

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk yang terus bertambah menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara semakin meningkat, sedangkan ketersediaannya semakin menipis. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 mencatat, mayoritas (82,78%) rumah tangga di indonesia menggunakan *Liquified Petroleum Gas* (LPG), dan sebanyak (11,76%) rumah tangga masih menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan dan menunjang kegiatannya, misal kegiatan memasak dalam kebutuhan rumah tangga. Provinsi dengan persentase rumah tangga yang menggunakan gas elpiji untuk memasak tertinggi adalah Sumatera Selatan, yakni sebanyak 92,40%. Sementara yang terendah berada di Nusa Tenggara Timur, yakni hanya 1,40%. Itu karena mayoritas atau 69,28% rumah tangga di provinsi Nusa Tenggara Timur menggunakan kayu bakar untuk memasak.

Energi merupakan kebutuhan pokok bagi kegiatan sehari-hari mulai dari kebutuhan di bidang industri hingga kebutuhan rumah tangga. Energi kini menjadi kebutuhan yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia. Konsumsi energi akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk dunia, meningkatnya teknologi transportasi, dan munculnya industri baru (Victorio dan Indra, 2022). Sebagai sumber daya alam, energi harus dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kesejahteraan masyarakat dan pengelolaannya harus mengacu pada asas pembangunan berkelanjutan. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya energi baik yang bersifat *unrenewable* maupun yang *renewable resources*. Namun demikian, eksplorasi sumber daya energi lebih banyak difokuskan pada energi fosil yang bersifat *unrenewable resources* sedangkan energi yang bersifat *renewable* relatif belum banyak dimanfaatkan. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan energi fosil, khususnya gas dan minyak mentah,

semakin langka yang menyebabkan Indonesia saat ini menjadi net importir gas dan minyak mentah dan produk-produk turunannya.

Konsumsi energi terbesar di Indonesia dikelompokkan ke dalam empat kelompok besar pengguna, yaitu industri, rumah tangga, komersial, dan transportasi. Konsumsi biomassa di tingkat rumah tangga banyak dilakukan di daerah pedesaan, yaitu biomassa dalam bentuk bahan bakar untuk kepentingan memasak dengan tungku (kompor). Penggunaan biomassa di tingkat rumah tangga dilakukan tanpa melalui proses dan teknologi yang rumit. Kegiatannya cenderung merupakan pembakaran langsung dengan menggunakan tungku tradisional (Abimanyu dan Hendrana, 2014). Masyarakat perdesaan pada umumnya masih menggunakan kayu bakar untuk kegiatan memasak dengan tungku tradisional yang efisiensi pembakarannya masih sangat rendah dan proses pembakaran tidak sempurna (Haryana, 2019). Penggunaan tungku konvensional atau yang biasa disebut dengan tungku tiga batu (Three stone stove) memiliki beberapa kekurangan seperti panas yang terbuang dan kadar *CO* yang tinggi, tentu ini sangat tidak efisien jika terus digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan memasak.

Saat ini ada beberapa pengembangan teknologi untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, salah satunya tungku biomassa jenis roket (*rocket stove*). Tungku biomassa jenis roket adalah salah satu tungku modern yang menggunakan biomassa sebagai bahan bakar utama. Tungku tersebut dirancang untuk meningkatkan efisiensi termal dan mengurangi konsumsi bahan bakar ke tingkat yang lebih besar. Kombinasi antara bahan bakar yang sedikit dan efisiensi pembakaran yang ditingkatkan membuat transfer panas yang maksimal terkait dengan pembakaran bahan bakar briket (Ahmed dan Imhade, 2016). *Rocket stove* merupakan salah satu solusi alternatif, guna mengantipasi kelangkaan gas elpiji bersubsidi di pasaran. Kompor ini menggunakan kayu berukuran kecil sebagai bahan baku utama. Kayu dibakar dalam ruang pembakaran sederhana yang menyatu dengan saluran vertikal yang sekaligus berfungsi sebagai cerobong. Pembakaran diperkirakan hampir sempurna sebelum api mencapai permukaan untuk dapat memasak. Kelebihan *rocket stove* ini dapat dilakukan pembakaran kayu dengan

temperatur yang tinggi dibandingkan dengan kompor biomassa lainnya, hal inilah yang diperkirakan menyebabkan pembakaran menjadi sempurna. Selanjutnya kompor ini dapat menghasilkan energi panas berguna yang lebih banyak, sehingga tidak menimbulkan banyak asap serta ramah lingkungan. Besar kecil api yang diperlukan saat memasak dapat diatur lewat udara yang masuk ke dalam ruang bakar dan dengan menggunakan bahan bakar kayu yang sedikit, dapat menghasilkan api yang besar (Soekardi dan Sidiq, 2020).

Di dalam perencanaan desain terdapat beberapa pertimbangan agar mendapatkan hasil yang baik. Pertimbangan desain ICS dapat diklasifikasikan menjadi tiga kriteria utama, yaitu: sosial, rekayasa, dan pengembangan dan ekologi. efisiensi tertinggi tungku jenis roket pada diameter 3 in dan ketinggian cerobong 6 in sebesar 26 %. Dalam hal ini dikarenakan dengan diameter 3 in memiliki area perpindahan panas yang lebih kecil dibanding tungku berdiameter 4,5 in dan 6 in. Semakin besar diameter dan bertambahnya ketinggian menyebabkan bertambahnya area perpindahan panas pada tungku yang menyebabkan bertambahnya kehilangan panas ke lingkungan (Hudelson dkk, 2011). Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu diatas timbul keinginan untuk merancang kompor biomassa dengan diameter 4,5 inch dan panjang cerobong 9 inch dan memberikan isolasi sehingga diperkirakan mampu meningkatkan efisiensi termal kompor.

Berdasarkan hasil penelitian tentang tungku di seluruh dunia ditemukan bahwa keberhasilan program dari *improve cooks stove* (ICS) yang diterima masyarakat adalah apabila memiliki efisiensi yang tinggi, memiliki kemampuan mengurangi polusi udara dan kompor yang aman karena dilengkapi dengan bahan isolasi (Urmee dan Gyamfi., 2014). Hasil analisis data dari berbagai jenis *rocket stove* menunjukkan bahwa tungku yang ditambah dengan isolasi mampu meningkatkan efisiensi kompor sekitar 20% - 40% (MacCarty dkk, 2015).

Pemberian isolasi ini juga diperkirakan dapat mengurangi emisi gas buang karena temperatur kompor relatif lebih tinggi di ruang bakar. Ketika *supply* udara ke ruang bakar yang besar karena tarikan alamiah yang meningkat, disamping dapat meningkatkan efisiensi pembakaran juga akan dapat mengurangi emisi gas buang.

Secara teori pembakaran hal ini dimungkinkan karena banyaknya oksigen yang tersuplai ke ruang bakar, kecepatan aliran serta turbulensi udara yang meningkat dan temperatur ruang bakar yang tinggi. Kesemua faktor-faktor tersebut secara simultan dapat menyebabkan meningkatnya konversi gas  $CO$  menjadi  $CO_2$ .

Pemilihan bahan isolasi yang tepat harus didasarkan pada biaya, ketersediaan bahan, konduktivitas termal yang rendah, memiliki massa jenis yang ringan, daya tahan material dan kemampuan menghambat panas yang baik. Beberapa jenis bahan isolasi yang bisa digunakan sebagai isolasi kompor biomassa antara lain: tanah liat, keramik, *rockwool*, *fiberglass*, busa poliuretan, polistirena dll. Berdasarkan beberapa faktor yang menjadi pertimbangan maka dipilih bahan isolasi pada penelitian ini adalah tanah liat.

Tanah liat merupakan tanah yang mengandung mineral silikat yang berukuran mikro. Diameter partikel silikatnya lebih kecil dari 4 mikrometer. Biasanya, tanah ini berwarna keabu-abuan dengan tekstur yang lengket saat basah dan umum dikenal sebagai tanah lempung. Beberapa tempat yang banyak mengandung tanah lempung, yaitu pinggiran sungai, danau, serta rawa. Salah satu kegunaan tanah liat adalah dijadikan bahan baku pembuatan keramik dan porselin. Tanah liat merah (earthenware clay) ini sangat banyak terdapat di alam. Tingkat keplastisannya cukup, sehingga mudah dibentuk, warna bakar merah coklat dan titik leburnya sekitar  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  s/d  $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Banyak digunakan di industri bata genteng dan gerabah kasar dan halus. Warna alaminya tidak merah terang tetapi merah bata, karena kandungan besinya mencapai 8% (Sugihartono, 2009).

