



Desain Insinerator Tipe TEP-1

Design of TEP-1 Type Incinerator

Sandi Asmara¹, Dhanur Pramono Jati¹, Sapto Kuncoro¹, Warji^{1*}

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: warji1978@gmail.com

Abstract. *The waste problem in Bandar Lampung is becoming increasingly critical as the volume of domestic waste reaches 1,283 tons per day. Ineffective management can lead to negative impacts on public health and the environment, such as the spread of diseases and pollution. This study aims to design and test a household-scale incinerator that is effective, efficient, safe, and low in pollution as an alternative solution for waste management. The designed incinerator is capable of burning 30 kg of waste in 180 minutes, using a fuel mixture of used oil and gasoline amounting to 130 ml. Test results show that the thermal efficiency of the incinerator ranges from 70-75%, with a charcoal yield of 14.42% and an ash yield of 11.53%. The overall efficiency reaches 77.05%, indicating that this device can optimally utilize the energy produced from combustion. This research demonstrates that a household-scale incinerator can be an effective solution for reducing waste volume and minimizing negative impacts on the environment. Recommendations for future research include the development of the incinerator design, evaluation of the temperature control system, and analysis of emissions generated from various types and compositions of waste. Thus, this study makes an important contribution to more environmentally friendly and sustainable waste management in Indonesia.*

Keywords: *Combustion, Development, Design, Incinerator, Used Oil, Yield Waste.*

1. Pendahuluan

Permasalahan sampah merupakan isu krusial yang dihadapi masyarakat modern, tak terkecuali di Bandar Lampung. Meningkatnya volume sampah domestik menjadi beban bagi pengelolaan sampah yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menarik hewan pengerat, serangga, dan mikroorganisme penyebab penyakit, yang dapat menyebar kepada masyarakat terutama di daerah padat penduduk. Selain aspek kesehatan, dampak sosial juga terlihat, di mana lingkungan yang kotor dan tidak terawat dapat menurunkan kualitas hidup masyarakat serta kebersihan lingkungan suatu wilayah

Berdasarkan data BPS tahun 2023, rata-rata timbunan sampah di Bandar Lampung mencapai 1.283 ton per hari. Jumlah ini terus meningkat seiring dengan penambahan penduduk dan pola konsumsi masyarakat. Menurut data BPS, pada tahun 2020 terdapat 323.515 rumah tangga di Bandar Lampung yang rata-rata menghasilkan 4 kg sampah/hari. Sehingga setiap harinya kota Bandar Lampung akan menghasilkan sampah sebesar 1.283 ton.

Salah satu solusi untuk menangani masalah di atas adalah dengan penanganan minimalis yang terintegrasi. Salah satu inovasi yang bisa dikembangkan adalah penggunaan insinerator skala rumah tangga. Insinerator merupakan alat pembakar sampah dengan suhu tinggi hingga menghasilkan abu dan gas. Adanya insinerator ini diharapkan keberadaan sampah rumah tangga di masyarakat bisa di bakar hingga menjadi abu. Sehingga jika insinerator rumah tangga bisa dikembangkan penggunaannya maka sebagian sampah yang ada bisa tangani hingga mengurangi jumlahnya. Dengan memperhatikan aspek lingkungan dan kesehatan masyarakat di atas serta perlunya upaya penanganan sampah, maka penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan insinerator berskala rumah tangga.

Tujuan penelitian ini adalah mendesain, merancang dan membuat insinerator skala rumah tangga yang efektif, efisien, aman, rendah polusi serta mudah ditangani, dikelola dan diperbaiki jika ada kerusakan serta menguji kinerja insinerator hasil rancangan sesuai parameter yang digunakan.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan penelitian ini adalah kunci pas, las listrik, gerinda, penggaris siku, *termometer*, karung, dan timbangan, *Excel*, kamera, dan alat tulis. Sedangkan, bahan yang digunakan di antaranya mata potong gerinda ukuran kecil, besi siku, besi pipa berdiameter 1,5 cm, besi silinder 35 cm, besi plat, mur, baut, elektroda, pertalite, oli bekas, dan sampah.

2.1 Rancangan Percobaan

Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perancangan, yaitu merancang bangun. Rancangan didesain dengan menggunakan program AutoCAD. Setelah itu mesin diuji kinerja dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan, selanjutnya dibahas pada subbab pengujian mesin. Pengamatan dan pengolahan data dilakukan setelah mesin selesai diuji.

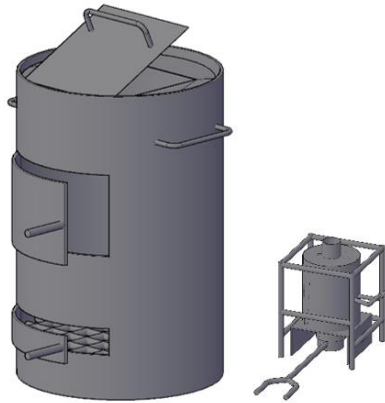
2.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan menerapkan kriteria desain, perancangan, perakitan, uji kinerja alat, dan pengolahan data pada hasil pada alat pelaksanaan dilakukan sesuai dengan kinerja mesin.

2.3 Rancangan Fungsional

Pipa keluaran api pada insinerator berfungsi untuk menyediakan saluran pengapian yang aman dan terkendali untuk memulai proses pembakaran. Di dalam sistem ini, terdapat tabung air yang berfungsi sebagai tempat pemanasan air agar dapat menghasilkan steam. Selain itu, burner oli berperan sebagai wadah pencampuran oli dengan bensin untuk menciptakan api di ruang api. Pipa uap digunakan untuk membawa uap dengan tekanan tinggi ke bawah insinerator atau ke atas burner oli, sementara pipa air masuk berfungsi sebagai tempat memasukkan air ke dalam tabung dan menjaga tinggi air di dalamnya. Ring ruang pembakaran menjaga masuknya O₂ ke dalam ruang

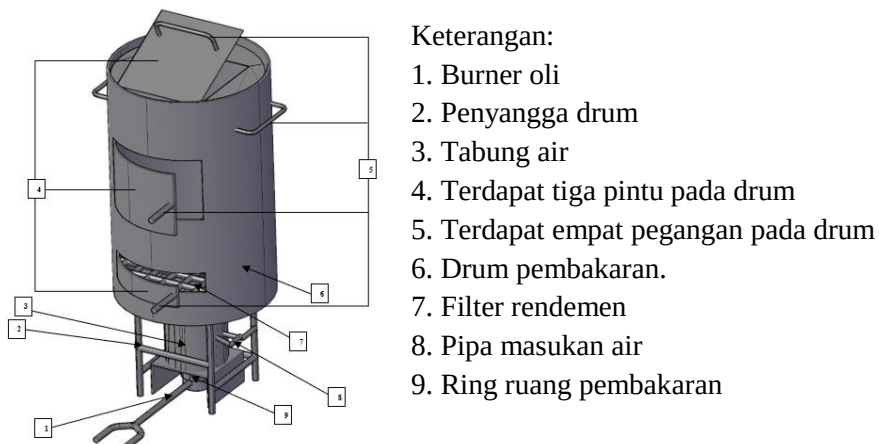
pembakaran, sehingga pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna. Nozzle berfungsi sebagai tempat keluarnya uap, dan drum pembakaran menjadi tempat pembakaran sampah.



Gambar 1. Rancangan teknis drum pembakaran dan kompor pembakaran

2.4 Rancangan Struktural

Rancangan struktural dari penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2. Terdapat sembilan bagian utama dari insinerator diantaranya burner oli, penyangga drum, tabung air, pintu, pegangan, drum pembakaran, filter rendemen, pipa masukan air, dan ring ruang pembakaran.



Gambar 2. Rancangan struktural insinerator

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Alat Insinerator Tipe TEP-1

Alat insinerator tipe TEP-1 terdiri dari beberapa bagian yang didesain untuk membakar sampah. Bagian – bagian dari alat insinerator yaitu tabung air, corong keluaran api, burner oli, drum pembakaran, pintu, kaki penyangga drum, filter rendemen, dan pegangan drum pembakaran. Semua bagian alat tersebut saling berhubungan satu sama lain dan memiliki fungsi serta perannya masing – masing. Hasil dari perancangan alat beserta komponen yang terdapat pada alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat insinerator tipe TEP-1

