

BAB I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 2006, Indonesia telah menggeser Malaysia sebagai negara terbesar penghasil kelapa sawit dunia [1]. Menurut Gabungan Asosiasi Pengusaha Sawit Indonesia (GAPKI) pada tahun 2015 Indonesia memproduksi minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) sebanyak 32,5 juta ton, sekaligus menjadikan Indonesia penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Secara keseluruhan, dunia telah memproduksi minyak sawit sebanyak 60,1 juta ton minyak kelapa sawit pada tahun 2015 dan Indonesia sendiri menghasilkan 54% dari total produksi dunia [2]. Menurut FAO (*Food and Agricultural Organization*) Perserikatan Bangsa-Bangsa, permintaan terhadap kelapa sawit akan meningkat 2 kali lipat di tahun 2020 dan 3 kali lipat di tahun 2050 .

Produksi minyak kelapa sawit Indonesia sendiri pada tahun 2015 menghasilkan 54% dari total produksi minyak kelapa sawit dunia. Produksi minyak kelapa sawit Indonesia sendiri telah mengalahkan produksi minyak kedele. GAPKI sendiri menargetkan memiliki target jangka panjang untuk memproduksi 40 juta ton CPO per tahun mulai dari tahun 2020 [3].

Di Indonesia pada tahun 2009 memiliki 968 buah perkebunan kelapa sawit, diantaranya terdiri dari 178 buah pabrik pemurnian minyak sawit (*refinery*), 58 buah pabrik minyak makan dan 7 buah pabrik oleh kimia [4]. Selain menghasilkan CPO, Pabrik Kelapa Sawit (PKS) juga menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah cair ini disebut juga dengan *Palm Oil Mill Effluent* (POME). POME ialah air buangan yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit yang berasal dari kondensat rebusan, *air hidrosiklon* dan *sludge separator*. POME mengandung bahan organik dan anorganik yang cukup tinggi, sehingga kadar pencemaran akan semakin tinggi [5]. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik minyak kelapa sawit berkisar antara 550-670 kg/ton tandan buah segar [6].

Untuk itu dilakukan berbagai cara untuk mengurangi kandungan organik yang tinggi dari POME, maka dilakukan pengolahan POME dengan menggunakan

kombinasi kolam aerob dan anaerob [7]. Pada pengolahan secara aerob menggunakan oksigen dan mikroba (bakteri, ganggang, jamur, dan lainnya) dalam mendegradasi kandungan organik POME. Secara anaerob pengolahan limbah cair tanpa menggunakan oksigen dan menggunakan filter media untuk tempat berkembangnya koloni bakteri membentuk lendir akibat fermentasi oleh enzim bakteri seperti kerikil, pasir, bola-bola plastik dan sebagainya. Pengolahan secara aerob dan anaerob ini kurang ekonomis karena memerlukan areal pengolahan limbah yang luas, timbulnya bau, dan kontaminasi air limbah di sekitar kolam yang membutuhkan waktu penahanan hidrolisis yang lama serta gas karbon monoksida yang dihasilkan tidak dapat dimanfaatkan [5].

Proses degradasi limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan metoda anaerob dengan membran mampu menghasilkan limbah yang lebih jernih dan tanpa meninggalkan padatan tersuspensi tetapi semua proses secara biologi ini masih memerlukan waktu pengolahan yang cukup lama [5].

Dengan memanfaatkan teknologi plasma DBD mampu mengurangi kandungan kontaminan organik yang terdapat pada POME sebelum dibuang ke lingkungan [8]. Penelitian ini menggunakan teknologi plasma DBD bertegangan tinggi untuk mengurangi kadar pencemaran dari POME.

Teknologi plasma *Dielectric Barrier Discharge* (DBD) dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair, padat dan gas [5]. Teknologi plasma DBD mampu menurunkan warna, *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair tekstil sebesar 47.7%, 76.50% dan 70.72% [9]. Teknologi plasma DBD merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan dapat mendegradasi kontaminan senyawa berbahaya yang terdapat pada limbah tersebut. Proses ini lebih efektif dikarenakan pengolahannya mengurangi lahan yang diperlukan, memperpendek waktu pengolahan dan mengurangi bau.

Produk samping sawit dan limbahnya mempunyai potensi besar sebagai sumber energi yang terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang belum banyak dimanfaatkan adalah energi dari biogas [10]. Pada saat penerapan plasma DBD pada POME maka akan menghasilkan spesies aktif seperti CO (karbon monoksida), H⁺

(hidrogen), O_3 (ozon) dan H_2O_2 (hidrogen peroksida) [11]. Gas-gas yang dihasilkan dari proses plasma DBD pada POME ini menghasilkan biogas yang diantara komposisinya adalah gas karbon monoksida.

Gas karbon monoksida yang dihasilkan merupakan gas hasil proses penjernihan POME plasma DBD. Gas ini dihasilkan dari degradasi senyawa organik yang terdapat pada POME. Akhir-akhir ini trend pemanfaatan karbon monoksida sebagai energi alternatif sedang ramai dibicarakan dan dikembangkan. karbon monoksida dipilih karena merupakan bahan bakar yang baik dan tidak menghasilkan polutan dari proses pembakaran dan hanya menghasilkan air. karbon monoksida juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil energi pada abad 21 tetapi, untuk memproduksi karbon monoksida masih butuh teknologi yang canggih dan mahal serta penyimpanan karbon monoksida dalam bentuk gas yang masih sulit [12].

Sampai sekarang belum diketahui nilai maksimal gas karbon monoksida yang dihasilkan pada waktu 1 jam, menggunakan plasma DBD tersebut. Untuk itu penulis akan menganalisis volume gas karbon monoksida yang terbentuk dari pemanfaatan teknologi plasma DBD limbah cair kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang ada, maka dapat dibuatlah perumusan masalah yaitu:

- a. Berapakah nilai rata-rata maksimal yang dihasilkan tegangan keluaran sensor gas karbon monoksida dari variasi tegangan 10 kV, 15 kV, 20 kV dan 25 kV dengan waktu 1 jam.
- b. Berapakah respon kenaikan tegangan keluaran sensor gas karbon monoksida dari berbagai variasi tegangan 10 kV, 15 kV, 20 kV dan 25 kV dengan waktu 1 jam.

1.3 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada rumusan masalah di atas, maka penelitian ini dibatasi pada:

- a. Sampel yang digunakan adalah limbah cair kelapa sawit sebanyak 800 mL untuk setiap pengujian variasi tegangan.
- b. Reaktor yang digunakan adalah 1 buah reaktor berbahan kaca pyrex dengan panjang 39,5 cm, lebar 23,5 cm dan tinggi 5,2 cm dan ketebalan sekitar 1 cm.
- c. Elektroda yang dipasang pada reaktor adalah elektroda berbentuk jarum-plat (*point to plane*), dengan jumlah elektroda jarum sebanyak 20 elektroda tembaga dan elektroda plat seng dengan ukuran 50 cm x 30 cm.
- d. Tegangan yang diterapkan adalah tegangan tinggi bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz.
- e. Tegangan yang diterapkan adalah 10 kV, 15 kV, 20 kV dan 25 kV dengan waktu 1 jam untuk setiap variasi tegangan.
- f. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data sebanyak 3600 data dengan interval waktu perekaman setiap 1 detik menggunakan Pico Data Logger ADC-20 dan Mikrokontroler Arduino-Uno.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan, tujuan yang di dapatkan adalah:

- a. Menentukan nilai maksimal gas karbon monoksida yang dihasilkan dari penerapan tegangan tinggi plasma DBD pada variasi tegangan 10 kV, 15 kV, 20 kV, 25 kV.
- b. Menentukan pengaruh dari variasi tegangan terhadap volume gas karbon monoksida yang dihasilkan.
- c. Menentukan respon nilai rata-rata maksimal dan minimum gas karbon monoksida yang di hasilkan dari variasi tegangan 10 kV,15 kV,20 kV dan 25 kV.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian tugas akhir ini diharapkan mampu mengurangi kontaminan organik dari POME dan untuk penelitian selanjutnya gas karbon monoksida ini dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif (biogas). Bagi penulis sendiri menambah

pengetahuan serta wawasan mengenai pemanfaatan teknologi plasma DBD tegangan tinggi untuk pengolahan limbah cair kelapa sawit (POME).

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian tugas akhir ini penulis melakukan:

- a. Studi literatur
Mempelajari literatur yang terkait dalam pembuatan tugas akhir.
- b. Menyiapkan dan merangkai sistem pengukuran
Mempersiapkan semua hal-hal yang terkait dalam merangkai alat dan pengukuran seperti, komponen dan software yang digunakan untuk pengukuran volume gas yang dihasilkan.
- c. Pengukuran tekanan, temperatur dan konsentrasi gas yang dihasilkan
Melakukan pengukuran dan perekaman data tekanan, temperatur dan konsentrasi gas kemudian menyimpan data hasil pengukuran ke laptop.
- d. Menghitung volume gas karbon monoksida
Memasukan data pengukuran ke rumus sehingga didapatkan volume gas.
- e. Analisis data
Dari data hasil penelitian lalu dianalisis, sehingga didapatkan kesimpulan.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, tujuan, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka

Memuat teori-teori terkait tentang limbah cair kelapa sawit, metode plasma berpenghalang dielektrik dan biogas.

BAB III Metodologi Penelitian

Membahas perangkat komponen dan aplikasi yang digunakan dalam sistem pengukuran volume gas, pengambilan sampel, proses dan langkah-langkah pengukuran serta pengolahan data hasil pengukuran.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menyajikan data-data hasil pengukuran dan perhitungan percobaan plasma metode berpenghalang dielektrik dan analisis percobaan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

