

Studi Komparatif Karakterisasi Fisikokimia Asap Cair Grade 1 Berbasis Limbah Perkebunan Kopi, Kakao, dan Kelapa

Study Comparative Physicochemical Characterization of Grade 1 Liquid Smoke Based on Coffee, Cocoa, and Coconut Plantation Waste

Anni Nuraisyah*, Charmelia Dwi Ardhana, Rahmawati, Abdurrahman Salim, Sagita Puji Damayanti

Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jember 68121, Indonesia

*E-mail: anni.nuraisyah@polije.ac.id

Diterima: 17 Desember 2025; Disetujui: 14 Juli 2026

ABSTRAK

Asap cair merupakan hasil kondensasi asap dari proses pirolisis biomassa lignoselulosa dan mengandung senyawa aktif seperti fenol, asam organik, dan karbonil yang berfungsi sebagai antimikroba, antioksidan, serta pengawet alami. Kualitas asap cair sangat dipengaruhi oleh jenis biomassa serta tingkat pemurniannya, di mana asap cair grade 1 memiliki kemurnian tertinggi dan kandungan toksik yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi fisikokimia asap cair grade 1 yang dihasilkan dari berbagai limbah perkebunan, yaitu kulit tanduk kopi, kulit buah kopi, kulit buah kakao, dan tempurung kelapa. Limbah tersebut diproses melalui metode pirolisis hingga diperoleh asap cair grade 3, kemudian dimurnikan melalui proses destilasi sehingga menghasilkan asap cair grade 1. Data penelitian dianalisis menggunakan uji sidik ragam atau ANOVA dan dilanjutkan uji BNT Taraf 5%. Parameter yang dianalisis meliputi waktu destilasi, suhu/titik didih, rendemen, densitas, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi bahan baku tidak berpengaruh signifikan terhadap waktu destilasi dan rendemen, akan tetapi berpengaruh signifikan pada parameter titik didih, densitas, dan pH. Titik didih terendah diperoleh dari kulit tanduk kopi (100°C), sedangkan perlakuan lainnya mencapai 100-101,3°C. Densitas asap cair berada pada rentang 1,0309-1,0349 g/ml dan memenuhi SNI (1,005-1,050 g/ml). Nilai pH bervariasi, dari sangat asam (pH 2 pada tempurung kelapa) hingga basa kuat (pH 9 pada kulit tanduk kopi dan kulit buah kakao). Berdasarkan hal tersebut, perlakuan P4 (tempurung kelapa) menghasilkan nilai densitas tertinggi dan nilai pH terendah. Penelitian ini masih terbatas pada karakteristik fisik, sehingga diperlukan analisis komponen kimia dan uji aktivitas biologis.

Kata kunci: Asap cair; karakterisasi; destilasi bertingkat; grade 1

ABSTRACT

Liquid smoke is the result of smoke condensation from the pyrolysis process of lignocellulosic biomass and contains active compounds such as phenols, organic acids, and carbonyls that function as antimicrobials, antioxidants, and natural preservatives. The quality of liquid smoke is greatly influenced by the type of biomass and its level of purification, where grade 1 liquid smoke has the highest purity and low toxic compounds. This study aims to characterize the physicochemical properties of grade 1 liquid smoke produced from various plantation wastes, namely coffee parchment, coffee pulp, cocoa pod skins, and coconut shells. The waste is processed through a pyrolysis method to obtain grade 3 liquid smoke, then purified through a distillation process to produce grade 1 liquid smoke. The study was analyzed using the analysis of variance test, or ANOVA and continued with the 5% LSD test. The parameters analyzed include distillation time, temperature/boiling point, yield, density, and pH. The lowest boiling point was obtained from coffee pulp (100 °C), while other treatments reached 100-101,3 °C. The density of liquid smoke was in the range of 1,0309-1,0349 g/ml and met SNI (1,005-1,050 g/ml). The pH value varied. From very acidic (pH 2 in coconut shell) to strongly alkaline (pH 9 in coffee pulp and cocoa pod skins). Based on this, treatment P4 (coconut shell) produced the highest density and lowest pH values. This research is still limited to physical characteristics, so chemical component analysis and biological activity testing are required.

Keywords: Liquid smoke; characterization; fractional distillation; grade 1

PENDAHULUAN

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan produk hasil kondensasi asap yang diperoleh melalui proses pirolisis biomassa lignoselulosa pada suhu tinggi dalam kondisi oksigen terbatas (Mansur et al., 2023). Asap cair telah dikenal luas sebagai bahan alami multifungsi yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, terutama industri pangan, pertanian, dan farmasi. Asap cair diketahui mengandung lebih dari 400 senyawa kimia yang terdiri dari kelompok asam organik, fenol, karbonil, dan senyawa aromatik lain. Beberapa senyawa yang terdapat pada asap

cair memberikan sifat antimikroba, antioksidan, antifungi, dan penambah cita rasa (Mardyaningsih et al., 2016). Senyawa-senyawa aktif dalam asap cair, khususnya fenol dan asam asetat, telah terbukti efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* (Ayudiarti & Sari, 2010), *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, dan *Listeria monocytogenes*, sehingga menjadikan alternatif pengawet alami yang aman menggantikan bahan kimia sintetis (Saepul et al., 2022).

Berdasarkan tingkat kemurnian dan kandungan senyawa aktifnya, asap cair diklasifikasikan menjadi tiga grade utama,

yaitu grade 3 (raw liquid smoke), grade 2 (semi-purified liquid smoke), dan grade 1 (purified liquid smoke). Asap cair grade 1 merupakan produk dengan kualitas tertinggi yang telah melalui proses pemurnian atau redistilasi untuk menghilangkan senyawa-senyawa berbahaya seperti tar, benzopyrene, dan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) yang bersifat karsinogenik (Zulnazri et al., 2024). Keunggulan asap cair grade 1 terletak pada tingkat kemurnian yang lebih tinggi, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan standar keamanan tinggi.

Jenis biomassa yang digunakan sebagai bahan baku sangat memengaruhi kualitas dan karakteristik asap cair. Perbedaan komposisi lignoselulosa yang berbeda pada setiap biomassa akan menghasilkan profil senyawa kimia yang berbeda pada asap cair yang dihasilkan (Guo et al., 2022). Selulosa dan hemiselulosa berperan dalam pembentukan asam organik dan senyawa karbonil. Lingbeck et al. 2014 mengungkapkan bahwa produk degradasi hemiselulosa berkontribusi signifikan terhadap total keasaman dan aktivitas antioksidan asap cair. Sedangkan lignin berkontribusi terhadap pembentukan senyawa fenolik yang memberikan sifat antimikroba dan antioksidan, serta memberikan karakteristik aroma khas asap dan berfungsi sebagai pengawet alami

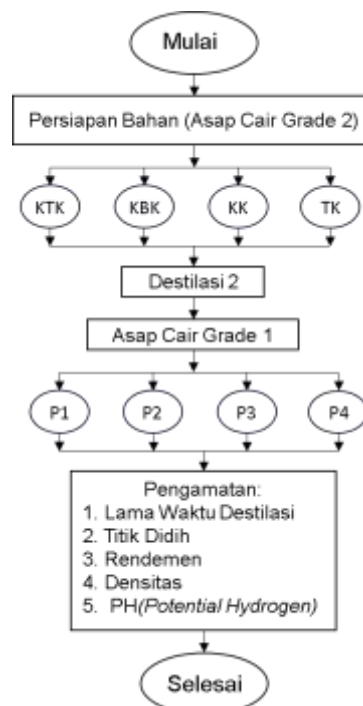
Limbah perkebunan kopi berupa kulit buah kopi mengandung 39,2% selulosa, 12,6% hemiselulosa, dan 23,3% lignin (Nguyen et al., 2023). Kulit tanduk kopi memiliki kandungan 63% selulosa, 2,35% hemiselulosa, 17% lignin, serta 45,3% karbon (Permatasari, 2019). Kulit buah kakao mengandung 36,23% selulosa, 1,14% hemiselulosa, dan 20-27,95% lignin (Pallawagau et al., 2019). Tempurung kelapa mengandung 29% lignin, 27% pentosan, dan 26% selulosa (Rahmawati et al., 2024).

Penelitian mengenai asap cair telah banyak dilakukan, akan tetapi sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada asap cair grade 3 atau hanya mengkaji satu jenis biomassa. Studi komparatif karakteristik fisikokimia asap cair grade 1 dari berbagai limbah perkebunan masih sangat terbatas. Sedangkan, perbandingan tersebut penting untuk memberikan data ilmiah yang komprehensif mengenai potensi pemanfaatan limbah perkebunan sebagai bahan baku asap cair berkualitas tinggi, sekaligus memberikan solusi alternatif dalam pengelolaan limbah perkebunan. Keterbatasan penelitian komparatif tersebut menimbulkan kebutuhan akan data ilmiah yang lebih mendalam dan terstandar terkait kualitas asap cair grade 1 berbasis limbah perkebunan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik fisikokimia asap cair grade 1 dari limbah kopi, kakao, dan kelapa, melalui pengujian fisik dan kimia, serta mengidentifikasi biomassa yang paling potensial sebagai bahan baku asap cair berkualitas tinggi.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk menunjang penelitian ini antara lain serangkaian alat destilasi (labu boiling, pipa kondensor, erlenmeyer, pemanas, pipa T, dan pipa bengkok), mesin aerator, termometer alkohol 150°C, piknometer (iwaki) 5 ml, gelas ukur (Herma) 250 ml dan 25 ml, pH meter digital, pH paper (MACHEREY-NAGEL 92110), dan neraca analitik. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain asap cair grade 2 yang berasal dari limbah perkebunan berupa kulit buah kopi, kulit tanduk kopi, kulit buah kakao dan tempurung kelapa, larutan buffer pH 4,0 dan 7,0, botol plastik, plastisin, dan kertas label.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Keterangan: Kulit Buah Kopi (KBK); Kulit Tanduk Kopi (KTK); Kulit Buah Kakao (KK); Tempurung Kelapa (TK)

Prosedur Penelitian

Alur Penelitian

Pelaksanaan penelitian melalui beberapa tahapan terstruktur yang disajikan pada Gambar 1.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial (RALNF) yang terdiri dari satu faktor, yaitu berdasarkan bahan baku dengan 4 taraf perlakuan. Perlakuan pada penelitian ini diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Penelitian yang dilakukan menggunakan ulangan biologis, di mana setiap unit percobaan merupakan sampel yang berbeda dan independen. Seluruh parameter diukur satu kali pada setiap sampel sehingga setiap hasil pengukuran mewakili satu ulangan biologis.

