

## ANALISIS KINERJA ALAT PENGHASIL ASAP CAIR TERINTEGRASI DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI BIOMASSA

Yiyin Klistafani<sup>1)</sup>, Muh. Iqbal M<sup>1)</sup>, Sukma Abadi<sup>1)</sup>, Dwi Esti Amalia<sup>2)</sup>, dan Aryo Wicaksono B<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Liquid smoke from combustion that uses biomass raw materials has its own advantages, where liquid smoke can be used as a food preservative or liquid fuel. The purpose of this study was to determine the performance of integrated liquid smoke equipment by utilizing biomass energy and to determine the feasibility of the liquid smoke produced. This research method is by doing pyrolysis and distillation components. The smoke from burning biomass will be condensed, then the distillation process will be continued to increase the grade of liquid smoke produced. This study uses variations of coconut shell biomass. The stages in this research are the design, manufacture and assembly of tools, testing tools, testing the feasibility of the quality of liquid smoke produced. Based on the results obtained, liquid smoke produced from the research is about 200 ml – 500 ml. Smoke fish with preservation using liquid smoke still lasts the 7<sup>th</sup> day with safe contents without *Escherichia coli* bacteria.

**Keywords:** *Biomass, Energy, Liquid Smoke, Food Preservative*

### 1. PENDAHULUAN

Energi alternatif sangat menarik untuk dikaji lebih dalam mengingat semakin terbatasnya ketersediaan sumber energi fosil di bumi. Tuntutan kebutuhan energi yang sangat tinggi tidak sebanding dengan ketersediaan sumber daya minyak, sehingga upaya pengembangan pemanfaatan energi alternatif perlu digalakkan [1]. Energi Biomassa merupakan salah satu energi alternatif dan merupakan sumber energi terbarukan. Biomassa dapat memainkan peranan penting sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui, yang berfungsi sebagai penyedia sumber karbon untuk energi, yang dengan menggunakan teknologi modern dalam pengkonversianannya dapat menjaga emisi pada tingkat yang rendah. Di samping itu, penggunaan energi biomassa pun dapat mendorong percepatan rehabilitasi lahan terdegradasi dan perlindungan tata air [2].

Pemanfaatan energi biomassa semakin meluas seiring dengan kemajuan teknologi. Salah satu pemanfaatan energi biomassa yang sedang berkembang adalah untuk pembuatan asap cair. Tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi dan lainnya merupakan contoh sumber energi biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan asap cair. Berbagai macam penelitian telah dilakukan guna mengembangkan alat pirolisis yang memanfaatkan energi biomassa [3-5]. Inovasi harus terus dikembangkan agar kinerja alat penghasil asap cair lebih optimal.

Asap cair merupakan hasil kondensasi dari asap pembakaran. Asap cair yang berasal dari pembakaran yang menggunakan bahan baku biomassa memiliki keunggulan tersendiri, dimana asap cair tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet makanan maupun bahan bakar cair. Penggunaan asap cair juga disesuaikan dengan klasifikasi kualitas asap cair yang terdiri dari 3 *grade*. *Grade C (grade 3)* digunakan sebagai pengawet kayu dan koagulan, *grade B (grade 2)* digunakan sebagai antimikroba dan *grade A (grade 1)* digunakan sebagai pengawet alami makanan [6]. Asap cair hasil dari pembakaran tempurung kelapa sangat potensial sebagai bahan pengawet ikan [7].

Maraknya penggunaan zat aditif sebagai bahan pengawet makanan yang berbahaya menimbulkan keresahan di kalangan masyarakat. Oleh karena itu penggunaan pengawet makanan alami yang bersumber dari energi biomassa menjadi metode solutif. Penggunaannya aman dikonsumsi dan dalam proses produksinya pun menggunakan sumber energi yang diperbaharui (energi terbarukan). Untuk dapat menghasilkan asap cair yang dapat dimanfaatkan sebagai pengawet makanan, maka asap cair tersebut harus melalui beberapa tahapan. Alat penghasil asap cair yang telah berkembang selama ini hanya berakhir pada tahap kondensasi awal, dimana proses destilasi dilakukan secara terpisah.

Berdasarkan hal tersebut, maka penting untuk dilakukan pengembangan dan inovasi dalam rancang bangun alat penghasil asap cair terintegrasi, dimana tahapan dalam produksi asap cair yaitu berkesinambungan dalam satu alat karena sistem yang telah terintegrasi. *Added value* pada penelitian ini yaitu

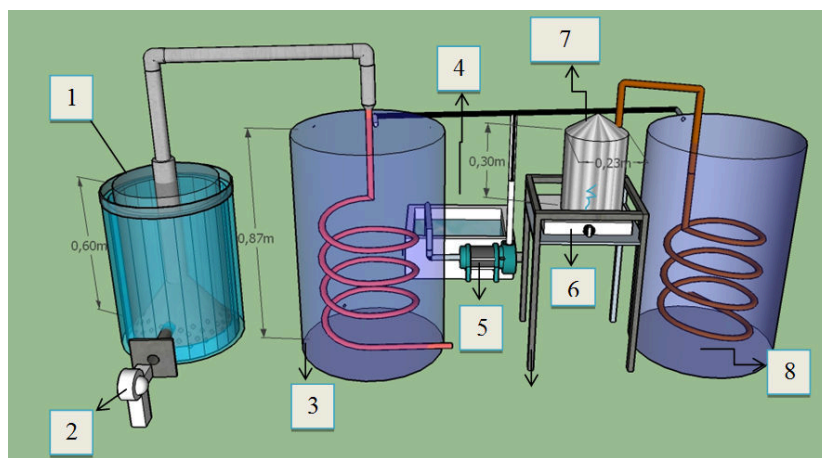
<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Yiyin Klistafani, Telp 085648965909, [yiyin\\_klistafani@poliupg.ac.id](mailto:yiyin_klistafani@poliupg.ac.id) / [klistafani@gmail.com](mailto:klistafani@gmail.com)

tidak hanya sistem alat yang terintegrasi saja namun juga pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber energi biomassa dalam pembuatan asap cair.

Inovasi dan pengembangan dalam pembuatan/produksi asap cair sangat diperlukan. Efektifitas dalam memperoleh asap cair dengan grade tertentu sangat dipengaruhi oleh kinerja dari suatu alat. Pengembangan alat dengan sistem terintegrasi sangat diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap produksi dan kualitas kelayakan asap cair yang dihasilkan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja alat penghasil asap cair terintegrasi dengan memanfaatkan energi biomassa dan untuk mengetahui nilai kelayakan asap cair yang dihasilkan sebagai pengawet ikan.

**2. METODE PENELITIAN**

Rancang bangun alat penghasil asap cair terintegrasi dengan memanfaatkan energi biomassa dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang dan untuk pengujian kelayakan asap cair dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode pengujian secara eksperimen. Desain alat penghasil asap cair terintegrasi dapat dilihat pada gambar 1.



- Keterangan:  
 1. Tungku Pembakaran  
 2. Blower  
 3. Kondensor 1  
 4. Box Styrofoam  
 5. Pompa  
 6. Kompur  
 7. Destilator  
 8. Kondensor 2

Gambar 1. Desain alat penghasil asap cair terintegrasi

Prosedur awal adalah tahap perancangan alat dan dilanjutkan tahap perakitan. Komponen utama alat penghasil asap cair terintegrasi yaitu tungku pembakaran, blower, kondensor, box styrofoam, pompa, kompor, dan destilator. Prosedur pengujian alat penghasil asap cair terintegrasi melalui tiga tahapan, diantaranya yaitu tahap produksi asap cair (pirolisis), tahap pemurnian asap cair (destilasi), dan tahap pengujian laboratorium kualitas sampel asap cair yang dihasilkan. Analisa perhitungan kinerja alat penghasil asap cair pada proses pirolisis merujuk pada penelitian terdahulu, dimana Kinerja alat penghasil asap cair terutama didasarkan pada bobot asap cair yang tertampung selama pembakaran yang dihasilkan oleh kondensor. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut [8]:

$$Kinerja\ Alat = \frac{m_{ac}}{t \times p} \dots \dots \dots (1)$$

dimana,

- $m_{ac}$  = massa asap cair hasil pembakaran (kg)
- $t$  = waktu pembakaran (s)
- $p$  = panjang kondensor (m)

dengan menghitung dan menganalisis efisiensi kondensor saat proses pirolisis berlangsung. Efisiensi kondensor adalah rasio antara kenaikan suhu air pendingin dengan selisih suhu masuk air pendingin dan temperatur uap jenuh. Efisiensi kondensor dihitung dengan rumus yang digunakan [9].

$$\eta_c = \frac{T_o - T_i}{T_s - T_i} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

dimana,

- $\eta_c$  = Efisiensi Kondensor (%)
- $T_s$  = Temperature Saturated (°C)

Ti = Temperatur Masuk Kondensor (°C)  
 To = Temperatur Keluar Kondensor (°C)

Biomassa yang digunakan pada penelitian ini berupa tempurung kelapa dengan variasi massa 3 kg, 6 kg, dan 10 kg. Sebelum biomassa siap digunakan maka harus melalui proses pengeringan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan arang aktif yang berkualitas. kualitas yang baik dari arang tempurung kelapa, jika pembakarannya menghasilkan arang yang tampak hitam, mengkilap, utuh, keras dan mudah dipatahkan [10].

Asap cair yang dihasilkan digunakan sebagai pengawetan ikan dan melalui berbagai pengujian untuk mengetahui kadar air, ALT (angka lempeng total), kadar lemak dan kandungan bakteri eschericia coli. Pengujian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang dan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat penghasil asap cair terintegrasi dapat dilihat pada gambar 2. Hasil dari proses pirolisis yang telah dilakukan dari pembakaran tempurung kelapa selama 240 menit dengan variasi massa 3, 6, 10 kg dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3. Berdasarkan hasil pada tabel tersebut, maka dapat dilihat bahwa massa dari tempurung kelapa sangat mempengaruhi kuantitas asap cair yang dihasilkan dengan waktu kondensasi yang sama. Biomassa tempurung kelapa dengan massa 3 kg mampu menghasilkan asap cair sebanyak 250 ml. Ketika massa dinaikkan menjadi dua kali lipat, ternyata tidak diikuti dengan kenaikan volume asap cair yang dihasilkan, dimana pada massa tempurung kelapa 6 kg, volume asap cair yang dihasilkan sebesar 450 ml. Pembakaran tempurung kelapa 10 kg menghasilkan volume asap cair sebesar 650 ml. Grafik hubungan antara volume asap cair yang dihasilkan dengan waktu kondensasi yang dibutuhkan untuk setiap variasi massa tempurung kelapa dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Alat penghasil asap cair terintegrasi dengan memanfaatkan energi biomassa

Tabel 1. Data pengujian tahap pirolisis dengan biomassa tempurung kelapa 3 kg

No	Suhu Air Pendingin (°C)	Waktu Kondensasi (menit)	Suhu Pembakaran (°C)	Suhu Keluaran klin (°C)	Suhu Masukan kondensor 1 (°C)	Suhu Keluaran kondensor 1 (°C)	Volume Asap Cair (ml)
1.	24,1	10	53,7	33,2	20,2	-	0
2.	27,7	60	144,8	64,4	44,4	24,7	30
3.	29,5	120	178,6	69,5	48,5	26,3	100
4.	32,6	180	206,7	96,4	76,4	31,4	<b>250</b>

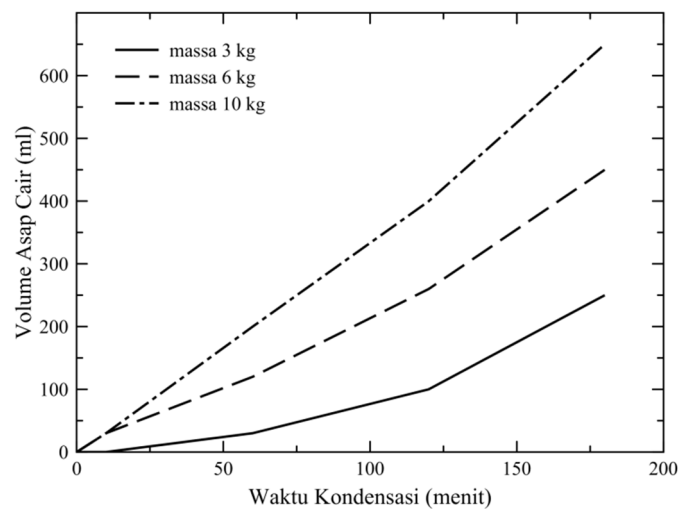
Tabel 2. Data pengujian tahap pirolisis dengan biomassa tempurung kelapa 6 kg

No	Suhu Air Pendingin (°C)	Waktu Kondensasi (menit)	Suhu Pembakaran (°C)	Suhu Keluaran klin (°C)	Suhu Masukan Kondensor 1 (°C)	Suhu Keluaran Kondensor 1 (°C)	Volume Asap Cair (ml)
1.	23,4	10	53,7	33,2	20,2	23,3	30

2.	26,7	60	152,6	69,2	49,2	26,4	120
3.	29,5	120	178,6	71,1	51,1	29,1	260
4.	32,1	180	287,7	150,1	130,1	31,8	<b>450</b>

Tabel 3. Data pengujian tahap pirolisis dengan biomassa tempurung kelapa 10 kg

No	Suhu Air Pendingin (°C)	Waktu Kondensasi (menit)	Suhu Pembakaran (°C)	Suhu Keluaran Klin (°C)	Suhu Masukan Kondensator 1 (°C)	Suhu Keluaran Kondensator 1 (°C)	Volume Asap Cair (ml)
1.	24,5	10	53,7	33,2	20,1	23,3	30
2.	27,6	60	152,5	69,2	49,2	26,4	200
3.	31,5	120	198,6	100,3	81,3	29,1	400
4.	35,6	180	390,0	192	168	32	<b>650</b>

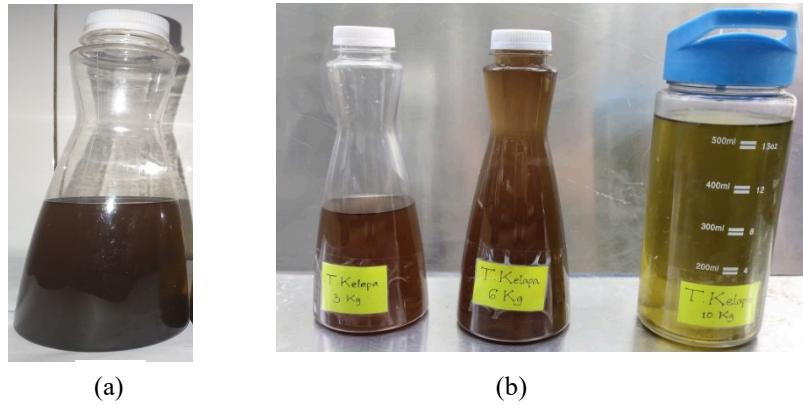


Gambar 3. Grafik hubungan volume asap cair dengan waktu kondensasi untuk variasi massa tempurung kelapa

Hasil proses destilasi sebagai tahapan lanjut dari proses pirolisis dapat dilihat pada tabel 4 untuk biomassa tempurung kelapa dengan berbagai variasi massa yang digunakan. Berdasarkan tabel 4, volume awal dan akhir setelah proses destilasi mengalami perubahan. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh kinerja kondensator 2 dalam proses kondensasi asap cair. Volume berkurang sebesar 50 – 150 ml dalam pengujian proses destilasi. Waktu yang dibutuhkan untuk proses destilasi setiap variasi berbeda karena jumlah volume awal asap cair yang berbeda. Waktu destilasi dihitung sejak proses destilasi berlangsung hingga asap cair di dalam destilator habis menguap dan terkondensasi. Warna asap cair sebelum dan sesudah proses destilasi dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 4. Data pengujian tahap destilasi

No	Massa (kg)	Suhu Pemanasan (°C)	Suhu Air Pendingin (°C)	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	Waktu Destilasi (menit)	Suhu Keluaran Destilasi (°C)	Suhu Masuk Kondensator 2 (°C)	Suhu Keluar Kondensator 2 (°C)
1.	3	102	24,6	250	200	43	82,5	38,5	25,2
2.	6	106	26,8	450	300	52	86,4	40,1	26,1
3.	10	110	28,1	650	500	120	90,3	48,1	28,3



Gambar 4. Asap cair (a) sebelum proses destilasi dan (b) setelah proses destilasi

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis merupakan asap cair grade C yang berwarna hitam pekat dan belum dapat dimanfaatkan sebagai pengawet ikan. Oleh karena itu dilanjutkan dengan proses destilasi untuk mendapatkan asap cair yang lebih jernih dengan kualitas grade B. Perbedaan warna asap cair sebelum dan sesudah proses destilasi dapat dilihat pada gambar 3, dimana pada asap cair hasil destilasi untuk massa tempurung kelapa 10kg sangat jernih. Hal ini dikarenakan waktu destilasi yang lebih lama sehingga kualitas asap cair juga semakin bagus. Proses destilasi sangat berpengaruh besar terhadap kualitas asap cair yang didapatkan karena mengurangi kandungan tar yang dihasilkan. Dapat dilihat jelas bahwa kandungan tar yang terdapat pada asap cair sebelum destilasi membuat warna asap cair tersebut menjadi hitam.

Kinerja alat penghasil asap cair terintegrasi dapat dilihat pada tabel 5. Besar kinerja alat pirolisis sangat ditentukan oleh kuantitas asap cair yang dihasilkan dan tentunya dipengaruhi oleh banyaknya biomassa yang dibakar. Massa tempurung kelapa 3 kg menghasilkan kinerja alat sebesar  $2,89 \times 10^{-7}$  kg/s.m. Ketika massa ditambahkan dua kali lipat maka besar kinerja alat tidak mengikuti sebesar itu pula. Hal ini menandakan bahwa alat pirolisis pada penelitian ini memiliki massa optimal di bawah 6 kg. Efisiensi kondensor 1 tertinggi yaitu 94% dan efisiensi kondensor 2 tertinggi sebesar 64%. Masih terdapat banyak losses pada proses destilasi sehingga sangat mempengaruhi volume akhir asap cair yang dihasilkan.

Tabel 5. Kinerja alat penghasil asap cair terintegrasi dan efisiensi kondensor

No	Massa (kg)	Kinerja Alat x $10^{-7}$ (kg/s.m)	Efisiensi Kondensor 1 (%)	Efisiensi Kondensor 2 (%)
1.	3	2,89	79	63
2.	6	5,21	87	61
3.	10	7,52	94	64









Pada proses pengawetan ikan dengan menggunakan metode pengasapan cair, sampel ikan terlebih dahulu mengalami tahapan pembersihan dengan cara pencucian hingga bersih, kemudian direndam asap cair selama kurang lebih 15 menit pada suhu ruang. Kemudian ikan diasapi selama 2 jam. Sedangkan untuk pengujian tanpa asap cair, ikan hanya dibersihkan kemudian diasapi selama 2 jam. Hasil pengawetan ikan untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 6.

Selain dilakukannya pengujian laboratorium untuk sampel ikan, maka analisis fisik juga telah dilakukan. Analisis fisik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui indikasi-indikasi pembusukan yang terjadi pada sampel ikan. Beberapa indikator yang digunakan diantaranya kondisi daging, kulit, bau, dan warna. Dari hasil uji fisik terhadap sampel ikan, dapat dilihat bahwa asap cair berperan aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Berdasarkan beberapa indikator yang digunakan untuk pengujian fisik, asap cair memberikan perubahan terhadap daging ikan, dimana daging ikan menjadi tidak elastis, warna insang sampel ikan yang direndam menggunakan asap cair berubah dari kemerahan menjadi coklat dan menghitam, kulit ikan keriput. Sedangkan ikan yang tidak direndam dengan asap cair, warna ikan masih kemerahan, daging ikan elastis, bau ikan busuk menyengat (pada hari ke-3 penyimpanan), kulit ikan masih kencang.

Ikan yang melalui proses perendaman dengan asap cair sebelum dibakar bisa awet dan tidak membusuk hingga hampir satu minggu dan tidak mengandung bakteri eschericia coli. Hal ini sangat berbeda dengan ikan asap yang tanpa diawetkan dengan asap cair, dimana hari ke-3 ikan tersebut sudah basi dan membusuk. Sampel ikan asap yang menggunakan asap cair pada hari ke-7 diujikan ke laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Hasil laboratorium kandungan ikan asap dengan menggunakan asap cair dari biomassa tempurung kelapa dapat dilihat pada tabel 7.

Berdasarkan hasil laboratorium untuk kandungan ikan asap yang menggunakan pengawetan asap cair menunjukkan bahwa sampai hari ke-7 ikan masih aman dikonsumsi. Kandungan kadar air pada ikan yaitu 14,33% (standar maksimal 60% [11]), kadar ALT sebesar  $6,6 \times 10^3$  koloni/g (standar maksimal  $1 \times 10^5$  koloni/g [11]), kandungan eschericia coli tidak ditemukan pada sampel ikan (standar maksimal  $<3$  APM/g [11]).

Tabel 6. Hasil pengasapan ikan menggunakan asap cair dan tanpa asap cair

Ikan asap menggunakan rendaman asap cair		Ikan asap tanpa menggunakan rendaman asap cair	
 <p>Hari ke-1: Daging elastis Kulit kencang Warna insang coklat</p>	 <p>Hari ke-2: Daging keras Kulit kencang Warna insang coklat</p>		
 <p>Hari ke-3: Daging keras Kulit keriput Warna insang merah</p>	 <p>Hari ke-4: Daging keras Kulit keriput Warna insang merah</p>	Ikan sudah membusuk	
 <p>Hari ke-5: Daging keras Kulit keriput Warna insang hitam</p>	 <p>Hari ke-6: Daging keras Kulit keriput Warna insang hitam</p>	Ikan sudah membusuk	

Tabel 7. Hasil laboratorium sampel ikan asap menggunakan pengawetan dengan asap cair

Biomassa	Kadar Air (%)	ALT (Koloni/g)	Kadar Lemak (%)	Eschericia Coli (APM/g)
Tempurung Kelapa	14,33	$6,6 \times 10^3$	4,05	Negatif

#### 4. KESIMPULAN

Studi analisis kinerja alat penghasil asap cair terintegrasi dengan memanfaatkan energi biomassa berupa tempurung kelapa memberikan hasil positif dalam pengaplikasian asap cair sebagai bahan pengawetan pada ikan. Beberapa kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Asap cair yang dihasilkan dari pembakaran biomassa tempurung kelapa 3 kg, 6 kg, dan 10 kg berturut-turut yaitu 250 ml, 450 ml, dan 650 ml pada proses pirolisis. Setelah dilakukan proses destilasi volume akhir asap cair yang dihasilkan berturut-turut menjadi 200 ml, 300 ml, 500 ml.
- 2) Kinerja alat penghasil asap cair dengan biomassa sebanyak 3 kg yaitu  $2,89 \times 10^{-7}$  kg/(s.m). Sedangkan untuk biomassa sebanyak 6 kg, kinerja alat yang dihasilkan yaitu  $5,21 \times 10^{-7}$  kg/(s.m) dan  $7,52 \times 10^{-7}$  kg/(s.m) untuk biomassa sebanyak 10 kg.
- 3) Efisiensi tertinggi untuk kondensor 1 dan 2 berturut-turut yaitu 94% dan 64%. Hal ini menandakan masih banyak losses yang terjadi proses destilasi. Pada penelitian berikutnya perlu diadakan inovasi dan pengembangan alat untuk proses destilasi (destilator dan kondensor 2).
- 4) Ikan asap dengan pengawetan menggunakan asap cair masih bertahan hingga hari ke-7 dengan kandungan yang aman yaitu kadar air 14,33%, kadar ALT  $6,6 \times 10^3$  koloni/g, kadar lemak 4,05 % dan tidak ditemukan bakteri eschericia coli pada ikan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Klistafani, "Karakteristik Aliran Fluida di Dalam Asymmetric Diffuser dengan Penambahan Vortex Generator," *INTEK J. Penelit.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–27, 2018.
- [2] I. Heriansyah, "Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa Hutan di Indonesia," *Maj. Inov.*, p. 34, 2005.
- [3] K. Ridhuan, D. Irawan, Y. Zanaria, and F. Firmansyah, "Pengaruh Jenis Biomassa Pada Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi bioarang-Asap Cair Yang Dihasilkan," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 18–27, 2019.
- [4] E. Frida, D. Darnianti, and N. Noviyunida, "Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Tongkol Jagung Dengan Metode Pirolisis Yang Digunakan Sebagai Pengawet Pada Ikan," *JUITECH J. Ilm. Fak. Tek. Univ. Qual.*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [5] M. Fathussalam *et al.*, "Rancang Bangun Mesin Produksi Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Berbasis Teknologi Cyclone-Redistillation," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 7, no. 2, pp. 148–156, 2019.
- [6] S. I. Kailaku, M. Syakir, I. Mulyawanti, and A. N. A. Syah, "Antimicrobial activity of coconut shell liquid smoke," in *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng*, 2017, vol. 206, p. 12050.
- [7] S. Saloko, P. Darmadji, B. Setiaji, and Y. Pranoto, "Antioxidative and antimicrobial activities of liquid smoke nanocapsules using chitosan and maltodextrin and its application on tuna fish preservation," *Food Biosci.*, vol. 7, pp. 71–79, 2014.
- [8] C. Hanendyo, "Kinerja Alat Ekstraksi Asap Cair Dengan Sistem Kondensasi," *Skripsi. Fak. Perikan. dan Ilmu Kelautan, IPB, Bogor*, 2005.
- [9] Prayudi and Hendri, "Analisis Performa Kondensor di PT. Indonesia Power UJP PLTU Lontar Banten Unit 2," *Jurnal Power Plant 4*, no. 4, 2017.
- [10] E. Hambali, S. Mujdalifah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri, and R. Hendroko, *Teknologi bioenergi*. AgroMedia, 2007.
- [11] SNI 2725, "Ikan Asap dengan Pengasapan Panas," *Jurnal Badan Standardisasi Nasional*, 1102\_SNI 2725, 2013.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan hibah dana PNPB/DIPA 2020 Politeknik Negeri Ujung Pandang kepada penulis sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik.