flame indicating a high methane gas content.

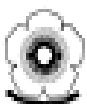
*Keywords: Biogas, cow dung, rice straw, caustic soda, yeast, soaking*



## PENDAHULUAN

Energi merupakan sumberdaya penting yang ketersediaannya makin terbatas. Dalam konteks ini, penguraian anaerobik atau *anaerobic digestion* (AD) merupakan proses yang sangat penting, karena tidak hanya menghasilkan energi terbarukan (biogas), tetapi juga menghasilkan pupuk organik (kompos) dan berfungsi sebagai metode pengelolaan limbah yang efektif (Tsavkelova dan Netrusov, 2013). Dari semua teknologi konversi biofuel dan produksi bioenergi, penguraian anaerobik merupakan teknologi biokonversi dengan biaya paling efektif yang telah diterapkan di seluruh dunia untuk produksi listrik komersial dari bahan organik (Zheng *et al.*, 2014). Berdasarkan analisis parametric menyeluruh, Chandra *et al.* (2012a) menyimpulkan bahwa produksi metana (biogas) dari biomassa lignoselulosik limbah pertanian lebih menguntungkan secara ekonomi dan lingkungan dibandingkan produksi etanol, dan merupakan satu cara pemanfaatan biomassa untuk menghasilkan energi yang lestari. Biometanasi limbah pertanian memiliki beberapa keunggulan dibandingkan proses gasifikasi (Dar dan Tandon, 1987).

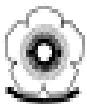
Indonesia kaya dengan biomassa lignoselulosik yang dapat digunakan untuk produksi bioenergi (biogas) secara lestari (*sustainable*). Berbagai jenis bahan organik dapat digunakan sebagai substrat untuk produksi biogas, kotoran ternak, fraksi organik sampah kota, dan limbah pertanian. Di antara limbah pertanian, jerami merupakan bahan baku yang menarik untuk produksi biogas karena tersedia secara melimpah di seluruh belahan dunia. Berdasarkan komposisi kimianya, jerami dapat menjadi substrat yang sempurna untuk proses-proses biokimia. Tetapi, karakteristik inherent dari



biomassa jerami, seperti komposisi dan sifat struktural dan sifat kimia, membuatnya tahan terhadap degradasi biologis oleh enzim dan mikroba (Zheng *et al.*, 2014). Hasil biogas dari jerami dapat ditingkatkan dengan pretreatment, yang mengakibatkan material ini lebih dapat diakses bagi degradasi oleh mikroba (Sun, *et al.*, 2013). Oleh karena itu, perlu dilakukan pretreatment (fisik, kimia, atau biologi) karena daya tahan alami dari dinding sel tanaman terhadap dekomposisi mikrobial dan enzimatik (Taherzadeh dan Karimi, 2008). Pretreatment terhadap biomassa lignoselulosik sangatlah penting untuk memperoleh hasil biogas yang tinggi dari proses AD (Zheng *et al.*, 2014).

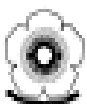
Tujuan dari pretreatment (fisik, kimia, biologi) adalah untuk mengubah sifat-sifat tersebut sehingga memperbaiki kesesuaian biomassa bagi enzim dan mikroba. Pavlostathis dan Gossett (1985) menyatakan bahwa perlakuan kimia dengan penggunaan basa lebih sesuai dengan proses penguraian anaerobik, dibandingkan dengan penggunaan asam, karena dekomposisi biologis umumnya memerlukan penyesuaian pH dengan cara menaikkan alkalinitas. Neves *et al.* (2006) mendapatkan bahwa perlakuan hidrolisis dengan alkali sangat bermanfaat untuk meningkatkan produksi metana dari limbah barley dan menghasilkan penurunan TS dan VS terbaik.