Perlakuan dalam penelitian ini yaitu:

- P1 : Asap Cair Kulit Tanduk Kopi Grade 1
- P2 : Asap Cair Kulit Buah Kopi Grade 1
- P3 : Asap Cair Kulit Buah Kakao Grade 1
- P4 : Asap Cair Tempurung Kelapa Grade 1

Persiapan Bahan (Asap Cair Grade 2)

Persiapan bahan diawali dengan proses destilasi asap cair grade 3 yang berasal dari limbah kulit tanduk kopi, kulit buah kopi, kulit buah kakao, dan tempurung kelapa. Sebanyak 200 ml asap cair grade 3 yang masih mengandung senyawa tar dan partikel kotoran dimasukkan ke dalam labu boiling sebagai bahan baku. Selanjutnya, sampel dipanaskan hingga mendidih. Uap yang terbentuk selama proses pemanasan dialirkan melalui kondensor untuk dikondensasikan menjadi cairan yang disebut asap cair grade 2. Hasil destilasi (destilat) yang diperoleh ditampung dalam erlenmeyer, kemudian dipindahkan ke botol plastik tertutup dan diberi label dengan keterangan (bahan baku dan ulangan). Sampel asap cair grade 2 yang telah diperoleh disimpan pada suhu ruang selama minimal satu minggu agar endapan yang masih tersisa dapat mengendap sempurna.

Setelah itu asap cair grade 2 disiapkan sebanyak 100 ml untuk setiap sampel dan digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair grade 1.

Destilasi

Tahap destilasi kedua dilakukan untuk menghasilkan asap cair grade 1 dari bahan baku berupa asap cair grade 2. Proses destilasi diawali dengan merakit serangkaian alat destilasi yang terdiri dari labu boiling, pipa bengkok T, pipa kondensor, tiang statif, adaptor, erlenmeyer, dan mesin aerator. Semua sambungan antar alat dilapisi dengan plastisin untuk mencegah kebocoran uap selama proses destilasi berlangsung. Sebanyak 100 ml asap cair grade 2 dimasukkan ke dalam labu boiling sebagai bahan baku, kemudian termometer alkohol dipasang pada mulut labu untuk memantau titik didih cairan selama proses destilasi. Selanjutnya dilakukan proses pemanasan menggunakan kompor portabel sampai mencapai titik didihnya. Uap yang terbentuk selama proses pemanasan akan mengalami kondensasi dan hasilnya ditampung dalam erlenmeyer atau wadah tampung untuk selanjutnya dianalisis. Pada proses ini menghasilkan apa cair dengan kualitas lebih murni atau lebih tinggi dibandingkan bahan baku awal.

Parameter Penelitian

Lama Waktu Destilasi

Perhitungan lama waktu destilasi dalam pembuatan asap cair grade 1 dilakukan dengan menghitung lama waktu yang dibutuhkan selama proses destilasi berlangsung. Perhitungan waktu dimulai saat pemanas pertama kali dinyalakan sebagai tanda dimulainya proses pemanasan bahan baku. Selama proses berlangsung, dilakukan pengamatan secara berkala terhadap kondisi perubahan bahan baku. Proses destilasi dinyatakan berakhir ketika bahan baku (asap cair grade 2) mulai menyentuh dasar labu boiling, yang menandai berakhirnya tahap destilasi.

Titik Didih Asap Cair Grade 1

Pengamatan titik didih asap cair grade 1 menggunakan termometer alkohol dengan suhu maksimal 150°C yang dimasukkan ke dalam labu boiling berisi asap cair grade 1. Termometer diposisikan sedemikian rupa agar ujung sensor tercelup sempurna dalam cairan tanpa menyentuh labu boiling. Setelah perangkat destilasi dipanaskan, perubahan suhu pada termometer mulai diamati secara kontinu. Ketika asap cair mencapai titik didih, suhu diamati secara berulang untuk memastikan kestabilan suhu selama proses destilasi. Pengamatan dihentikan ketika suhu menunjukkan kondisi stabil, yaitu tidak terjadi kenaikan maupun penurunan suhu pada saat proses berlangsung.

Rendemen Asap Cair Grade 1

Rendemen asap cair grade 1 ditentukan dengan cara membandingkan antara volume bahan baku dan hasil destilasi (Fakkar et al., 2023). Volume bahan baku yang digunakan berupa asap grade 2, diukur terlebih dahulu (a), selanjutnya mengukur volume asap cair grade 1 yang diperoleh dari proses destilasi (b). Perhitungan rendemen dilakukan pada kondisi suhu terkontrol, yaitu 25°C, untuk mengurangi pengaruh perubahan volume akibat perbedaan temperatur. Selanjutnya dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen asap cair grade 1 (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Massa Jenis (Densitas) Asap Cair Grade 1 (AOAC, 2016)

Densitas asap cair grade 1 dihitung menggunakan piknometer kapasitas 5 ml. Sebelum digunakan piknometer dibersihkan dan dikeringkan, selanjutnya ditimbang dalam

keadaan kosong dan hasilnya dicatat sebagai massa (a), kemudian piknometer diisi dengan sampel asap cair grade 1 hingga semua bagian piknometer terisi (tanpa ada gelembung udara) selanjutnya ditimbang (b). Sebelum ditimbang bagian luar permukaan piknometer yang masih menempel luberan asap cair dikeringkan dengan tisu. Semua berat dihitung dalam satuan massa (g). Selanjutnya dihitung massa jenisnya dengan rumus:

$$\text{Massa Jenis} = \frac{b-a}{\text{volume piknometer}} \quad (2)$$

pH (Potential Hydrogen) Asap Cair Grade 1 (AOAC, 2023)

Nilai pH asap cair grade 1 ditentukan dengan menggunakan indikator pH paper. Sebelum dilakukan pengukuran yaitu memastikan sampel yang akan diukur pada suhu 25°C, karena suhu dapat mempengaruhi keakuratan nilai pH. Pengukuran pH dilakukan terlebih dahulu menggunakan pH meter digital untuk memperoleh nilai yang lebih akurat, yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam pengukuran menggunakan pH paper. Sebelum pengukuran, pH meter digital dikalibrasi dengan larutan buffer standar pH 4,0 dan pH 7,0 untuk memastikan ketepatan hasil. Selanjutnya, menyiapkan sekitar 50 ml sampel asap cair grade 1 dari 20 sampel. Indikator pH dicelupkan ke dalam asap cair grade 1, kemudian perubahan warna pada indikator dicocokkan dengan skala warna standar untuk menentukan nilai pH.

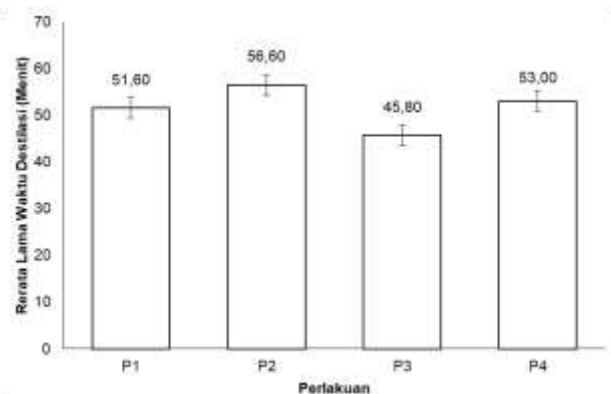
Analisis Data

Analisis data menggunakan Microsoft Excel. Data hasil penelitian yang dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), apabila terdapat perbedaan antar perlakuan atau berbeda nyata (signifikan) maka dilakukan uji lanjut menggunakan BNT (Beda Nyata Terkecil) taraf signifikan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

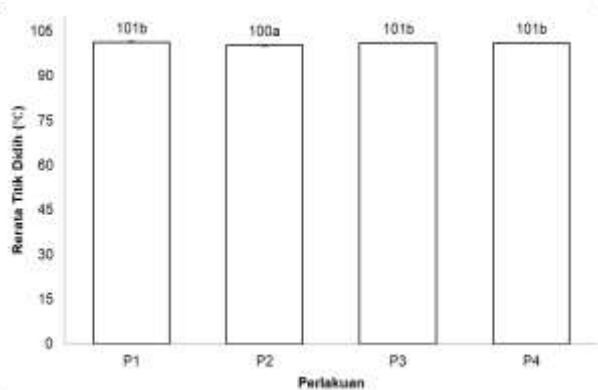
Lama Waktu Destilasi

Lama waktu destilasi merupakan salah satu parameter penting dalam pembuatan asap cair, khususnya pada tahap pemurnian asap cair grade 2 menjadi asap cair grade 1 melalui metode destilasi. Lama waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan fraksi asap cair grade 1 dari bahan baku asap cair grade 2 mencerminkan efektivitas pemisahan komponen volatil dari asap cair grade 2, yang dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan kimia bahan baku yang digunakan.



Gambar 2. Uji lanjut BNT lama waktu destilasi

Keterangan: Asap Cair Kulit Tanduk Kopi Grade 1 (P1); Asap Cair Kulit Buah Kopi Grade1 (P2); Asap Cair Kulit Buah Kakao Grade 1(P3); Asap Cair Tempurung Kelapa Grade 1 (P4).



Gambar 3. Uji BNT titik didih asap cair grade 1

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa terdapat variasi lama waktu yang dibutuhkan untuk membuat asap cair dari grade 2 menjadi asap cair grade 1. Rerata lama waktu yang dibutuhkan berkisar ± 35 -84 menit. Lama waktu destilasi yang lebih cepat pada perlakuan P3 (45,80 menit), sedangkan lama waktu destilasi yang lebih lambat pada perlakuan P2 (56,60 menit). Perlakuan P1 (51,60 menit) dan P4 (53,00 menit) relatif sama.

Hasil uji ANOVA, diketahui bahwa variasi jenis bahan baku terhadap parameter lama waktu destilasi tidak signifikan. Sehingga jenis bahan baku tidak berpengaruh terhadap lama waktu destilasi pembuatan asap cair grade 2 menjadi asap cair grade 1. Hal ini mengartikan bahwa semua bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asap cair grade 2 menjadi grade 1 yang berasal dari kulit buah kopi, kulit tanduk kopi, kulit buah kakao, dan tempurung kelapa dapat diproses dalam waktu yang relatif sama untuk menghasilkan asap cair grade 1.

Secara umum, lama waktu destilasi dipengaruhi oleh faktor pemrosesan seperti suhu pemanasan, tekanan, dan karakteristik volatil komponen yang dipisahkan. Pada penelitian ini, proses destilasi dilakukan pada rentang titik didih ± 100 -102°C, menggunakan bahan baku berupa asap cair grade 2 sebanyak 250 ml. Pengaturan kondisi operasional yang seragam tersebut menyebabkan proses penguapan dan pemisahan fraksi volatil berlangsung relatif sama pada semua perlakuan, sehingga perbedaan karakteristik bahan baku tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lama waktu destilasi. Error bar pada Gambar 2 menunjukkan bahwa variasi data antar ulangan relatif kecil, yang mengindikasikan bahwa lama waktu destilasi pada setiap ulangan cukup konsisten. Kecilnya variasi antar ulangan turut mendukung hasil analisis yang menunjukkan tidak adanya perbedaan antar perlakuan.