Alat insinerator ini dibuat menggunakan plat besi berbentuk tabung. Penggunaan besi dalam metode pembakaran untuk mempertahankan suhu yang berada pada ruang insinerator, supaya air dalam tabung cepat panas dan menghasilkan uap. Pada prinsipnya, uap panas akan bertemu dengan api hasil pembakaran oli, dan menimbulkan api yang besar, hal ini disebut hidrokarbon. Pada alat ini terdapat pegangan pada sisi tabung dan juga penyangga drum yang berguna dalam proses pemindahan alat insinerator ini sebelum atau sesudah digunakan. Dengan adanya pegangan pengguna dapat memindahkan alat tersebut sesuai dengan keinginan.

3.2 Rancangan Struktural Insinerator Tipe TEP-1

Alat insinerator tipe TEP-1 terdiri dari tabung air, corong keluaran api, *burner* oli, drum pembakaran, pintu, kaki penyangga drum, filter rendemen, dan pegangan drum pembakaran.

3.2.1 Tabung Air

Tabung air berbentuk silinder, dengan diameter 22,5 cm dan tinggi 28 cm dengan ketebalan 1 mm. Bagian dalam ada ruang untuk keluaran api berdiameter 7,5 cm, dan dalam tabung air juga terdapat pipa masukan uap, serta ada dua titik lubang masukan air.

3.2.2 Pipa Keluaran Api

Pipa keluaran api berbentuk tabung dengan diameter 7,5 cm, tinggi 34 cm, dan ketebalan 3 mm. Masuknya api dari bagian bawah pipa yang didorong dan bercampur dengan uap, dan keluar melalui ujung atas pipa.

3.2.3 Pipa Masukan Air

Pipa masukan air berbentuk sudut 45° berjumlah 2 batang dengan total panjang per pipanya 16 cm. Pada ujung pipa dimodifikasi dengan ditambah mur sebagai pengunci atau penutup dari pipa menggunakan baut.

3.2.4 Kaki Kompor

Kaki kompor berbentuk siku dan berada pada bawah tabung air dibagian kanan dan kiri, dengan masing-masing kaki memiliki panjang 24 cm serta tinggi 12 cm.

3.2.5 Ring Burner Oli

Ring *burner* oli berbentuk bulat atau seperti cincin, dengan berdiameter 12 cm dan tinggi 6 cm. Ring *burner* oli terletak pada bagian bawah tepat pipa keluaran api, serta melindungi pipa *nozzle* keluaran uap dan ring ini juga berada di atas *burner* oli.

3.2.6 Pipa Keluaran Uap

Pipa keluaran uap atau disebut juga *nozzle* berbentuk seperti pipa dengan diameter 1,5 cm, pipa ini berada tepat di bawah tengah pipa tempat jalur masuknya api serta berada di atas dari *burner* oli atau tempat nyala api.

3.2.7 Burner Oli

Burner oli berbentuk seperti mangkuk, dengan diameter 10 cm dan tinggi 5 cm. Untuk memaksimalkan penggunaan *burner* berkapasitas 131 ml, ditambahkan gagang atau tongkat pegangan sepanjang 39 cm serta *handgrip* berbentuk seperti ujung garpu dengan masing-masing memiliki panjang 17,5 cm.

3.2.8 Penyangga Drum Sampah

Penyangga ini berbentuk persegi bila dilihat dari atas, dengan masing-masing sisi memiliki panjang 30 cm. Bila dilihat dari samping, penyangga ini memiliki tinggi 39 cm. Lalu di setiap sisi, ditambahkan behel tambahan, guna memperkuat struktur dengan memiliki masing-masing panjang 30 cm.

3.2.9 Drum Sampah

Drum sampah ini berbahan dasar kaleng atau besi, berbentuk tabung layaknya drum pada umumnya, dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi dimensi drum sampah

Keterangan	Dimensi
Ketebalan	1 mm
Kapasitas	209 liter
Diameter dalam	57 cm
Keliling dalam	178,98 cm
Diameter luar	58,5 cm
Keliling luar	183,69 cm
Tinggi total	89 cm

Pada drum ini juga diberikan beberapa modifikasi seperti pembuatan 3 pintu (atas, badan drum, badan bawah drum) lalu tambahan komponen seperti dua pegangan di kiri serta kanan atas badan drum, serta komponen behel filter rendemen pada bagian dalam bawah drum.