Pretreatment alkali menggunakan basa, seperti  $\text{Ca(OH)}_2$ , KOH, NaOH, dan  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , untuk menghilangkan lignin, hemiselulose, dan/atau selulose, mengakibatkan biomassa lignoselulosik lebih mudah terdegradasi oleh mikroba dan enzim. Perlakuan alkaline dengan NaOH telah digunakan secara luas dalam industri kertas dan pulp. Fungsi perlakuan alkaline adalah untuk melepaskan ikatan lignin-karbohidrat. Natrium hidroksida adalah basa paling populer yang digunakan dalam pretreatment alkaline, dan telah dikaji untuk meningkatkan hasil biogas dari biomassa seperti jerami gandum,



jerami padi, batang jagung, batang bunga matahari, biomassa berkayu, hingga tandan kosong kelapa sawit (Zheng *et al.*, 2014). Produksi metana spesifik dan hasil biogas dari substrat jerami gandum dengan perlakuan NaOH berturut-turut mencapai 165,9 L/kg VS dan 353,2 L/kg VS tambahan. Nilai ini lebih tinggi dari yang dihasilkan dengan perlakuan hidrotermal yang menghasilkan produksi metana spesifik 94,1 L/kg VS dan biogas 205,7 L/kg VS. Substrat dengan perlakuan NaOH menghasilkan produksi biogas 87,5% lebih tinggi dan produksi metana 111,6% lebih tinggi dibandingkan substrat jerami gandum tanpa perlakuan. Sedangkan perlakuan hidrotermal hanya menghasilkan peningkatan produksi biogas 9,2% dan produksi metana 20,0% (Chandra *et al.*, 2012b). Pretreatment jerami gandum dengan 1% NaOH selama 7 hari menunjukkan peningkatan daya cerna mikroba dan daya degradasi dalam fermentasi anaerobik pada suhu ambient (Dar dan Tandon, 1987).

Pemanfaatan jerami untuk produksi biogas juga terhalang oleh nilai rasio C/N yang tinggi, yang membatasi perkembangan dan aktivitas mikroba. Nilai rasio C/N yang baik untuk penguraian anaerobik adalah 20-30 (Merchaim, 1992; Chandra *et al.*, 2012a). Rasio C/N yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rendahnya produksi biogas, karena minimnya populasi dan aktivitas mikroorganisme (Utomo, 2010). Oleh karena itu, bahan lain dengan nilai rasio C/N lebih rendah (seperti kotoran sapi) perlu ditambahkan untuk meningkatkan penguraian anaerobik jerami padi ini (Zhang dan Zhang, 1999). Somayaji dan Khanna (1994) menemukan bahwa jika jerami ditambahkan pada kotoran sapi dan dicerna secara anaerobik, produksi biogas harian meningkat dari 176 menjadi 331 l/kg TS dengan penambahan jerami padi 100% dan menjadi 194 l/kg TS dengan jerami gandum 40%. Dengan pencampuran cacahan jerami, tidak hanya produksi



CH<sub>4</sub>meningkat tetapi juga diperoleh degradasi bahan organik yang lebih besar dalam jerami.

Perlakuan biologi terhadap biomassa lignoselulosik dapat dilakukan dengan pemberian jamur, konsorsium mikroba, dan enzim (Zheng *et al.*, 2014). Ghosh dan Bhattacharyya (1999) melaporkan produksi biogas dan metana meningkat sekitar 34,73% dan 46,19% pada jerami padi yang diberi perlakuan jamur pembusuk *Phanerochaete chrysosporium* (PC) putih dan 21,12% dan 31,94% pada jerami padi dengan perlakuan jamur *Polyporus ostreiformis* (PO) coklat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahuipengaruh perendaman jerami dalam larutan soda api (NaOH) dan penambahan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap produksi biogas dari campuran jerami dan kotoran sapi.

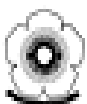
## BAHAN DAN METODE

### BAHAN DAN ALAT

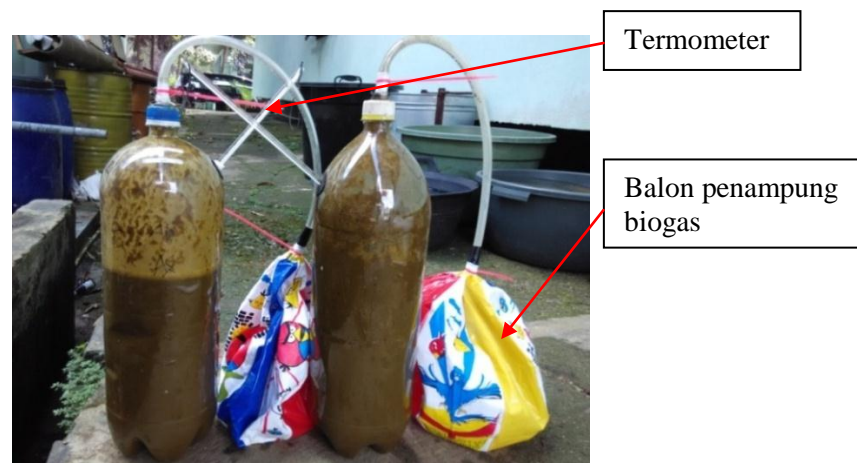
Penelitian dilakukan menggunakan digester tipe *batch* dari botol plastik ukuran 3L dengan volume isian 2 L (Gambar 1). Substrat adalah campuran jerami padi dan kotoran sapi dengan perbandingan 3:1 (jerami : kotoran sapi).

### METODA

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah lama perendaman jerami dalam larutan soda api 1% yang terdiri dari 3 level, yaitu P0 (tanpa perendaman), P1 (perendaman 24 jam), dan P2 hari (perendaman 48 jam). Faktor kedua adalah dosis penambahan ragi yang terdiri dari 3 level, yaitu C0 (tanpa ragi), C1 (ragi 0,5 gram), dan C2 (ragi 1 gram).

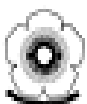


Jerami dicacah hingga ukuran maksimal 5 cm kemudian direndam dalam larutan soda api 1% sesuai dengan rancangan. Jerami selanjutnya dicuci hingga pH mendekati netral. Kotoran sapi diencerkan menggunakan air bersih dengan perbandingan 1:1. Jerami dan kotoran sapi dicampurkan dengan perbandingan kotoran sapi:jerami sebanyak 3:1. Setelah bahan tercampur homogen kemudian ditambahkan ragi tape sesuai rancangan dan dimasukkan dalam digester botol plastik sebanyak 2 L. Biogas yang dihasilkan ditampung dalam balon untuk kemudian diukur volumenya menggunakan metode pemindahan air. Semua perlakuan diulang sebanyak tiga kali.



Gambar 1. Digester tipe batch kapasitas 3L dilengkapi thermometer dan balon biogas.

Parameter yang diamati meliputi karakteristik substrat, rasio C/N, kondisi proses (pH dan temperatur), produksi biogas, dan nyala api dari pembakaran biogas. Produksi biogas hingga hari ke 55 dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji  $\alpha = 5\%$ .