*Rocket stove* umumnya dibuat dari pipa yang berbentuk silinder. Tebal isolasi kritis merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam analisis proses *heat transfer* pada suatu silinder. Penambahan isolasi akan dapat menghambat panas, namun penambahan isolasi yang terlalu tebal dapat meningkatkan diameter dan luas permukaan perpindahan panas. Peningkatan luas permukaan perpindahan panas akan meningkatkan perpindahan panas konveksi ke lingkungan. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan ketebalan isolasi yang tepat dan dapat diperkirakan berdasarkan ketebalan isolasinya.

Setiap permukaan yang memiliki temperatur yang lebih tinggi (lebih panas) bila dibandingkan temperatur sekitarnya akan mengalami pelepasan kalor (kehilangan panas atau *heat loss*), sehingga menaikkan temperatur lingkungan menjadi lebih tinggi. Banyaknya panas yang hilang ini tergantung pada banyak faktor, tapi temperatur permukaan dan ukurannya merupakan faktor yang sangat dominan (F. Burlian dan M.I Khoirullah, 2014). Dengan terjadinya proses pembakaran di ruang bakar sehingga menghasilkan gas panas yang memiliki energi termal bertemperatur tinggi dibandingkan dengan temperatur udara luar disekeliling ruang bakar. Akibat adanya beda temperatur antara gas panas di dalam ruang bakar dengan temperatur udara lingkungan di luar ruang bakar terjadilah perpindahan panas dari dalam ruang bakar keluar ke udara lingkungan melalui dinding-dinding ruang bakar. Jika perpindahan panas keluar dari ruang bakar terlalu besar hal ini akan menyebabkan berkurangnya efisiensi konversi energi thermal dari proses pembakaran biomassa yang dilakukan (Faisal. M dkk, 2014). Berdasarkan pernyataan tersebut perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang penyebab kehilangan panas pada kompor.

*Water Boiling Test* (WBT) merupakan metode pengujian yang umumnya digunakan untuk mengetahui prestasi suatu tungku biomassa berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan. WBT menghasilkan rasio perbandingan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar terhadap kalor yang diterima oleh air untuk menaikkan suhu air dan menguapkannya (PCIA dan Global, 2013). WBT dilakukan dengan tiga tahap, yaitu *cold start*, *hot start*, dan *simmer*. *Cold start* merupakan tahap pertama dalam melakukan *water boiling test*, dimana pengujian dengan menggunakan sejumlah bahan bakar untuk mendidihkan sejumlah air dalam sebuah panci dengan temperatur panci, air dan kompor sama dengan temperatur ruangan. *Hot start* merupakan tahap kedua dimana air dididihkan dengan kompor yang telah panas dengan tujuan untuk mengidentifikasi perbedaan daya guna kompor ketika sedang dingin dan ketika sudah panas. Pengujian tahap ketiga adalah *simmer*, dimana pengujian menggunakan panci dan air yang telah mendidih pada tahap dua. Air yang telah mendidih tersebut dipanaskan selama 45 menit dan suhu air harus tetap terjaga sekitar 3°C di bawah titik didih selama proses *simmer*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian tungku biomassa jenis roket dapat dirumuskan dengan:

1. Berapa ketebalan isolasi kritis kompor roket?
2. Bagaimana laju perpindahan panas dan kehilangan panas (heat loss) pada kompor biomassa sebelum dan sesudah di isolasi?
3. Bagaimana pengaruh penambahan isolasi tanah liat terhadap efisiensi termal kompor roket?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa ketebalan isolasi kritis kompor roket
2. Untuk mengetahui bagaimana laju perpindahan panas dan kehilangan panas (Heat loss) pada kompor roket sebelum dan sesudah di isolasi.
3. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan isolasi berbahan tanah liat terhadap efisiensi termal kompor roket.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah diberikan dengan tujuan agar pembahasan dari hasil yang didapatkan lebih terarah. Adapun batasan ruang lingkup yang akan dibahas adalah:

1. Bahan bakar yang digunakan adalah kayu jati.
2. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Water Boiling Test*.
3. Bahan isolasi dari tanah liat.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi peluang pemanfaatan salah satu teknologi tepat guna yaitu tungku biomasa jenis roket.
2. Data hasil penelitian bisa dimanfaatkan untuk pengembangan tungku biomassa jenis roket.