

Optimasi kinerja reaktor pirolisis biomassa dengan penambahan pipa udara

Kemas Ridhuan^{1*}, Fajar Khusaini², Ridwanto³

¹²³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Metro, Lampung.

*Corresponding author: kmsridhuan69@gmail.com

Abstract

The pyrolysis reactor is a tool that functions to decompose organic compounds from biomass materials which is carried out by a heating process without or little air with temperatures ranging from 300-600°C. The results obtained from the pyrolysis reactor process are charcoal and liquid smoke. The existing air will accelerate the process of biomass oxidation, but if there is excess air it will cause combustion of the biomass so that most of it will be oxidized and decomposed into smoke and this will cause less charcoal yield. However, without air, the pyrolysis process will take longer. Therefore, an ideal air requirement is needed so that the effectiveness of this biomass pyrolysis process can be maintained because it will produce optimal charcoal and liquid smoke. The purpose of this research is to find out how many air pipes for the pyrolysis reactor are needed in this combustion process and how long the time and temperature of the pyrolysis process combustion and how much charcoal and liquid smoke are obtained. This research was conducted at the Mechanical Engineering Laboratory of the University of Muhammadiyah Metro, this study used a pyrolysis reactor with a diameter of 40 cm, height 50 cm, air pipe diameter inch with variations in the number of 1, 3 and 5. Using 8 kg of corncob biomass. Straight pipe condenser with 12 mm diameter copper material 3 m long, outer pipe diameter 4 inch. The results showed that the highest pyrolysis temperature in air pipe 5 was 485°C with a pyrolysis process time of 120 minutes and the lowest temperature in pipe 1 was 353°C with a pyrolysis process time of 185 minutes. The results of the most liquid smoke in air pipe 5 are 0.5 liters or 6.25% and the least liquid smoke results are in air pipes 1 as much as 0.32 liters or 4.0% For the highest charcoal yields in air pipes 1 weighing 4 kg or 50% and for charcoal yields at least on air pipe 5 of 3.2 kg or 42.5%. The highest pH level in the air pipe 1 is 3.43 and the lowest level in the air pipe is 3.11.

Keywords: Distillation, heating, liquid smoke, efficiency, condenser.

Abstrak

Reaktor pirolisis merupakan suatu alat yang berfungsi untuk pengurai senyawa-senyawa organik bahan biomassa yang dilakukan dengan proses pemanasan tanpa atau sedikit udara dengan suhu berkisar 300-600°C. Hasil yang didapat dari proses reaktor pirolisis adalah arang dan asap cair. Udara yang ada akan mempercepat proses oksidasi biomassa namun jika udara berlebih akan menyebabkan terjadinya pembakaran pada biomassa sehingga sebagian besar akan teroksidasi dan terurai menjadi asap dan hal ini akan menyebabkan hasil arang akan semakin sedikit. Namun dengan tanpa udara maka proses pirolisis akan berlangsung lebih lama. Oleh karena itu diperlukan kebutuhan udara yang ideal sehingga efektifitas dari proses pirolisis biomassa ini dapat dipertahankan karena akan menghasilkan arang dan asap cair yang optimal. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui berapa banyak pipa udara reaktor pirolisis yang diperlukan pada proses pembakaran ini dan berapa lama waktu dan suhu pembakaran proses pirolisis serta berapa banyak hasil arang dan asap cair yang didapatkan. Penelitian ini dilakukan di laboratorim

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro, penelitian ini menggunakan reaktor pirolisis berdiameter 40 cm, tinggi 50 cm, diameter pipa udara berdiameter $\frac{3}{4}$ inch dengan variasi jumlah 1,3 dan 5. Menggunakan bahan biomassa tongkol jagung sebanyak 8 kg. Kondensor pipa lurus dengan bahan tembaga berdiameter 12 mm sepanjang 3 m, diameter pipa luar 4 inch. Hasil penelitian yang didapatkan temperatur pirolisis tertinggi pada pipa udara 5 yaitu 485°C dengan waktu proses pirolisis 120 menit dan temperatur terendah pada pipa 1 yaitu 353°C dengan waktu proses pirolisis 185 menit. Hasil asap cair terbanyak pada pipa udara 5 yaitu 0,5 liter atau 6,25% dan hasil asap cair paling sedikit yaitu pada pipa udara 1 sebanyak 0,32 liter atau 4,0% Untuk hasil arang terbanyak pada pipa udara 1 seberat 4 kg atau 50% dan untuk hasil arang paling sedikit pada pipa udara 5 sebesar 3,2 kg atau 42,5%. kadar pH tertinggi pada pipa udara 1 sebesar 3,43 dan kadar terendah pada pipa udara 3,11.