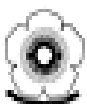
## HASIL DAN PEMBAHASAN

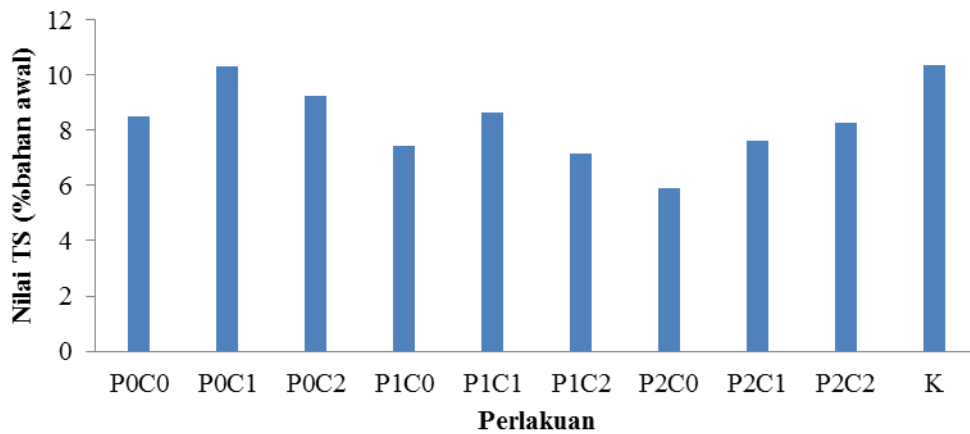
### Karakteristik Substrat

Tabel 1 menunjukkan karakteristik substrat yang digunakan dalam penelitian ini. Kandungan bahan kering atau *total solid* (TS) merupakan salah satu parameter penting dalam proses penguraian anaerobik. Berdasarkan laju pengumpanan (pembebanan), Tchobanoglous (1993) membedakan sistem AD menjadi tiga, yaitu sistem dengan TS rendah (TS < 10 %), sistem medium (TS 15-20%), dan sistem padatan tinggi (TS 22%-40%). Efisiensi perombakan bahan organik oleh mikroorganisme anaerobik akan berjalan optimum pada kandungan TS antara 7 – 9% (Zennaki *et al.*, 1996). Nilai TS untuk semua perlakuan disajikan dalam Gambar 2. Terlihat bahwa nilai TS untuk semua perlakuan telah memenuhi persyaratan yang baik.

Tabel 1. Karakteristik Substrat

Bahan	Kadar air (%)	TS (%)	TS bahan (g)	VS (% TS)	VS bahan (g)	Kadar abu (% bahan)
Kotoran sapi (KS)	89,83	10,17	152,59	89,17	136,06	1,10
Jerami tanpa perendaman (P0)	90,51	9,49	189,86	79,77	151,46	1,92
Jerami direndam 24 jam (P1)	88,83	11,17	223,41	84,75	189,33	1,70
Jerami direndam 48 jam (P2)	89,95	10,05	200,94	83,68	168,14	1,64





Gambar 2. Nilai TS awal semua perlakuan dan kotoran sapi saja.

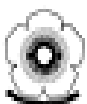
Indikator lain yang dapat menentukan kehidupan dan aktifitas mikroorganisme penghasil biogas adalah rasio C/N. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengukuran rasio C/N dari kotoran sapi dan jerami berikut campurannya pada perbandingan 3:1. Berdasarkan nilai tersebut, terlihat bahwa bahan yang disiapkan memiliki rasio C/N cukup ideal.

Tabel 2. C/N Ratio Bahan

Jenis Bahan	C (%)	N (%)	C/N Ratio
Kotoran sapi	19,86	1,36	14,60
Jerami	31,44	1,09	28,84
Campuran (3:1)	25,45	1,23	20,70

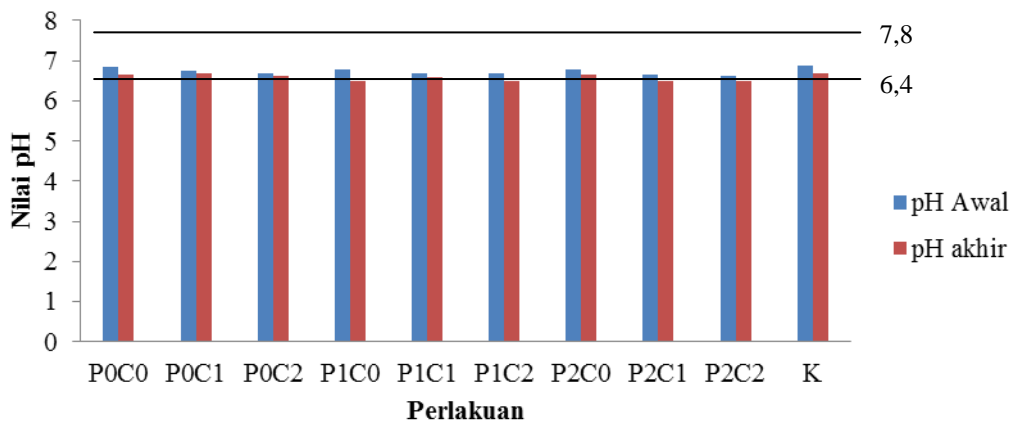
### Kondisi Proses (pH dan Suhu)

Hasil pengukuran pH menunjukkan rentang nilai antara 6,5 – 6,9 dan mengalami sedikit penurunan nilai pada akhir penelitian antara 6,4 – 6,8. Penurunan pH mungkin terjadi karena pembentukan asam organik selama proses asidogenesis yang menghasilkan produk utama berupa asam lemak *volatile*. Derajat keasaman (pH)



