

Karakteristik Asap Cair Tempurung Kelapa, Cangkang Kemiri, dan Bonggol Jagung

Shafwan Amrullah^{*1)}, B. As'urin²⁾, Muhammad Faisal³⁾

¹⁾Teknologi Industri Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

²⁾Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Universitas Gunung Rinjani, Indonesia

³⁾Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

*e-mail: shafwan.amrullah@uts.ac.id

Received: 25-10-2023

Accepted: 27-11-2023

Published: 22-12-2023

ABSTRACT

Liquid smoke is a solution that can be used as an antioxidant and food preservative. Liquid smoke can be obtained from agricultural or plantation waste which contains cellulose, hemicellulose and lignin. These materials are burned in a device equipped with a cooler for the condensation process to produce liquid. The aim of this research is to determine the characteristics of liquid smoke after purification using distillation and coconut shell activated charcoal which has been activated with 35% H₂SO₄. The method used in this research is experimental. Liquid smoke is produced through a pyrolysis process from coconut shells, candlenut shells and corn cobs, each amounting to 3 kg. The resulting liquid smoke is then purified by a distillation and filtration process using activated charcoal. Based on the research results, it is known that liquid smoke from candlenut shells has a higher pH (pH=3) than liquid smoke from coconut shells and corn cobs. The highest yield of liquid smoke was found in the raw material of candlenut shells at 0.68%. The liquid smoke produced from coconut shells and corn cobs is yellow, while the liquid smoke from candlenut shells is white. Apart from that, the liquid smoke produced from these three raw materials does not contain floating materials as impurities. Candlenut shell liquid smoke has the highest acetic acid compound content compared to coconut shells and corn cobs, namely 63.84%. Corn cob liquid smoke has the highest phenolic compound content, namely 100%. The overall quality of liquid smoke is close to the SNI 8985:2021 standard, which is the quality standard for liquid smoke.

Keywords: *liquid smoke, coconut shell, candlenut shell, corn cob, activated charcoal*

ABSTRAK

Asap cair merupakan larutan yang dapat digunakan sebagai antioksidan dan pengawet makanan. Asap cair dapat diperoleh dari limbah pertanian atau perkebunan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Bahan-bahan tersebut dilakukan pembakaran pada suatu alat yang dilengkapi oleh pendingin untuk proses kondensasi sehingga menghasilkan cairan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik asap cair setelah pemurnian menggunakan distilasi dan arang aktif tempurung kelapa yang telah diaktivasi dengan H₂SO₄ 35%. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Asap cair dihasilkan melalui proses pirolisis dari tempurung kelapa, cangkang kemiri, dan bonggol jagung yang masing-masing sebanyak 3 kg. Asap cair yang dihasilkan selanjutnya dimurnikan dengan proses distilasi dan filtrasi menggunakan arang aktif. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa asap cair dari cangkang kemiri memiliki pH lebih tinggi (pH=3) disbanding asap cair dari tempurung kelapa dan bonggol jagung. Rendemen asap cair terbanyak terdapat pada bahan baku cangkang kemiri sebesar 0,68%. Asap cair yang dihasilkan dari tempurung kelapa dan bonggol jagung berwarna kuning, sedangkan asap cair dari cangkang kemiri berwarna putih. Selain itu, asap cair yang dihasilkan dari ketiga bahan baku tersebut tidak terdapat bahan terapung sebagai pengotor. Asap cair cangkang kemiri memiliki kandungan senyawa asam asetat tertinggi dibandingkan tempurung kelapa dan bonggol jagung, yakni sebesar 63,84%. Adapun asap cair bonggol jagung memiliki kandungan senyawa fenol paling tinggi, yakni 100%. Kualitas asap cais secara keseluruhan mendekati standar SNI 8985:2021 yang merupakan standar mutu asap cair.

Kata Kunci: *asap cair, tempurung kelapa, cangkang kemiri, bonggol jagung, arang aktif*

I. PENDAHULUAN

Asap cair merupakan larutan yang diperoleh dari proses pembakaran langsung atau pembakaran tidak langsung dari bahan-bahan yang mengandung karbon dan senyawa lain. Bahan-bahan tersebut seperti kayu, tempurung kelapa, bongkol kelapa sawit, limbah dari hasil penggergaji kayu dan lainnya (Fauzan & Ikhwanus, 2017). Asap cair diperoleh dari uap hasil pembakaran yang terkondensasi atau uap yang diembunkan melalui proses pirolisis dari bahan-bahan yang mengandung selulosa, senyawa asam, hemiselulosa dan lignin. Uap hasil kondensasi berupa larutan asap cair selanjutnya dilakukan proses pemurnian yang bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa kimia yang tidak diinginkan, misalnya senyawa tar yang tidak larut (Handayani & Sa'diyah, 2023).