Kata kunci: Destilasi, pemanasan, asap cair, efisiensi, kondensor.

Pendahuluan

Pirolisis atau bisa disebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan dan sedikit atau tanpa kehadiran oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Hasil proses pirolisis ini berupa produk yang banyak manfaatnya [1], produk dari pirolisis berupa padatan (charcoal/arang), gas (fuel gas) dan cairan (bio-oil). Padatan merupakan bahan bakar bioarang, kemudian cair merupakan bahan cairan pengawet makanan (asap cair) kemudian gas merupakan bahan bakar gas atau sinh gas panas. Produk lainnya adalah gas berupa karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan beberapa gas yang memiliki kandungan kecil. Dan umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam. Menurut peneliti sebelumnya bahwa pirolisis pada suhu 200°C, 300°C dan 400°C, didapatkan volume asap cair sebanyak 460 mL, 510 mL dan 550 mL dengan rendemen arang 3,98 kg, 3,24 kg dan 1,49 kg. Komponen asap cair hasil pirolisis pada suhu 200 °C yang bisa digunakan sebagai antioksidan dan menambah citarasa makanan [2].

Proses pirolisis tersebut memerlukan energi panas atau bahan bakar untuk sumber pemansannya atau bahan pembakaran dan bahan bakar yang biasa dipakai yaitu seperti minyak tanah, kemudian LPG bahkan juga kayu bakar (biomassa). Tentunya hal ini kurang

ekonomis, karena akan meningkatkan biaya produksi. Maka perlu diupayakan suatu cara agar proses produksi pirolisis dapat berlangsung secara efisien dan efektif. Beberapa cara yang dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan menggunakan penambahkan sejumlah pipa udara di ruang bakar untuk memberikan pasokan udara ke ruang bakar agar proses pemanasan biomassa dapat berlangsung lebih cepat. Pemberian udara ke ruang bakar harus terukur jumlahnya, agar pemanasan tidak berlebihan yang dapat mengakibatkan biomassanya terbakar dan akan menjadi abu.

Kualitas pembakaran sangat dipengaruhi oleh jumlah udara dan jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Besaran ini diwakili dengan AFR (*air fuel ratio*). Untuk pembakaran sempurna memerlukan sejumlah udara yang cukup yang disebut dengan AFR stoikiometri, sehingga seluruh unsur bahan bakar akan berubah menjadi gas CO_2 dan H_2O tanpa ada bahan bakar yang tersisa [3].

Pemberian udara berlebih pada proses pirolisis akan menyebabkan biomassa terdekomposisi menjadi asap, hasil yang didapatkan akan lebih banyak asap cair ketimbang arang dan waktu produksi bisa lebih cepat. Tapi jika pemberian udara sedikit atau kurang maka suhu pembakaran akan rendah, dan hasil yang akan didapatkan lebih banyak arang, sementara asap cairnya sedikit, dan waktu produksi bisa lebih lama. Berdasarkan penelitian [4]

bahwa suhu tertinggi pada proses pembakaran nonkarbonisasi dengan bahan kulit kelapa muda dapat mencapai suhu 430°C. Kandungan fenol terbesar terdapat pada asap cair hasil pirolisis pada temperatur 350°C, dan ini tidak mengurangi kualitas proses pirolisis yang terjadi.

Besar dan kecil suhu pembakaran pirolisis juga akan berpengaruh pada kualitas asap cair dan arang yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu pirolisis maka kualitas asap cair dan arang akan semakin baik dan sebaliknya dengan suhu pirolisis yang rendah kualitas asap cair dan arang akan kurang baik. Menurut Wijayanti, selain mampu mereduksi dan menghasilkan bahan bakar secara optimal pada temperatur pirolisis 300°C, nilai kalor char yang dihasilkan secara optimal juga terjadi pada temperatur ini. Bila sebelum dipirolisis nilai kalor sampah adalah sebesar 1980 kcal/kg, maka pada temperatur 300°C nilai kalor dapat meningkat hingga 150% dari nilai sampah [5].

Penentuan jumlah udara berlebih dapat dilakukan berdasarkan jumlah pipa udara yang digunakan di dalam reaktor, seperti 1, 3, dan 5. kemudian jumlah lubang pada tiap pipa udara, Serta besar kecilnya lubang udara pada tiap pipa udara. Biomassa yang diuji menggunakan jenis tongkol jagung yang memiliki tekstur lunak. Ukuran bongkahan biomassa ditentukan sama. Kecepatan pembakaran juga dipengaruhi struktur bahan, kadar karbon terikat, keras dan lunaknya bahan bakar meskipun secara teori jika kadar volatilnya tinggi maka akan mudah terbakar dan kecepatan pembakaran lebih tinggi. Pada tahap berikutnya asap atau gas hasil pembakaran di reaktor tersebut dialirkan ke kondensor untuk didinginkan atau diembunkan dengan air agar gas atau asap tersebut dapat diubah semua menjadi cairan atau asap cair yang selanjutnya ditampung.

Asap cair atau biasa disebut juga cuka kayu merupakan cairan organik alami

yang dihasilkan dari proses pendinginan asap dari proses pemanasan atau pembakaran pirolisis. Produksi asap cair merupakan hasil pembakaran tidak sempurna yang mengakibatkan reaksi dekomposisi karena pengaruh panas, kondensasi dan polimerisasi. Pembakaran tersebut diatur dengan jumlah udara terbatas yang melibatkan reaksi dekomposisi bahan polimer menjadi komponen organik dengan bobot yang lebih rendah. Asap cair/cuka kayu berwarna kuning kecokelatan sampai kehitaman dan berbau menyengat. Menurut Hambali, asap cair merupakan salah satu bahan bakar cair berwarna kehitaman yang berasal dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, dan limbah industri [6]. Asap cair adalah bahan yang multiguna, yaitu bisa dipakai sebagai bahan apa saja yaitu seperti pengawet makanan, bahan antiseptik, pupuk cair tanaman, bahan anti rayap pada kayu dan penggumpal lateks. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami [7].

Arang merupakan bahan bakar arang yang dibuat dari bahan tumbuh-tumbuhan dengan cara proses pirolisis dan dengan kualitas kalori yang lebih baik dibanding arang biasa. Pambayun mengatakan persen removal tertinggi didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5% dengan persen removal sebesar 99,745%. Kapasitas optimum penyerapan fenol dengan karbon aktif dari arang tempurung kelapa terbaik didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5% dengan kapasitas serapan sebesar 220,751 mg fenol/gram karbon aktif. Bio-arang yang dihasilkan dari pembakaran pirolisis kemudian dibuat beriket agar membentuk gumpalan lebih padat, bahkan dapat menaikan nilai kalorinya [8]. Menurut Budi [9], pirolisis dengan tongkol jagung bahwa kondisi operasi karbonisasi terbaik diperoleh pada suhu 380°C, pembriketan dilakukan pada 97,6 MPa menaikan kadar karbon sampai 67% dan nilai kalor sampai 65%.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu perancangan, pembuatan dan pengujian alat distilasi dan kondensornya skala laboratorium. Pengujian diawali dengan perancangan bentuk reaktor dan ruang bakar (seperti pada gambar 2). Lalu dilanjutkan dengan perancangan pipa udara dengan variasi jumlah 1, 2, dan 3 pipa udara (seperti pada gambar 3) kemudian perancangan pada pipa kondensor, pipa dalam (bahan tembaga) dan pipa luar (bahan PVC). Lalu tampungan air pendingin kondensor dapat digunakan drum plastik tebal, serta tempat tampungan asap cair (dapat digunakan dari bahan biasa).

Setelah itu dilakukan pembuatan reaktor dan rangkaianannya. Adapun rangkaian reaktor pirolisis dan sistem penunjangnya (seperti pada gambar 1). Pada gambar tersebut terlihat ada lima komponen utama yaitu seperti :

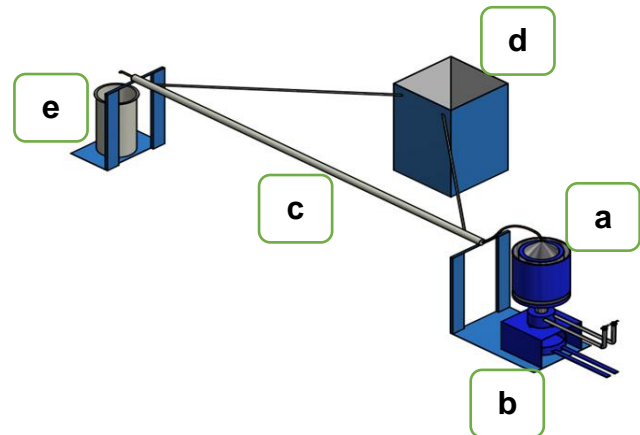
1. Reaktor pirolisis, merupakan tempat terjadinya proses pirolisis bahan biomassa. Disini juga terdapat jumlah pipa udara yang divariasikan yaitu 1, 3 dan 5.
2. Pemanas atau sumber api, disini digunakan bahan bakar oli bekas.
3. Kondensor pipa lurus, disini digunakan pipa dalam bahan tembaga dan pipa luar bahan PVC. Disini digunakan bahan pendingin air.
4. Tempat tampungan air pendingin kondensor. Air disirkulasikan menggunakan pompa air.
5. Tempat tampungan hasil asap cair.

Adapun beberapa ukuran komponen dari reaktor pirolisis ini dapat dilihat pada bagian di bawah ini.

Alat ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Tinggi tabung reaktor = 500 mm
2. Diameter tabung reaktor = 360 mm
3. Diameter pipa udara = 3/4 inch
4. Diameter lubang pipa udara = 8 mm
5. Tinggi pipa udara = 40 cm
6. Jumlah lubang pipa udara = 20 buah

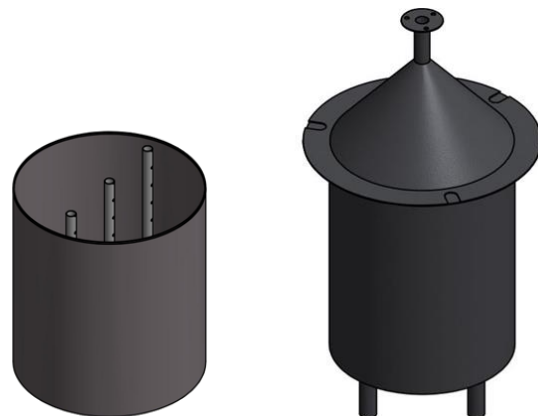
7. Diameter pipa luar kondensor (PVC) = 4 inch
8. Tinggi tabung kondensor = 500 mm
9. Diameter pipa dalam kondensor (tembaga) = 12 mm
10. Diameter silinder air = 400 mm



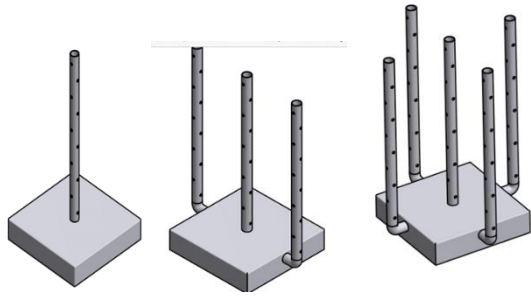
Gambar 1. Rangkaian reaktor pirolisis dan pendinginnya.

Keterangan Gambar :

- a. Reaktor pirolisis
- b. Pemanas
- c. Kondensor pipa lurus
- d. Tampungan air pendingin kondensor
- e. Tampungan asap cair



Gambar 2. Reaktor dan Ruang bakar



Gambar 3. Tiga variasi jumlah pipa udara

Selanjutnya setelah alat reaktor selesai dibuat, dilakukan pengujiannya. Adapun proses pengujiannya yaitu :

1. Menyiapkan seperangkat unit reaktor pirolisis dengan komponen pendukungnya.
2. Menyiapkan dan masukan bahan baku biomassa tongkol jagung yang sudah dikeringkan ke dalam reaktor lalu ditutup atasnya.
3. Menghidupkan api dari kompor oli bekas, sebagai sumber panasnya untuk memanasi reaktor.
4. Menghidupkan juga pompa air untuk mensirkulasikan air pendingin kondensor.
5. Setelah beberapa saat, bahan biomassa tersebut akan terbakar dan menghasilkan asap. Dan asap tersebut akan mengalir ke kondensor melalui pipa aliran.
6. Di pipa kondensor yang kecil gas asap mengalir dan akan dinginkan (terkondensasi) oleh air pendingin, sehingga menjadi cairan (asap cair) dan hasil tersebut akan ditampung di wadah yang telah disiapkan.
7. Mencatat beberapa data yang diperlukan
8. Berikutnya menunggu sampai asap cair tidak lagi menetes di pipa kondensor (berarti bahan biomassa sudah terdekomposisi semua menjadi arang).
9. Membereskan reaktor dan mengambil arang serta menimbang arang yang didapat.
10. Membersihkan semua peralatan pirolisis dan komponen pendukung

lainnya. Dan setelah itu pengujian selesai.

Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu diperhatikan kerapatan tutup reaktor, untuk menghindari kebocoran. Digunakan seal yang tahan panas agar tidak mudah rusak. Begitu juga pada pipa sambungan antara reaktor dengan kondensor, dipastikan tidak bocor. Dan juga pada pipa besar kondensor yang berbahan PVC dengan pipa kecil berbahan tembaga, agar air pendingin tidak mudah habis.

Dalam pendinginan dikondensor tersebut bahwa air pendingin harus mengalir agar bisa didinginkan kembali, karena pemanasan tersebut suhunya cukup tinggi. Digunakan pompa air yang standar. Kapasitas reaktor dan diameter pipa tembaga kondensor harus memiliki ukuran yang sebanding agar didapat hasil asap cair dengan efisiensi yang baik.

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian pada reaktor pirolisis dengan memvariasikan jumlah pipa udara 1, 3 dan 5 buah di dalam reaktor dengan menggunakan bahan baku biomassa tongkol jagung sebanyak 8 kg, maka didapat beberapa hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Waktu dan hasil arang dan asap cair

No	Jumlah pipa udara	Lama proses (menit)	Waktu menetes (menit)	Arang (kg)	Asap cair (liter)
1	1	185	145	4.0	0,32
2	3	165	155	3.8	0,40
3	5	120	90	3.4	0,50

Tabel 2. Karakteristik hasil asap cair

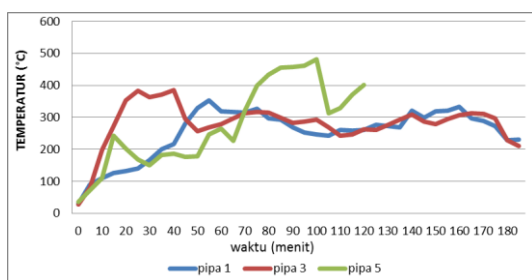
No	Jumlah pipa udara	Suhu maks (°C)	Ph	TDS (ppm)
1	1	326	3,43	720
2	3	347	3,31	700
3	5	485	3,11	680

Tabel 3. Persentase hasil arang dan asap cair

No	Jumlah pipa udara	Hasil Arang (%)	Hasil Asap Cair (%)
1	1	50,0%	4,0 %
2	3	47,5%	5,0 %
3	5	42,5%	6,25 %

Beberapa data yang didapat dari hasil pengujian eksperimental dan data dari hasil pengolahan (perhitungan) ini tidak dapat ditampilkan secara keseluruhan dan hanya ditampilkan data-data pokoknya saja. Berikut beberapa gambar grafik dari beberapa data pengolahan.

Pada gambar 4 ditampilkan data pengujian untuk masing-masing variasi jumlah pipa udara. Dari gambar tersebut terlihat bahwa suhu pirolisis tertinggi terdapat pada jumlah pipa udara 5 yaitu 485°C, sementara pada jumlah pipa udara 3 suhu pirolisisnya yaitu 347°C, dan suhu pada jumlah pipa udara 1 hanya 327°C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah udara yang diberikan ke dalam reaktor maka pembakarannya akan sempurna dan suhu pirolisisnya akan tinggi. Kualitas pembakaran sangat dipengaruhi oleh jumlah udara dan jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar [10]. Untuk pembakaran sempurna memerlukan sejumlah udara yang cukup yang disebut dengan AFR stoikiometri, sehingga seluruh unsur bahan bakar akan berubah menjadi gas CO₂ dan H₂O tanpa ada bahan bakar yang tersisa [5]. Udara berlebih seringkali juga diperlukan untuk menyempurnakan pembakaran. Dengan demikian, kualitas pembakaran dan kualitas gas hasil pembakaran sangat dipengaruhi oleh AFR.

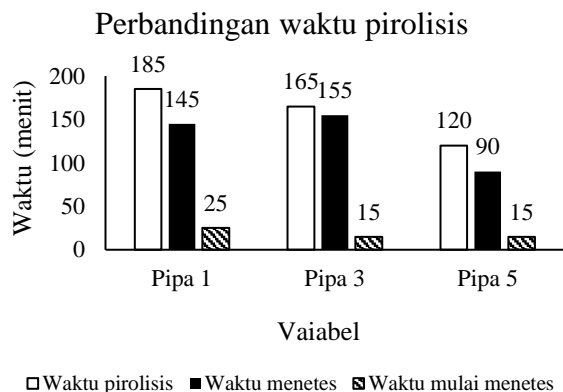


Gambar 4. Suhu pirolisis pada reaktor untuk tiap jumlah pipa udara

Kemudian waktu proses pirolisis menunjukkan bahwa pipa udara 5 memiliki waktu proses pirolisis lebih cepat yaitu 120 menit dibandingkan dengan pipa udara 3, hal ini jelas bahwa semakin tinggi suhu pembakaran yang terjadi yaitu 485°C maka akan semakin banyak jumlah biomassa yang habis terbakar sehingga waktu proses pirolisis jadi lebih cepat dibandingkan dengan pipa udara 3 waktu pirolisis lebih lama yaitu 165 menit (seperti pada gambar 5) karena suhu pembakaran pirolisisnya 347°C. Begitu juga jika kita bandingkan antara pipa udara 3 dengan pipa udara 1, disini terlihat bahwa pipa udara 3 lebih baik dibandingkan pipa udara 1. Bahwa semakin banyak jumlah pipa udara maka suhu pembakaran pirolisis akan semakin tinggi dan sebaliknya. Karena semakin banyak jumlah pipa udara maka jumlah udara akan semakin banyak juga, jumlah udara yang banyak akan menyebabkan pembakaran menjadi sempurna, artinya akan menyebabkan biomassa cepat terbakar dan keseluruhan. Menurut Ridhuan [11], mengatakan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis maka jumlah asap cair yang dihasilkan semakin banyak, yang disebabkan karena semakin tinggi suhu maka kecepatan reaksi pirolisis akan semakin meningkat sehingga kemampuan untuk menguraikan senyawa - senyawa organik yang ada pada cangkang kelapa sawit juga semakin besar,

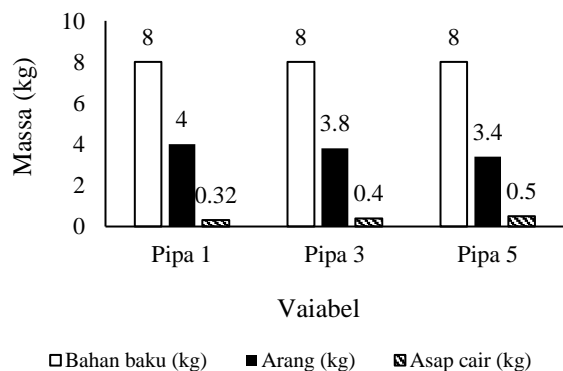
Selanjutnya pada gambar 5, mengenai waktu proses pirolisis, waktu lama menetes asap cair dan waktu mulainya asap cair menetes untuk masing-masing jumlah pipa udara. Dari situ terlihat bahwa waktu proses pirolisis yang lebih cepat adalah pada jumlah pipa udara 5 yaitu 120 menit, kemudian pipa udara 3 selama 165 menit, sementara pipa udara 1 selama 185 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah pipa udara maka akan semakin banyak udara yang masuk ke ruang reaktor dan akan mengakibatkan terjadinya pembakaran sempurna sehingga menyebabkan proses pembakaran pirolisis berlangsung lebih cepat, dan sebaliknya

jumlah pipa udara sedikit akan menyebabkan proses pirolisis berlangsung lebih lama.



Gambar 5. Grafik Waktu Menetes Setiap Variasi

Begitu pula dengan waktu lamanya menetes dari asap cair dan waktu mulainya asap cair menetes, terlihat bahwa semakin banyak jumlah pipa udara maka waktu lama menetes dan waktu mulai menetes akan lebih lebih cepat yaitu pipa udara 5 waktu proses menetes 90 menit dibandingkan dengan jumlah pipa udara 1 selama 145 menit.

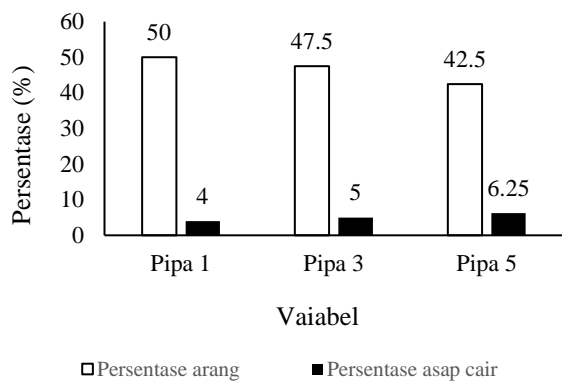


Gambar 6. Grafik hasil arang dan asap cair

Pada gambar 6, terlihat bahwa hasil arang dan asap cair sangat berhubungan dengan suhu pembakaran pirolisis. Jumlah pipa udara 5 menghasilkan arang 3,4 kg atau 42,5% (seperti pada gambar 7) dan asap cair 0,5 liter atau 6,25%, pada suhu pirolisis 485°C. Untuk pipa udara 3 menghasilkan arang sedikit lebih banyak 3,8 kg atau 47,5% namun asap cair lebih

sedikit yaitu 0,4 liter atau 5%, pada suhu pirolisis lebih kecil yaitu 347°C. Dan untuk pipa udara 1 menghasilkan arang lebih banyak lagi yaitu 3,8 kg atau 50% namun asap cair lebih sedikit lagi yaitu 0,32 liter atau 4%, pada suhu pirolisis lebih kecil lagi yaitu 326°C. Menurut [12] bahwa Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu pirolisis, maka semakin banyak biomassa yang terdekomposisi menjadi asap sehingga semakin besar volume asap cair yang dihasilkan dan sebaliknya rendemen arang yang dihasilkan semakin kecil.

Kandungan pH hasil asap cair dari variasi jumlah pipa udara terlihat menurun tingkat keasamannya dengan bertambahnya jumlah pipa udara, yaitu kadar asam (pH) yang terdapat pada asap cair dengan jumlah pipa udara 5 lebih sedikit yaitu 3,11 dan untuk jumlah pipa udara 3 lebih besar yaitu 3,31 serta untuk jumlah pipa udara 1 menjadi lebih besar lagi yaitu 3,43. (seperti pada tabel 2). Hal ini dimungkinkan masih adanya air yang terikut di asap cair pada pemisahan asam asetat dengan proses pirolisis tersebut, sehingga menyebabkan nilai derajat keasaman juga masih cukup besar pada asap cair dengan pipa udara 1 dibandingkan dengan nilai pH dari asap cair pada proses pipa udara 5. Hal ini sesuai dengan penelitian [13] yaitu nilai pH akan semakin menurun dengan semakin meningkatnya temperatur pada suhu 400°C, hal ini dikarenakan semakin banyaknya unsur-unsur dalam cangkang sawit dan batubara yang terurai dan membentuk senyawa-senyawa asam. Senyawa ini antara lain adalah asam asetat, fenol, propionat dan lain-lain. Sedangkan pada nilai pH yang meningkat pada 200°C. Semakin tinggi kadar asam asetat dalam asap cair maka nilai pHnya semakin rendah (asap cair semakin asam).



Gambar 7. Grafik Presentase hasil arang dan asap cair

Dan ukuran TDS juga diuji, dimana TDS (Total Dissolve Solid) merupakan patokan jumlah zat yang terlarut dalam air, baik berupa senyawa organik maupun non-organik. Seperti pada tabel 2, terlihat bahwa semakin besar jumlah pipa udara maka semakin kecil TDS-nya dan sebaliknya. Yaitu pada jumlah pipa udara 5 nilai TDS-nya 680. Untuk pipa udara 3 nilai TDS-nya 700, dan untuk pipa udara 1 nilai TDS-nya 720, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis maka akan semakin sedikit senyawa organik maupun non-organik yang terkandung pada asap cair. dan sebaliknya semakin kecil suhu pirolisis maka semakin banyak kandungan senyawa organik maupun non-organik di asap cair.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dan dari pengujian, pengambilan data serta analisa data dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah pipa udara yaitu 5 pipa udara maka hasil arang akan semakin sedikit yaitu arang 3,4 kg atau 42,5%, namun hasil asap akan cair lebih besar yaitu 0,5 liter atau 6,25%. Dan sebaliknya semakin sedikit jumlah pipa udara yaitu 1 pipa udara, maka jumlah arang akan semakin banyak yaitu 4 kg atau 50%, dan jumlah asap cair akan sedikit yaitu 0,32 liter atau 4%. Semakin banyak jumlah pipa udara maka suhu pirolisis akan semakin tinggi dan sebaliknya, yaitu pada pipa udara 5 suhu pirolisisnya 485°C dengan waktu pirolisis lebih cepat yaitu 120 menit.

Dan untuk pipa udara 1 suhu pirolisisnya 326°C dengan waktu pirolisis lebih lama yaitu 185 menit. Semakin banyak jumlah pipa udara maka tingkat keasaman (pH) asap cair akan semakin kecil dan sebaliknya. Asap cair hasil pipa udara 5 mengandunga pH lebih kecil yaitu 3,11, dan pipa udara 1 pH-nya 3,43. Dan untuk nilai TDS-nya, yaitu semakin banyak pipa udara maka kandungan TDS pada asap cair akan semakin kecil dan sebaliknya. Dimana jumlah pipa udara 5 mengandung TDS sebesar 680, dan jumlah pipa udara 1 TDS-nya 720.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pengaruh jumlah pipa udara 3, 5 dan 7 terhadap hasil arang dan asap cair juga waktu pirolisis serta suhu pirolisis, tetapi tanpa menggunakan sumber panas (pembakaran) bahan bakar biomassa, dimana bahan baku biomassa berfungsi sekaligus sebagai bahan bakar. Hal ini untuk lebih menghemat dalam proses produksi pada proses pirolisis ini. Lalu diameter dalam pipa kondensor dapat menggunakan ukuran 1/5 inch, untuk lebih memungkinkan gas asap dapat mengalir keluar menuju kondensor.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Metro yang telah memberikan bantuan dana penelitian ini, dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Metro atas bantuan dana penelitian OPR (Operasional Penelitian Rutin) tahun akademik 2021/2022, serta rekan-rekan di jajaran Program studi Teknik Mesin UM.Metro yang telah mambantu, dan tidak lupa Mahasiswa Teknik Mesin yang terlibat dalam penelitian ini. Terima kasih semuanya.

Referensi

- [1] Fatimah, Is. 2004, *Pengaruh Laju Pemanasan Terhadap Komposisi Biofeul Hasil Pirolisis Serbuk Kayu*, Jurnal Logika, Vol.1 No.1 Issn:1410-2315 - Hlm.46-50.
- [2] Ratnawati, Singgihhartanto, 2010, *Pengaruh Suhu Pirolisis Cangkang Sawit Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Asap Cair*, Jurnal Sains Material Indonesia, Vol.12 No.1 Issn: 1411-1098. Hlm. 7-11.
- [3] Wiratmaja,I.G., 2010, "*Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline*," Jurnal Energi Dan Manufaktur
- [4] Ridhuan, Kemas. Arya, Septit. 2015. *Karakteristik Pembakaran berbagai Jenis Bahan Limbah Biomassa dengan Menggunakan Proses Nonkarbonisasi*. Jurnal Teknik Mesin "Turbo". Volume 4 Nomor 1. ISSN: 2301 6663
- [5] Wijayanti, Widya. Nur, Mega Sasongko. Dkk., 2013, *Metode Pirolisis Untuk Penanganan Sampah Perkotaan Sebagai Penghasil Bahan Bakar Alternatif*, Jurnal Rekayasa Mesin, Vol.4, No.2, ISSN 0216-468X, Hlm. 85-92
- [6] Hambali E., Mujdalifah S., Tambunan AH, Pattiwiri AW, Hendroko R., (2007), *Teknologi Bioenergi*", Agro Media Pustaka, Jakarta.
- [7] Fachraniah, Fona, Z., dan Rahmi, Z., (2009), "*Peningkatan Kualitas Asap Cair dengan Distilasi*", Jurnal Reaksi, Vol. 7(14), pp. 1-11.
- [8] Pambayun, Gilar S. Remigius, YEY. dkk, 2013, *Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator Zncl₂ Dan Na₂co₃ Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah* Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, Issn: 2337-3539, Hlm. 23019271.
- [9] Budi, Untoro Surono. 2010, *Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Proses Karbonisasi Dan Pembriketan*, Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4, No. 1,
- [10] Sutarto, Heru. , Gusti N.T, dkk, 2020, *Pembakaran Bersama Biomassa dan Batu Bara: Pengaruh Rasio Biomassa-Batu Bara dan Excess Air*, Majalah Ilmiah Mekanika/Halaman 29 Volume 19 Nomor 1,
- [11] Fauziati, Priatni Ageng , Adiningsih Yuni, 2018, *Pengaruh Berbagai Suhu Pirolisis Asap Cair Dari Cangkang Sawit Sebagai Bahan Penggumpal Lateks*, Jurnal Riset Teknologi Industri, Vol.12 No.2
- [12] Ridhuan, Kemas,. Mafrudin, Alrasyd, Alfi,. 2020, *Optimasi Pembakaran Menyeluruh Pada Reaktor Pirolisis Dalam Menghasilkan Bioarang Dan Asap Cair*, Jurnal Teknik Mesin Turbo, Vol 9, No 1 Juni 2020, Halaman 69 - 78, ISSN 2301-6663, ISSNe : 2477-259X
- [13] Mustafiah, Makh sud Abdul, A.Aladin, 2016, *Pengaruh Suhu Terhadap Produksi Asap Cair dari Blending Limbah Biomassa Cangkang Sawit dengan Batubara secara Pirolisis*, Journal Of Chemical Process Engineering Vol.01, No.01, ISSN. 2527-4457

