

UNJUK KERJA TUNGKU GASIFIKASI DENGAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI MELALUI PENGATURAN KECEPATAN UDARA PEMBAKARAN

Subroto, Dwi Prastiyo

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura
subroto.ums@gmail.com

ABSTRAK

Pembakaran bahan bakar gas lebih menguntungkan dari bahan bakar padat karena menghasilkan pembakaran yang lebih bersih, gas metana dapat dibuat dengan cara gasifikasi dengan bahan bakar sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap unjuk kerja tungku gasifikasi yang meliputi temperatur pembakaran, waktu lama nyala efektif, dan lama pendidihan air.

Penelitian diawali dengan pembuatan tungku gasifikasi sekam padi, kemudian melakukan pengujian pembakaran dengan mengatur kecepatan udara $V=2.82$ m/s, kecepatan udara, $V=2.31$ m/s, dan kecepatan udara $V=1.90$ m/s. Data yang diukur dalam penelitian ini adalah mengukur temperatur pembakaran, mengukur waktu nyala efektif dari bahan bakar sekam padi dan mengukur perubahan temperatur air untuk mengetahui lamanya pendidihan..

Hasil penelitian menunjukkan kecepatan udara mempengaruhi kinerja tungku gasifikasi semakin besar kecepatan udara temperatur pembakaran yang dihasilkan semakin tinggi. Pada kecepatan udara $V=2.82$ m/s didapatkan temperatur pembakaran 288.82°C , pada $V=2.31$ m/s didapatkan temperatur pembakaran 281.68°C , dan pada $V=1.90$ m/s didapatkan temperatur pembakaran 235.52°C . Untuk kecepatan udara $V=2.82$ m/s didapatkan nyala efektif 36 menit, $V=2.31$ m/s didapatkan nyala efektif 45 menit dan $V=1.90$ m/s didapatkan nyala efektif 48 menit Lama pendidihan untuk kecepatan udara $V=2.82$ m/s adalah 18 menit, untuk $V=2.31$ m/s lama pendidihan 21 menit dan untuk $V=1.90$ m/s lama pendidihan air 9 menit. Sedangkan untuk kecepatan udara optimum didapatkan pada kecepatan udara 2.31 m/s.

Kata kunci: Gasifikasi, sekam padi, kecepatan udara, unjuk kerja tungku

PENDAHULUAN

Sekarang konsumsi domestik bahan bakar minyak terus meningkat sehingga membawa Indonesia sebagai *net oil importet*, dimana kita ketahui energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Sehingga substitusi energi non fosil dengan memanfaatkan sumber energi alternatif secara lebih optimal dan menggunakan pe-

ngembangan teknologi merupakan suatu langkah yang tepat.

Salah satu energi alternatif yang sekarang sedang dikembangkan adalah energi yang berasal dari bahan-bahan organik, hal ini dikarenakan senyawa organik tersebut tergolong energi yang dapat diperbarui. Salah satunya yaitu berupa sampah organik/biomas yang jumlahnya dari waktu ke waktu semakin bertambah.

Indonesia adalah negara agraris sebagian besar penduduknya banyak tinggal didesa dan berpenghidupan melalui bertani. Masyarakat Indonesia juga sebagian besar masih mengkonsumsi beras sebagai makanan utama maka padi masih menjadi prioritas utama para petani untuk ditanam. Dengan demikian sekam padi merupakan salah satu sampah organik dengan jumlah yg cukup melimpah dan mudah didapat.

Teknologi gasifikasi biomas merupakan teknologi yang relatif sederhana dan mudah pengoprasiaannya serta secara teknik maupun ekonomi adalah layak untuk dikembangkan. Dengan demikian teknologi gasifikasi biomas sangat potensial menjadi teknologi yang sepadan untuk diterapkan diberbagai tempat di Indonesia.

TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara pada tungku gasifikasi terhadap tempertur pembakaran.
2. Untuk mengetahui lama waktu nyala efektif .
3. Untuk menetahui lama waktu pendidihan air.
4. Untuk mengetahui kecepatan udara optimum.