3.2.10 Pegangan Drum

Pegangan drum berbahan dasar besi padat dengan ketebalan 12 mm, dengan panjang 25 cm dan lebar 8 cm pada kedua sisi kanan kiri drum.

3.2.11 Pintu Drum

Terdapat tiga pintu drum dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi pintu drum

No.	Keterangan	Panjang	Lebar
1.	Pintu atas	37 cm	35 cm
2.	Pintu badan	37 cm	24 cm
3.	Pintu badan bawah	34 cm	8 cm

Pada pintu atas dibuat pegangan berbentuk u dengan dimensi panjang 15 cm dan tinggi 6 cm, pada pintu bagian badan dan bawah badan juga dibuat gagang berbahan dari behel besi berbentuk lurus dengan ukuran 7 cm.

3.2.12 Behel Filter Rendemen

Behel filter rendemen dibuat dari behel besi padat dengan berbentuk saringan besar, dengan ukuran 7x7 pada masing-masing kotaknya.

3.3 Rancangan Fungsional Insinerator Tipe TEP-1

Insinerator ini dirancang untuk membakar sampah secara efisien. Tabung air berfungsi sebagai jantung dari sistem, menyalurkan api, menerima air, dan menyalurkan uap yang dihasilkan dari pembakaran. Pipa keluaran api bertanggung jawab untuk menyalurkan api yang berasal dari tabung air, sementara pipa masukan air berfungsi untuk memasukkan air ke dalam tabung air. Kaki kompor menopang dan menyangga keseluruhan insinerator, menjaga stabilitas dan keamanannya.

Ring *burner* oli berperan dalam menyalurkan api dari tabung air ke *burner* oli, di mana bahan bakar oli dibakar untuk menghasilkan api. Pipa keluaran uap berfungsi untuk menyalurkan uap yang dihasilkan dari pembakaran di dalam tabung air. Penyangga drum sampah menopang dan menyangga drum sampah, yang berfungsi sebagai tempat untuk membakar sampah.

Pegangan drum memudahkan pemindahan dan pengangkatan drum sampah, sementara pintu drum memungkinkan pembukaan dan penutupan drum sampah. Behel filter rendemen bertugas menyaring rendemen yang dihasilkan dari pembakaran sampah, memastikan proses pembakaran berjalan dengan bersih dan efisien.

3.3.1 Kapasitas Alat

Berdasarkan hasil uji kinerja yang dilakukan, insinerator ini menunjukkan performa yang baik dalam membakar sampah. Berikut analisis teknis secara komprehensif:

Kapasitas pembakaran insinerator ini memiliki kapasitas pembakaran yang mampu membakar 30 kg sampah dalam waktu 180 menit. Ini menunjukkan kemampuan pembakaran yang efisien, dengan laju pembakaran sekitar 10 kg/jam. Meskipun laju ini lebih rendah dibandingkan dengan insinerator lain yang mungkin memiliki kapasitas lebih tinggi, efisiensi proses tetap terjaga. Dengan pengelolaan yang baik, insinerator ini dapat menjadi pilihan yang efektif untuk pengolahan sampah.

Efisiensi termal dengan kapasitas pembakaran 10 kg/jam dan konsumsi bahan bakar 4,33 ml/kg, efisiensi termal insinerator ini sekitar 70-75%. Angka ini cukup baik, menunjukkan bahwa insinerator memanfaatkan energi bahan bakar secara optimal untuk membakar sampah, meskipun ada ruang untuk peningkatan efisiensi.