Waktu destilasi pada penelitian yang telah dilakukan tergolong lebih lama dibandingkan penelitian sebelumnya. Muhammad et al., (2011) menyatakan bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses destilasi asap cair sebanyak 2000 ml dengan alat destilasi tiga tingkat membutuhkan waktu selama 71 menit. Pada kisaran suhu 90-100°C waktu yang dibutuhkan hingga tidak ada lagi distilat asap cair yang menetes adalah 11 menit. Sedangkan pada suhu 100-110°C membutuhkan waktu 52 menit, dan pada suhu 110-120°C membutuhkan waktu 8 menit. Perbedaan lama waktu destilasi dapat dipengaruhi kondisi operasional seperti jenis bahan baku, volume bahan baku, serta karakteristik awal asap cair.

Titik Didih Asap Cair Grade 1

Titik didih dalam destilasi bertingkat merupakan parameter yang menunjukkan tingkat energi panas yang diberikan untuk memisahkan campuran menjadi fraksi-fraksi

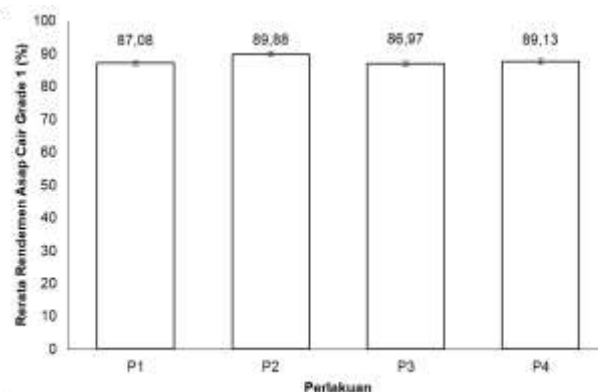
berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen. Pengamatan suhu sangat penting dilakukan agar setiap tahap pemisahan berlangsung pada rentang suhu yang tepat. Setiap fraksi asap cair yang dihasilkan dapat memiliki kemurnian dan kualitas sesuai dengan grade yang diinginkan, khususnya grade 1.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa dari keempat perlakuan menunjukkan adanya variasi yang cukup jelas. Rerata titik didih asap cair grade 1 berada pada rentang ± 100 -102°C (rerata SD $\pm 0,3$). Titik didih terendah terdapat pada perlakuan P2 (100°C) dengan notasi a, sedangkan titik didih tertinggi terdapat pada perlakuan P1, P3, dan P4 yang berada pada nilai yang sama, yaitu (101,3°C) dengan notasi b berdasarkan hasil uji lanjut BNT. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan P2 berbeda nyata dibandingkan dengan P1, P3, dan P4. Rentang suhu hasil penelitian selaras dengan penelitian Yulistiani et al., (2020) menyatakan bahwa suhu terbaik untuk pemisahan tar dan mendapatkan asap cair yang jernih adalah pada suhu 100-130°C.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT, diketahui bahwa variasi jenis bahan baku terhadap titik didih asap cair grade 1 menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sehingga menandakan bahwa jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap titik didih asap cair grade 1. Adanya perbedaan yang signifikan tersebut mengindikasikan bahwa setiap perlakuan memiliki komposisi kimia yang berbeda, sehingga memengaruhi kestabilan termal dan titik didih yang dihasilkan. Komposisi utama asap cair terdiri dari air (11-92%), senyawa fenolik (0,2-2,9%), asam-asam organik (2,8-4,5%), karbonil (2,6-4,6%), dan tar (1-17%) (Maga, 2018). Perbedaan proporsi komponen penyusun tersebut berpotensi memengaruhi sifat fisik, termasuk titik didih.

Kandungan senyawa kimia dalam asap cair P2 cenderung didominasi oleh komponen yang lebih mudah menguap atau memiliki massa molekul rendah. Titik didih yang lebih rendah dapat menunjukkan kestabilan termal yang lebih rendah atau kecenderungan mudah menguap pada suhu ruang, karakter ini dapat dioptimalkan dalam aplikasi seperti desinfektan atau pengharum, namun memerlukan perhatian dalam hal penyimpanan dan stabilitas.

Kandungan senyawa asap cair grade 1 pada ketiga perlakuan dengan notasi a terdiri dari komponen dengan massa molekul lebih tinggi atau besar. Molekul dengan berat molekul besar diperkirakan adalah molekul yang mempunyai rantai panjang. Menurut Destiana & Mukminah, (2021), semakin panjang rantai molekul maka semakin tinggi pula titik didihnya. Sehingga memerlukan suhu lebih tinggi untuk mendidih. Hal ini menunjukkan kestabilan termal yang relatif lebih tinggi dan potensi ketahanan dalam penyimpanan atau aplikasi suhu tinggi.



Gambar 4. Uji lanjut BNT rendemen asap cair grade 1

Rendemen Asap Cair Grade 1

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam menilai efisiensi dalam proses destilasi ulang untuk menghasilkan asap cair grade 1. Rendemen asap cair grade 1 merupakan perbandingan antara volume asap cair yang grade 1 yang dihasilkan terhadap volume bahan baku awal yang digunakan (asap cair grade 2), dinyatakan dalam persen (%). Menurut Ratnawati et al. (2010), semakin tinggi suhu maka semakin banyak bahan baku yang terdestilasi sehingga semakin besar volume asap cair yang diperoleh.

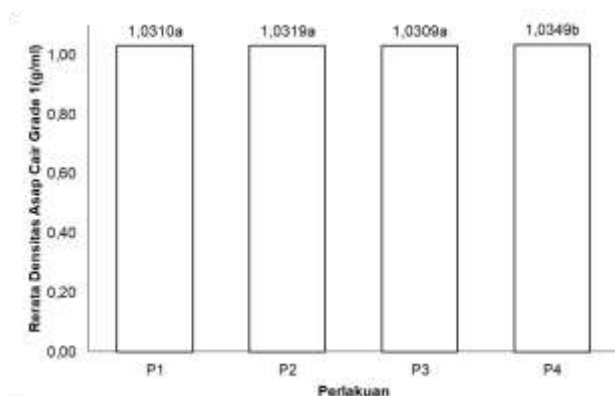
Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa terdapat variasi nilai rendemen asap cair grade 1 dari empat perlakuan. Rerata rendemen yang dihasilkan relatif tinggi, berkisar $\pm 81,88-92,00\%$. Rentang rendemen tersebut sebanding dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa proses destilasi asap cair tempurung kelapa menghasilkan rendemen destilasi sebesar 84% dari asap cair hasil pirolisis (Surboyo et al., 2019). Rendemen dengan persentase lebih tinggi terdapat pada perlakuan P2 (89,88%), sedangkan persentase rendemen lebih rendah terdapat pada perlakuan P3 (86,97%). Perlakuan P1 (87,08%) dan P4 (89,13%) relatif sama.

Berdasarkan hasil uji ANOVA, diketahui bahwa variasi jenis bahan baku terhadap parameter rendemen asap cair grade 1 menunjukkan tidak signifikan. Sehingga jenis bahan baku tidak berpengaruh terhadap nilai rendemen asap cair grade 1. Hal ini mengartikan bahwa semua bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asap cair grade 2 menjadi grade 1 yang berasal dari kulit buah kopi, kulit tanduk kopi, kulit buah kakao, dan tempurung kelapa dapat menghasilkan rendemen yang relatif sama untuk menghasilkan asap cair grade 1.

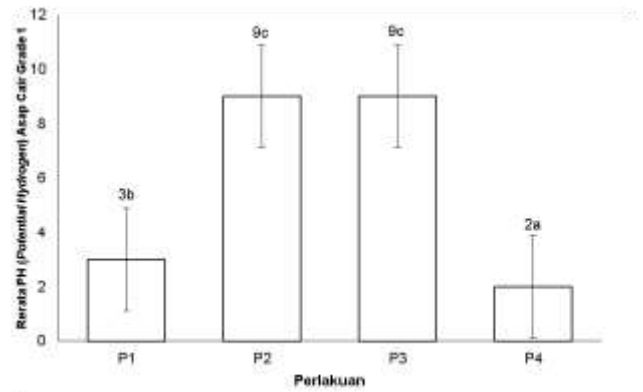
Ketidaksignifikan pada parameter rendemen dapat disebabkan oleh kondisi proses destilasi yang relatif seragam antar perlakuan, seperti volume bahan baku, dan waktu destilasi yang dikendalikan secara konstan. Kondisi tersebut menyebabkan variasi hasil rendemen menjadi lebih kecil dan tidak cukup untuk menunjukkan perbedaan yang nyata. Menurut Hasibuan et al. (2023) perbedaan rendemen asap cair umumnya akan terlihat signifikan apabila terdapat variasi yang cukup besar pada suhu dan waktu destilasi.

Densitas Asap Cair Grade 1

Densitas atau massa jenis merupakan rasio antara berat suatu sampel dengan volumenya (Handayani et al., 2023) pada suhu dan tekanan tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan (g/ml). Secara fisik densitas mencerminkan kerapatan partikel atau molekul penyusun suatu zat. Pada asap cair grade 1 molekul senyawa yang terkandung di dalam asap cair, termasuk komponen utama seperti asam organik, fenol, dan karbonil yang terbentuk dari proses pirolisis bahan organik.



Gambar 5. Rerata densitas asap cair grade 1



Gambar 6. Uji lanjut BNT pH asap cair grade 1

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa dari keempat perlakuan menunjukkan adanya variasi nilai densitas asap cair grade. Rerata densitas asap cair grade 1 berada pada rentang $\pm 1,029-1,0357$ g/ml. Densitas terendah terdapat pada perlakuan P3 (1,0309 g/ml), sedangkan densitas tertinggi terdapat pada perlakuan P4 (1,0349 g/ml). Sedangkan perlakuan P1 dan P2 relatif sama. Seluruh nilai densitas yang diperoleh masih memenuhi SNI densitas asap cair berkisar 1,0050-1,0500 g/ml (Crude Asap Cair Lignoselulosa Sebagai Bahan Baku, 2021).

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT, menunjukkan bahwa variasi jenis bahan baku memberikan perbedaan yang signifikan terhadap densitas asap cair grade 1. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2, dan P3 bernotasi a sehingga ketiga perlakuan tersebut tidak berbeda nyata satu sama lain. Sebaliknya, perlakuan P4 memiliki notasi b, yang menunjukkan bahwa densitas asap cair pada perlakuan P4 berbeda nyata dibandingkan dengan ketiga perlakuan lainnya. Sehingga menandakan bahwa jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap densitas asap cair grade 1. Adanya perbedaan yang signifikan tersebut mengindikasikan bahwa setiap perlakuan memiliki komposisi kimia dan karakteristik fisik yang berbeda dari masing-masing bahan baku.