TINJAUAN PUSTAKA

Belonio (2005), merancang tungku bahan bakar sekam padi dengan konsep energi alternatif, dimana sekam padi tersebut dibuat gas terlebih dulu didalam raktor sederhana selanjutnya setelah terbentuk gas baru dibakar. Untuk membuat gas dari sekam padi digunakan teknologi gasifikasi. Proses gasifikasi dilakukan dengan cara mengalirkan oksigen pada sekam padi kering sehingga menghasilkan gas yang mudah terbakar. Oksigen yang diberikan pada bahan bakar dengan cara mengalirkan udara dengan bantuan *fan*. Gas yang dihasilkan proses gasifikasi tersebut mengandung gas metana sebesar 0.5%-7% volume.

Ibnu (2011), membuat alat produksi gas metana dengan bahan bakar sampah organik. Sampah organik yang digunakan adalah sekam padi, tempurung kelapa dan serbuk gergaji. Untuk membuat gas dari sampah ini, digunakan

teknologi gasifikasi. Dengan cara membakar sampah kering di dalam reaktor, sehingga menghasilkan gas yang bertekanan dengan bantuan blower. Selanjutnya gas dialirkan menuju pipa ke tabung absorsi, kemudian langsung disalurkan ke pipa menuju kompor.

Murjito (2009), membuat alat penangkap gas metana pada sampah menjadi biogas yang terbuat dari plastik polyethylene. Penelitian ini menghasilkan rancangan alat penangkap gas metana yang berbahan dasar plastik polyethylene dengan spesifikasi sebagai berikut: biodigester dengan volume total 11 m³, volume basah 8,8 m³, waktu proses 40 hari, isian bahan 220 kg/hari, luas lahan 18 m², dan memiliki penampung gas dengan dimensi tinggi 4,6 m, diameter 0,954 m, volume efektif 2,5 m³.

Nugraha (2010), mengolah sampah organik menjadi biogas dengan cara *Anaerobic gasification* yaitu mengolah sampah organik menjadi gas dengan cara fermentasi. Proses gasifikasi dilakukan dengan menimbun sampah organik di dalam tanah selama beberapa hari minimal 7 hari. Gas hasil fermentasi ini kemudian dialirkan ke alat purifikasi untuk membersihkan gas metana dari *impurities* (kotoran). Setelah didapatkan kadar gas metana di atas 70% digunakan sebagai bahan bakar kompor pengganti LPG.

LANDASAN TEORI

Gasifikasi

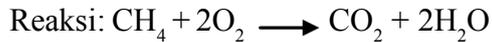
Gasifikasi adalah konversi bahan bakar padat menjadi gas dengan oksigen terbatas yang menghasilkan gas yang bisa dibakar, seperti CH₄, H₂, CO dan senyawa yang sifatnya impuritas seperti H₂S, CO₂ dan TAR. Berdasarkan proses pembentukan gas gasifikasi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. *Landfill gasification* yaitu mengambil gas metana yang terdapat pada tumpukan sampah.
2. *Thermal process gasification* yaitu proses konversi termal bahan bakar padat menjadi gas.
3. *Anaerobic gasification* yaitu mengolah sampah organik menjadi gas dengan cara fermentasi.

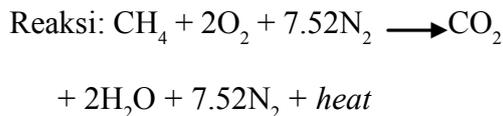
Gas metana

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 . Metana murni tidak berbau, tidak berwarna dan mudah terbakar.

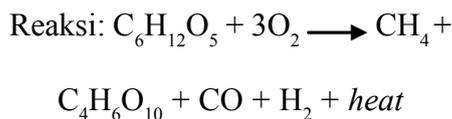
- 1) Reaksi pembakaran gas metana dengan oksigen murni.



- 2) Reaksi pembakaran gas metana dengan udara di alam.



- 3) Reaksi pembakaran sekam padi dengan oksigen murni.



Pembentukan gas metana

Gas metana dapat terbentuk melalui reaksi antara hidrogen dengan karbon monoksida.

