

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plasma merupakan gas terionisasi yang sering disebut sebagai zat fase keempat. Plasma dihasilkan ketika gas diberikan energi yang cukup untuk memecah integritas molekul menjadi ion, elektron, dan spesies sub-atom lainnya [1]. Plasma akan terbentuk dengan menggunakan dua buah elektroda dan memberikannya tegangan listrik yang cukup tinggi sehingga nantinya akan menghasilkan loncatan ion [2]. Semburan plasma dapat muncul seperti api, dengan memiliki kemampuan ionisasi yang lebih tinggi dan dapat mencapai temperatur dan tekanan yang tinggi [3]. Plasma dimanfaatkan dalam berbagai macam teknologi seperti pemotongan, pengelasan plasma, penyemprotan plasma, dan gasifikasi sampah untuk pembuangan limbah. Teknologi plasma tidak menggunakan bahan kimia dan tidak membutuhkan lahan yang luas, sehingga proses dari penguraian senyawa organik oleh plasma berlangsung dengan cepat [4].

Teknologi plasma, seperti microwave plasma torch yang memanfaatkan gelombang mikro dalam proses gasifikasi dan pengurangan kadar gas CO. Sistem yang komprehensif ini menghasilkan konsentrasi radikal yang tinggi dengan suhu elektron yang rendah, sehingga mencapai tingkat disosiasi tertinggi dan tingkat rekombinasi terendah. *Microwave plasma torch* bisa digunakan untuk pengolahan sampah menjadi gas sintetik [5]. Penelitian tentang *microwave plasma torch* ini berasal dari *powerhead microwave MUEGGE* yang menemukan pembuatan sumber plasma pada tekanan atmosfer yang digunakan. Frekuensi gelombang mikro yang dihasilkan 2,45 GHz dan 915 MHz [6]. Gelombang mikro digunakan untuk menghasilkan konsentrasi medan elektromagnetik yang sangat tinggi akan membantu dalam memecah partikel bermuatan yang terdapat di dalam gas hasil dari gasifikasi.

Dalam proses gasifikasi ini, kuat arus sangat berpengaruh dalam pembentukan semburan plasma. Semakin tinggi arus yang digunakan, semakin tinggi suhu di busur plasma [7]. Penggunaan busur plasma dalam proses gasifikasi dapat efektif mengelola berbagai bahan limbah yang sangat berbahaya, baik dengan cara menetralkan toksisitasnya atau dengan menghasilkan produk baru melalui pengolahan limbah [8]. Gasifikasi merupakan teknologi proses mengkonversi bahan padat menjadi gas yang mudah terbakar [9]. Metode pengolahan sampah menjadi senyawa gas seperti *syngas* biasanya terdiri dari gas CO, H₂, CO₂ dengan menggunakan jumlah oksigen yang lebih rendah daripada yang diperlukan dalam proses insinerasi biasa [10]. Gasifikasi plasma merupakan sebuah teknologi yang menggunakan lucutan listrik untuk menguraikan unsur pada suatu material. Gasifikasi plasma menjadi salah satu metode yang efektif dalam mengubah berbagai senyawa organik dan anorganik menjadi elemen dasar dari

sebuah senyawa, yang dapat digunakan kembali (*reuse*) dan didaur ulang (*recycle*) [11]. Gas yang dihasilkan dalam proses gasifikasi dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar. Hal ini menyebabkan teknologi gasifikasi plasma telah dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain untuk memanfaatkan energi dari *syngas* [12].

Pengolahan sampah menggunakan metode gasifikasi sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. S. Rizal, dkk, 2020 melakukan penelitian mengenai metode gasifikasi produksi gas metan dari ampas tebu dengan peningkatan temperatur 300°C-500°C menggunakan debit udara 10-20 L/menit dengan katalis zeolit. Metode gasifikasi memerlukan tungku *gasifier updraft* yang bisa dioperasikan pada temperatur tinggi dan bisa mengkonversi limbah biomassa menjadi *syngas* dengan konversi tinggi. Hasil dari penelitian ini, semakin meningkatnya temperatur gasifikasi maka produksi *syngas* CO juga semakin meningkat. Didapatkan kadar *syngas* pada temperatur 300°C konsentrasi gas CO sebesar 18,84%. Temperatur 350°C konsentrasi gas CO sebesar 19,78%. Temperatur 400°C konsentrasi gas CO sebesar 21,24%. Tetapi pada temperatur 450°C konsentrasi gas CO sebesar 18,84%, terjadi penurunan konsentrasi gas CO dikarenakan bahan bakar yang digunakan pada temperatur 450°C semakin berkurang dengan bertambahnya temperatur yang digunakan selama proses gasifikasi [13]. Najwa Hiyati Abdul Halim, dkk, 2019 telah melakukan penelitian tentang gasifikasi limbah *Palm Mesocarp Fibre* (PMF) basah dan kering dengan *steam* menggunakan *fluidized bed gasifier*. Dalam penelitian ini, meningkatnya suhu gasifikasi dari 650°C ke 900°C menyebabkan komposisi gas CO meningkat dari 31,23% menjadi 45,89% pada PMF basah dan 34,34% menjadi 47,68% pada PMF kering [14]. Hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya didapatkan bahwa dengan meningkatnya suhu gasifikasi maka komposisi gas CO juga akan meningkat. Namun, teknologi gasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini memiliki sistem yang cukup rumit untuk digunakan langsung oleh masyarakat.

Karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari proses gasifikasi merupakan gas yang hasil pembakaran tidak sempurna yang bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Gas CO ini sering kali terhirup oleh manusia secara tidak sengaja, dan ketika gas tersebut masuk ke dalam tubuh, CO akan membentuk senyawa beracun karboksihemoglobin (HbCO) yang menggantikan oksigen (O₂) dalam darah. Kekurangan O₂ dalam dosis rendah dapat menyebabkan sakit kepala, sementara pada dosis tinggi dapat berakibatkan kematian. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengolahan gas buang dari reaktor untuk mengurangi bahaya bagi kesehatan dan lingkungan.

Gelombang mikro yang dihasilkan oleh magnetron pada *microwave plasma torch* akan membentuk medan elektromagnetik, yang secara tidak langsung dapat memengaruhi gas netral dalam asap, terutama apabila asap tersebut mengandung plasma atau partikel padat bermuatan. Medan elektromagnetik ini mampu mengubah arah gerakan partikel bermuatan, memicu reaksi kimia, serta

memanaskan molekul gas dan uap air dalam asap. Gelombang mikro ini meningkatkan suhu reaksi kimia, sehingga mempercepat laju reaksi, seperti konversi CO menjadi CO₂ atau senyawa lainnya.

Dengan demikian, penelitian ini akan menggunakan *microwave plasma torch* dalam mengubah limbah sampah padat menjadi gas sintetik dengan metode gasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gas buang karbon monoksida dari proses gasifikasi sampah padat sebelum dan sesudah diterapkan gelombang mikro serta memvariasikan kuat arus plasma terhadap busur plasma yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dijelaskan diatas maka dapat dibuat perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penggunaan *microwave plasma torch*.
2. Bagaimana penggunaan *microwave plasma torch* dalam proses gasifikasi sampah serta pengurangan kadar gas CO.
3. Bagaimana konsentrasi gas karbon monoksida yang dihasilkan dari proses gasifikasi sampah padat sebelum dan sesudah diterapkan gelombang mikro.
4. Bagaimana pengaruh kuat arus terhadap busur plasma yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menerapkan penggunaan *microwave plasma torch*.
2. Menganalisa efisiensi penggunaan *microwave plasma torch* dalam proses gasifikasi sampah serta pengurangan kadar gas CO.
3. Mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida yang dihasilkan dari proses gasifikasi sampah padat sebelum dan sesudah diterapkan gelombang mikro.
4. Mengetahui pengaruh kuat arus terhadap busur plasma yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penggunaan *microwave plasma torch* untuk memanfaatkan gelombang mikro yang ada dalam proses gasifikasi sampah.
2. Teknologi gasifikasi plasma dapat mengubah material sampah padat menjadi *syngas* yang bisa digunakan untuk menghasilkan energi yang efisien.
3. Dapat menghasilkan teknologi gasifikasi menggunakan busur plasma yang lebih efisien sehingga mampu mengoptimalkan pengolahan sampah padat.
4. Membantu pengembangan teknologi gasifikasi busur plasma yang dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil dalam pengolahan sampah padat.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Elektroda yang digunakan adalah elektroda dalam dan elektroda *nozzle* berbahan tembaga.
2. *Magnetron* yang digunakan bersifat terbatas, dengan memanfaatkan perangkat yang sudah tersedia.
3. Penelitian ini hanya mengukur kadar gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7.
4. Variasi kuat arus yang digunakan adalah 20A, 30A, dan 40A berasal dari mesin *plasma arc cutting Redbo Cut- 40*.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika Penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan informasi mengenai metodologi penelitian yang digunakan berupa metode penelitian, *flowchart* (diagram alir) penelitian, peralatan dan bahan penelitian yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdapat hasil dari pengolahan data dan analisis penelitian tugas akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA