



Pemanfaatan Asap Cair Berbasis Limbah Tempurung Kelapa sebagai Pengawet Alami dan Teknik Pengasapan Ikan yang Eco-Friendly

Lilla Puji Lestari*, Universitas Maarif Hasyim Latif, Indonesia

Faris Miftakul Ahsan, Universitas Maarif Hasyim Latif, Indonesia

Muhammad Fariz Nurrochman, Universitas Maarif Hasyim Latif, Indonesia

Mochammad Rizki Ibrahim, Universitas Maarif Hasyim Latif, Indonesia

ABSTRACT

This study originated from the high use of harmful chemical preservatives in food, necessitating safer natural preservative alternatives. The objectives of this study were to analyze the production process of liquid smoke from coconut shells in a closed system, evaluate its effectiveness as a fish preservative, and observe changes in fish quality after treatment. The methods used included the production of liquid smoke through pyrolysis, condensation, and purification to grade 1, then applied to fish at various concentrations, namely 0%, 2%, 4%, and 6%. The results showed that liquid smoke contains phenolic compounds and organic acids that can inhibit microbial growth, stabilize pH, and maintain the color, aroma, and texture of fish. Concentrations of 4–6% were found to be most effective. The discussion concluded that liquid smoke based on coconut shell waste has the potential to be a safe and environmentally friendly natural preservative compared to synthetic preservatives.

ARTICLE HISTORY

Submitted 08/12/2025

Revised 13/12/2025

Accepted 23/12/2025

KEYWORDS

Liquid smoke; coconut shells; natural preservatives; fish smoking; environmentally friendly

*CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ lilla_puji_lestari@dosen.umaha.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v7i1.12578>

1. PENDAHULUAN

Proses pengolahan ikan merupakan salah satu strategi dalam peningkatan kualitas hasil perikanan dengan memberikan nilai tambah (*added value*). Nilai tambah yang didapat dari hasil pengolahan ikan asap (salai) yaitu nilai tambah dari sisi produk dan nilai tambah dari sisi ekonomi. Dari sisi produk dengan diolahnya ikan menjadi ikan salai, di samping daya simpan produk dapat dipertahankan lebih lama, juga dapat mengubah rasa pada ikan yang lebih enak dan berpenampilan lebih menarik. Ikan asap adalah hasil olahan tradisional yang diproduksi dengan metode pengasapan. Pengasapan ikan ditujukan untuk memberikan aroma dan mengawetkan ikan, mengingat ikan merupakan produk hewani yang mudah mengalami kemunduran mutu. Pengasapan ikan terdiri atas tiga metode, yaitu pengasapan dingin, pengasapan panas, dan pengasapan dengan asap cair (Genesa et al., 2024).

Bentuk dan rasa ikan serta hasil perikanan lainnya adalah spesifik, memberikan daya tarik yang khas sehingga banyak disukai. Sifat segar hasil perikanan umumnya lebih banyak disukai daripada sifat sesudah mengalami perlakuan pengolahan, karena sifat fisik dan kimiawinya belum banyak berubah. Ikan adalah bahan pangan yang mudah sekali rusak terutama dalam keadaan segar akan cepat sekali mengalami kerusakan sehingga mutunya menjadi rendah. Kerusakan ini dapat terjadi secara biokimia maupun secara mikrobiologik. Kerusakan biokimia disebabkan oleh adanya enzim-enzim dan reaksi-reaksi biokimia yang masih bereaksi pada tubuh ikan segar. Enzim-enzim ini lebih banyak bersifat membentuk, mengadakan sintesa, membangun daripada sifat merusaknya (Saubaki, 2021).

Saat ini, penggunaan pengawet dalam industri pangan masih sangat luas penggunaannya. Produk makanan yang tidak ditambahkan pengawet akan mudah mengalami penurunan kualitas karena berbagai reaksi fisik, kimia, enzimatik, dan mikroba. Pengawet yang ditambahkan dalam produk pangan dapat memperpanjang umur simpan. Hal ini dikarenakan fungsinya yang mencegah penurunan kualitas selama proses penyimpanan, distribusi, penjualan, dan konsumsi. Selain ditambahkan zat pengawet, zat aditif pewarna dan penguat rasa digunakan untuk membuat makanan terlihat menarik, memiliki cita rasa enak, dan aroma yang wangi. Sehingga tidaklah mengherankan bila hal ini sangat diminati oleh konsumen (Hadi et al., 2023).