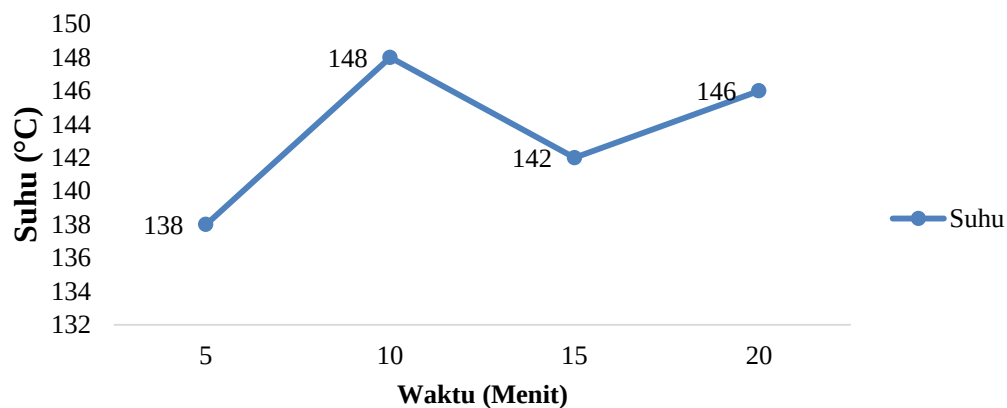
Emisi dan rendemen selama uji coba, tidak ada masalah signifikan terkait emisi atau sisa pembakaran (rendemen). Jumlah rendemen yang dihasilkan dari pembakaran 30 kg sampah adalah 7,783 kg, atau sekitar 25,94% dari total sampah yang dibakar. Jumlah rendemen yang relatif kecil

menunjukkan efisiensi pembakaran yang tinggi, dengan sebagian besar sampah terbakar sempurna. Penanganan rendemen akan lebih mudah dibandingkan jika jumlahnya lebih banyak, sehingga mengurangi beban kerja dalam pengelolaan sisa pembakaran.

3.4 Hasil Uji Kinerja Insinerator

3.4.1 Pengukuran Suhu

Pada menit ke-5 hingga menit ke-10, suhu mengalami kenaikan dari 138°C menjadi 148°C, menunjukkan laju kenaikan suhu yang positif. Namun, pada menit ke-10 hingga menit ke-15, suhu mengalami penurunan dari 148°C menjadi 142°C, menunjukkan laju kenaikan suhu yang negatif atau terjadi penurunan suhu. Selanjutnya, pada menit ke-15 hingga menit ke-20, suhu kembali mengalami kenaikan dari 142°C menjadi 146°C, menunjukkan laju kenaikan suhu yang positif.



Gambar 4. Grafik pengukuran suhu

Selama fluktuasi suhu masih berada dalam rentang yang dapat dikendalikan oleh sistem, hal tersebut masih dapat dianggap normal dan tidak mengganggu kinerja insinerator secara keseluruhan.

3.4.2 Laju Pembakaran (L_p)

Laju pembakaran dihitung dapat dihitung melalui perbandingan bobot bahan yang dibakar (m), dengan waktu pembakaran (t). Dalam uji kinerja ini bahan yang digunakan adalah sampah rumah tangga dengan bobot 30 kg dalam waktu 180 menit dengan hasil 10 kg/jam.

$$L_p = \frac{30}{3} \left(\frac{kg}{jam} \right) = 10 \text{ kg/kam} \quad (1)$$

3.4.3 Rendemen Arang

Rendemen arang digunakan untuk mengetahui kesempurnaan proses pembakaran. Parameter yang diukur untuk menganalisis rendemen arang adalah massa arang hasil pembakaran dan massa limbah yang dibakar. Nilai rendemen arang dihitung dengan perbandingan massa arang dengan massa sampah. Dalam uji kinerja ini massa sampah yang dibakar 30kg dengan rendemen arang yang dihasilkan 4325 g atau 4,325 kg.

$$\text{Rendemen arang} = \frac{4,325}{30} \times 100\% = 14,42\% \quad (2)$$

Berdasarkan rumus perhitungan di atas, rendemen arang yang dihasilkan dari satu kali pembakaran 30 kg sampah yaitu 14,42%. Hal ini menunjukkan bahwa pembakaran ini mampu menghasilkan rendemen arang yang relatif sedikit. Hal ini sejalan dengan prinsip kerja insinerator yang lebih mengutamakan efisiensi pembakaran untuk mereduksi volume sampah, dibandingkan dengan menghasilkan arang sebagai produk samping (Arinih, 2019)

3.4.4 Rendemen Abu

Rendemen abu digunakan untuk menentukan kapasitas proses pembakaran. Parameter yang diukur dengan analisis rendemen abu adalah massa abu hasil pembakaran dan massa sampah. Nilai hasil abu dihitung sebagai persentase rasio massa abu terhadap massa sampah. Dalam uji kinerja ini massa sampah yang dibakar 30kg dengan rendemen abu yang dihasilkan 3458 g atau 3,458 kg.