Kegunaan asap cair sangat luas karena bersifat asam dan mengandung senyawa fenolik, dimana senyawa fenolik tersebut berperan sebagai antimikroba, antibakteri dan antioksidan. Selain itu juga, asap cair mempunyai kemampuan merubah tekstur pada produk olahan daging dan ikan (Gunawan & Rejo, 2012; Amrullah et al., 2021). Ada beberapa bahan yang sudah dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan asap cair seperti tempurung kelapa (Assidiq et al., 2018), kelapa sawit, cangkang kelapa sawit, tandan kosong kelapa sawit dan janjang kelapa sawit (Haji et al., 2006).

Tempurung kelapa, bonggol jagung dan cangkang kemiri merupakan limbah yang ketersediaannya cukup melimpah dan cenderung terbuang di Kabupaten Sumbawa. Adanya teknologi pengolahan asap cair merupakan sebuah solusi untuk mengurangi limbah pertanian maupun perkebunan. Penerapan teknologi pengolahan asap cair mampu menghasilkan asap cair grade 3 yang mengandung senyawa fenol (Anggraini, 2017) menyatakan bahwa senyawa fenol dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan memperpanjang fase lag.

Asap cair hasil pirolisis mengandung tar dan benzonpiren sehingga tidak aman untuk pengawetan makanan. Oleh sebab itu diperlukan tahap pemurnian melalui distilasi dan arang aktif yang diaktivasi menggunakan H_2SO_4 35% (Sahrum et al., 2021). Fungsi utama dari karang aktif yaitu untuk pemurnian larutan. Salah satu tujuan dalam pengembangan asap cair tidak lain sebagai antioksidan dan pengawet alami, serta dapat diaplikasi dalam prakteknya khususnya para pelaku usaha makanan. Oleh sebab itu tujuan dari

penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik asap cair setelah pemurnian menggunakan distilasi dan arang aktif. Arang aktif yang digunakan bervariasi dari sumber limbah tempurung kelapa, cangkang kemiri dan bonggol jagung.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Oktober sampai Desember 2022. Penelitian ini dikerjakan di Laboratorium Pangan dan Agroindustri Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Teknologi Sumbawa dan di Laboratorium Terpadu Universitas Mataram.

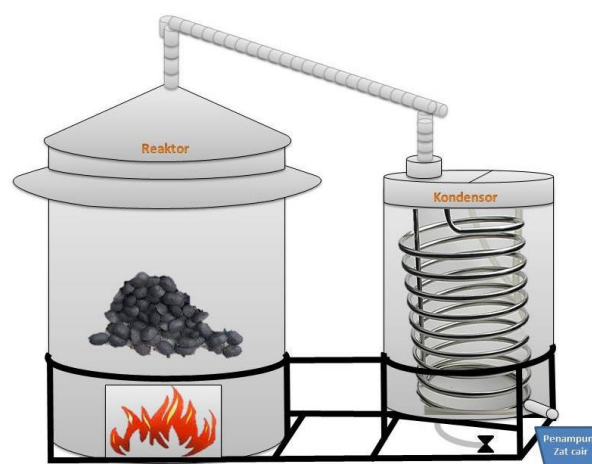
2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: tabung reaktor, kondensor, pipa, termometer, wadah penampung zat cair, kipas, stopwatch, botol, pH meter, alat destilasi, buret, pipex, timbangan, gelas ukur, *sentrifuge tube*, Erlenmeyer, pipet tetes, dan alat uji GCMS. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain kertas pH, kertas saring, bonggol jagung, tempurung kelapa dan cangkang kemiri yang diperoleh dari Kabupaten Sumbawa.

2.3 Prosedur Penelitian

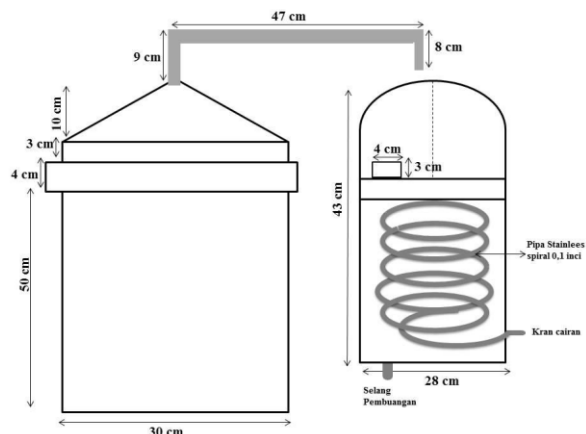
2.3.1 Desain Rangkaian Alat

Gambar desain alat asap cair satu dimensi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain alat 3D

Pada Gambar 1 terlihat bahwa design alat pirolisis. Gambar 1 merupakan gambar alat dengan rancangan penelitian sebelumnya (Amrullah & Oktaviananda, 2023). Dimensi alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Pirolisis 1D dengan dimensi

2.3.2 Proses Pembuatan Arang Aktif H_2SO_4

Bahan baku berupa tempurung kelapa di karbonisasi untuk menghasilkan arang yang nantinya akan diaktivasi menggunakan bahan kimia asam sulfat (H_2SO_4) 35%. Hal ini berdasarkan referensi sebelumnya (Amrullah & Oktaviananda, 2023). Pengaktifan dilakukan selama 24 jam di dalam suhu ruang.

Diagram alir proses aktivasi arang aktif disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Prosedur Aktivasi Arang

2.3.3 Proses Pembuatan Asap Cair

Tahap-tahap pembuatan asap cair sebagai berikut:

1. Bahan baku limbah bonggol jagung, tempurung kelapa dan cangkang kemiri dalam keadaan kering.
2. Selanjutnya dilakukan penimbangan bonggol jagung, tempurung kelapa dan cangkang kemiri dengan berat masing-masing 3 kg.
3. Kemudian bonggol jagung, tempurung kelapa dan cangkang kemiri dibakar sehingga menghasilkan asap cair.
4. Asap disalurkan melalui pipa spiral yang dilengkapi dengan penampang air dingin yang berfungsi untuk meninggalkan TAR/kotoran dari asap cair.
5. Cairan yang dihasilkan ditampung dalam wadah/gelas.

2.3.4 Proses Pemurnian Asap Cair

Tahap proses pemurnian asap cair (Liquid Smoke) antara lain:

1. Asap cair yang dihasilkan dimurnikan dengan cara distilasi menggunakan alat distilasi pada suhu 100°C - 150°C , sehingga terpisah antara cairan coklat yang mengandung tar dengan destilat yang berwarna bening.
2. Destilat asap cair yang dihasilkan dari proses distilasi yaitu tempurung kelapa 40 ml, cangkang kemiri 38 ml dan bonggol jagung 22 ml. selanjutnya difiltrasi menggunakan 1 gr arang aktif yang berasal dari arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi menggunakan H_2SO_4 . Asap cair yang didapatkan ditampung di dalam wadah untuk dilakukan pengujian.

2.4 Parameter Pengujian

Parameter pengujian meliputi analisis pH, rendemen, sifat fisik (warna, bau, bahan terapan) dan analisis komponen kimia menggunakan *gas chromatography mass spectroscopy* (GCMS).

2.5 Analisa Data

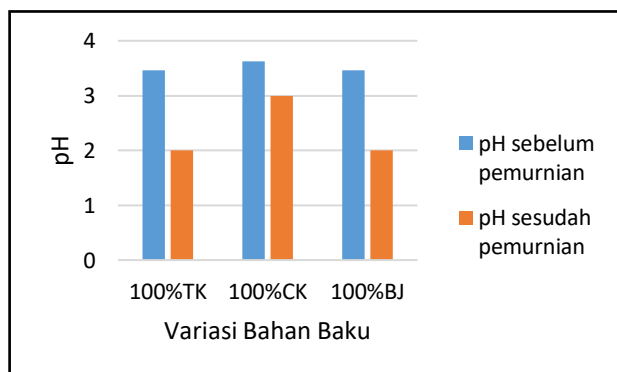
Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data yang diperoleh tanpa bermaksud membuat kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji pH Asap Cair

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan bahwa terjadi penurunan pH sesudah pemurnian. Dari ketiga bahan baku bahwa cangkang kemiri mempunyai pH lebih tinggi dibandingkan dari kedua bahan baku lainnya yaitu tempurung kelapa dan bonggol jagung baik sebelum dan sesudah pemurnian. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kadar lignin cangkang kemiri lebih tinggi dari yang lain. Artinya adanya lignin yang lebih tinggi menyebabkan kadar fenol yang bersifat asam juga lebih tinggi (Amrullah & Oktaviananda, 2023). pH sangat berkaitan erat dengan komponen senyawa asam asetat dan fenol yang terkandung di dalam asap cair. Hal ini disebabkan karena fenol dan asam asetat memiliki sifat yang cenderung asam.

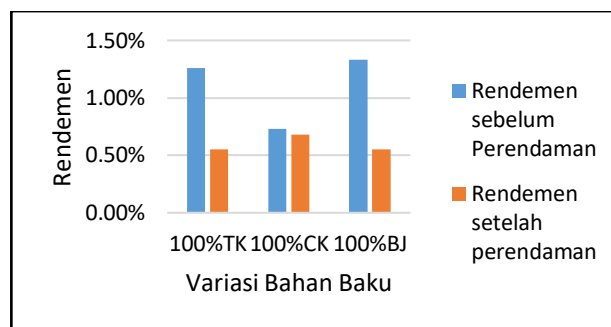
Berdasarkan standar SNI tahun 2021 kadar pH asap cair grade 1 yaitu 1,50-2,75 dan grade 2 yaitu 2,76-4,50, sehingga asap cair dari tempurung kelapa dan bonggol jagung masuk dalam grade 1, sedangkan cangkang kemiri masuk dalam grade 2.



Gambar 4. Hasil Uji pH Asap Cair

3.2 Hasil Uji Rendemen

Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan bahwa sebelum distilasi atau pemurnian rendemen terbanyak terdapat pada bonggol jagung yaitu sebesar 1,33%, akan tetapi setelah pemurnian rendemen terbanyak terdapat pada bahan baku cangkang kemiri yaitu sebesar 0,68%. Hal ini dipengaruhi oleh bahan baku, suhu ketika proses pirolisis, serta suhu saat proses distilasi. pernyataan ini, sesuai dengan pernyataan Diatmika et al., (2019) bahwa jumlah rendemen berbanding lurus dengan suhu pirolisis.



Gambar 5. Rendemen Asap Cair

3.3 Hasil Uji Warna

Warna asap cair sebelum dan setelah dimurnikan disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna setelah proses pemurnian menggunakan arang aktif, lalu dilanjutkan dengan proses distilasi. Perbedaan warna asap cair sesuai dengan kandungan atau komponen dari bahan baku. Sesuai dengan pernyataan Jamilatun et al., (2016) bahwa warna asap cair sangat dipengaruhi oleh kandungan lignin bahan baku.

Tabel 1. Hasil Uji Warna Asap Cair

Bahan baku	Warna sebelum dimurnikan	Warna setelah dimurnikan
100% TK	Hitam pekat	Kuning
100% CK	Coklat	Putih
100% BJ	Coklat pekat	Kuning

3.4 Hasil Uji Bahan Terapung Setelah Pemurnian

Hasil uji bahan terapung setelah pemurnian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji bahan terapung setelah pemurnian

Bahan baku	Sebelum dimurnikan	Setelah dimurnikan
100% TK	Tidak ada	Tidak ada
100% CK	Tidak ada	Tidak ada
100% BJ	Tidak ada	Tidak ada

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa tidak ada bahan terapung yang terdapat di dalam produk asap cair. Hal ini menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Hal ini dibuktikan dengan proses penyimpanan selama 7 hari tar mengendap. Selanjutnya setelah

pemurnian asap cair disimpan atau didiamkan kembali selama 2 hari, menunjukkan bahwa tidak ada bahan terapung. Hasil ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Balikan et al., (2021) bahwa asap cair hasil pemurnian dari tempurung kelapa tidak terdapat bahan terapung setelah penyimpanan selama 2 hari. Diatmika et al., (2019) menyatakan bahwa kualitas asap cair sangat dipengaruhi oleh tar. Berdasarkan standar mutu SNI, asap cair hasil penelitian ini memenuhi SNI asap cair grade 1 dan grade 2 yaitu tidak ada bahan yang terapung.

3.5. Hasil Uji Bau Asap Cair

Hasil analisis bau asap cair yang dihasilkan disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi perubahan bau sebelum dan sesudah pemurnian. Perubahan ini memberikan bau yang khas dari asap. Dari ketiga sampel, cangkang kemiri memiliki nilai keasaman lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan bonggol jagung menghasilkan bau yang menyengat (masih khas dari asap cair) setelah penyimpanan selama 1 bulan. Oleh sebab itu, asap cair yang dihasilkan membutuhkan proses lanjut yaitu proses penyulingan menggunakan arang aktif yang telah diaktivasi terlebih dahulu menggunakan H_2SO_4 35% selama 24 jam yang bertujuan untuk mengurangi tingkat keasaman dan mengurangi aroma yang menyengat.