Faktor seperti suhu pirolisis, jenis bahan baku, dan durasi proses dapat mempengaruhi kandungan senyawa terlarut (fenol, asam organik, karbonil), yang pada akhirnya mempengaruhi massa jenis larutan. Selaras dengan pendapat Balikan et al., (2021), suhu rendah maka mendapatkan kepadatan lebih besar dibandingkan pada suhu tinggi, hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu maka energi dalam menjadi lebih besar. Selain itu, nilai densitas yang lebih tinggi pada P4 menunjukkan kemungkinan adanya konsentrasi senyawa terlarut yang lebih besar, sehingga meningkatkan berat jenis asap cair tersebut. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan P4 secara signifikan menghasilkan asap cair dengan densitas lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yang dapat berimplikasi pada sifat fisik dan potensi aplikasinya dalam pengawetan atau pengolahan pangan.

pH (Potential Hydrogen) Asap Cair Grade 1

pH (Potensi Hidrogen) merupakan ukuran kuantitatif keasaman atau kebasaan dari larutan berair atau larutan cair lainnya. Konsep pH melibatkan penggunaan skala pH untuk mengukur keasaman atau kebasaan larutan. Skala pH berkisar antara 0-14, semakin rendah pH semakin asam. pH didefinisikan sebagai log negatif dari konsentrasi ion hidrogen (Winoto et al., 2023). Pengukuran pH merupakan parameter kualitas asap cair yang dihasilkan, bertujuan untuk mengetahui tingkat proses penguraian bahan baku.

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa terdapat variasi pH dari masing-masing perlakuan. Nilai pH asap cair grade 1 dari keempat perlakuan berkisar antara 2 sampai 9, di mana semakin kecil nilai pH menunjukkan tingkat keasaman lebih tinggi, sedangkan semakin tinggi nilai pH menunjukkan sifat yang lebih basa. Perlakuan P4 menunjukkan tingkat keasaman tertinggi dengan nilai pH (2a), diikuti oleh perlakuan P1 dengan nilai pH (3b) yang juga bersifat asam. Sedangkan pada perlakuan P2 dan P3 memiliki nilai (9c), yang menunjukkan sifat basa dari kedua perlakuan tersebut.

Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa variasi jenis bahan baku memberikan perbedaan yang signifikan terhadap pH asap cair grade 1. Sehingga menandakan bahwa jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap pH asap cair grade 1. Hal ini mengartikan bahwa semua bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asap cair grade 2 menjadi grade 1 yang berasal dari kulit buah kopi, kulit tanduk kopi, kulit buah kakao, dan tempurung kelapa menghasilkan nilai keasaman atau kebasan yang berbeda-beda.

Nilai pH yang rendah, disebabkan oleh asam organik dari hasil proses kondensasi menunjukkan kandungan asam yang tinggi (Jayanudin et al., 2012). Sedangkan nilai pH yang tinggi menunjukkan dominasi senyawa basa. Nilai pH yang rendah secara keseluruhan berpengaruh terhadap nilai awet dan daya simpan produk asap ataupun sifat organoleptiknya (Haji et al., 2006).

Variasi pH asap cair grade 1 dapat mengindikasikan adanya perbedaan kandungan senyawa organik pada masing-masing bahan baku yang digunakan. Semakin tinggi kandungan asam organik yang dihasilkan, maka nilai pH dari perlakuan tersebut semakin rendah atau semakin asam. Sebaliknya, apabila kandungan senyawa basa lebih dominan, maka pH asap cair cenderung lebih tinggi. Adanya variasi pH juga dapat mempengaruhi potensi penggunaan asap cair. Pada hasil pengujian BNT dengan taraf 5% dapat diketahui bahwa pH pada perlakuan P2 dan P3 tidak signifikan yaitu sama-sama bernilai 9 dan bernotasi c, dari hal ini kemungkinan kedua perlakuan ini memiliki potensi yang sama sehingga dapat saling menggantikan satu sama lain.

KESIMPULAN

Variasi bahan baku memberikan pengaruh berbeda terhadap karakteristik asap cair grade 1. Parameter waktu destilasi dan rendemen tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, sedangkan parameter titik didih, densitas, dan pH menunjukkan perbedaan nyata (signifikan). Seluruh perlakuan menghasilkan asap cair grade 1 dengan nilai densitas sesuai SNI (1,005–1,050 g/ml). Perlakuan P4 (tempurung kelapa) menghasilkan nilai densitas tertinggi dan nilai pH terendah dibandingkan perlakuan lainnya pada kondisi penelitian ini. Akan tetapi, penelitian ini masih terbatas pada karakteristik fisik, sehingga diperlukan analisis komponen kimia dan uji aktivitas biologis untuk mengevaluasi potensi aplikasi asap cair secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (2023). *AOAC Official Methods 981.12 PH of Acidified Foods*. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3563%0A>
- AOAC, I. (2016). Appendix F: Guidelines for Standard Method Performace Requirement. *AOAC Official Method of Analysis AOAC International*, 1–8.
- Ayudiarti, D. L., & Sari, R. N. (2010). *Asap Cair dan Aplikasinya pada Produk Perikanan*. 5(3), 101–108.
- 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), 97–104. <https://doi.org/10.35791/jteta.v12i2.52683>
- Crude Asap Cair Lignoselulosa Sebagai Bahan Baku, 8985:20021 (2021). <https://id.scribd.com/document/607693467/SNI-8985-2021-Asap-cair>
- Destiana, I. D., & Mukminah, N. (2021). *Teknologi minyak lemak* (F. Fathurohman, Ed.). Politeknik Negeri Subang Press.
- Fakkar, G., Sumardi, I., & Suhaya, Y. (2023). *Efikasi Asap Cair Dari Limbah Pengolahan Industri Gondorukem Pada Kayu Karet Terhadap Rayap Kayu Kering (Cryptotermes Durability of Rubber Wood Against Dry Wood Termites (Cryptotermes cynocephalus Light .)*. 41(1), 1–10. <https://doi.org/10.55981/jphh.2023.675>
- Guo, G., Huang, Q., Jin, F., Lin, L., Wang, Q., Fu, Q., Liu, Y., Sajjad, M., Wang, J., Liao, Z., & Cai, M. (2022). Exploration of the Interrelationship within Biomass Pyrolysis Liquid Composition Based on Multivariate Analysis. *Molecules*, 27(17), 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules27175656>
- Haji, A. G., Masúd, Z. A., Lay, B. W., H, S., Sutjahyo, & Pari, G. (2006). Karakterisasi asap cair hasil pirolisis sampah organik padat. *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>
- Hasibuan, R., & Pardede, H. M. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Pirolisis terhadap Karakteristik Arang dari Tempurung Kelapa. *Teknik Kimia USU*, 12(1), 46–53.
- Jayanudin, J., Suhendi, E., Uyun, J., & Supriatna, A. H. (2012). Pengaruh Suhu Pirolisis Dan Ukuran Tempurung Kelapa Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Asap Cair Sebagai Pengawet Alami. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.36055/tjst.v9i1.6686>
- Maga, J. A. (2018). Smoke in Food Processing. In *Smoke in Food Processing*. <https://doi.org/10.1201/9781351076647>
- Mansur, D., Sugiwati, S., Rizal, W. A., Suryani, R., & Maryana, R. (2023). Pyrolysis of cajuput (*Melaleuca leucadendron*) twigs and rice (*Oryza sativa*) husks to produce liquid smoke-containing fine chemicals for antibacterial agent application. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(12), 10561–10574. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01896-x>
- 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*. 1–6.
- Muhammad, D. R. A., Darmadji, P., & Pranoto, Y. (2011). Pengaruh suhu distilasi dan tingkat kondensor terhadap sifat sensoris distilat asap cair effect of distillation temperature and stage of condenser on sensory characteristic of liquid smoke distillate. *Teknologi Hasil Pertanian*, IV(2), 104–112.
- Nguyen, D. Van, Duong, C. T. T., Vu, C. N. M., Nguyen, H. M., Pham, T. T., Tran-Thuy, T. M., & Nguyen, L. Q. (2023). Data on chemical composition of coffee husks

- and lignin microparticles as their extracted product. *Data in Brief*, 51, 109781. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109781>
- Pallawagau, M., Yanti, N. A., Jahiding, M., Kadidae, L. O., Asis, W. A., & Hamid, F. H. (2019). Penentuan Kandungan Fenolik Total Liquid Volatile Matter dari Pirolisis Kulit Buah Kakao dan Uji Aktivitas Antifungi terhadap *Fusarium oxysporum*. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(1), 165. <https://doi.org/10.20961/alchemy.15.1.24678.165-176>
- Permatasari, E. S. (2019). *Kajian Lama Waktu Kontak dan Massa Arang Aktif dari Kulit Tanduk Kopi pada Adsorpsi Warna, Kekeruhan, dan TSS Limbah Cair Kopi Sintetik*.
- Rahmawati, A., Putri, F. A., & Dewati, R. (2024). Pemanfaatan Lignin Pada Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Bahan Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (Lrf). *Jurnal Integrasi Proses*, 13(1), 73. <https://doi.org/10.62870/jip.v13i1.25897>
- Ratnawati, & Hartanto, S. (2010). Pengaruh Suhu Pirolisis Cangkang Sawit Terhadap Kuantitas dan Kualitas Asap Cair. *Jurnal Sains Material Indonesia*, 12(1), 7–11.
- Saepul, A. I., Pitrianingsih, S., Sodikin, A., Fadhila1, F., Maryana, Y., Rumidatul, A., & 1Program. (2022). Efektivitas Asap Cair Kulit Kopi (*Coffea* sp) sebagai Antiseptik Terhadap Mikroba secara In Vitro dan In Vivo (The Effectiveness of Coffee Skin Liquid Smoke (*Coffea* sp) as Antiseptic Against Microbials In Vitro and In Vivo). *Kedokteran Dan Kesehatan*, 5(1), 21–33.
- Surboy, M. D. C., Arundina, I., Rahayu, R. P., Mansur, D., & Bramantoro, T. (2019). Potential of Distilled Liquid Smoke Derived from Coconut (*Cocos nucifera* L) Shell for Traumatic Ulcer Healing in Diabetic Rats. *Europien Journal of Density*, 13, 271–279.
- Winoto, S. W., Galih, A. V. B., Awahita, H., & Irmita, L. U. (2023). Pengembangan “pHelper” Kalkulator pH Larutan Berbasis Web Sebagai Media Pembelajaran Kimia. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(2), 208–221. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i2.19781>
- Yulistiani, F., Husna, A., Fuadah, R., Keryanti, Sihombing, R. P., Permanasari, A. R., & Wibisono, W. (2020). The Effect of Distillation Temperature in Liquid Smoke Purification Process : A Review. *ATLANTIS PRESS*, 198(International Seminar of Science and Apllied Technology (ISSAT 2020)), 532–536.
- Zulnazri, Z., Putri, A. P., Dewi, R., Bahri, S., & Sulhatun, S. (2024). Karakterisasi Glukosa sebagai Bahan Baku Bioetanol yang Diproduksi dari α -Selulosa Berbasis Limbah Kulit Kopi Arabika. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1), 165. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.924>

Halaman ini sengaja dikosongkan