$$\text{Rendemen abu} = \frac{3,458}{30} \times 100\% = 11,53\% \quad (3)$$

Berdasarkan rumus perhitungan di atas, rendemen abu yang dihasilkan dari satu kali pembakaran 30kg sampah yaitu 11,53%. Hal ini menunjukkan bahwa pembakaran ini mampu menghasilkan rendemen abu yang sedikit. Hal ini sejalan dengan prinsip kerja insinerator yang dirancang untuk membakar sampah secara efisien dan mereduksi volume sampah secara optimal.

3.4.5 Efisiensi Insinerator

Analisis efisiensi alat dilakukan

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi alat (\%)} &= 100\% - (\text{Rendemen Arang(\%)} + \text{Rendemen Abu(\%)}) \\ &= 100\% - (14,42(\%) + 11,53(\%)) \\ &= 77,05 \% \text{ (Lelawati, 2015)} \end{aligned} \quad (4)$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, menunjukkan bahwa efisiensi insinerator mencapai 77,05% menunjukkan bahwa alat tersebut beroperasi dengan sangat efisien dalam memanfaatkan kalor yang dihasilkan dari pembakaran sampah. Nilai efisiensi kalor insinerator sebesar 77,05% mengindikasikan bahwa sebagian besar kalor yang masuk ke dalam sistem dapat dimanfaatkan secara optimal, baik untuk memanaskan air dan menghasilkan uap panas, maupun untuk memanaskan udara pembakaran. Hal ini sejalan dengan prinsip kerja insinerator yang dirancang untuk memaksimalkan efisiensi pembakaran demi mereduksi volume sampah secara efektif.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini insinerator memiliki performa yang baik dalam berbagai aspek. Dari segi kapasitas alat, insinerator mampu membakar 30 kg sampah dalam waktu 180 menit dengan laju pembakaran 10 kg/jam. Konsumsi bahan bakar campuran (110 ml oli dan 20 ml bensin) hanya 4,33 ml/kg sampah, dengan efisiensi termal mencapai 70-75%. Jumlah rendemen yang dihasilkan hanya 25,94% dari total sampah yang dibakar, menunjukkan efisiensi pembakaran yang cukup baik. Dari segi kinerja insinerator, laju suhu mengalami fluktuasi namun masih dalam batas normal dan tidak mengganggu kinerja. Laju pembakaran mencapai 10 kg/jam, menunjukkan kemampuan pembakaran yang efisien. Rendemen arang hanya 14,42% dan rendemen abu 11,53%, sesuai dengan prinsip insinerator yang dirancang untuk mereduksi volume sampah secara optimal. Efisiensi insinerator mencapai 77,05%, menunjukkan pemanfaatan kalor yang optimal untuk pembakaran sampah.

4.2 Saran

Melakukan kajian lebih lanjut untuk mengoptimalkan desain insinerator, seperti modifikasi penambahan destilasi asap cair dan memperbesar dimensi drum pembakaran.

Daftar Pustaka

- Arinih, C. 2019. Efisiensi Pembakaran Sampah Organik Dan Analisis Kualitas Limbah Yang Dihasilkan Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 1(1):
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Timbulan Sampah Menurut Provinsi di Indonesia*. Diakses dari <https://sipsn.menlhk.go.id/>
- Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung. (2023). *Timbulan Sampah di Kota Bandar Lampung*. Diakses dari <https://bandarlampungkota.bps.go.id/>
- Badan Pusat Statistik. (2020). Statistik Indonesia 2020. Diakses dari <https://www.bps.go.id/>
- Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung. (2020). *Jumlah Rumah Tangga di Kota Bandar Lampung*. Diakses dari <https://bandarlampungkota.bps.go.id/>
- Lasmana, A., & Dkk. 2021. Rancang Bangun Alat Pembakar Sampah (Incinerator)., Vol. 2(1): 35-40.
- Wati, R., Sari, M., & Nurhidayati, D. (2023). *Optimization of Used Oil Combustion in Incinerators*. *Journal of Cleaner Production*, 350, 131-140.