

PERBANDINGAN SISTEM DISTILASI ASAP CAIR TUNGGAL PIPA DENGAN MULTI PIPA TERHADAP KAPASITAS PRODUKSI ALAT PENYULINGAN ASAP CAIR

The Comparison of Single Pipe and Multi Pipe Liquid Smoke Distillation Systems on the Production Capacity of Liquid Smoke Distillation Equipment

Ela Davera Ningsih Harahap¹, Andriyono², Yus Witdarko¹

ABSTRACT

This study aims to compare the production capacity of single-pipe condenser liquid smoke distillation with the multi-pipe condenser. The liquid smoke distillation equipment in this study was single pipe and multi-pipe with specifications for combustion tubes of 135 cm x 60 cm, condenser pipe length of 110 cm, a cooling tube of 60 cm x 60 cm. This tool consists of three main components, namely the biomass combustion chamber; water container for the cooling process; and condensation pipe. The samples used were rice husk, coconut shell, and sawdust. The variation of the burning time is 5 hours, 10 hours, and 15 hours, but the coconut shell is only for 10 hours of burning. The results of the tool test after 15 hours showed that the average liquid smoke in a single pipe system from coconut shell, rice husk, and sawdust in the sequence was: 2.016 ml; 2,130 ml; and 2,133.3 ml. Meanwhile, the average liquid smoke produced using a multi-pipe system from each biomass is 3,096.6 ml; 4.150 ml; and 3,600 ml. Based on the resulting liquid smoke production, the distillation apparatus with a multi-pipe system is more efficient than a single-pipe system.

Keywords: liquid smoke; coconut shell; rice husks; sawdust; distillation equipment

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membandingkan kapasitas produksi distilasi asap cair kondensor pipa tunggal dengan kondensor multi pipa. Alat penyulingan asap cair pada penelitian ini pipa tunggal dan multi pipa dengan spesifikasi tabung pembakaran 135 cm x 60 cm, panjang pipa kondensor 110 cm, tabung pendingin 60 cm x 60 cm. Alat ini terdiri dari tiga komponen utama yaitu ruang pembakaran biomassa; wadah air untuk proses pendinginan; dan pipa kondensasi. Sampel yang digunakan adalah sekam padi, tempurung kelapa, dan serbuk gergaji. Variasi waktu pembakaran adalah 5 jam, 10 jam, dan 15 jam, namun tempurung kelapa hanya selama 10 jam pembakaran. Hasil pengujian alat setelah 15 jam menunjukkan rata-rata asap cair yang pada sistem tunggal pipa dari tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji secara berurutan adalah : 2.016 ml; 2.130 ml; dan 2.133,3 ml. Sedangkan, rata-rata asap cair yang dihasilkan menggunakan sistem multi pipa dari masing-masing biomassa adalah : 3.096,6 ml; 4.150 ml; dan 3.600 ml. Berdasarkan produksi asap cair yang dihasilkan, alat distilasi dengan sistem multi pipa lebih efisien dibandingkan sistem tunggal pipa.

Kata Kunci: asap cair; tempurung kelapa; sekam padi; serbuk gergaji; alat distilasi

Diterima: 3 Juni 2021; Disetujui: 6 Juli 2021

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, UNMUS. Indonesia. email: elladnharahap47@gmail.com

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UNMUS. Indonesia.

LATAR BELAKANG

Indonesia memiliki lahan pertanian yang luas, salah satunya adalah Kabupaten Merauke. Luas baku lahan sawah di Kabupaten Merauke tercatat 34.367 hektare dengan luas tanaman padi pada tahun 2018 mencapai 56.000 hektare. Indeks pertanian di Kabupaten Merauke dapat ditingkatkan dengan dukungan infrastruktur pengairan dan alat mesin pertanian yang dapat meningkatkan luas tanam padi setahun dapat naik menjadi 70.000-100.000 hektare.

Peningkatan produksi padi akan berpengaruh terhadap jumlah limbah sekam padi (biomassa) yang dihasilkan, limbah tersebut cukup sulit untuk dapat terurai oleh mikroorganisme, walaupun masih tergolong dalam limbah organik. Selain itu, Kabupaten Merauke juga merupakan penghasil kelapa dengan total produksi pada tahun 2017 sebesar 567,36 ton (BPS 2018). Sementara itu, produksi kayu gergaji (*sawn timber*) tercatat pada tahun 2015 mencapai 86.855,26 m³ (BPS 2016), hal tersebut menjadikan potensi biomassa dari komoditas kelapa dan kayu gergaji juga berlimpah di Kabupaten Merauke.

Limbah biomassa sering kali belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Padahal limbah biomassa merupakan sumber energi dan bahan baku untuk produk turunan yang memiliki potensi cukup besar untuk diolah lebih lanjut. Beberapa limbah biomassa yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan lebih lanjut adalah sekam padi, tempurung kelapa dan serbuk gergaji. Hasil olahan dari limbah biomassa tersebut dapat digunakan untuk konversi energi, komposit material, briket, bahan pengawet berupa asap cair (*liquid smoke*) dan lain sebagainya.

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan bahan cairan yang berwarna kehitaman yang berasal dari biomassa melalui proses pirolisis. Asap cair merupakan hasil

kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Asap cair juga dapat diartikan sebagai hasil pendinginan dan pencairan asap biomassa yang dibakar dalam tabung tertutup (Ridhuan *et al.* 2019).

Menurut Yaman (2004), proses pembuatan asap cair melalui proses pirolisis dan distilasi. Pirolisis merupakan proses dekomposisi termal yang terjadi dalam ketiadaan oksigen (Silia dan Maulina 2017). Pada proses pirolisis energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai menjadi karbon atau arang. Distilasi merupakan suatu cara pemisahan larutan menggunakan panas sebagai pemisah (*separating agent*).

Salah satu cara untuk meningkatkan hasil kapasitas produksi asap cair saat proses penyulingan (distilasi) adalah dengan membuat alat penyulingan asap cair yang awalnya tunggal pipa (*single pipe*) menjadi multi pipa (*multi pipe*). Hal tersebut dilakukan untuk mempercepat proses distilasi dan meningkatkan volume asap cair yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan kapasitas produksi asap cair antara alat penyulingan/ distilasi tunggal pipa (*single pipe*) dengan multi pipa (*multi pipe*) sehingga dapat diketahui alat penyulingan/ distilasi yang lebih efektif untuk dapat digunakan dalam proses pembuatan asap cair.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April hingga bulan Mei Tahun 2021. Penelitian yang dilakukan meliputi dua tahap yakni perancangan dan pembuatan alat distilasi di Bengkel Las La-Guy serta pengujian kinerja alat distilasi

bertempat di wilayah Mopah, Kabupaten Merauke.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : roll pipa, gurinda, mesin las, keran, selang, termometer, wadah penampung air, bor listrik, pompa air, serta wadah penyimpanan hasil distilasi asap cair.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, pipa, pelat *stainless steel*, zeolite, dan air bersih.

Metode

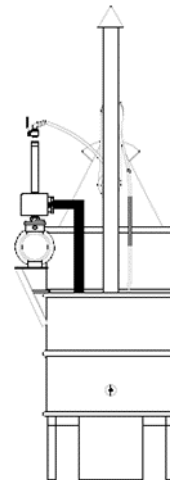
Metode penelitian dilakukan adalah metode eksperimen dengan 3 variasi jenis biomassa yakni : tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji. 3 variasi waktu pembakaran/pirolisis turut digunakan dalam penelitian ini yaitu : 5 jam, 10 jam, dan 15 jam. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

Persiapan Penelitian

a. Perancangan alat

Pada tahap ini dilakukan perancangan alat dan modifikasi alat distilasi asap cair tunggal pipa (*single pipe*) yang telah dibuat sebelumnya. Keterbatasan alat yang telah ada sebelumnya adalah alat tersebut hanya dapat digunakan untuk satu jenis limbah biomassa yakni sekam padi. Modifikasi dilakukan pada alat *kiln drum* menjadi multi pipa (*multi pipe*) dan dilengkapi dengan pendingin (kondensor) dari bahan baja tahan karat. Rancangan alat distilasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

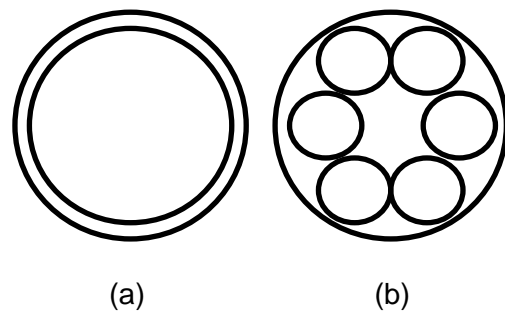
Alat yang telah dimodifikasi dapat digunakan untuk membuat asap cair dengan berbagai jenis limbah biomassa yakni sekam padi, serbuk gergaji dan tempurung kelapa. Alat penyulingan asap cair pipa tunggal dan multi pipa memiliki spesifikasi tabung pembakaran 135 cm x 60 cm, panjang pipa kondensor 110 cm, tabung pendingin 60 cm x 60 cm. Alat ini terdiri dari tiga komponen utama yaitu ruang pembakaran biomassa; wadah air



Gambar 1. Rancangan alat distilasi

untuk proses pendinginan; dan pipa kondensasi.

Alat pendingin (kondensor) terbuat dari drum dengan volume 100 liter. Tutup drum pembakar terbuat dari pelat besi (*carbon steel*) 3 mm yang disambungkan dengan pipa *carbon steel* (\varnothing 3 inch). Kondensor terbuat dari pipa berbahan *stainless steel* (\varnothing 4 inch) dengan 6 buah pipa *stainless steel* (\varnothing 0.5 inch) di dalamnya seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tipe kondensor (a) Tunggal pipa; (b) Multi pipa

b. Prosedur Pengujian Alat Distilasi

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Siapkan bahan biomassa (tempurung kelapa; sekam padi; serbuk gergaji)
2. Lakukan pengecilan ukuran biomassa agar luas permukaan pembakaran meningkat

3. Jemur biomassa untuk mengurangi kadar air bahan
4. Timbang sebanyak 15 kg untuk setiap jenis biomassa
5. Masukkan biomassa ke dalam alat untuk dipirolisis selama 15 jam
6. Pengambilan data volume asap cair yang telah diperoleh tiap 5 jam, 10 jam, dan 15 jam
7. Simpan asap cair hasil distilasi pada wadah yang telah disediakan, kemudian catat data yang diperoleh.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian dalam penelitian ini adalah volume hasil distilasi asap cair dengan menggunakan desain kondensor yang berbeda yakni sistem tunggal pipa (*single pipe*) dan multi pipa (*multi pipe*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Alat Distilasi

Pengujian alat distilasi dilakukan baik tunggal pipa maupun multi pipa dengan bahan biomassa sekam padi, tempurung kelapa, dan serbuk gergaji dengan berat masing-masing 15 kg.

Cara kerja alat distilasi tunggal pipa maupun multi pipa adalah sama, perbedaan pada kedua sistem tersebut adalah jumlah pipa kondensor pada alat tersebut. Alat distilasi asap cair pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat distilasi asap cair

Setelah dilakukan penimbangan bahan biomassa, distilasi dilakukan dengan memasukkan biomassa ke dalam tabung pirolisis yang ditutup rapat untuk

mencegah adanya kebocoran asap sehingga proses distilasi dapat berjalan secara optimal dan menghasilkan asap cair yang lebih banyak seperti ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Biomassa dimasukkan ke dalam tabung pembakaran

Selama proses distilasi asap cair, dilakukan juga pengukuran hasil yang diperoleh setiap 5 jam, 10 jam, dan 15 jam. Lama waktu pembakaran untuk setiap jenis biomassa berbeda-beda. Pada sistem tunggal pipa (*single pipe*) proses pembakaran untuk biomassa tempurung kelapa hanya dapat dilakukan hingga 10 jam karena biomassa sudah habis terbakar, sedangkan untuk sekam padi dan serbuk gergaji masih dapat dilakukan pembakaran hingga 15 jam. Pada multi pipa (*multi pipes*) proses pembakaran 3 jenis biomassa dapat dilakukan hingga 15 jam. Proses pembakaran biomassa ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pembakaran biomassa

Asap yang telah dihasilkan kemudian dikondensasi dalam pipa koil yang terendam air di dalam tabung pendingin. Asap yang telah terkondensasi merupakan asap cair (*liquid smoke*) yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan.