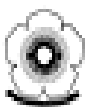


merupakan salah satu indikator penting dalam proses produksi biogas. Nilai pH optimum untuk fermentasi metana terletak di antara 6,7 dan 7,4. Jika pH medium turun di bawah 6,0 karena keseimbangan yang terganggu dan bakteri penghasil asam mendominasi kelompok bakteri pengguna asam, maka medium akan menjadi toksik bagi bakteri metanogenik. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH dari semua perlakuan berada pada kisaran yang ideal bagi proses produksi biogas.

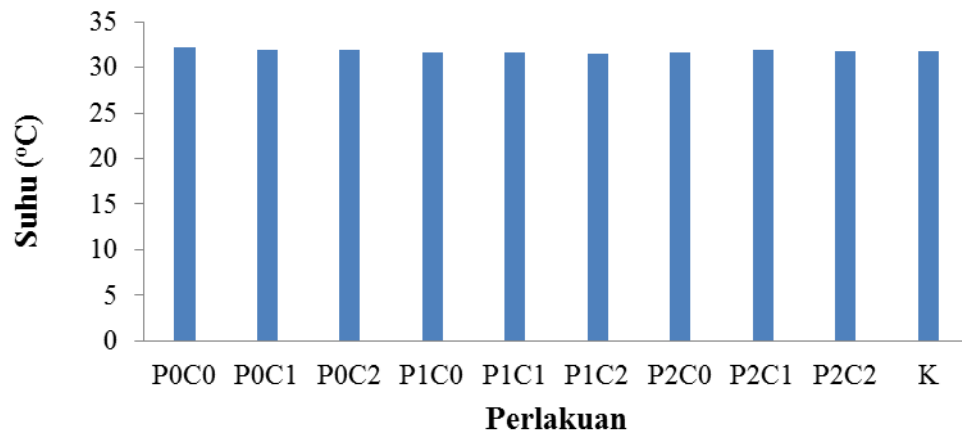


Gambar 1. Grafik pengukuran pH awal dan akhir penelitian

Faktor penting lainnya yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan biogas adalah suhu. Suhu memiliki efek positif pada laju dekomposisi, mengakibatkan volume produksi metana yang lebih tinggi. Gambar 4 menunjukkan bahwa suhu rata-rata digester untuk semua perlakuan yang diukur setiap hari berkisar antara 31,2 – 31,9°C. Angka tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata suhu lingkungan sebesar 27,7 °C. Hal ini menunjukkan adanya aktifitas mikroorganisme di dalam digester. Aktifitas mikroorganisme dapat menaikkan suhu bahan isian pada tahap hidrolisis dan asidifikasi (pengasaman), sehingga suhu optimal untuk kehidupan bakteri metanogen terpenuhi. Rendahnya perbedaan nilai antara suhu digester dengan suhu



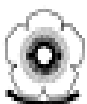
lingkungan dikarenakan kapasitas digester yang kecil sehingga banyak panas hilang ke lingkungan. Hasil pengukuran juga menunjukkan adanya stabilitas suhu yang merupakan faktor penting, karena perubahan suhu yang relatif kecil pun dapat berakibat pada turunnya efisiensi sampai terjadinya proses adaptasi.

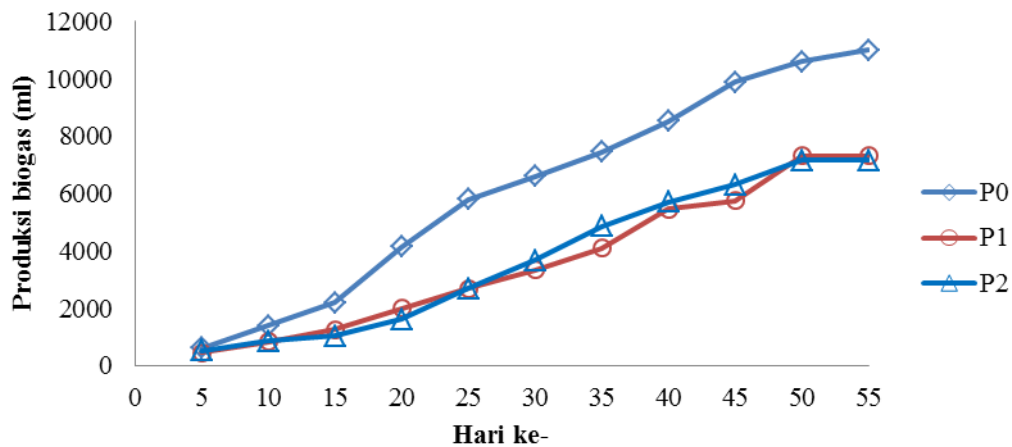


Gambar 2. Grafik suhu digester semua perlakuan

### Produksi Biogas

Gambar 5 menunjukkan produksi gas kumulatif rata-rata hingga hari ke 55. Analisis sidik ragam (Tabel 3) menunjukkan bahwa faktor penambahan ragi tidak berpengaruh terhadap volume biogas kumulatif hingga hari ke-55. Hal ini bisa disebabkan oleh ketidaksesuaian ragi yang digunakan atau kisaran dosis ragi yang terlalu dekat.





Gambar 3. Pengaruh perendaman jerami dalam larutan soda api 1% terhadap rata-rata produksi biogas kumulatif hingga hari ke 55.

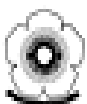
Tabel 3. Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F <sub>hitung</sub>	Pr>F
Perendaman	2	45.301.516,67	22.650.758,33	7,93	0,0034*
Ragi	2	14.510.238,89	7.255.119,44	2,54	0,1067
Interaksi	4	5.938.727,78	1.484.681,94	0,52	0,7223
Galat	18	51.415.566,70	2.856.420,4		
Total	26	117.166.050,00			

Analisis juga menunjukkan bahwa tidak ada interaksi yang nyata antara kedua faktor yang bisa mempengaruhi produksi biogas. Tabel 3 memperlihatkan bahwa lama perendaman jerami berpengaruh nyata terhadap volume biogas kumulatif 55 hari. Uji BNT (Tabel 4) menunjukkan bahwa penambahan jerami tanpa perendaman dalam larutan soda api menghasilkan produksi biogas kumulatif terbesar, yaitu 10.995 mL.

Tabel 4. Hasil uji lanjut pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Perlakuan	Rata-rata (mL)*
P0	10.995,00 a
P1	7310,00 b



---

P2	7149,17 b
----	-----------

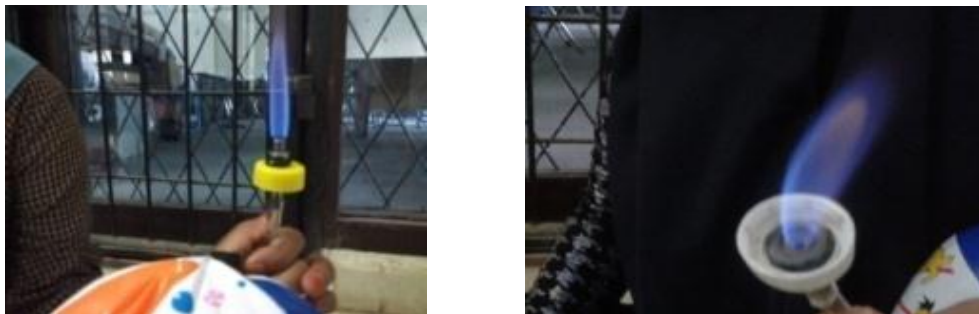
---

\*) Nilai yang diikuti huruf sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$

### **Kualitas Biogas (Nyala Api)**

Kualitas biogas dapat dilihat dari kandungan metana ( $\text{CH}_4$ ). Biogas yang baik memiliki kandungan metana berkisar antara 50 hingga 70% (tergantung pada substrat). Biogas dengan kandungan metana rendah tidak bisa digunakan sebagai bahan bakar. Salah satu cara sederhana untuk mengetahui kualitas biogas adalah dengan cara membakarnya. Apria dkk (2014) melaporkan bahwa biogas dengan kandungan metana 40,1% bisa dibakar dan memberikan nyala api biru.

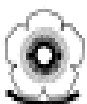
Uji nyala menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan dari semua perlakuan menghasilkan api berwarna biru seperti diperlihatkan oleh Gambar 6. Hal ini mengindikasikan bahwa biogas mengandung gas metana yang cukup tinggi.



Gambar 6. Nyala api yang dihasilkan biogas dari penelitian ini

## **SIMPULAN**

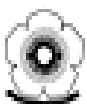
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:



1. Lama perendamanjerami pada larutan soda api 1% berpengaruh nyata terhadap produksi biogas kumulatif hingga hari ke 55, sedangkan faktor penambahan ragi dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh terhadap produksi biogas kumulatif.
2. Produksi biogas kumulatif terbaik diperoleh dari campuran kotoran sapi dengan jerami padi tanpa perendaman dalam larutan soda api, yaitu mencapai 10.995 mL selama 55 hari.
3. Biogas yang dihasilkan menghasilkan nyala api berwarna biru saat dibakar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, R., Takeuchi, H. dan Hasegawa, T. 2012a. Methane Production from Lignocellulosic Agricultural Crop Wastes: A Review in Context to Second Generation of Biofuel Production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16: 1462-1476.
- Chandra, R., Takeuchi, H., Hasegawa, T. dan Kumar, R. 2012b. Improving Biodegradability and Biogas Production of Wheat Straw Substrates Using Sodium Hydroxide and Hydrothermal Pretreatments. *Energy*, Vol. 43: 273-282.
- Dar, Gh.H. dan Tandon, S.M. 1987. Biogas Production from Pretreated Wheat Straw, Lantana Residue, Apple and Peach Leaf Litter with Cattle Dung. *Biological Wastes*, Vol. 21: 75-83.
- Ghosh, A. dan Bhattacharyya, B.C. 1999. Biomethanation of White Rotted and Brown Rotted Rice Straw. *Bioprocess Engineering*, Vol. 20: 297-302.
- Marchaim, U. 1992. *Biogas Processes for Sustainable Development*. Food and Agriculture Organization (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- Neves, L., Ribeiro, R., Oliveira, R., dan Alves, M.M. 2006. Enhancement of Methane Production from Barley Waste. *Biomass Bioenergy*, Vol. 30: 599-603.
- Pavlostathis, S.G. dan Gossett, J.M. 1985. Alkaline Treatment of Wheat Straw for Increasing Anaerobic Biodegradability. *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. XXVII: 334-344.
- Somayaji D. dan Khanna, S. 1994. Biomethanation of Rice and Wheat Straw. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, Vol. 10: 521-523.



- Sun, L., Müller, B. dan Schnürer, A. 2013. Biogas Production from Wheat Straw: Community Structure of Cellulose-Degrading Bacteria. *Energy, Sustainability and Society*, Vol. 3:1-11.
- Taherzadeh, M. J. and K. Karimi. 2008. Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas: A Review. *International Journal of Molecular Science*, Vol. 9: 1621-1651.
- Tsavkelova, E.A. dan Netrusov, A.I. 2012. Biogas Production from Cellulose Containing Substrates: A Review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, Vol. 48(5): 421-433
- Utomo, S. dan Wahyuningsih, V. 2010. Dosis Campuran Limbah Sapi dengan Limbah Babi terhadap Produksi Gas bio. *Jurnal AgriSains*. Vol.1(1):7-14.
- Zennaki, B.Z., Zadi, A., Lamini, H., Aubinear, M. dan Boulif, M. 1996. Methane Fermentation of Cattle Manure: Effects of HRT, Temperature and Substrate Concentration. *Tropical Tural*, Vol. 14: 134-140.
- Zhang, R. dan Zhang, Z. 1999. Biogasification of Rice Straw with an Anaerobic-Phased Solids Digester System. *Bioresource Technology*, Vol. 68: 235-245.
- Zheng, Y., Zhao, J., Xu, F., dan Li, Y. 2014. Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Enhanced Biogas Production. *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 42: 35-53.

## TEKNOLOGI PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI BRIKET ARANG SEKAM