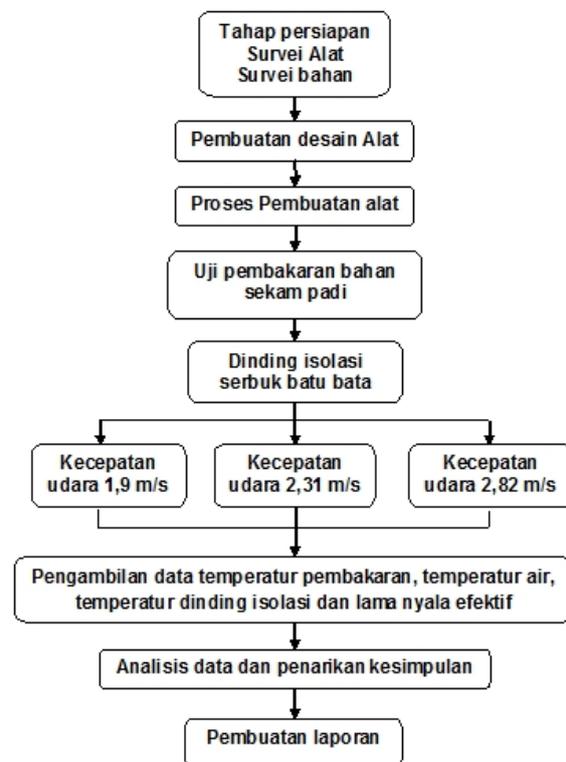


Pemurnian gas metana

Pemurnian gas metana dari proses gasifikasi dapat dilakukan dengan metode absorpsi. Metode ini menggunakan air sebagai absorbent karena air mampu mengikat TAR yang sifatnya sebagai pengotor gas CH_4 . Hal ini dilakukan karena semakin tinggi kandungan gas pengotor akan mengurangi nilai kalor dari pembakaran gas metana.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alat dan bahan penelitian

- a. *Reactor* pembakaran

Alat ini digunakan sebagai tempat proses pembakaran sekam padi.



Gambar 2. *Reactor* pembakaran

- b. *Ash chamber*
Alat ini digunakan sebagai ruang penyimpanan abu sekam padi.



Gambar 3. *Ash chamber*

- c. *Burner*
Alat ini digunakan untuk membakar gas metana dan merubah api berwarna biru.



Gambar 4. *Burner*

- d. *Fan*
Alat ini digunakan untuk menyuplai udara primer ke dalam *reactor* pembakaran.



Gambar 5. *Fan*

- e. *Termometer rider*
Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur pembakaran dan temperatur dinding isolasi.



Gambar 6. *Termometer rider*

- f. *Anemometer digital*
Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara dari *fan*.



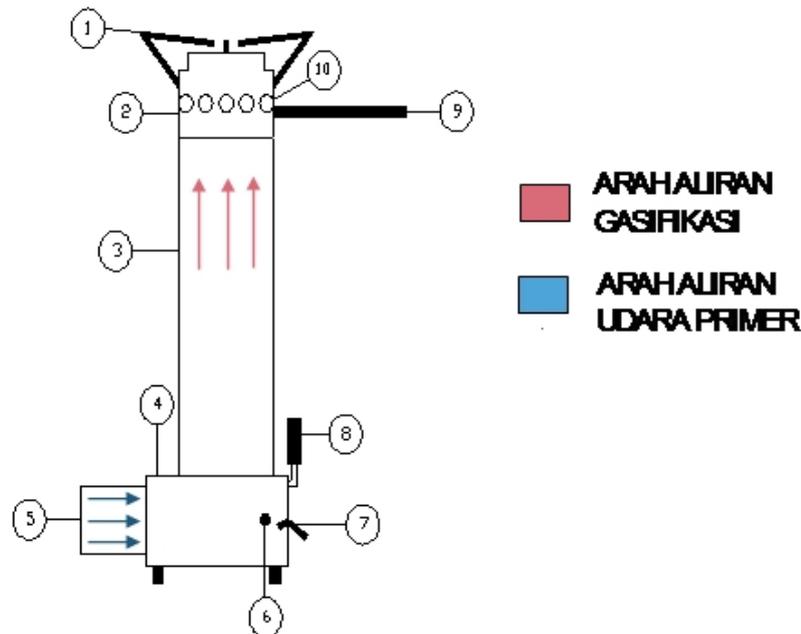
Gambar 7. *Anemometer digital*

- g. *Timbangan analog*
Alat ini digunakan untuk menimbang massa bahan bakar yang akan digunakan.



Gambar 8. *Timbangan analog*

Instalasi pengujian



Gambar 9. Instalasi penelitian tungku gasifikasi sekam padi

Keterangan gambar:

1. Pot holder
2. Burner
3. Reactor
4. Ash chamber
5. Fan casing
6. Pegangan pintu
7. Pengunci
8. *Ash discharge lever*
9. *Burner handle*
10. *Secondary air holes*

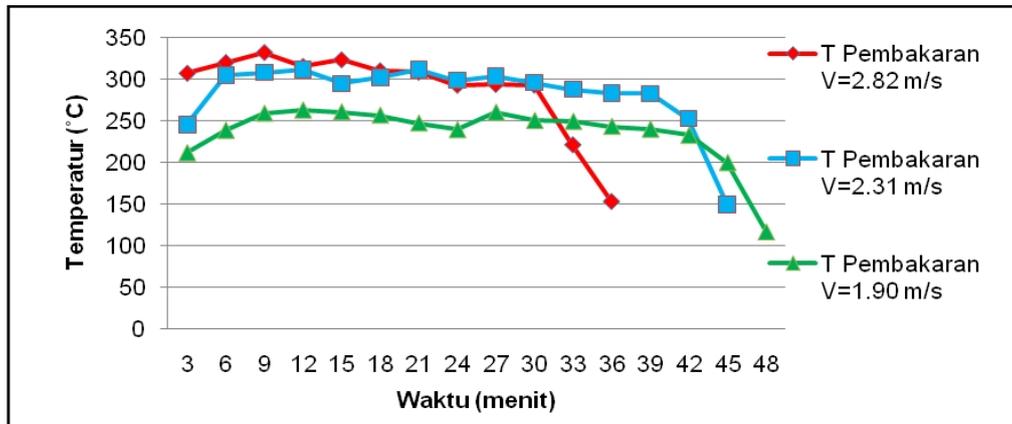
Langkah penelitian

Langkah-langkah penelitian sebagai berikut :

1. Menimbang bahan organik sekam padi yang akan digunakan sebagai bahan penelitian masing-masing berat 1,2 kg.
2. Mengisi sekam padi pada reaktor gasifikasi dengan berat 1,2 kg, pada masing-masing percobaan.
3. Menyalakan *fan* pada *switch control*, dengan kecepatan udara 2.82 m/s sebagai percobaan pertama, 2.31 m/s sebagai percobaan kedua dan 1.90 m/s sebagai percobaan ketiga. Penyalakan *fan* ini sesuai dengan masing-masing percobaan.
4. Membuat potongan kertas, kemudian taruh potongan kertas tersebut diatas sekam padi yang telah diisi pada reaktor pembakaran.
5. Membuat bara api dari potongan kertas sebagai penyalan bahan bakar.
6. Mencatat lama penyalan bahan bakar dari pembuatan bara api sampai bara api benar-benar menyala diatas reaktor tungku gasifikasi.
7. Menutup reaktor gasifikasi dengan *burner*.
8. Mencatat waktu berubahnya nyala api sampai menjadi gas hasil dari gasifikasi.
9. Meletakkan panci yang telah di isi air sebanyak 3 liter di atas *burner*.
10. Mengambil data kenaikan temperatur air. Dari temperatur awal air, temperatur air mendidih, temperatur air berubah fase setiap tiga menit dari tiga liter air.
11. Mengambil data temperatur pembakaran setiap tiga menit.
12. Mengambil data dari dinding isolasi dengan isolasi serbuk batu bata setiap tiga menit.
13. Ulangi percobaan yang sama sesuai beban yang diujikan dari sekam padi berat 1,2 kg, dengan kecepatan udara 2.31 m/s dan kecepatan udara 1.90 m/s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perbandingan Temperatur Pembakaran Dengan Variasi Kecepatan Udara

