

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau *palm oil mill effluent* (POME) merupakan salah satu jenis limbah organik agroindustri berupa air, minyak dan padatan organik yang berasal dari hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan crude palm oil (CPO), Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit (CPO) akan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar [1].

Pada tahun 2005, PKS yang ada di Provinsi Riau, setiap unit PKS mempunyai kapasitas olah tandan buah segar (TBS) sawit berkisar antara 30-60 ton jam⁻¹. Bila setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah menghasilkan 0,4 ton hingga 0,7ton limbah cair, maka setiap unit PKS akan menghasilkan kira-kira 197.000 ton LCPKS per tahunnya [2].

Limbah cair pabrik kelapa sawit berwarna kecoklatan, terdiri dari padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan COD dan BOD tinggi 68.000ppm dan 27.000ppm, bersifat asam (pH nya 3,5 - 4), terdiri dari 95% air, 4-5% bahanbahan terlarut dan tersuspensi (selulosa,protein,lemak) dan 0,5-1% residu minyak yang sebagian besar berupa emulsi. Kandungan TSS LCPKS tinggi sekitar 1.330 – 50.700 mg/L , tembaga (Cu) 0,89 ppm , besi (Fe) 46,5 ppm dan seng (Zn) 2,3 ppm serta amoniak 35 ppm [3].

Pengolahan yang sering dilakukan di pabrik pengolahan kelapa sawit menggunakan proses anaerob dan dilanjutkan proses aerob. LCPKS pada kolam anaerobik primer dengan WPH 75 hari, menghasilkan LCPKS dengan kisaran

biochemical oxygen demand (BOD) 3.500- 5.000 ppm [4].

Hasil kolam anaerobik LCPKS dengan WPH 40 hari yang dilanjutkan ke kolam aerobik WPH 60 hari dapat menurunkan BOD dengan kisaran 200-230 ppm. BOD akan menurun dari 27.000 menjadi 2.500 mg/l dan diikuti dengan penurunan kandungan unsur hara setelah dilakukan pengolahan standar pabrik pada kolam anaerob sekunder jika dibandingkan dengan sebelum dilakukan pengolahan [5].

Penurunan BOD setelah dilakukan pengolahan akan diikuti dengan penurunan kandungan unsur hara N, P dan K dari limbah cair pabrik kelapa sawit[6].

Karena kemampuan untuk mengubah bahan organik menjadi produk bernilai tinggi seperti asap cair, teknologi pirolisis sekarang menjadi salah satu solusi inovatif untuk mengelola limbah kelapa sawit. Studi terbaru menunjukkan bahwa rantai polimer kompleks dalam limbah sawit dapat dipecahkan melalui proses pirolisis cepat, atau pirolisis cepat, yang dapat menghasilkan uap kondensat yang penuh dengan asam organik dan fenol. Proses ini idealnya berlangsung pada suhu 400°C hingga 500°C. Bahan pirolisis POME tidak hanya mengurangi beban polusi pada kolam limbah, tetapi juga menghasilkan produk sampingan yang stabil secara kimiawi untuk aplikasi industri [7].

Berdasarkan penelitian terdahulu [8]efektivitas asap cair yang dihasilkan sangat mempengaruhi produksi pada parameter suhu dan waktu tinggal di dalam reaktor. Asap cair limbah sawit memiliki pH asam antara 2,6 dan 3,9, yang menjadikannya bahan pengawet alami yang sangat baik dan biopestisida, menurut penelitian yang dilakukan selama lima tahun terakhir. Kandungan senyawa fenolik di dalamnya terbukti mampu menghentikan perkembangan

mikroorganisme patogen dan hama tanaman seperti ulat grayak. Ini membuat limbah cair yang selama ini hanya mengendap di kolam penampungan menjadi sumber pendapatan baru .

Berdasarkan penelitian terdahulu [9] pengolahan POME berbasis kolam dikombinasikan dengan teknologi pirolisis memungkinkan standarisasi kualitas asap cair yang didasarkan pada sumber limbahnya. Komposisi kimia asap cair yang dihasilkan, terutama berdasarkan kadar rendemen dan derajat keasaman (pH), akan dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik limbah di kolam anaerobik dan kolam fakultatif di pabrik kelapa sawit. Oleh karena itu, untuk menentukan parameter operasional reaktor pirolisis yang paling efisien untuk menghasilkan asap cair yang memenuhi standar industri, penelitian harus berfokus pada berbagai sumber sampel POME dari berbagai kolam penampungan.