Tabel 3. Hasil Uji Bau Asap Cair

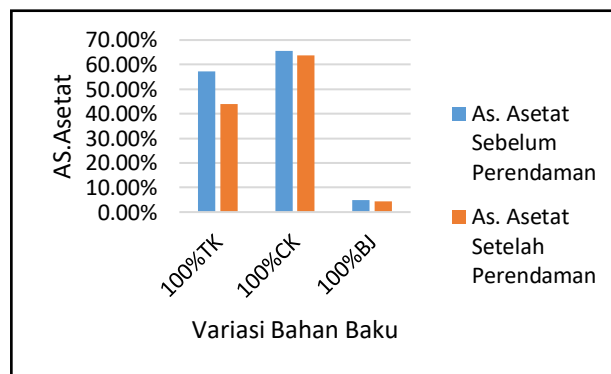
Bahan baku	Sebelum pemurnian	Setelah pemurnian
100% TK	Menyengat dan berbau asap	Tidak menyengat dan tidak berbau asap
100% CK	Sangat menyengat dan berbau asam	Tidak menyengat dan sedikit berbau asap
100% BJ	Menyengat dan berbau asap	Tidak menyengat dan sedikit berbau asap

Setelah proses pemurnian terjadi perubahan bau asap cair, yang awalnya sebelum pemurnian berbau menyengat menjadi tidak menyengat setelah pemurnian pada masing-masing sampel. Salah satu factor yang mempengaruhi bau dari asap cair yaitu

kandungan tar. Pada saat proses distilasi, terjadi pengendapan senyawa tar, sehingga kandungan tar tersebut terpisah dan tidak terjadi penguapan bersama senyawa lain seperti fenol, karbonil dan asam. Jannah et al., (2020), menyatakan bahwa salah satu ciri asap cair yang mempunyai kualitas baik yaitu memiliki bau yang khas dan tidak menyengat.

3.6. Analisis Asam Asetat Asap Cair

Berdasarkan uji kandungan asam asetat yang terdapat di dalam asap cair menggunakan GCMS. Gambar 6 menunjukkan bahwa terjadi perubahan kandungan asam asetat setelah dilakukan pemurnian. Dari ketiga sampel, cangkang kemiri mengandung asam asetat lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan bonggol jagung yaitu 63,84% setelah pemurnian. Frist Silia & Seri Maulina, (2017) menyatakan, kadar asam asetat dalam asap cair dipengaruhi oleh kandungan selulosa bahan baku. Semakin tinggi kandungan selulosa bahan baku, maka kandungan asam asetat asap yang terdapat di dalam asap cair akan semakin tinggi. Selain dipengaruhi oleh kandungan selulosa, (Handayani & Sa'diyah, 2023) menyatakan bahwa kandungan asam asetat dalam asap cair dipengaruhi juga oleh suhu dan waktu pirolisis.



Gambar 6. Kandungan Asam Asetat Asap Cair

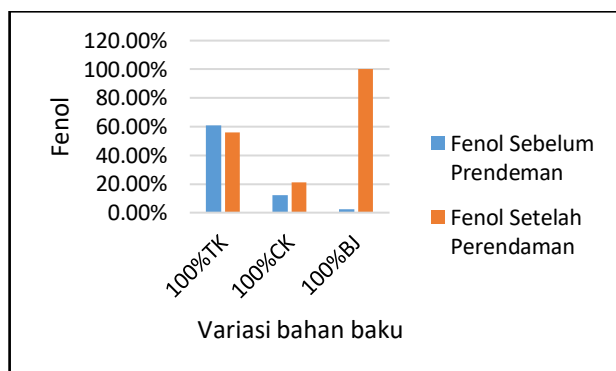
Berdasarkan standar SNI, asam asetat yang terkandung dalam asap cair hasil penelitian ini tidak memenuhi syarat mutu asap cair yaitu grade 18,00 – 15,00 dan asap cair grade 2 yaitu 1,10 – 7,99.