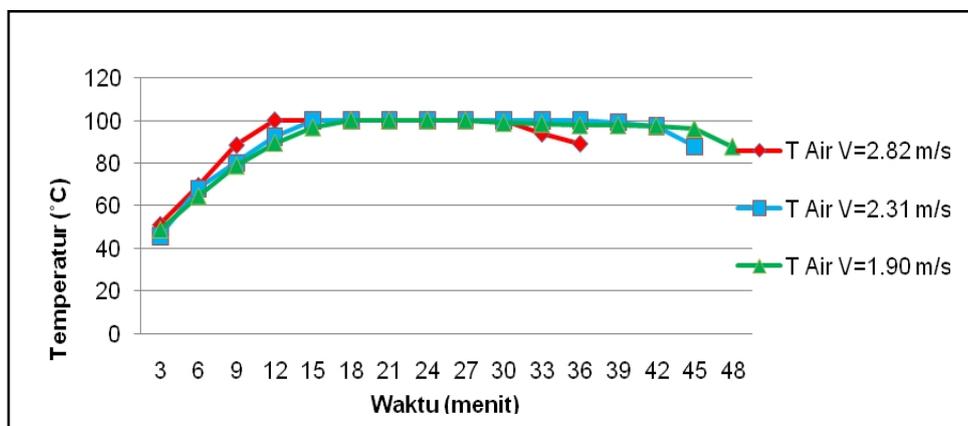


Gambar 10. Grafik Perbandingan Temperatur Pembakaran dengan waktu

Pada gambar 10. diatas dapat dilihat bahwa untuk gasifikasi sekam padi berat 1.2 kg menggunakan kecepatan udara 2.82 m/s didapatkan temperatur pembakaran tertinggi pada menit ke 9 dengan temperatur pembakaran 331.66°C. Untuk gasifikasi sekam padi berat 1.2 kg menggunakan kecepatan udara 2.31 m/s didapatkan temperatur pembakaran tertinggi pada menit ke 21 dengan temperatur pembakaran 311.22°C. Sedangkan untuk gasifikasi sekam padi berat 1.2 kg dengan kecepatan udara 1.90 m/s temperatur pembakaran tertinggi ter-dapat pada menit ke 12 dengan temperatur pembakaran tertinggi 263.11°C. Dari perbandingan

temperatur pembakaran terhadap besar kecepatan udara menunjukkan hasil bahwa, tingginya temperatur pembakaran dan besarnya kecepatan udara yang dihasilkan oleh *fan* pada tungku gasifikasi sekam padi mempercepat air mendidih dalam pembebanan sebesar 3 liter air. Sedangkan temperatur pembakaran dari mulai pembentukan nyala api sampai nyala api mulai padam, temperatur pembakaran berubah-ubah. Hal ini dikarenakan tidak setabilnya pembakaran sampah organik sekam padi dalam *reactor* sehingga mengakibatkan pembentukan gas metana menjadi tidak stabil.

2. Perbandingan Temperatur Air Dengan Variasi Kecepatan Udara

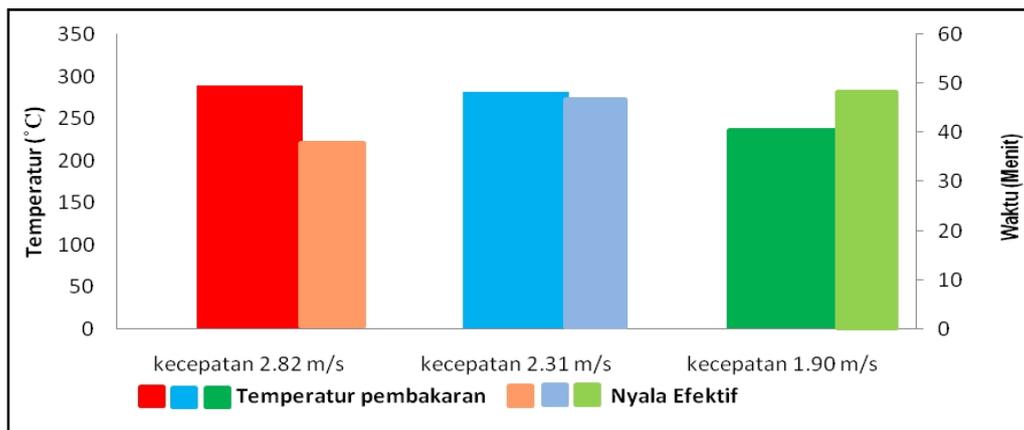


Gambar 11. Grafik Perbandingan Temperatur Air dengan waktu

Pada gambar 11. dapat dilihat bahwa untuk gasifikasi sekam padi berat 1.2 kg dengan kecepatan udara 2.82 m/s dapat mendidihkan air sebesar 3 liter dengan waktu 12 menit, lama nyala efektif 36 menit, dan lama pendidihan air selama 18 menit. Untuk gasifikasi sekam padi bberat 1.2 kg dengan kecepatan udara 2.31 m/s dapat mendidihkan air sebesar 3 liter dengan waktu 15 menit, lama nyala efektif 45 menit, dan lama pendidihan air selama 21 menit. Sedangkan

untuk gasifikasi sekam padi berat 1.2 kg dengan kecepatan udara 1.90 m/s dapat mendidihkan air sebesar 3 liter dengan waktu 18 menit, lama nyala efektif 48 menit, dan lama pendidihan air selama 9 menit. Dari hasil percobaan untuk lama pendidihan air sebesar 3 liter, pendidihan air yang tercapai waktu paling lama adalah percobaan gasifikasi sekam padi dengan kecepatan udara 1.90 m/s dengan waktu 18 menit.

3. Perbandingan Temperatur Pembakaran rata-rata Dengan Lama Nyala Efektif.



Gambar 12. Diagram Perbandingan antara Temperatur Pembakaran rata-rata dengan lama Nyala Efektif

Pada gambar 12. diatas dapat dilihat bahwa temperatur pembakaran tertinggi pada kecepatan udara 2.82 m/s sebesar 331.66°C dengan temperatur pembakaran rata-rata 288.82°C, sedangkan lama nyala efektif dari temperatur pembakaran selama 36 menit. Untuk kecepatan udara 2.31 m/s didapatkan temperatur pembakaran tertinggi sebesar 311.22°C dengan temperatur pembakaran rata-rata 281.68°C, sedangkan lama nyala efektif dari temperatur pembakaran selama 45 menit. Untuk kecepatan udara 1.90 m/s didapatkan temperatur pembakaran tertinggi sebesar 263.11°C dengan temperatur pembakaran rata-rata 235.52°C, sedangkan lama nyala efektif dari temperatur pembakaran selama 48 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Kecepatan udara mempengaruhi tingginya temperatur pembakaran, yakni semakin besar kecepatan udara yang dihasilkan oleh *fan* maka semakin tinggi pula temperatur pembakaran yang dihasilkan oleh tungku gasifikasi sekam padi.
2. Kecepatan udara 2.82 m/s menghasilkan nyala efektif 36 menit, kecepatan udara 2.31 m/s menghasilkan nyala efektif 45 menit dan kecepatan udara 1.90 m/s menghasilkan nyala efektif 48 menit.
3. Lama waktu pendidihan 3 liter air dari kecepatan udara 2.82 m/s adalah 18 menit, kecepatan udara 2.31 m/s adalah 21 menit dan kecepatan udara 1.90 m/s adalah 9 menit.
4. Kecepatan udara optimum didapatkan dengan kecepatan udara 2.31 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- B.T. Alexis , 2005. *Rice Husk Gas Stove Handbook*. Philippines: College of Agriculture Central Philippine University Iloilo City.
- J. P. Holman, 1994. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Murjito, 2009. *Alat Penangkap Gas Metana pada TPA dari Plastik Polyethilene untuk Sekala Kecil*, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Nugraha, 2010. *Mengolah Sampah Organik Menjadi Biogas dengan Cara Anaerobic Gasification*, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Reynolds, W.C., & Perkins, H.C. 1983. *Termodinamika Teknik*. Jakarta Pusat: Erlangga.
- S. Ibnu, 2011. *Rancang Bangun dan Pengujian Alat Produksi Gas Metana dari Sampah Organik dengan Variasi Bahan Sekam Padi, Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.