

Studi Produksi dan Karakterisasi Komposisi Kimia Beberapa Kategori Asap Cair dari Tempurung Lontar (*Borassus flabellifer* L.)

Kasimir Sarifudin^{*1}, Richard Veqiyanus Naibaus², Lolita A.M. Parera³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP- Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto Penfui, Kupang-NTT 85001 Indonesia

* email korespondensi: kasimir_sarifudin@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi produksi dan karakterisasi komposisi kimia beberapa klasifikasi mutu asap cair dari tempurung lontar. Asap cair diproduksi menggunakan bahan baku tempurung lontar kering yang dipirolisis pada suhu sampai ± 400 °C. Proses pirolisis berlangsung dalam *pyrolyzator* model kolom vertikal, dilengkapi dengan kondenser berbentuk spiral, dengan panjang 6 m. Asap cair yang diperoleh diendapkan selama 7 hari, kemudian didestilasi pada suhu 130°C, dimurnikan melalui filtrasi menggunakan kolom zeolit dan arang aktif dari tempurung lontar untuk mendapatkan masing-masing klasifikasi mutu berturut-turut asap cair *grade* 3, 2, dan 1. Karakterisasi komposisi kimia masing-masing *grade* asap cair menggunakan GC-MS dan penentuan keasaman menggunakan titrasi asam-basa. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata rendemen asap cair dari tempurung lontar hasil pirolisis sebesar 44,35% dari berat bahan baku awal. Asap cair *grade* 3 memiliki kadar asam 5,97% dan 50 senyawa dengan komposisi paling dominan yaitu *p*-Cresol 18,28 %; *Phenol*, 2-methyl 14,79%; *Phenol*, 2-methoxy- 10,09%. Asap cair *grade* 2 memiliki kadar asam sebesar 8,70% dengan komposisi kimia paling dominan yaitu *p*-Cresol 20,70%; *Phenol*, 2-methoxy 14,51%; *Phenol*, 3-methyl 11,69 %. Asap cair *grade* 1 memiliki kadar asam sebesar 9,23% dengan komposisi kimia paling dominan yaitu *p*-Cresol 20,29%; *Phenol*, 3-methyl 16,36%; *Phenol*, 2-methoxy 16,18%.

Kata Kunci : Asap Cair, tempurung lontar, komposisi kimia, *grade*, pirolisis

Abstract

*This study aims to investigate the production and characterization of the chemical composition of various quality classifications of liquid smoke that is derived from lontar Shells. Liquid smoke is generated from dried lontar shell raw material that takes on pyrolysis at approximately 400 °C. A vertical column-model pyrolyzer equipped with a 6-meter-long spiral-shaped condenser supports the productivity of the pyrolysis process. After being collected, the liquid smoke is allowed to settle for a duration of seven days. The process involves distillation at 130°C, followed by purification through a zeolite column and activated charcoal derived from lontar shells, resulting in grades 3, 2, and 1. The characterization of the chemical composition of each liquid smoke grade was conducted using GC-MS, in addition to the determination of acidity via acid-base titration. The findings indicate that the average yield of liquid smoke derived from dried lontar shells is 44.35% of the weight of the initial raw material. The composition of grade 3 liquid smoke includes *p*-cresol at 18.28%, phenol (2-methyl) at 14.79%, and phenol (2-methoxy) at 10.09%. It also has an acid content of 5.97% and contains a total of 50 compounds. The acid content of grade 2 liquid smoke is 8.70%, with *p*-Cresol being the most dominant component at 20.70%. Other significant constituents include phenol, 2-methoxy at 14.51%, and phenol, 3-methyl at 11.69%. The acid content of grade 1 liquid smoke is measured at 9.23%. The primary components include *p*-Cresol at 20.29%, followed by phenol, 3-methyl at 16.36%, and phenol, 2-methoxy at 16.18%.*

Keywords : Liquid smoke, lontar shell, chemical composition, grade, pyrolysis

PENDAHULUAN

Berbagai negara telah menggunakan teknik pengasapan sejak berabad-abad untuk menghasilkan bahan pangan seperti daging dan produk pengolahan daging, serta ikan dan produk ikan lainnya. Selain metode pengasapan konvensional, penggunaan bahan bercita rasa asap menggunakan asap cair yang dihasilkan melalui proses pirolisis kayu telah dikenal di seluruh dunia. Beberapa bahan dalam asap dan asap terkondensasi, seperti kadar Hidrokarbon Polisiklis Aromatis (HPA) dan nitrosamin volatil, berpotensi berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, ditetapkan batasan kandungan bahan-bahan tersebut dalam bahan cita rasa asap atau produk akhir dari bahan pangan yang diolah menggunakan metode pengasapan. Salah satu kelemahan pengasapan secara langsung adalah konsentrasi asap, waktu pengasapan yang ideal, dan suhu pengasapan. Selain itu, sangat sulit untuk mengontrolnya dan dapat menimbulkan risiko yang lebih besar bagi kesehatan manusia karena pembentukan senyawa HPA seperti benzopyrene, yang telah diketahui bersifat karsinogenik (Suroso, Utomo, Hidayati, & Nuraini, 2018).

Ada dua jenis pengasapan: pengasapan tradisional yang menggunakan paparan asap secara langsung dan pengasapan modern yang menggunakan asap cair. Metode pengasapan dalam pengolahan bahan pangan menghasilkan bau yang unik pada produk yang diasapi. Senyawa kimia dalam asap dalam fasa gas dan butiran tar akan terbentuk selama proses pembakaran dan menghasilkan panas. Senyawa-senyawa kimia dalam asap akan menempel dan terlarut pada lapisan air di permukaan bahan pangan, memberikan aroma dan rasa yang unik pada produk dan membuatnya berwarna keemasan atau kecoklatan (Arif, Mus dan Leksono, 2014).

Salah satu kelemahan proses pengasapan tradisional adalah bahwa produk yang dihasilkan tidak seragam sehingga tidak menarik, sulit untuk mengontrol suhu, dan asap mencemari udara (Ghazali, Swastawati dan Romadhon, 2014). Selain itu, pengasapan tradisional mengandung benzo(a)pyrene dalam produk asap, yang dapat menyebabkan kanker. Swastawati, Surti, Agustini, dan Riyadi (2013) menemukan bahwa pengasapan tradisional seringkali memberikan

dampak negatif terhadap lingkungan dan membuat konsumen khawatir tentang senyawa karsinogenik dan polusi udara. Meskipun tujuan pengasapan semula bagus, ternyata pengasapan dapat menghasilkan senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, berbagai metode dan teknologi untuk mengawetkan makanan terus dikembangkan untuk membuat makanan dapat dikonsumsi untuk waktu yang lama. Salah satu metode ini adalah penggunaan asap cair.

Asap cair, juga dikenal sebagai *liquid smoke*, adalah hasil kondensasi atau pengembunan uap dari pemanasan termal bahan yang banyak mengandung karbon, seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Saubaki, 2013). Untuk membuat asap cair, berbagai jenis kayu dapat digunakan (Darmadji, 2002). Kayu keras seperti kayu rasamala, tempurung kelapa, bakau, dan serbuk kayu jati adalah pilihan terbaik. Jika kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa dalam bahan baku untuk pembuatan asap cair berbeda, dapat menghasilkan kandungan senyawa yang berbeda dalam asap cair. Asap cair memiliki komposisi yang sangat beragam. Secara umum, asap cair mengandung berbagai senyawa asam, karbonil, fenol, dan hidrokarbon polisiklik aromatik, seperti tar dan benzo(a)piren (Arizona, Suryanto dan Erwanto, 2011). Variasi komponen bahan penghasil asap, kondisi pirolisis, dan proses pemurnian yang dilalui semuanya memengaruhi komposisi senyawa-senyawa dalam asap cair yang dihasilkan.

Produksi asap cair dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk jenis kayu yang digunakan sebagai bahan baku, ukuran partikel kayu, kadar air, dan suhu pemanasan. Asap cair yang dihasilkan pada temperatur pirolisis sampai 400 °C, dipandang lebih baik karena kualitas asap cair yang dihasilkan lebih unggul karena memiliki kadar fenol dan total asam yang paling tinggi, dan tidak ditemukan benzo(a)pyrene. Tiga produk dihasilkan dari proses pirolisis yaitu asap cair, tar, dan arang. Menurut Pradhana, Trivana dan Palma (2018), asap cair yang dihasilkan dari pirolisis diendapkan selama seminggu. Kemudian cairannya diambil dan dimasukkan ke dalam alat destilasi. Setelah proses destilasi, asap cair difiltrasi menggunakan zeolit alam aktif dan arang aktif. Filtrasi menggunakan zeolit aktif menghasilkan asap cair yang benar-benar

bebas dari senyawa berbahaya seperti tar dan benzopiren, dan arang aktif mengurangi aroma asap yang menyengat, yang menghasilkan produk asap cair yang lebih ringan dan lebih disukai (Darmadji, 2002). Asap cair *grade 3* dihasilkan dari pirolisis yang telah mengalami kondensasi dan didistilasi, kemudian difiltrasi dengan zeolite alam menjadi dikategorikan sebagai asap cair *grade 2*, dan kemudian difiltrasi lagi dengan arang aktif menjadi asap cair *grade 1*.

Asap cair *grade 3* tidak boleh digunakan untuk pengawet makanan karena masih banyak mengandung tar yang bersifat karsinogenik. Namun, dapat digunakan untuk mengolah karet dan pengawet kayu agar tahan rayap. Asap cair *grade 2* digunakan sebagai pengganti formalin dengan rasa asap (daging asap, ikan asap, bandeng asap) berwarna bening, rasa sedikit asam, dan aroma asap tidak kuat. Asap cair *grade 1* digunakan sebagai pengawet makanan seperti bakso, mie, tahu, dan bumbu barbeque. Asap cair *grade 1* memiliki karakteristik berwarna bening, rasa sedikit asam, aroma asap lemah. Asap cair *grade 1* dan *2* tidak mengandung senyawa berbahaya sehingga aman untuk digunakan dalam pengolahan bahan makanan (Reta dan Anggraini, 2016).

Asap cair memiliki keunggulan dibandingkan dengan pengasapan konvensional karena dapat menghasilkan produk yang seragam, rasa yang ditimbulkan dapat dikontrol, memberikan cita rasa dan aroma yang konsisten, menghemat kayu, mengurangi polusi, dan mencegah deposit senyawa tar (Ardianto, Swastawati dan Riyadi, 2014).

Untuk mendapatkan produk asap cair yang cukup besar, berbagai biomassa dapat digunakan untuk membuat asap cair. Tekstur keras tempurung lontar memungkinkan untuk dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan asap cair. Kandungan silikat (SiO_2) yang cukup tinggi dalam tempurung lontar memberi kontribusi pada struktur keras ini (Pratama, Yanestra, Tomy dan Rahayu, 2020). Apabila tempurung dibakar pada suhu tinggi dalam ruangan yang kedap udara, akan terurai, menghasilkan arang, destilat, tar, dan gas (Arif, Mus dan Leksono, 2014).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi komponen kimia dalam beberapa klasifikasi asap cair, yang dihasilkan dari pirolisis berbagai bahan baku. Penelitian Suryani, Riza, Pratiwi dan Prasetyo (2020), menggunakan biomassa kayu jati dan kayu putih untuk menghasilkan asap cair. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa komponen

hemiselulosa, selulosa, dan lignin di kayu jati masing-masing berturut-turut 17,54%; 21,19% dan 16,90%. Akibatnya, komposisi senyawa utama penyusun asap cair yang dihasilkan berbeda. Proses pemurnian asap cair mempengaruhi komposisi senyawa kimia yang terkandung di dalamnya. Analisis komponen asap cair dengan bahan baku kulit durian menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa produk pirolisis (asap cair kasar) menghasilkan 17 jenis senyawa. Produk asap cair hasil destilasi, filtrasi dengan zeolit dan adsorpsi menggunakan arang aktif menghasilkan masing-masing berturut-turut 12, 10, dan 6 jenis senyawa, dengan asam asetat sebagai komponen yang paling dominan. Hasil penelitian Mardyaningsih, Leki, dan Engel (2016) menunjukkan bahwa asap cair *grade 1* dan *grade 3* dari kayu kesambi memiliki komposisi yang berbeda. Asap cair *grade 1* memiliki asam 9,78%, fenol 0,49%, dan karbonil 10,07%, sedangkan asap cair *grade 3* memiliki komposisi asam 13,63%, fenol 2,57%, dan karbonil 14,13%.

Penelitian-penelitian di atas menunjukkan bahwa komposisi kimia pada bahan baku dan masing-masing kategori asap cair berbeda. Penelitian serupa belum melakukan kajian untuk membedakan komponen kimia asap cair dari tempurung lontar. Selain itu, belum ada penelitian yang menyeluruh tentang jumlah senyawa golongan fenol dan karbonil serta kadar senyawa asam dalam masing-masing kategori asap cair tempurung lontar.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat: yang digunakan dalam penelitian ini adalah pirolisator, kondensor, timbangan digital, lumpang, ayakan, erlenmeyer, tabung reaksi, gelas kimia, labu ukur, aluminium foil, oven, alat destilasi, pipet tetes, gelas arloji, neraca analitik, statif, klem, buret, dan GC-MS.

Bahan: Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa, tempurung lontar, zeolit alam Ende – Flores (digunakan sebagai penyaring atau pemisah), arang aktif, aquades, etanol 95%, indikator phenolphthalein, larutan NaOH 0,5M.

Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Asap Cair

Tempurung lontar digunakan sebagai bahan baku untuk membuat asap. Tempurung lontar dibersihkan dan dirajang menjadi ukuran 1-2 cm. Kemudian 7 kilogram tempurung lontar yang sudah dirajang dimasukkan ke dalam pirolisator dan

ditutup rapat. Setelah itu, rangkaian kondensor dipasang, dan dapur pemanas dihidupkan selama empat jam dengan suhu diatur sampai $\pm 400^\circ\text{C}$. Selanjutnya, asap cair yang tertampung yang masih bercampur dengan tar ditampung dalam botol dan dibiarkan selama tujuh hari untuk membiarkan tar mengendap dan terpisah. Asap yang tidak terkondensasi dibuang melalui pipa penyalur asap sisa.

b. Persiapan zeolite alam dan arang aktif

Zeolite alam digerus dan diayak sampai lolos ayakan yang berukuran 80-100 mesh. Kemudian, dicuci sampai bersih dan direfluks menggunakan air bebas ion pada suhu 100°C selama 2 jam. Selanjutnya, dicuci berulang-ulang sampai air cucian berwarna bening dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam sehingga diperoleh zeolite yang bersih dan kering.

Arang aktif yang digunakan dalam penelitian ini merupakan fraksi padat dari hasil pirolisis tempurung lontar. Arang dicuci sampai bersih dan setelah itu dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam. Selanjutnya, arang disaring, dicuci dengan akuades sampai bersih, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam sehingga diperoleh arang aktif yang siap digunakan

c. Pemurnian Asap Cair

Asap cair yang telah didiamkan selama 7 hari dipisahkan dari endapan tar yang terbentuk dan kemudian dimasukkan ke dalam tebung distilasi untuk didistilasi pada suhu kurang lebih 130°C . Selanjutnya, destilat berupa asap cair *grade 3* yang diperoleh dilewatkan ke dalam kolom zeolite alam aktif untuk mendapatkan asap cair *grade 2*. Tahapan berikutnya adalah asap cair *grade 2* dilewatkan ke dalam kolom karbon aktif sehingga diperoleh asap cair *grade 1*.

d. Penentuan komposisi kimia

Komposisi kimia asap cair *grade 1*, *2* dan *3* dari asap cair tempurung lontar menggunakan Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS, SHIMADZU QP2010S) dilengkapi dengan kolom Rtx 5 (30 m x 0.25 mm x 0.25 μm), ionization EI 70 Ev, dan flame ionization detector (FID).

HASIL DAN DISKUSI

Proses Pirolisis

Tahap awal pembuatan asap cair melalui proses pirolisis, menghasilkan tiga jenis zat: padatan, gas, dan cairan. Padatan merupakan residu proses pirolisis adalah arang yang digunakan untuk filtrasi, dan gas adalah asap yang tidak terkondensasi. Asap cair adalah cairan yang terbentuk sebagai hasil dari proses pirolisis. Proses

berlangsung selama empat jam pada suhu $\pm 400^\circ\text{C}$, sampai alat pirolisis tidak mengeluarkan asap cair lagi. Proses ini menghasilkan dua lapisan asap cair; lapisan atas berwarna hitam kecoklatan adalah asap cair, dan lapisan bawah berwarna hitam pekat adalah tar. Data yang ditampilkan pada tabel 1 menunjukkan konversi tempurung lontar menjadi asap cair sebesar 44,35%. Jumlah komponen fasa gas yaitu gas yang dihasilkan dari proses pirolisis termasuk komponen asap cair yang tidak dapat dikondensasi 20,64%.

Tabel 1. Data hasil pirolisis asap cair tempurung lontar

Vol. asap cair (mL)	Berat asap cair (g)	Berat asap yang tidak terkondensasi (g)	Vol. tar (mL)	Berat tar (g)	Berat residu arang (g)
3100	3105	1445	340	405	2450

Pemurnian Asap Cair dengan Distilasi

Pemurnian awal asap cair hasil pirolisis yaitu dengan mengendapkan cairan hasil pirolisis selama 7 x 24 jam, yang bertujuan untuk memisahkan asap cair dari tar berdasarkan perbedaan massa jenisnya. Selanjutnya asap cair yang telah dipisahkan dari tar didistilasi. Proses distilasi berlangsung pada suhu 130°C , bertujuan untuk memisahkan fraksi ringan yang memiliki senyawa bertitik didih rendah dengan fraksi berat yang memiliki titik didih tinggi yang dapat mengandung komponen PAH yang bersifat toksik dalam asap cair. Selain itu untuk memisahkan tar yang masih bercampur dengan fraksi ringan setelah proses pengendapan. Hasil distilasi menunjukkan terjadinya pengurangan volume dan berat asap cair. Berkurangnya volume dan berat asap cair ini disebabkan karena adanya senyawa yang tidak ikut menguap pada saat proses distilasi. Asap cair hasil destilasi dikategorikan sebagai asap cair *grade 3*.

Tabel 2. Data hasil destilasi asap cair tempurung lontar

Vol. Asap Cair Yang Di destilasi (mL)	Berat Asap Cair Yang Di destilasi (g)	Vol. Destilat (mL)	Berat Destilat (g)
2680	2710	2340	2305

Asap Cair Grade 2 dan Grade 1

Pemurnian asap cair bertujuan untuk mendapatkan asap cair yang tidak mengandung bahan berbahaya sehingga aman digunakan dalam pengolahan bahan makanan. Tahap pemurnian untuk mendapatkan asap cair *grade 2* yaitu dengan melewati destilat yang telah dihasilkan pada adsorben zeolite alam.

Tabel 3. Data hasil proses filtrasi asap cair tempurung lontar dengan ZAA

Berat asap cair hasil destilasi	Berat ZAA yang digunakan	Vol. Asap cair hasil filtrasi	Berat asap cair hasil filtrasi
---------------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------------

(mL)	(g)	(mL)	(g)
1915	480	1780	1745

Sebelum digunakan sebagai adsorben, serbuk zeolit alam terlebih dahulu diaktivasi secara fisika melalui proses refluks $\pm 100^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 3 jam yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik dan anorganik. Pada proses pemurnian asap cair dengan zeolit alam aktif, berat ZAA yang digunakan untuk pemurnian adalah 1/4 berat asap cair yang akan di lewatkan. Asap cair hasil asap cair hasil filtrasi dengan serbuk zeolite disebut asap cair *grade 2* berwarna kuning pucat, sedikit berbau menyengat dan tidak terdapat lagi lapisan minyak pada bagian atas.

Asap cair *grade 2* yang telah diperoleh dari filtrasi menggunakan zeolit selanjutnya difiltrasi lagi dengan arang aktif untuk mendapatkan asap cair *grade 1*. Arang aktif yang digunakan pada penelitian ini merupakan fraksi padat dari hasil pirolisis tempurung lontar. Arang aktif terlebih dahulu diaktivasi untuk menaikkan daya serap dan daya tukar ionnya. Pada proses filtrasi ini, berat arang aktif yang digunakan untuk filtrasi adalah $\frac{1}{8}$ berat asap cair yang akan di lewatkan.

Tabel 4. Data hasil proses filtrasi asap cair tempurung lontar dengan arang aktif tempurung lontar

Berat asap cair hasil destilasi (mL)	Berat Arang aktif yang digunakan (g)	Vol. Asap cair hasil filtrasi (mL)	Berat asap cair hasil filtrasi (g)
1355	170	1120	1130

Dari data pada tabel 4, terjadi pengurangan berat asap cair setelah proses pemurnian dengan arang aktif. Hal ini membuktikan bahwa terdapat senyawa dalam asap cair yang teradsorpsi pada arang aktif. Dari proses filtrasi menggunakan arang aktif didapatkan asap cair *grade 1* yang berwarna bening kekuningan. Perubahan ini disebabkan terserapnya kandungan zat organik dan oleh pori-pori karbon aktif sehingga asap cair menjadi lebih jernih dan bau asapnya berkurang (Darmadji, 2002).

Penentuan Kadar Asam Asap Cair Tempurung Kelapa dan Tempurung Lontar

Tahap selanjutnya adalah menentukan kadar asam asap cair yang telah dihasilkan melalui metode titrasi asam-basa. Pada proses ini asap cair diambil 5 mL dari setiap kategori. Kemudian asap cair masing-masing kategori ditambahkan dengan aquades sampai volumenya 50 mL lalu dihomogenkan. Setelah itu setiap sampel ditambahkan 3 tetes indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,5 M sampai berwarna merah muda. Kadar asam asap cair dihitung sebagai persen massa asam asetat dalam setiap golongan asap cair.

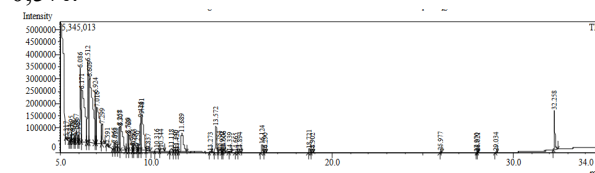
Tabel 5. Kadar asam dalam setiap golongan asap cair

Golongan asap cair	Kadar asam (%b/b)
Asap Cair Tempurung Lontar <i>Grade 3</i>	5,97
Asap Cair Tempurung Lontar <i>Grade 2</i>	8,70
Asap Cair Tempurung Lontar <i>Grade 1</i>	9,23

Dari data kadar asam pada tabel 5 menunjukkan bahwa, keasaman asap cair meningkat dari *grade 3* ke *grade 1*. Hal tersebut menunjukkan bahwa senyawa-senyawa yang dominan teradsorpsi pada proses filtrasi adalah senyawa-senyawa tidak bersifat asam dan ukuran molekul besar.

Komposisi Kimia Asap Cair Tempurung Lontar

Berdasarkan kromatogram pada gambar 1 menunjukkan adanya 50 puncak yang dapat diartikan bahwa terdapat 50 senyawa berbeda dalam asap cair *grade 3* tempurung lontar. Data yang ditampilkan pada tabel 6 merupakan 25 senyawa kimia dalam asap cair tempurung lontar yang memiliki komposisi lebih dari 0,5%. Sedangkan 25 senyawa minor lainnya memiliki kadar kurang dari 0,5%.



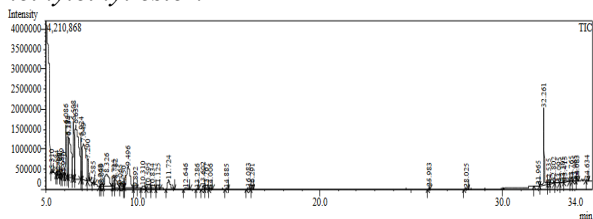
Gambar 1. Kromatogram asap cair *grade 3* dari tempurung lontar.

Tabel 6. Komposisi kimia asap cair *grade 3* tempurung lontar

Puncak No.	Waktu Retensi (menit)	Komponen (Senyawa)	Komposisi Kimia (%)
3	5,595	1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl-	0,57
6	5,867	2-Cyclopenten-1-one, 2,3-dimethyl-	0,82
7	5,965	Cyclopentane, (1-methylethenyl)-	0,70
8	6,086	Phenol, 3-methyl	4,91
9	6,171	Phenol, 2-methyl-	14,79
10	6,512	Phenol, 3-methyl	6,56
11	6,609	p-Cresol	18,28
12	6,924	Mequinol	3,66
13	7,016	Phenol, 2-methoxy-	10,09
14	7,299	Phenol, 2,6-dimethyl-	1,51
17	8,028	Phenol, 3-ethyl-	0,85
18	8,258	Phenol, 3,5-dimethyl-	2,81
19	8,307	Phenol, 2,5-dimethyl-	4,48
20	8,720	Phenol, 3,4-dimethyl-	1,46
21	8,769	Phenol, 2,3-dimethyl-	2,58
23	9,065	2-Methoxy-5-methylphenol	1,09
25	9,426	Phenol, 2-methoxy-3-methyl-	2,76
26	9,481	Creosol	6,64
28	10,316	Propanoic acid, 3-chloro-, decyl ester	0,67
29	10,544	p-Cumenol	0,52
30	11,118	3-Ethylanisole	0,61
33	11,689	Benzene, 1,4-dimethoxy-2-methyl-	3,67
35	13,572	Formic acid, 2,6-dimethoxyphenyl ester	2,85

42	16,124	1,2,4-Trimethoxybenzene	0,73
50	32.258	Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	2,26

Berdasarkan kromatogram pada gambar 2 menunjukkan adanya 50 senyawa berbeda dalam asap cair *grade 2* tempurung lontar. Data yang ditampilkan pada tabel 7 merupakan 18 senyawa kimia dalam asap cair tempurung lontar yang memiliki komposisi lebih dari 0,5%. Sedangkan 25 senyawa minor lainnya memiliki komposisi kurang dari 0,5% tidak ditampilkan. Asap cair *grade 3* dari tempurung lontar memiliki senyawa paling dominan yaitu *p-Cresol* 18,28 %; *Phenol, 2-methyl-* 14,79%; *Phenol, 2-methoxy-* 10,09%; *Creosol* 6,64%; dan *Phenol, 3-methyl* 6,56 %. Komponen yang paling dominan teradsorpsi pada ZAA saat filtrasi adalah *oxirane ethyl-*, *Furan-methyl*, *Acetic acid-*, dan *1-methylethyl ester*.

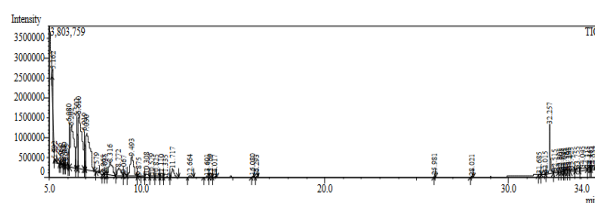


Gambar 2. Kromatogram asap cair *grade 2* dari tempurung lontar

Tabel 7. Komposisi kimia asap cair *grade 2* tempurung lontar

Puncak No.	Waktu Retensi	Komponen (Senyawa)	Komposisi Kimia (%)
5	5.859	6-Methyl-3-heptyne	0,54
6	5.970	2,4-Hexadiene, 2,3-dimethyl-	0,55
7	6.086	Phenol, 2-methyl-	4,12
8	6.185	Phenol, 2-methyl-	4,76
9	6.234	Phenol, 3-methyl-	11,69
10	6.508	<i>p-Cresol</i>	5,95
11	6.632	<i>p-Cresol</i>	20,70
12	6.924	Mequinol	3,87
13	7.049	Phenol, 2-methoxy-	14,51
14	7.290	Carbonic acid, ethyl 2-methoxyphenyl ester	1,99
18	8.326	Phenol, 2,5-dimethyl-	5,07
19	8.725	Phenol, 3,4-dimethyl-	0,60
20	8.782	Phenol, 2,3-dimethyl-	2,04
21	9.065	Phenol, 2,6-dimethyl-	0,67
23	9.496	Creosol	7,31
25	10.310	2-Propenoic acid, 6-methylheptyl ester	0,90
29	11.724	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-	2,18
41	32.261	Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	5,79

Berdasarkan tabel 7 terdapat beberapa komponen yang memiliki komposisi paling dominan dari asap cair *grade 2* tempurung lontar yaitu *p-Cresol* 20,70%; *Phenol, 2-methoxy-* 14,51%; *Phenol, 3-methyl-* 11,69 %; *Creosol* 7,31% dan *Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester* 5,79 %. Senyawa yang teradsorpsi pada saat proses filtrasi dengan zeolit alam aktif untuk mendapatkan asap cair *grade 2* yaitu *Nerol, methyl ether*; *p-Cumenol*; *Octane, 2-bromo-*; dan *Gallacetophenone-4'-methylether*.



Gambar 3. Kromatogram asap cair *grade 1* dari tempurung lontar

Kromatogram asap cair *grade 1* tempurung lontar ditampilkan pada gambar 3 yang menunjukkan bahwa terdapat 50 komponen senyawa yang terkandung di dalam asap cair tersebut. Jenis senyawanya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Komposisi kimia asap cair *grade 1* tempurung lontar

Puncak No.	Waktu Retensi	Komponen (Senyawa)	Komposisi Kimia (%)
1	5.162	Phenol	2,82
7	5.955	Cyclopentane, (1-methylethylidene)-	0,57
8	6.080	Phenol, 2-methyl-	3,67
9	6.202	Phenol, 3-methyl-	16,36
10	6.502	Phenol, 3-methyl-	5,13
11	6.610	<i>p-Cresol</i>	20,29
12	6.919	Phenol, 2-methoxy-	3,58
13	7.030	Phenol, 2-methoxy-	16,18
16	8.035	Phenol, 3-ethyl-	0,53
17	8.316	Phenol, 2,5-dimethyl-	4,85
18	8.772	Phenol, 3,4-dimethyl-	2,53
19	9.067	Phenol, 2,6-dimethyl-	0,58
20	9.493	Creosol	6,56
22	10.308	2-Propenoic acid, 6-methylheptyl ester	0,87
27	11.717	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-	1,95
38	32.257	Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	4,10
39	32.515	Pentanoic acid, 3-butenyl ester	0,60
45	33.425	Oxalic acid, ethyl neopentyl ester	0,75
46	33.755	Decanohydrazide	0,81
47	34.045	6-O-Acetylglucose	0,99

Berdasarkan tabel 8, terdapat beberapa komponen senyawa yang memiliki komposisi paling dominan yaitu *p-Cresol* 20,29%; *Phenol, 3-methyl-*

16,36%; *Phenol, 2-methoxy-* 16,18%; *Creosol* 6,56%; dan *Phenol, 2,5-dimethyl-* 4,85%. Pada proses filtrasi dengan arang aktif terdapat senyawa yang tertahan saat proses pemurnian yaitu *chrysanthemic acid*, *Eugenol* dan *Vanillin*.

Dari komposisi kimia dalam masing-masing golongan asap cair, secara umum terdapat golongan senyawa fenol, karbonil dan asam serta golongan senyawa lain dalam jumlah minor. Total golongan senyawa dalam masing-masing kategori asap cair terangkum dalam tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Komposisi kimia asap cair *grade* 1 tempurung lontar

Golongan asap cair	Total Senyawa (%b/b)			
	Fenol	Karbonil	Asam	Lainnya
<i>Grade</i> 3	84,82	2,66	6,13	6,39
<i>Grade</i> 2	85,75	2,33	10,20	1,72
<i>Grade</i> 1	85,93	2,31	8,55	3,11

Dari data pada tabel 9 menunjukkan bahwa masing-masing golongan asap cair memiliki kadar golongan senyawa fenol, karbonil dan asam serta senyawa golongan lain yang berbeda. Senyawa golongan fenol merupakan penyusun utama asap cair pada masing-masing kategori asap cair, diikuti oleh golongan senyawa karbonil, senyawa asam dan senyawa lain dalam jumlah minor. Dalam kategori asap cair *grade* 1 sampai 3, golongan senyawa fenol menurun, sedangkan golongan senyawa karbonil meningkat. Proses pemurnian asap cair melalui distilasi, filtrasi dengan zeolit alam aktif dan dilanjutkan dengan filtrasi dengan arang aktif, yang banyak teradsorpsi adalah golongan senyawa karbonil, sedangkan golongan senyawa fenol lebih banyak yang melewati adsorben baik zeolite alam aktif maupun arang aktif. Kadar golongan senyawa asam paling tinggi terdapat pada kategori asap cair tempurung lontar *grade* 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rendemen asap cair dari hasil pirolisis tempurung lontar sampai suhu ± 400 °C 44,35% dari berat bahan baku awal. Asap cair *grade* 3 dari tempurung lontar memiliki kadar asam 5,97% dan 50 jenis senyawa dengan komposisi yang paling dominan yaitu *p-Cresol* 18,28 %; *Phenol, 2-methyl* 14,79%; dan *Phenol, 2-methoxy-* 10,09%. Asap cair *grade* 2 memiliki kadar asam sebesar 8,70% dan 50 jenis senyawa dengan komposisi yang paling dominan yaitu *p-Cresol* 20,70%; *Phenol, 2-methoxy* 14,51%; dan *Phenol, 3-methyl* 11,69 %. Asap cair *grade* 1 terdapat 50 jenis senyawa, dengan kadar asam sebesar 9,23% dengan komposisi yang paling dominan yaitu *p-Cresol*

20,29%; *Phenol, 3-methyl-* 16,36%; dan *Phenol, 2-methoxy-* 16,18%. Kadar asam asap cair dari *grade* 3 sampai *grade* 1 meningkat, sedangkan golongan senyawa asam paling tinggi terdapat pada asap cair *grade* 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua anggota tim peneliti yang mempersiapkan alat produksi asap cair dan kepada Richard Veqiyanus Naibaus yang telah terlibat dalam semua tahapan penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Ardianto, C., Swastawati, F. dan Riyadi, P. (2014). Pengaruh perbedaan konsentrasi asap cair terhadap karakteristik arabushi ikan tongkol (*Euthynus affinis*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 10–15.
- Arif, A., Mus, S. dan Leksono, T. .2014. Pengaruh perbedaan bahan baku asap terhadap mutu ikan patin (*Pangasius Hypophthalmus*) asap. <https://media.neliti.com/media/publications/201474-none.pdf>
- Arizona, R., Suryanto, E. dan Erwanto, Y. (2011). Pengaruh konsentrasi asap cair tempurung kenari dan lama penyimpanan terhadap kualitas kimia dan fisik daging. *Buletin Peternakan*, 35(1), 50-56.
- Darmadji, P. (2002). Optimasi pemurnian asap cair dengan metoda redistilasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 13(3), 267-271. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/29871>.
- Ghazali, R.R., Swastawati, F. dan Romadhon, R. .(2014). Analisa tingkat keamanan ikan manyung (*Arius Thalassinus*) asap yang diolah dengan metode pengasapan berbeda, *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 31–38.
- Mardyaningsih, M., Leki, A., & Engel, S. S. (2016). Teknologi pembuatan liquid smoke daun kesambi sebagai bahan pengasapan se'i ikan olahan khas nusa tenggara timur. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, 1–6.
- Pradhana, A.Y., Trivana, L. dan Palma, B. (2018). Proses pembuatan asap cair tempurung kelapa dan pemanfaatannya. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*, 24(3), 28–31.

- Pratama, J.W.A., Yanestra, S.M., Tomy, P. dan Rahayu, A. (2020). Efektivitas pengasapan menggunakan kayu kesambi (*Schleichera oleosa*) dibandingkan dengan batok kelapa (*Cocos Nucifera*) pada daging babi terhadap TPC, organoleptic dan awal pembusukan. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, 10(November), 10–14.
- Reta, K.B. dan Anggraini, S.. A. (2016). Pembuatan asap cair dari tempurung kelapa, tongkol jagung, dan bambu menggunakan proses slow pyrolysis. *Jurnal Reka Buana*, 1(1), 57–64.
- Saubaki, M.Y. (2013). Produksi asap cair kayu kesambi (*Schleichera oleosa* Merr) dan aplikasinya sebagai flavouring daging sei. *Partner*, 20(2), 115–127.
- Suroso, E., Utomo, T. P., Hidayati, S., & Nuraini, A. (2018). Pengasapan ikan kembung menggunakan asap cair dari kayu karet hasil redistilasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 42-53.
- Suryani, R., Riza, W.A., Pratiwi D., dan Prasetyo, D.J. (2020). Karakteristik dan aktivitas antibakteri asap cair dari biomassa kayu putih (*Melaleuca leucadendra*) dan kayu jati (*Tectona grandis*). *Teknologi Pertanian*, 21(2): 106–117.
- Swastawati, F., Surti, T., Agustini, T.W. dan Riyadi, P.H. (2013). Karakteristik kualitas ikan asap yang diproses menggunakan metode dan jenis ikan berbeda. *Jurnal aplikasi teknologi pangan*, 2(3):126-132.