

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 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, di antaranya terdiri dari 178 buah pabrik pemurnian minyak sawit (*refinery*), 58 buah pabrik myak makan dan 7 buah pabrik oleo kimia [4]. Banyaknya perkebunan kelapa sawit yang di miliki Indonesia tentunya akan menghasilkan produk sampingan hasil olahan kelapa sawit seperti 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].

Sebelum dibuang ke perairan lingkungan, untuk mengurangi kandungan organik yang tinggi dari POME, maka dilakukan pengolahan POME dengan

menggunakan kombinasi kolam aerob dan anaerob [7]. Pada pengolahan secara aerob digunakanlah 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 metana 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% [8]. 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.

Pada penelitian sebelumnya telah diteliti mengenai gas yang dihasilkan dari proses plasma pada POME dengan metode DBD menggunakan tegangan tinggi AC [9], tetapi pada penelitian ini masih memiliki kekurangan seperti reaktor plasma DBD yang digunakan masih terbuat dari akrilik, sehingga kemungkinan untuk tembus dielektrik menjadi lebih mudah dan ukuran reaktor akrilik yang kecil, hanya mampu menampung limbah sebesar 500 mL.

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 OH^- (hidroksida), 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 hidrogen.

Gas hidrogen 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 hidrogen sebagai energi alternatif sedang ramai dibicarakan dan dikembangkan. Hidrogen dipilih karena merupakan bahan bakar yang baik dan tidak menghasilkan polutan dari proses pembakaran dan hanya menghasilkan air. Hidrogen juga dapat dimanfaatkan sebagai *fuel cell* sebagai penghasil energi pada abad 21 tetapi, untuk memproduksi hidrogen masih butuh teknologi yang canggih dan mahal serta penyimpanan hidrogen dalam bentuk gas yang masih sulit [10]. Untuk itu penulis akan menganalisis gas hidrogen yang terbentuk dari pemanfaatan teknologi plasma DBD pada pengolahan POME dengan berbagai variasi tegangan yang diterapkan.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Berapakah nilai rata-rata maksimum yang dihasilkan tegangan keluaran sensor gas hidrogen dari variasi tegangan 10 kV, 15 kV, 20 kV dan 25 kV?
- b. Berapakah respon kenaikan tegangan keluaran sensor gas hidrogen dari berbagai variasi tegangan 10 kV, 15 kV, 20 kV dan 25 kV.

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. Mengetahui nilai rata-rata maksimum tegangan keluaran sensor gas hidrogen pada pengolahan POME dari variasi tegangan 10 kV, 15 kV, 20 kV dan 25 kV.
- b. Mengetahui nilai rata-rata respon kenaikan tegangan keluaran sensor gas hidrogen dari berbagai 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 seperti kandungan BOD dan COD dan untuk penelitian selanjutnya gas H₂ 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 menganalisis gas yang dihasilkan.

c. Pengambilan data *Pico Data Logger*

Melakukan kalibrasi sensor (mendiamkan sensor sejenak setelah dihubungkan ke listrik) dan perekaman data tegangan keluaran sensor gas hidrogen kemudian menyimpan data hasil pengukuran ke laptop.

d. Analisis data

Menganalisis data yang didapat untuk kemudian membuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

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

Bahan dan Metode

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

BAB IV

Hasil dan Pembahasan

Menyajikan data-data hasil pengukuran pada penelitian plasma metode berpenghalang dielektrik dan menganalisis penelitian yang dilakukan.

BAB V

Kesimpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