Hasil Distilasi Asap Cair

Asap cair yang diperoleh pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil asap cair pada penelitian ini masuk ke dalam *grade* 3 yang dapat digunakan sebagai pengawet kayu, pengolahan karet dan penghilang bau sehingga belum dapat dimanfaatkan sebagai pengawet pangan karena masih mengandung tar dan senyawa karsinogenik yang berbahaya jika

dikonsumsi (Lestari *et al.* 2015; Jenita *et al.* 2016; Asmawit dan Hidayati 2016).

a. Tunggal Pipa (*Single pipe*)

Proses distilasi menggunakan sistem tunggal pipa (*single pipe*) menghasilkan asap cair yang bervariasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 7.

Rata-rata hasil pirolisis biomassa sebanyak 15 kg dengan lama waktu pembakaran 5 jam menghasilkan 483,3 ml asap cair yang berasal dari bahan tempurung kelapa. Sedangkan untuk sekam padi, diperoleh rata-rata hasil asap cair sebanyak 546,6 ml. Biomassa serbuk gergaji menghasilkan 533,3 ml asap cair.

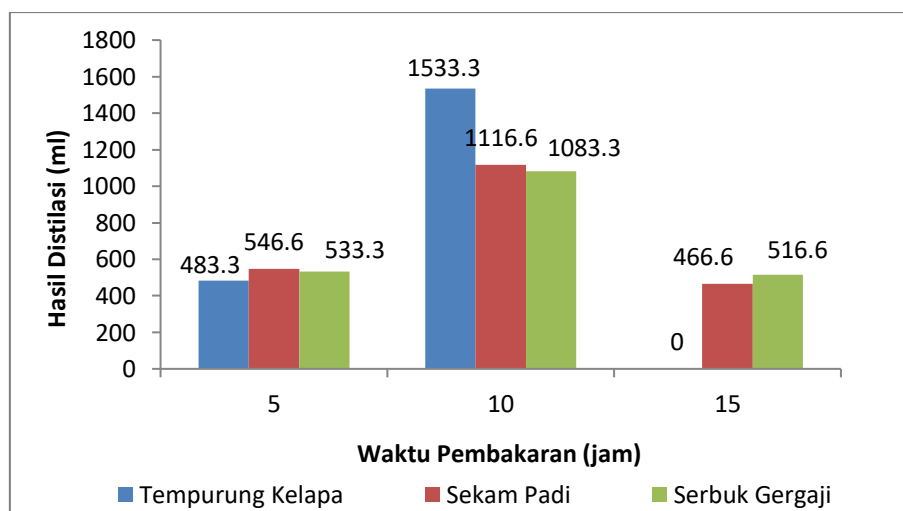
Hasil distilasi asap cair dengan sistem tunggal pipa diperoleh hasil paling banyak pada lama waktu pembakaran 10 jam. Rata-rata hasil asap cair untuk jenis biomassa yang berbeda masing-masing 1.533,3 ml (tempurung kelapa); 1.116,6 ml (sekam padi); dan 1.083,3 ml (serbuk gergaji).

Asap cair yang dihasilkan mengalami peningkatan setelah 5 jam pembakaran, kemudian setelah 10 jam pembakaran terjadi penurunan hasil asap cair yang diperoleh. Proses pembakaran untuk biomassa tempurung kelapa pada waktu pembakaran 10 jam telah habis terbakar, sedangkan untuk sekam padi dan serbuk gergaji masih berlangsung proses



(a) (b) (c)

Gambar 6. Asap cair dari bahan (a) Tempurung kelapa; (b) Sekam padi; (c) Serbuk gergaji



Gambar 7. Rata-rata hasil distilasi asap cair dengan tunggal pipa (*single pipe*)

pembakaran. Tetapi, pada lama waktu pembakaran 15 jam dihasilkan asap cair yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan lama waktu 5 jam dan 10 jam.

b. Multii Pipa (*Multi pipe*)

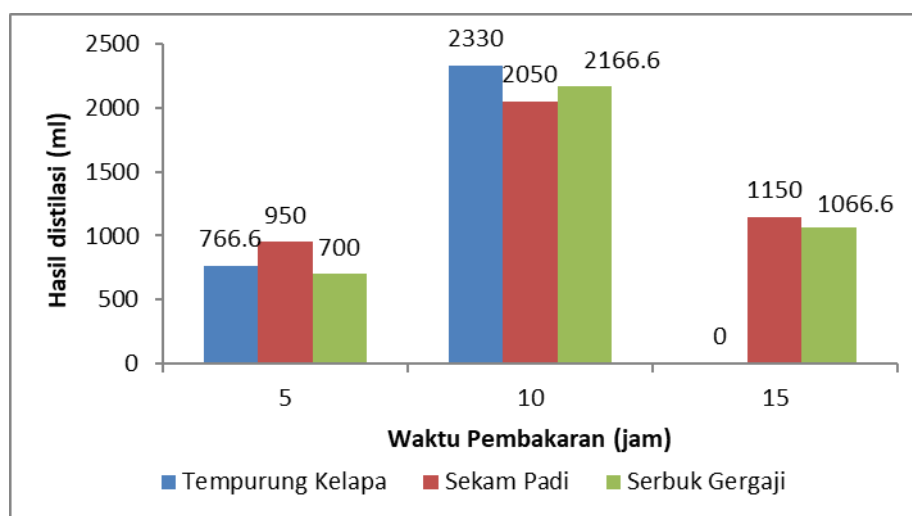
Rata-rata hasil distilasi asap cair dengan 3 jenis biomassa selama berbagai waktu pembakaran (5, 10, dan 15 jam) ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil distilasi dengan lama waktu 5 jam diperoleh volume asap cair masing-masing sebanyak 766,6 ml (tempurung kelapa); 950 ml (sekam padi); dan 700 ml (serbuk gergaji). Rata-rata hasil distilasi pada lama waktu 10 jam menunjukkan hasil tertinggi diperoleh pada bahan biomassa tempurung kelapa sebanyak 2.330 ml, kemudian 2.166,6 ml dari bahan serbuk gergaji, sedangkan hasil dari biomassa sekam padi diperoleh hasil sebanyak 2.050 ml. Pada lama waktu pembakaran 15 jam dihasilkan asap cair sebanyak 1.150 ml dari bahan sekam padi dan 1.066,6 ml dari bahan serbuk gergaji, sedangkan bahan tempurung kelapa telah habis terbakar setelah 10 jam.

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8 dapat terlihat bahwa hasil distilasi asap cair yang diperoleh bervariasi. Namun, secara umum dapat diketahui bahwa berdasarkan lama waktu pembakaran

diperoleh volume hasil asap terbaik pada lama waktu 10 jam dengan bahan biomassa tempurung kelapa bila dibandingkan dengan jenis biomassa sekam padi dan serbuk gergaji. Hal tersebut diduga berkaitan dengan jenis dan karakteristik biomassa yang digunakan.

Menurut Ridhuan *et al* (2019), biomassa sekam padi memiliki ukuran butiran kecil dengan tekstur sedikit keras dan kadar air yang sedikit. Bahan yang keras dengan kadar air dan sedikit kadar air dibandingkan dengan bahan yang lunak dengan kadar air yang tinggi akan menghasilkan produk asap cair yang berbeda pula pada setelah pembakaran pirolisis.

Gambar 7 dan Gambar 8 juga menunjukkan bahwa lama waktu pembakaran (pirolisis) mempengaruhi volume asap cair yang dihasilkan. Lama waktu pembakaran berkaitan dengan tingkat kesempurnaan pembakaran (Mappiratu 2009). Secara umum, volume asap cair yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan setelah 5 jam pembakaran, kemudian terjadi penurunan setelah 10 jam pembakaran. Hal tersebut diduga berkaitan dengan kenaikan temperatur dan lama waktu pirolisis yang terjadi sehingga komponen-komponen organik semakin berkurang dan lignin yang



Gambar 8. Rata-rata hasil distilasi asap cair dengan multi pipa (*multi pipe*)

terpirolisis semakin menurun akibat waktu kontak panas terhadap bahan yang di pirolisis semakin lama pula (Sulhatun 2012; Nurrassyidin *et al.* 2014).

Sistem multi pipa (*multi pipe*) juga menunjukkan perbedaan hasil asap cair yang diperoleh. Hasil asap cair dari tiga biomassa yang didistilasi dengan 3 variasi waktu menggunakan sistem tunggal pipa menunjukkan hasil yang berkisar antara 460 ml -1.500 ml. Sedangkan, hasil asap cair yang distilasi menggunakan sistem multi pipa dapat menghasilkan volume asap cair yang berkisar antara 700 ml - 2.300 ml. Perbedaan volume asap cair dari dua sistem distilasi pada penelitian ini diduga berkaitan dengan luas penampang yang berkaitan dengan jumlah pipa kondensor yang dimiliki oleh masing-masing tipe distilator.

Perbedaan Sistem Distilasi Terhadap Kapasitas Produksi Alat Penyulingan Asap Cair

Perbedaan sistem distilasi yang digunakan berpengaruh terhadap kapasitas produksi asap cair. Rata-rata hasil distilasi asap cair selama 15 jam pembakaran pada sistem tunggal pipa (*single pipe*) dari tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji secara berurutan adalah : 2.016 ml; 2.130 ml; dan 2.133,3 ml. Sedangkan, rata-rata hasil asap cair yang diperoleh dari bahan dan waktu distilasi yang sama dengan sistem multi pipa (*multi pipe*) menunjukkan nilai secara berurutan yakni : 3.096,6 ml (tempurung kelapa); 4.150 ml (sekam padi); dan 3.600 ml (serbuk gergaji).

Sistem tunggal pipa (*single pipe*) hanya memiliki 1 kondensor sedangkan sistem multi pipa (*multi pipe*) memiliki 6 kondensor sehingga proses distilasi dapat berjalan lebih cepat dan menghasilkan asap cair yang lebih banyak. Beberapa penelitian terdahulu melaporkan bahwa volume asap cair yang diperoleh berkaitan dengan desain atau model peralatan distilator/pirolisator yang digunakan (Mappiratu 2009; Ratnawati dan Hartanto 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan 3 jenis biomassa seberat 15 kg selama 15 jam dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Rata-rata asap cair yang dihasilkan menggunakan sistem tunggal pipa (*single pipe*) dari tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji secara berurutan adalah : 2.016 ml; 2.130 ml; dan 2.133,3 ml.
- b. Rata-rata asap cair yang dihasilkan menggunakan sistem multi pipa (*multi pipe*) dari tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji secara berurutan adalah : 3.096,6 ml; 4.150 ml; dan 3.600 ml.
- c. Sistem multi pipa lebih efektif dan efisien dalam pembuatan asap cair dibandingkan dengan sistem tunggal pipa.
- d. Asap cair yang diperoleh pada penelitian ini adalah *grade 3*

DAFTAR PUSTAKA

- Asmawit, Hidayati. 2016. Karakteristik Destilat Asap Cair Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Proses Redistilasi. Maj BIAM.:8–14.
- BPS. 2016. Kabupaten Merauke Dalam Angka 2016. Merauke: BPS Kabupaten Merauke.
- BPS. 2018. Kabupaten Merauke Dalam Angka. Merauke: BPS Kabupaten Merauke.
- Jenita J, Anggraini ASP, Yuniningsih S. 2016. Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Dan Bambu Menggunakan Proses Slow Pyrolysis. J Reka Buana. 1:57–64.
- Lestari YI, Idiawati N, Harlia. 2015. Aktivitas Antibakteri Asap Cair Tandan Kosong Sawit Grade 2 yang Sebelumnya Diadsorpsi Zeolit Teraktivasi. J Kim Khatulistiwa. 4(4):45–52.
- Mappiratu. 2009. Kajian Teknologi Produksi Asap Cair dari Sabut Kelapa. Media Litbang Sulteng.

- 2(2):104–109.
- Nurrassyidin, Idral, Zultiniar. 2014. Pengaruh Variasi Temperatur Dan Waktu Terhadap Rendemen Pirolisis Limbah Kulit Durian Menjadi Asap Cair. *J Online Mhs Fak Tek*. 1:1–8.
- Ratnawati, Hartanto S. 2010. Pengaruh Suhu Pirolisis Cangkang Sawit Terhadap Kuantitas dan Kualitas Asap Cair. *J Sains Mater Indones*. 12(1):7–11.
- Ridhuan K, Irawan D, Inthifawzi R. 2019. Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Turbo J Progr Stud Tek Mesin*. 8(1):69–78. doi:10.24127/trb.v8i1.924.
- Silia F, Maulina S. 2017. Pengaruh Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Pada Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit. *J Tek Kim USU*. 6(2):14–18.
- Sulhatun. 2012. Pemanfaatan Asap Cair Berbasis Cangkang Sawit Sebagai Bahan Pengawet Alternative. *J Teknol Kim Unimal*. 1(November):91–100.
- Yaman S. 2004. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. *Energy Convers Manag*. 45(5):651–671. doi:10.1016/S0196-8904(03)00177-8.