Berdasarkan penelitian diatas perlu untuk pengembangan pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit untuk menghasilkan prodak yang bisa di manfaatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui waktu dan jumlah POME yang dihasilkan PTPN IV Sei Tapung dari lima kolam limbah.
2. Bagaimana pH yang terkandung di masing masing kolam limbah PTPN IV Sei Tapung

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pirolisis ini sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan waktu dan jumlah asap cair yang dihasilkan dalam Pengujian Pirolisis dengan bahan baku limbah cair dari kolam limbah yang berbeda.
2. Mengetahui nilai pH awal, pH akhir, dan pH asap cair sesudah pengujian pirolisis biomassa limbah POME pabrik pengolahan kelapa sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari pengujian ini kami berharap memiliki manfaat dari pengujian yaitu :

1. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sumber energi terbarukan.
2. Memberikan solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah kelapa sawit dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku untuk produksi asap cair melalui proses pirolisis.

1.5 Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini yaitu :

1. Laporan dalam bentuk skripsi yang akan diserahkan kepada Program Studi Teknik Mesin
2. Karya tulis dalam bentuk artikel jurnal yang akan di publis di jurnal Enotek.
3. Asap cair

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Limbah Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit adalah sisa atau produk samping yang dihasilkan selama proses pengolahan kelapa sawit. Proses pengolahan kelapa sawit tidak hanya menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO), tetapi juga menghasilkan limbah dalam jumlah yang signifikan. Dalam setiap ton kelapa sawit yang diproses, terdapat limbah padat yang dihasilkan, seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 23% atau sekitar 230 kg, cangkang kelapa sawit (*Shell*) sebesar 6,5% atau sekitar 65 kg, lumpur sawit (*wet decanter solid*) sebesar 4% atau sekitar 40 kg, serat (*Fiber*) sebesar 13% atau sekitar 130 kg, dan limbah cair sebesar 50% atau sekitar 745 kg. Jika penanganan limbah dilakukan secara tidak tepat, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan [12].

2.1.1 Jenis-Jenis Limbah Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit merupakan sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau hasil dari proses pengolahan kelapa sawit. Secara umum limbah kelapa sawit terbagi atas 2 jenis yaitu limbah padat, limbah dan cair.

1. Limbah kelapa sawit padat terdiri dari
 - a. Tandan kosong
 - b. Cangkang
 - c. Serat (*fiber*)
2. Limbah cair terdiri dari
 - a. *Wet decanter solid* (Lumpur sawit)

b. *Palm oil mill effluent (POME)*

Limbah industri yang bersifat cair atau padat yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian. Limbah-limbah inilah yang dibuang ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah [13].

Pengolahan 1 (satu) ton tandan buah segar (TBS) kelapa sawit akan menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5% atau 65 kg, *wet decanter solid* (Lumpur sawit) 4% atau 40 kg, serat (*fiber*) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50% [14]. Dari data limbah padat yang dihasilkan tersebut dapat diperkirakan jumlah limbah padat yang dihasilkan tersebut dapat diperkirakan jumlah limbah padat yang dihasilkan oleh sebuah pabrik kelapa sawit yang berkapasitas 50 ton per jam, yaitu 23.250 ton/hari. Biasanya limbah padat yang tidak diolah secara maksimal ini tentu akan menimbulkan permasalahan lingkungan [15]. Selama ini limbah tersebut hanya dibuang begitu saja atau dibakar secara terbuka yang mengakibatkan pencemaran udara. Padahal limbah padat sawit mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar terbarukan.

2.1.2 Dampak Limbah Kelapa Sawit bagi Lingkungan dan Alam

Dampak negatif yang muncul dari limbah kelapa sawit terhadap sumber daya alam adalah pencemaran sungai akibat pihak perusahaan membuang limbahnya ke sungai tanpa mengetahui zat-zat yang terkandung di dalam limbah tersebut padahal limbahnya mengandung bahan berbahaya dan beracun, menyebabkan bau busuk yang mengerikan, tempat menetap bagi lalat. Selain itu,

air sumur hitam di sebabkan perusahaan membuang limbah cairnya ke are permukiman sehingga dapat merusak air tanah dan badan air serta pencemaran udara yang ditimbulkan oleh asap fasilitas industri.

Dalam ilmu klinis, pencemaran udara mempengaruhi kesehatan termasuk masalah saluran pernapasan, penyakit jantung, penyakit berbagai organ tubuh, masalah konsepsi dan (hipertensi). Kemudian limbah juga mencemari permukiman penduduk seperti limbah olahan yang tidak tertangani dengan baik sehingga menimbulkan bau busuk, asap pabrik menyebabkan polusi udara dan membuat komposisi udara menjadi tidak sehat karena jarak pabrik dengan pemukiman penduduk sangat dekat, kebisingan yang disebabkan dari perusahaan kelapa sawit ketika melakukan proses pengolahan menjadi minyak hal ini meresahkan warga akibat kebisingan apa lagi di malam menyebabkan gangguan tidur [16].

2.1.3 Penanggulangan Limbah Sawit

Sejalan dengan semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, akan terjadi pula peningkatan volume limbahnya [17]. Umumnya limbah POME industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan. Penanganan limbah secara tidak tepat akan mencemari lingkungan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengolah dan meningkatkan nilai ekonomi limbah POME kelapa sawit [18]. Limbah kelapa sawit adalah sisa-sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa sawit baik berupa limbah padat maupun limbah cair

2.2 Pirolisis

Pirolisis merupakan proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau pereaksi kimia lainnya, di mana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Metode pirolisis dihasilkan tiga jenis produk yaitu berbentuk asap cair, arang dan bio-oil [19].

Pembakaran pirolisis dapat menghasilkan produk utama yang berupa arang (*char*), asap cair (*bio-oil*) dan gas. Arang yang dihasilkan merupakan bahan bakar bernilai kalori yang tinggi ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Asap cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat *additive* atau bahan pengawet makanan atau produk tertentu. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung. Gas dari pirolisis dapat dibedakan menjadi gas yang tidak dapat dikondensasi (CO, CO₂, CH₄, dll) dan gas yang dapat dikondensasi (tar). Minyak akan terjadi pada proses kondensasi dari gas yang terbentuk, disebut juga asap cair [20].

Liquid atau cairan hasil pirolisis merupakan gabungan antara produk cair (terdiri atas asam pirolignat atau cuka kayu) dan fase minyak (*pyrolytic oil*). Produk cair juga dikenal dengan istilah asap cair (*liquid smoke*) yang dalam pengaplikasiannya banyak digunakan sebagai bahan pengawet makanan. Dalam pengaplikasiannya banyak digunakan sebagai bahan pengawet makanan.

Pengaruh temperatur operasi terhadap produk hasil pirolisis yaitu yield bio-oil semakin meningkat seiring naiknya temperatur, *yield bio-char* fluktuatif terhadap temperatur dan yield gas semakin tinggi seiring turunnya temperatur. Perolehan komposisi berdasarkan Analisa GC-MS dari bio-oil didominasi oleh senyawa diantaranya dari golongan fenol (51,9131 %area), asam dan ester (34,1795

%area), alkana (6,8324 %area), serta *polycyclic aromatic hydrocarbon* (3,1362 %area) [21].

2.3 Asap Cair

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain. Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu peruraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, asap air, dan arang, yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi [22].

Dengan teknik pirolisis limbah padat kelapa sawit dapat diolah secara cepat menghasilkan produk berupa arang dan asap. Asap yang dikeluarkan dapat dicairkan menjadi destilat (asap cair) dengan menggunakan kondensor sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Saat ini, penelitian tentang asap cair sudah berkembang terutama dengan memanfaatkan limbah pertanian. Asap cair diperoleh sebagai hasil pendinginan dan pencairan asap dari bahan-bahan yang mengandung komponen seperti selulosa, hemi selulosa, dan lignin. Asap cair adalah larutan dispersi asap dalam air, yang terbentuk dari hasil kondensasi asap pada proses pembakaran dengan teknik pirolisis. Asap cair berwarna kecoklatan dan memiliki bau khas [23].

Tabel 2. 1 Spesifikasi Asap Cair [11]

Komponen	Nilai
hemiselulosa (pentosan)	24%
selulosa (heksosan)	40%
Lignin	21%
zat ekstraktif	3,68%

2.4 POME

Palm Oil Mill Effluent atau POME adalah limbah cair dari industri kelapa sawit yang berasal dari stasiun rebusan, stasiun klarifikasi dan stasiun inti. Stasiun rebusan menyumbangkan limbah POME paling banyak yaitu sebesar 60%. Hal ini dikarenakan pada stasiun rebusan dilakukan perebusan pada tandan buah segar (TBS) yang berfungsi untuk melunakkan berondolan TBS agar mudah terlepas, untuk menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB) serta sebagai kontrol kehilangan minyak yang dapat dilihat dari air kondensat rebusan. Sehingga, kandungan asam pada limbah POME berasal dari air kondensat rebusan.

Tabel 2. 6 Spesifikasi POME [11]

Komponen	Jumlah
Lignin	36,00 %
Selulosa	39,72 %
Asam Amino	9,16 %
Nitrogen	1,10 %
Hidrogen	1,00 %
Asam Organik Bebas	10,62 %
Air	2,40 %

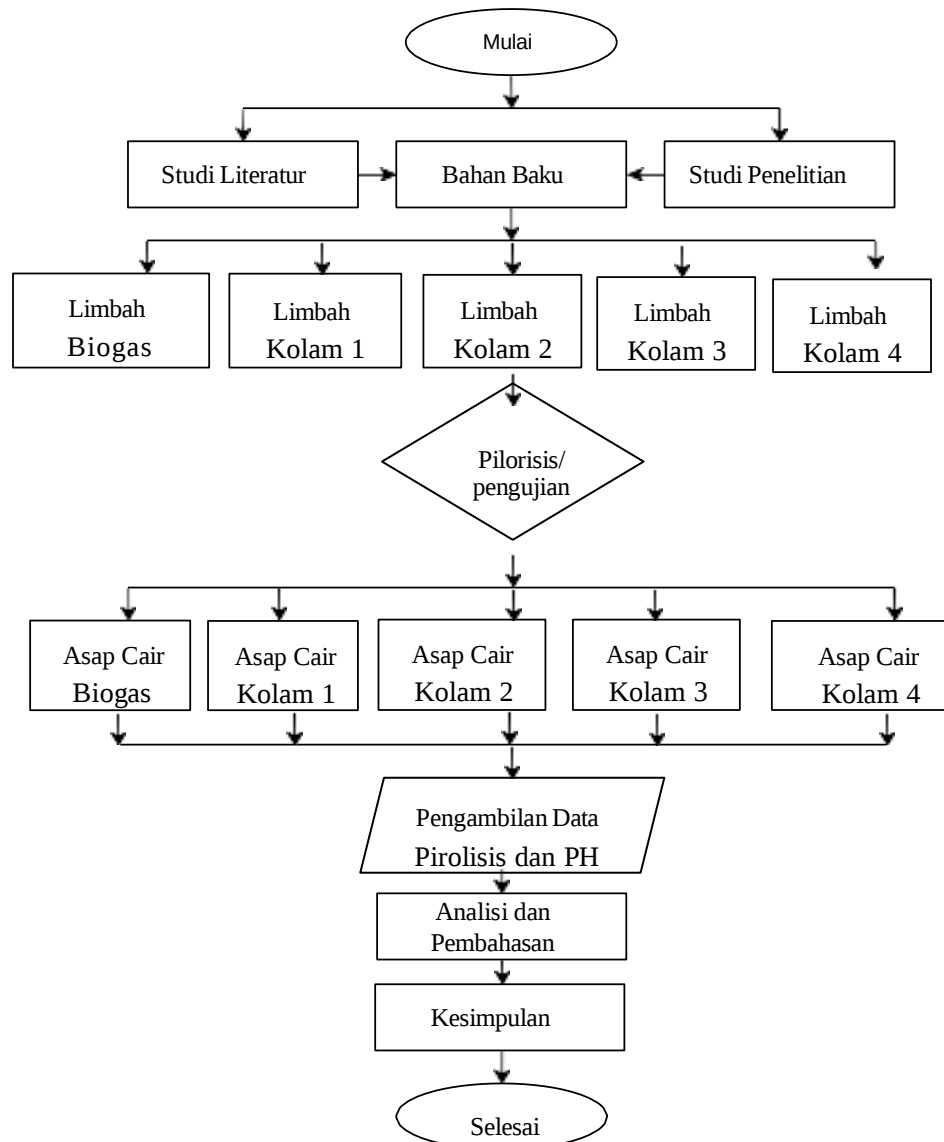
2.5 Perubahan Antar Kolam POME

Pengolahan yang sering dilakukan di pabrik pengolahan kelapa sawit menggunakan proses anaerob dan dilanjutkan proses aerob. LCPKS pada kolam anaerobik primer dengan WPH 75 hari, menghasilkan LCPKS dengan kisaran *biochemical oxygen demand* (BOD) 3.500- 5.000 ppm. Hasil kolam anaerobik LCPKS dengan WPH 40 hari yang dilanjutnya ke kolam aerobik WPH 60 hari dapat menurunkan BOD dengan kisaran 200-230 ppm . BOD akan menurun dari 27.000 menjadi 2.500 mg/l dan diikuti dengan penurunan kandungan unsur hara setelah dilakukan pengolahan standar pabrik pada kolam anaerob sekunder jika dibandingkan dengan sebelum dilakukan pengolahan. Penurunan BOD setelah dilakukan pengolahan akan diikuti dengan penurunan kandungan unsur hara N, P dan K dari limbah cair pabrik kelapa sawit.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode eksperimental dimana limbah POME kelapa sawit di uji dengan rencana yang telah direncanakan.



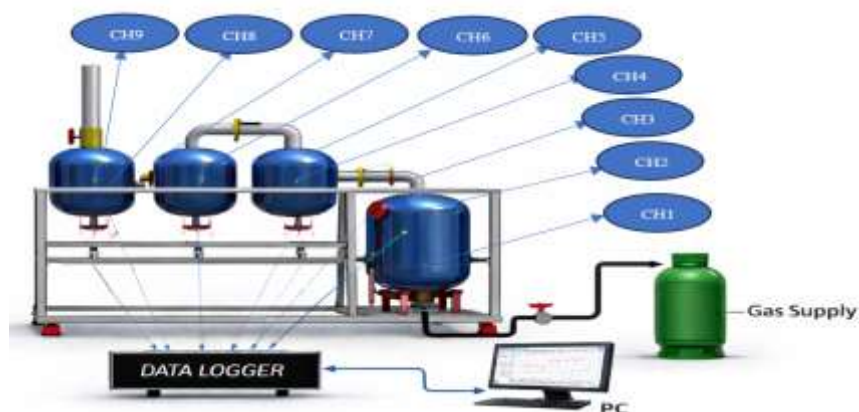
Gambar 3. 1 Diagram Flowchart Alir Penelitian

Proses penelitian mengikuti diagram alir seperti terlihat pada **Gambar 3.1** tahapan penelitian diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk mencari referensi yang sesuai dan memiliki keterkaitan dengan penelitian. Selanjutnya telah di lakukan survei yang bertujuan untuk mengetahui ketersediaan bahan baku yang telah diuji pada alat pirolisis, kemudian dilakukan pengecekan bahan baku pada limbah biogas, limbah kolam 1, limbah kolam 2, limbah kolam 3, limbah kolam 4, selanjutnya telah di lakukan uji pembakaran pirolisis, selanjutnya menghasilkan asap cair biogas, asap cair kolam 1, asap cair kolam 2, asap cair kolam 3, asap cair kolam 4, selanjutnya dilakukan pengambilan data pirolisis dan pH, kegiatan ini meliputi analisis dan pembahasan data-data yang diukur pada alat ukur dengan berbasis metode eksperimen. kemudian setelah mendapatkan data dari hasil uji coba maka akan di peroleh sebuah kesimpulan.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Alat uji pirolisis yang dibuat oleh penelitian sebelumnya oleh M Handyka Septia [24].



Gambar 3.2 Alat Pilorisis M Handyka Septia [24].

Berdasarkan sketsa alat pirolisis di atas ch1,ch2,ch3,ch4,ch5,ch6,ch7,ch8,ch9 adalah *Thermocouple* yang di pasang pada alat pilorisis yang mana ch1 dan ch2 di reactor pembakaran, ch3 di pipa, ch4 dan ch5 di kondensor satu, kemudian ch6 dan ch7 di kondesor dua, selanjutnya ch8 dan ch9 pada kondensor tiga.

2. Sensor *Thermocouple*

Sensor *thermocouple* adalah sensor temperatur yang banyak digunakan untuk mengetahui perbedaan temperatur dalam benda atau alat.

3. *Thermocouple* Keramik

Jenis sensor temperatur yang menggunakan bahan keramik sebagai pelindung untuk elemen, pengukur temperatur ini biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap temperatur tingi dan lingkungan yang keras.

4. Data *Logger*

Data *logger* adalah alat penting untuk pengukuran dan pengumpulan data yang tepat. Kegunaannya beragam, mulai dari mengukur temperatur masing-masing bagian hingga pengukuran channel beberapa parameter secara bersamaan, Data yang akurat sangat penting untuk jaminan kualitas produk, optimalisasi proses, diagnostik, serta penelitian dan pengembangan.

5. Gelas Ukur

Gelas ukur merupakan perlengkapan laboratorium umum yang digunakan untuk mengukur volume cairan. Alat ini memiliki bentuk silinder dan setiap garis penanda yang ada pada gelas ukur mewakili jumlah cairan yang telah terukur.

6. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran durasi waktu yang diperlukan maupun yang sudah berlalu.

7. Botol Plastik

Botol yang digunakan dalam penelitian ini ialah botol plastik untuk menampung uap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis.

8. Timbangan Digital

Timbangan adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat atau massa suatu benda atau zat yang menggunakan sensor elektronik dan layar digital.

9. Kertas Lakmus/ lakmus paper

Kertas lakmus adalah alat yang digunakan untuk mengecek pH limbah, yang bersifat sekali pakai, tidak ada resiko kontaminasi silang antar sampel limbah, tahan zat kimia keras, dan alat ini hanya sekali pakai.

3.2.2 Bahan

1. *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini adalah *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*.

2. Limbah dari kolam 1- 4

Kadar pH disetiap kolam berbeda karena kolam 1 (Anaerobik), biasanya cenderung asam karena aktivitas bakteri pembentuk asam (acidogenesis), sedangkan di kolam 2 mengandung tingkat keasaman yang berde karna limbah kolam 2 menampung limbah endapan dari kolam 1 dan limbah bio gas, kemudian 3 (Fakultatif), pH mulai naik menuju netral seiring bakteri

mulai mengubah asam menjadi gas, kolam 4 (Maturasi/Pematangan), pH harus stabil di angka netral ke sedikit basa sebelum dilepas ke lingkungan.

3. Limbah Biogas

Limbah biogas adalah material sisa hasil proses fermentasi anaerobik di dalam *digester* yang muncul dalam bentuk cair dan padat.

3.3 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan yang dimulai pada bulan Mei 2025 sampai dengan 28 February 2026 dan pengerjaannya dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian.

3.4 Proses Analisa Data

Analisis data untuk proses pirolisis limbah pabrik pengolahan kelapa sawit sangat penting untuk mengetahui hasil analisa. Proses pirolisis biomassa limbah pabrik pengolahan kelapa sawit dari kolam *Palm Oil Mill Effluent* (POME)

3.5 Tahapan-Tahapan Pengujian

3.5.1 Tahap Persiapan

1. Memeriksa dan mempersiapkan kesiapan perangkat dan peralatan pirolisis,
2. Menyiapkan biomassa limbah pabrik kelapa sawit yang akan di uji,
3. Pemasangan sensor *thermocouple* pada reaktor dan tabung kondensor, di mulai dari (ch1-ch9)
4. Pemasangan katub positif dan negatif *thermocouple* pada data *logger*,
5. Menghubungkan data *logger* ke komputer menggunakan kabel *Universal Serial Bus* (USB),

3.5.2 Tahapan Proses

1. Untuk proses pengujian pirolisis dengan 3 kali variasi waktu, dengan waktu yaitu: 14 menit, 12 menit, dan 10 menit dari setiap limbah per kolamnya. Pengujiannya di lakukan dengan cara kontinyu, dan ada pembukaan reaktor untuk mengeluarkan sisa limbah sebelum memulai kepengujian selanjutnya, dan temperatur reaktor tidak di kembalikan pada temperatur awal, dan mengambil hasil pirolisis POME.
2. Melakukan proses penimbangan pada LPG yang akan digunakan sebelum dan sesudah pengujian,
3. Kumpulkan limbah pabrik pengolahan kelapa sawit limbah cair POME yang akan di pirolisis.
4. Mengukur jumlah limbah biomassa hasil kelapa sawit yang akan di pirolisis, menggunakan POME untuk setiap proses pilorisis sebanyak 250 mL.
5. Menyalakan api untuk memanaskan reactor dengan temperature nyala api 290°C-320°C
6. Mengendalikan stabilitas untuk memanaskan reaktor,
7. Selanjutnya memulai pengambilan data pada komputer.

3.5.3 Tahapan Pengambilan Data

1. Pengambilan data dilakukan setiap menit sejak pemanasan dimulai,
2. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel,
3. Selanjutnya melakukan penampungan hasil pirolisis limbah biomassa kelapa sawit .

3.5.4 Tahapan Pengujian pH

1. Persiapkan alat pengukur pH dan bahan baku asap cair hasil pirolisis limbah kelapa sawit,
2. Pastikan volume sampel mencukupi untuk pengukuran,
3. Pengukuran pH POME akhir
4. Celupkan kertas pH ke dalam asap cair dan tunggu beberapa saat hingga stabil,
5. Catat nilai pH yang diperoleh dari pengukuran.