3.7. Analisis Fenol Asap Cair

Berdasarkan uji kandungan fenol asap cair menggunakan GCMS disajikan dalam Gambar 7. Gambar tersebut menunjukkan bahwa sampel

bonggol jagung mengandung 100% fenol, lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa dan cangkang kemiri.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan fenol dalam asap cair, seperti yang diungkapkan oleh (Rasi & Seda, 2017), yaitu kandungan lignin yang terdapat dalam bahan. Selain itu suhu atau temperatur pirolisis, yang menyebabkan turunnya kandungan lignin dengan sempurna.



Gambar 7. Kandungan Fenol Asap Cair

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlakuan terbaik diperoleh pada bahan baku bonggol jagung. Berdasarkan karakteristik asap cair dari bonggol jagung memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan mengandung senyawa fenol tertinggi yaitu 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, S., Nurkholis, & Pratama, W. (2021). Dehidrasi Bioetanol Dari Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Bentonite Clay Dehydration Of Bioethanol From Sugarcane (*Saccharum Officinarum*). *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 3(01), 1–6.
- Amrullah, S., & Oktaviananda, C. (2023). Analisis Produk Asap Cair Berdasarkan Variasi Limbah Cangkang Kemiri dan Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 8(1), 21–27. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v8i1.1147>
- Anggraini, A. (2017). Teknologi asap cair dari tempurung kelapa, tongkol jagung, dan bambu sebagai penyempurna struktur kayu. *Prosiding Seminnar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Di Industri, ITN Malang*, 1–6.
- Assidiq, F., Rosahdi, T. D., & Viera, B. V. El. (2018). Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa dalam Pengawetan Daging Sapi. *Al-Kimiya*, 5(1), 34–41. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3723>
- Balikan, C. M., Tooy, D., & Wenur, F. (2021). Kajian Pembuatan Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Proses Pirolisis Dan Destilasi Di Sulawesi Utara. *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 12(2), 97. <https://doi.org/10.35791/jteta.v12i2.40574>
- Diatmika, I. G. N. A. Y. A., Kencana, P. K. D., & Arda, G. (2019). Karakteristik Asap Cair Batang Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* BUSE-KURZ) yang Dipirolisis pada Suhu yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 7(2), 271. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2019.v07.i02.p07>
- Fauzan, F., & Ikhwanus, M. (2017). Pemurnian Asap Cair Tempurung Kelapa Melalui Distilasi dan Filtrasi Menggunakan Zeolit dan Arang Aktif. *Prosiding Semnastek*, 016, 1–5. [jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek%0Ap-Silia, & Seri Maulina. \(2017\). Pengaruh Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Pada Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6\(2\), 14–18. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i2.1577>](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek%0Ap-Silia,%20&SeriMaulina.(2017).PengaruhSuhu,Waktu,DanKadarAirPadaPirolisisPelepahKelapaSawit.JurnalTeknikKimiaUSU,6(2),14-18.https://doi.org/10.32734/jtk.v6i2.1577)
- Gunawan, I., & Rejo, A. (2012). *Pembuat Asap Cair Menggunakan Regulation Thermal Air Pressure of Liquefied Smoke Maker Instrument Using Modified Gate Valve Technique*. 4.
- Haji, A. G., Masúd, Z. A., Lay, B. W., Sutjahjo, S. H., & Pari, G. (2006). Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Organik Padat (Characterization of Liquid Smoke Pyrolyzed From Solid Organic Waste). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(3), 1–8.
- Handayani, I., & Sa'diyah, K. (2023). Pengaruh Waktu Pirolisis Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Hasil Asap Cair. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(1), 28–35. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i1.227>
- Jamilatun, S., Salamah, S., Aslihati, L., & Suminar, W. (2016). Pengaruh Perendaman Ikan Nila Dengan Asap Cair (Liquid Smoke) Terhadap Daya Simpan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November 2016*, 1–8.

- Jannah, M., Arryati, H., & Satriadi, T. (2020). Analissi Sifat Fisik Asap Cair Kayu Akasia Daun Kecil (*Acacia auriculiformis*) Berdasarkan Masa Simpan. *Jurnal Sylva Scienteae*, 3(5), 899. <https://doi.org/10.20527/jss.v3i5.2551>
- Rasi, A. J. L., & Seda, Y. P. (2017). Potensi Teknologi Asap Cair Tempurung Kelapa terhadap Keamanan Pangan. *EUREKA: Jurnal Penelitian*, 3(2), 1–10.
- Sahrum, R. P., Syaiful, A. Z., Teknik, P., Universitas, K., & Makassar, B. (2021). Uji Kualitas Asap Cair Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Metode Pirolisis. *Saintis*, 2(2), 73–78.