

Pengolahan Sampah Perkotaan Manado dengan Proses Gasifikasi Menggunakan Updraft Gasifier Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sumompo

Adriyan Warokka¹, Herotje Siwi², Moody N.T. Tumembow³, Jedithjah Papia⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ adriyan.w@gmail.com

No. Hp: ¹ 085299946128

Abstrak

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sumompo menerima kurang lebih 500 ton sampah Kota Manado setiap hari dengan sampah organik yang memiliki volume sekitar 60% dari volume total sampah harian. TPA Sumompo adalah tempat pembuangan akhir jenis landfill, dimana sampah hanya dibiarkan menggunung sehingga merusak estetika kota dan tentu saja merusak lingkungan serta mengganggu kesehatan. Gasifikasi dapat menjadi salah satu solusi yang tepat dalam mengurangi dampak negatif dari permasalahan sampah perkotaan dengan memanfaatkan potensi sampah organik ini menjadi syngas sebagai bahan bakar. Adapun penelitian ini bertujuan (1) Mengetahui kualitas bahan bakar gas melalui proses gasifikasi di dalam updraft gasifier, (2) Mendapatkan temperatur dari masing-masing proses gasifikasi di dalam reaktor. Massa sampah setelah proses pengeringan 50% hanya menghasilkan nyala api pada 1 pengujian dari 3 pengujian dengan temperatur nyala api 330°C. Temperatur nyala api pada pengujian dengan kualitas massa sampah setelah proses pengeringan 40% dan 30% adalah rata-rata diatas 500°C dan waktu nyala api rata-rata 2 menit. Waktu didih 1000 mL air relatif sama antara massa sampah setelah proses pengeringan 40% dan 30% yaitu 1 menit. Massa sampah setelah proses pengeringan di bawah 50% dalam sampah tidak banyak mempengaruhi secara signifikan waktu pendidihan air.

Kata Kunci – Sampah perkotaan, gasifikasi, updraft gasifier.

Processing of Manado Municipal Solid Waste with a Gasification Process Using an Updraft Gasifier at the Sumompo Final Disposal Site (TPA).

Abstract

The Sumompo Final Disposal Site (TPA) receives approximately 500 tons of Manado City waste every day with organic waste which has a volume of about 60% of the total volume of daily waste. TPA Sumompo is a landfill type of landfill, where garbage is only left to mount, thus destroying the aesthetics of the city and of course damaging the environment and disturbing health. Gasification can be one of the right solutions in reducing the negative impact of urban waste problems by utilizing the potential of organic waste to become syngas as fuel. This research aims (1) Knowing the quality of gas fuel through the gasification process in the updraft gasifier, (2) Obtaining the temperature of each gasification process in the reactor. The water content of 50% only produces flame in 1 out

of 3 tests with a flame temperature of 330⁰C. The temperature of the flame on the test with a quality water content of 40% and 30% is an average above 500⁰C and an average flame time of 2 minutes. The boiling time of 1000 mL of water is relatively the same between the mass of waste after 40% and 30% drying process, which is 1 minute. Water content below 50% in waste does not significantly affect the boiling time of water.

Keywords – Urban waste, gasification, updraft gasifier.

PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan bahwa penduduk Indonesia akan berjumlah 305 juta orang pada tahun 2035 atau 15 tahun dari sekarang dengan 66.6%-nya tinggal di perkotaan. (BPS-Statistics, 2017)

Permasalahan klasik perkotaan dengan proyeksi pertumbuhan penduduk di atas yang diikuti pertumbuhan ekonomi yang memadai serta perubahan pola konsumsi masyarakat adalah mengenai bertambahnya limbah dan sampah baik dari volumenya, beragam jenisnya serta karakteristik sampah dan limbahnya. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta Kementerian Perindustrian tahun 2016, jumlah timbunan sampah di Indonesia sudah mencapai 65,2 juta ton per tahun. (BPS, 2018)

Kota Manado sebagai salah satu kota besar di Indonesia dengan jumlah penduduk pada tahun 2018 sebanyak 527 ribu jiwa merupakan kota yang mengandalkan sektor pariwisata sebagai salah satu pilar pertumbuhan ekonominya diperhadapkan dengan peliknya permasalahan sampah ini (DUKCAPIL-MANADO, 2019). Bahkan pada periode 2017-2018 Kota Manado oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) diganjar sebagai salah satu Kota Besar selain Bandar Lampung dengan peringkat paling rendah dalam pengelolaan sampah (Rosiana Haryanti & Alexander, 2019)

Data Direktur Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Berbahaya Beracun (PSLB3) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) hingga tahun 2018, Kota Manado tercatat memproduksi sampah hingga 409 ton per hari atau 12 ribu ton perbulan atau meningkat dari tahun sebelumnya yang hanya mencapai 390 ton perhari. Adapun data Dinas Lingkungan Hidup Kota Manado bahkan mencatat volume sampah di Kota Manado telah mencapai 828.812 meter kubik, atau terus mengalami peningkatan secara signifikan sejak 2012. Dari jumlah itu, komposisi sampah banyak didominasi sampah sisa makanan mencapai 59,21 persen sampah plastik 20.03 persen serta sampah kertas 6,70 persen dan tekstil 5,90 persen. (Buol, 2019)

Tempat Pembuangan Sampah (TPA) Sumompo, Kec. Bunaken merupakan TPA jenis open dumping yaitu system penumpukan sampah secara terbuka tanpa proses lanjutan yang sudah tidak diperkenankan lagi sesuai UU nomor 18 tahun 2008 tentang Persampahan pasal 29. Sampah yang ditumpuk terbuka akan rentan dengan gas methana (CH₄) dan air lindi atau 'leacheate' (suatu cairan yang dihasilkan dari pemaparan air hujan pada timbunan sampah. Cairan ini sangat berbahaya karena mengandung konsentrasi senyawa organik maupun senyawa anorganik tinggi, yang terbentuk dalam landfill akibat adanya air hujan yang masuk ke dalamnya. Selain itu, air lindi juga dapat mengandung unsur logam, yaitu Zn

(seng) dan Hg (raksa)). Gas Methana sendiri yang dihasilkan dari timbunan sampah di lokasi TPA, telah menyumbang 20-30 kali lebih besar dari pada karbon dioksida (CO₂) yang merupakan pembentuk emisi gas rumah kaca (GRK). Zat tersebut pun menjadi penyebab meningkatnya suhu bumi atau biasa disebut pemanasan global.

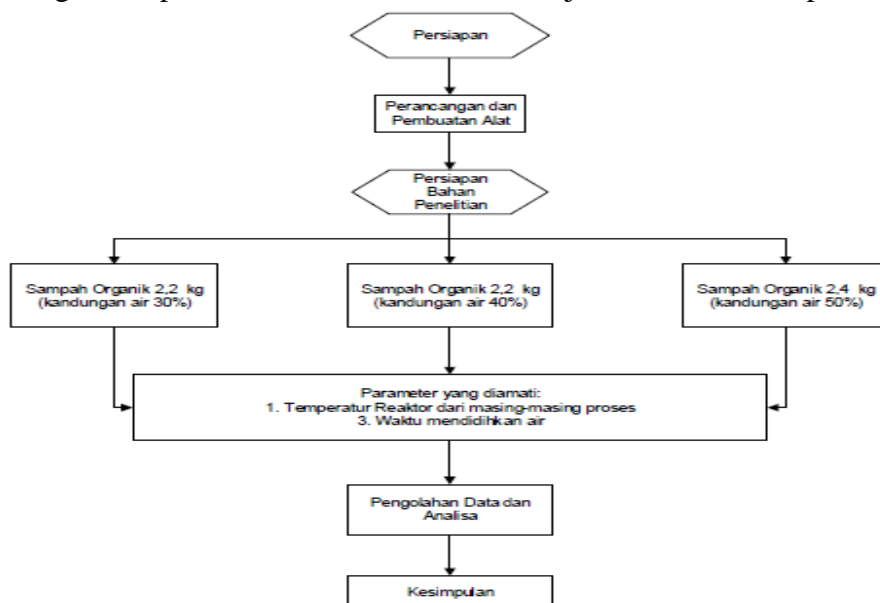
Sistem pengolahan sampah yang diharapkan menjadi salah satu solusi yakni skema 3R atau reduce, reuse dan recycle selain pola sanitary landfill (sarana penimbunan sampah ke lingkungan yang disiapkan dan dioperasikan secara sistematis. Adapun proses penyebaran, pemadatan sampah dan penutupan sel sampah dengan tanah penutup dilakukan setiap hari) dan control landfill (Polanya dilakukan dengan penimbunan sampah dengan lapisan tanah setiap tujuh hari, dan pemadatan sampah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan kestabilan permukaan TPA).

Skema 3R sebagai salah satu solusi yang baik untuk mengubah sampah perkotaan yang relative memiliki nilai ekonomis sangat rendah serta menjadi beban lingkungan dapat diubah dan ditingkatkan menjadi berdaya guna serta mengurangi dampak buruk sampah perkotaan terhadap lingkungan. Penelitian ini akan berfokus pada metode gasifikasi dapat mengkonversi sampah padat organik perkotaan menjadi syngas untuk keperluan bahan bakar atau kegunaan lainnya.

Untuk itu penelitian ini menjadi penting dan layak untuk dilakukan sebagai salah satu solusi mendayagunakan 60% fraksi organik dari sampah perkotaan Manado yang potensial sebagai sumber energi terbarukan, memberi solusi lingkungan dan kesehatan masyarakat serta keindahan kota. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan variasi campuran fraksi organik dari sampah perkotaan untuk menghasilkan gas. (Rosiana Haryanti & Alexander, 2019)

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan alir pada Gambar berikut ini menunjukkan metode eksperimen

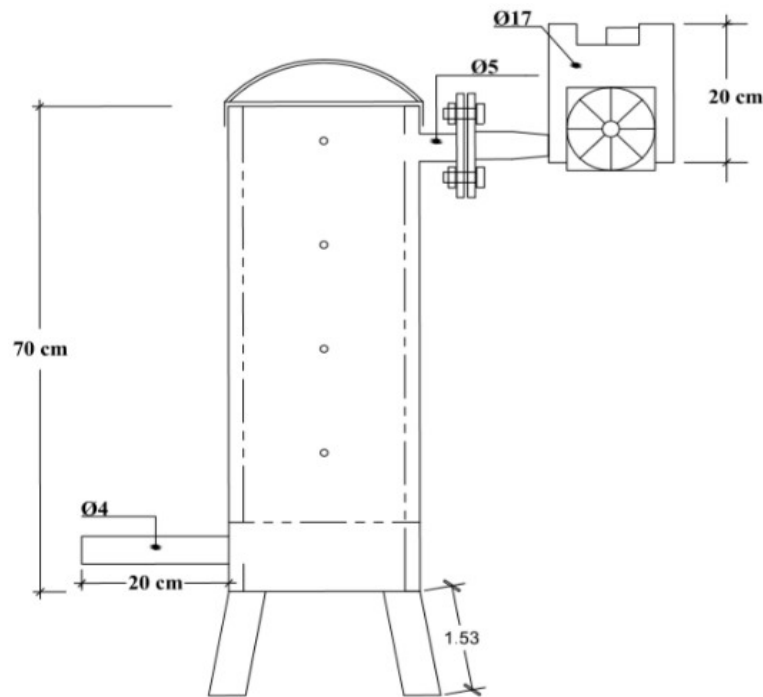


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sampah organik perkotaan dari TPA Sumompo.

Adapun peralatan yang digunakan adalah drum, pipa, plat alumunium, Termocople tipe K, serta peralatan penunjang lainnya yang dibutuhkan.

Sesuai bagan alir penelitian ini pada Gambar 1, pekerjaan awal yang dilakukan adalah melakukan perhitungan, perancangan dan melakukan pembuatan reaktor gasifikasi (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Dimensi Reaktor Gasifikasi

Selanjutnya diadakan pengumpulan sampah dan pemisahan sampah organik dari sampah non-organik serta ditimbang untuk diketahui massa sampah yang baru saja diambil dari Tempat Pembuangan Akhir.

Proses berikutnya adalah melakukan penjemuran sampah dan pengeringan dengan melakukan pemanasan sampah diatas seng plat dengan kompor dan kayu bakar. Setelah proses ini dilakukan, maka sampah ditimbang kembali untuk mendapatkan presentase massa sampah 50%, 40% dan 30% dari massa sampah awal.

Setelah didapatkan persentasi sampah yang sesuai maka selanjutnya dilakukan proses gasifikasi sampah. Di tahap awal dilakukan pembakaran 0,4 kg tempurung kelapa sebagai bahan bakar awal dan setelah pembakaran awal ini cukup memadai barulah sampah sebanyak 2,2 kg dimasukkan ke dalam reaktor. Pada waktu tertentu diadakan pengukuran temperatur di 4 titik di reaktor menggunakan termokopel tipe K.

Hasil dari temperatur dan waktu tertentu dari setiap titik ini dicatat untuk selanjutnya dianalisa.massa abu hasil proses gasifikasi juga dicatat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

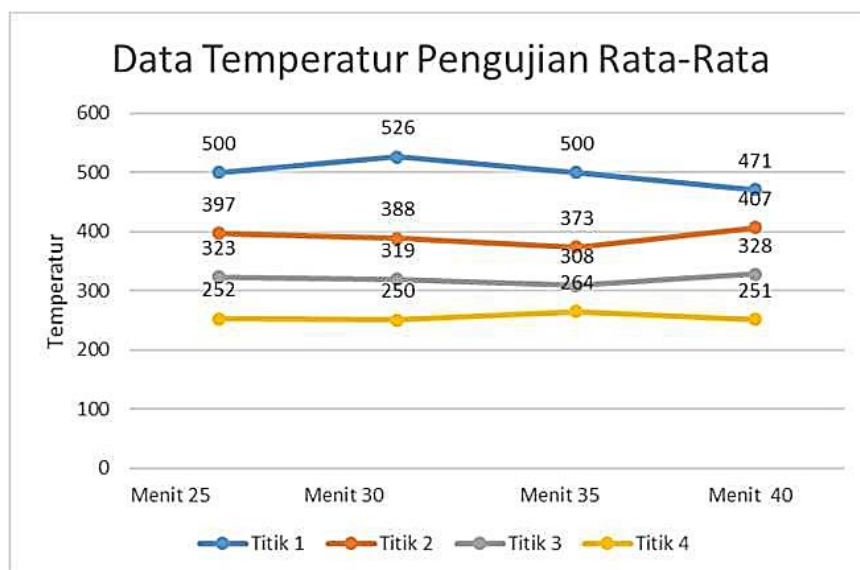
Tabel 1. Data Pengujian

| NO | DATA | Massa sampah setelah proses pengeringan | | |
|----|---|---|----------|----------|
| | | 50% | 40% | 30% |
| 1 | Arang tempurung pada pembakaran awal | 0,4 kg | 0,4 kg | 0,4 kg |
| 2 | Banyaknya sampah yang dipakai | 2,2 kg | 2,2 kg | 2,2 kg |
| 3 | Campuran kedua arang tempurung | 0,4 kg | 0,4 kg | 0,4 kg |
| 4 | Temperatur nyala api pada kompor ($^{\circ}\text{C}$) | 330 | 560 | 560 |
| 5 | Waktu material habis | 45 menit | 39 menit | 37 menit |
| 6 | Waktu didih air | 1 menit | 1 menit | 1 menit |
| 7 | Waktu nyala api | 1 menit | 2 menit | 2 menit |
| 8 | Berat abu pembakaran | 225 gr | 310 gr | 1067 gr |

1. Massa sampah setelah proses pengeringan 50% dalam sampah

Tabel 2. Data temperatur pengujian rata-rata pada tungku/reaktor gasifikasi updraft (massa sampah setelah proses pengeringan 50%)

| | Menit 25 ($^{\circ}\text{C}$) | Menit 30 ($^{\circ}\text{C}$) | Menit 35 ($^{\circ}\text{C}$) | Menit 40 ($^{\circ}\text{C}$) |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Titik 1 | 500 | 526 | 500 | 471 |
| Titik 2 | 397 | 388 | 373 | 407 |
| Titik 3 | 323 | 319 | 308 | 328 |
| Titik 4 | 252 | 250 | 264 | 251 |

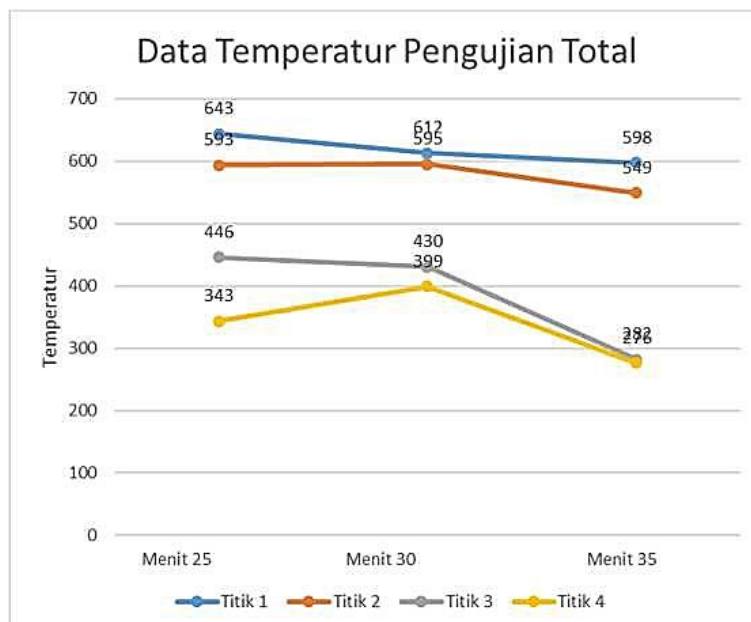


Gambar 3. Grafik Temperatur rata-rata tungku/reaktor pada setiap titik dalam range waktu tertentu (massa sampah setelah proses pengeringan dalam sampah 50%)

2. Massa sampah setelah proses pengeringan 40% dalam sampah

Tabel 3. Data temperatur pengujian rata-rata pada tungku/reaktor gasifikasi updraft (massa sampah setelah proses pengeringan 40%)

| | Menit 25 (⁰ C) | Menit 30 (⁰ C) | Menit 35 (⁰ C) |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Titik 1 | 643 | 612 | 598 |
| Titik 2 | 593 | 595 | 549 |
| Titik 3 | 446 | 430 | 282 |
| Titik 4 | 343 | 399 | 276 |

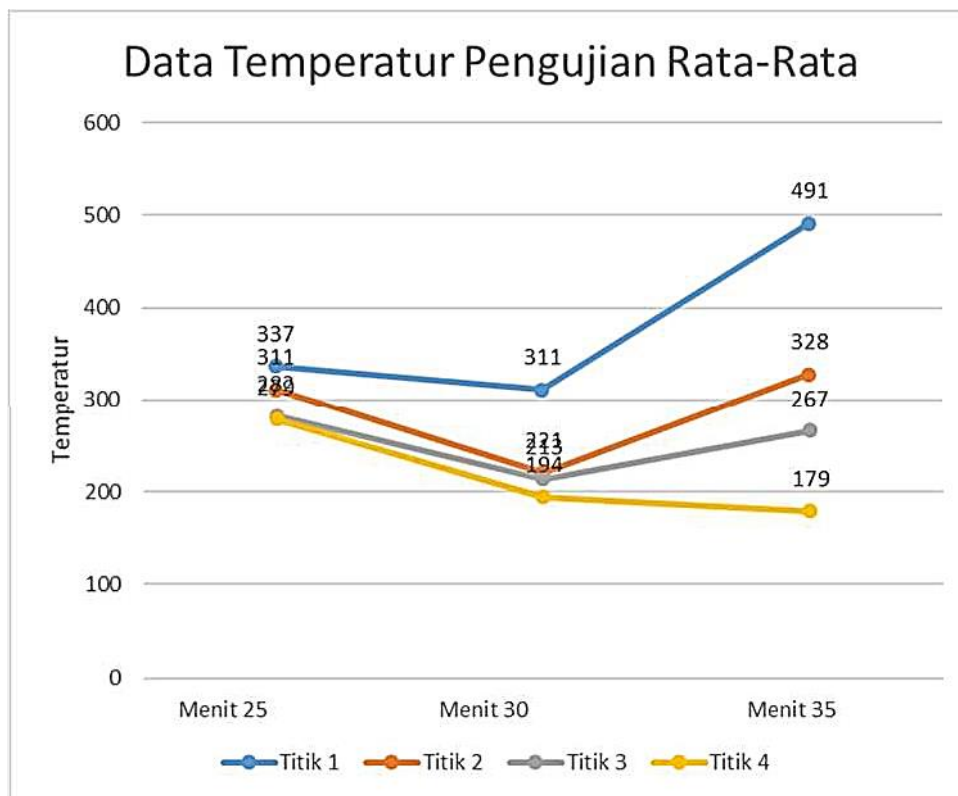


Gambar 4. Grafik Temperatur Rata-rata tungku/reaktor pada setiap titik dalam range waktu tertentu (massa sampah setelah proses pengeringan dalam sampah 40%)

3. Massa sampah setelah proses pengeringan 30% dalam sampah

Tabel 4. Data temperatur pengujian rata-rata pada tungku/reaktor gasifikasi updraft (massa sampah setelah proses pengeringan 30%)

| | Menit 25 (⁰ C) | Menit 30 (⁰ C) | Menit 35 (⁰ C) |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Titik 1 | 337 | 311 | 491 |
| Titik 2 | 311 | 221 | 328 |
| Titik 3 | 282 | 213 | 267 |
| Titik 4 | 279 | 194 | 179 |



Gambar 5. Grafik Temperatur Rata-rata tungku/reaktor pada setiap titik dalam range waktu tertentu (massa sampah setelah proses pengeringan 30%)

Pembahasan

Massa sampah setelah proses pengeringan dalam sampah merupakan faktor penting dari kualitas gas yang dihasilkan pada proses gasifikasi. Faktor berikutnya yang merupakan faktor utama adalah komposisi sampah organik yang tersedia. Pada pengujian dimana massa sampah setelah proses pengeringan 50%, hanya pada pengujian pertama yang menghasilkan nyala api selama 1 menit, sedangkan pada 2 pengujian lainnya gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi tidak cukup memadai untuk menghasilkan nyala api atau karena faktor kadar uap air yang masih cukup signifikan bercampur dalam gas.

Hal penting lainnya dari pengujian ini adalah massa abu pembakaran semakin banyak pada tingkat kadar air dalam sampah yang makin sedikit. Fenomena ini berhubungan dengan lama waktu proses gasifikasi pada pengujian dengan massa sampah setelah proses pengeringan masih sekitar 50%. Semakin cepat proses gasifikasi karena kadar air yang semakin sedikit menyebabkan massa abu hasil proses semakin banyak.

Selanjutnya temperatur nyala api pada satu-satunya pengujian yang menghasilkan nyala api pada massa sampah setelah proses pengeringan 50% hanyalah 330⁰C, sedangkan temperatur nyala api dalam pengujian dengan massa sampah setelah proses pengeringan 40% dan 30% adalah rata-rata di atas 500⁰C.

Waktu nyala api dalam pengujian dengan massa sampah setelah proses pengeringan 30% dan 40% relative sama yaitu 2 menit. Ini merupakan salah satu hal yang penting dalam proses pengeringan sampah organik nantinya untuk proses gasifikasi, bahwa semakin sedikitnya kadar air dalam sampah tidak memastikan bahwa kualitas dan kuantitas waktu nyala api akan lebih baik.

Fenomena rendahnya temperatur pada massa sampah setelah proses pengeringan (30%) yang makin sedikit dalam sampah adalah fenomena unik yang perlu diteliti selanjutnya.

KESIMPULAN

Dari penelitian produksi biogas dari sampah organik perkotaan dan limbah feses ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

- a. Massa sampah setelah proses pengeringan 50% hanya menghasilkan nyala api pada 1 pengujian dari 3 pengujian dengan temperatur nyala api 330⁰C. Temperatur nyala api pada pengujian dengan massa sampah setelah proses pengeringan 40% dan 30% adalah rata-rata diatas 500⁰C dan waktu nyala api rata-rata 2 menit.
- b. Massa abu hasil proses pada massa sampah setelah proses pengeringan 30% lebih banyak sekitar 5 kali massa abu hasil proses pada massa sampah setelah proses pengeringan 50% dan 40%. Fenomena ini berhubungan dengan lama waktu proses gasifikasi pada pengujian dengan massa sampah setelah proses pengeringan masih sekitar 50%. Semakin cepat proses gasifikasi karena kadar air yang semakin sedikit menyebabkan massa abu hasil proses semakin banyak.
- c. Waktu didih 1000 mL air relatif sama antara massa sampah setelah proses pengeringan 40% dan 30% yaitu 1 menit. Massa sampah setelah proses pengeringan di bawah 50% dalam sampah tidak banyak mempengaruhi secara signifikan waktu pendidihan air

SARAN

Perlunya mengurangi luasan area kompor, supaya jarak antar molekul dari gas mampu bakar dapat memadai dalam proses pembakaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado yang telah memberikan dukungan finansial terhadap penelitian ini.

REFERENSI

- [1] BPS-Statistics. (2017). *Proyeksi Penduduk Indonesia Indonesia Population Projection 2010-2035*. Bps. Badan Pusat Statistik, Jakarta-Indonesia.
- [2] BPS. (2018). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2018 (Pengelolaan Sampah di Indonesia)*. BPS- Subdirektorat Statistik Lingkungan Hidup, 1–43. <https://doi.org/3305001>

- [3] Buol, R. A. (Editor). (2019). Terus Bergelut dengan Sampah. Retrieved March 8, 2020, from <https://zonautara.com/2019/07/31/terus-bergelut-dengan-sampah/>
- [4] DUKCAPIL-MANADO. (2019). Jumlah Penduduk Kota Manado 2018. Retrieved from <http://www.manadokota.go.id/Infopenting/detail/jumlah-penduduk-kota-manado>
- [5] Rosiana Haryanti, & Alexander, H. B. (2019). Buruk Mengelola Sampah, Manado Didapuk sebagai Kota Terkotor. Retrieved from <https://properti.kompas.com/read/2019/01/16/145350221/buruk-mengelola-sampah-manado-didapuk-sebagai-kota-terkotor>