Menurut Sari et al., (2023), penggunaan bahan pengawet diperuntukkan untuk jenis pangan yang mudah membusuk. Selain itu penggunaan bahan kimia bahkan ada yang berbahaya. Salah satu pengawet yang sering digunakan di Indonesia seperti formalin untuk mempertahankan makanan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 menjelaskan bahwa formalin merupakan senyawa kimia formaldehida yang beracun dan dilarang untuk digunakan pada makanan. Penggunaan bahan pengawet sintetis seperti formalin masih menjadi isu yang serius



dalam industri pangan di Indonesia. Meskipun mampu mengurangi kerusakan bahan pangan, formalin memiliki dampak buruk terhadap kesehatan dan telah dilarang penggunaannya. Kondisi ini mendorong perlunya alternatif pengawet alami yang aman, efektif, serta ramah lingkungan. Salah satu bahan yang memiliki potensi pengembangan adalah asap cair berbasis biomassa, khususnya limbah tempurung kelapa yang tersedia di berbagai daerah (Saktiningsih et al., 2023).

Untuk menanggulangi hal tersebut kita bisa menggunakan metode pengawetan dengan menggunakan asap cair. Asap cair/ *wood vinegar/ liquid smoke* merupakan produk cair hasil kondensasi (pengembunan) dari uap hasil pembakaran langsung maupun tidak langsung materi yang berlignoselulosa. Komponen utama yang terkandung di dalam asap cair ini adalah alkohol, fenol dan asam asetat. Senyawa kimia yang terkandung di dalamnya, berfungsi sebagai bahan kesehatan tanaman, meningkatkan produktivitas ternak, pembasmi bau tidak sedap, kesehatan, farmasi dan kecantikan. Bahan baku pembuatan asap cair ini bisa divariasikan, tergantung jenis limbah yang tersedia di lingkungan sekitar seperti limbah kayu, bonggol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, konus buah pinus, limbah serbuk gergajian, daun kayu putih, dan sebagainya. Komposisi asap dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis kayu, kadar air, dan suhu pembakaran. Di jepang, teknologi pembuatan asap cair ini berkembang pesat dan dimanfaatkan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari mulai dari pengawet makanan sampai pengobatan beberapa penyakit (Fardhyanti et al., 2023). Pengasapan asap cair memiliki kelebihan yaitu mudah diterapkan, *flavor* produk lebih seragam, lebih efisien dalam penggunaan bahan pengasap dan senyawa karsinogenik berupa senyawa aromatik polisiklik yang terbentuk dapat dieliminasi (Suroso et al., 2018).

Pembuatan asap cair bisa melalui dua proses yang pertama ialah proses pirolisis dan destilasi. Proses pirolisis adalah proses dekomposisi termal senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana pada kondisi tanpa udara atau adanya udara dalam jumlah yang terbatas. Produk cair dari proses pirolisis disebut sebagai asap cair (*liquid smoke*) (Pratama & Sa'diyah, 2022). Destilasi adalah suatu cara pemisahan larutan dengan menggunakan panas sebagai pemisah atau *separating agent*. Destilasi ini bertujuan untuk mendapatkan sifat fungsional dari asap cair, serta menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan seperti tar dan benzopiren. Destilasi ulang atau redestilasi merupakan cara untuk mendapatkan hasil kualitas asap cair yang lebih baik dari asap cair sebelumnya. Proses destilasi asap cair juga dapat menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan yaitu senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatik (Ridhuan et al., 2021). Alat pirolisis dan destilasi memiliki bermacam-macam model, untuk para pembuat asap cair dengan skala besar maka harus menggunakan alat tabung destilasi yang besar (Balikan et al., 2021).

Ukuran kualitas asap cair dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu *Grade 1* merupakan kualitas terbaik dengan warna putih bening. *Grade 2* kualitas sedang dengan warna kekuning-kuningan dan *Grade 3* dengan warna kehitaman. Asap cair *Grade 3* tersebut didapat dari proses pirolisat asap cair dengan bau yang sangat menyengat dan masih banyak mengandung tar dan bahan berbahaya lainnya dan belum bisa dipakai sebagai bahan pengawet makanan. Maka asap cair *Grade 3* tersebut harus difraksinasi dengan destilasi. Untuk mendapatkan asap cair *Grade 2* atau 1 maka perlu dilakukan destilasi dari asap cair *Grade 3* tersebut di dalam sebuah destilator (Ridhuan et al., 2021). (Ridhuan et al., 2021)

Menurut Sari et al., (2023), asap cair dengan kategori *food grade* atau aman dikonsumsi adalah tempurung kelapa. Tempurung kepala sebagai limbah hasil pertanian dapat diolah menjadi asap cair yang memiliki sifat antibakteri. Kandungan fenol pada asap cair memberikan efek antibakteri dan antioksidan serta memengaruhi mutu produk sehingga dapat diaplikasikan pada semua produk pengasapan. Asap cair memiliki kelebihan dalam aroma asap dan aman dikonsumsi untuk daging dan ikan asap (Isa et al., 2024). Bakteri uji yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* yang sering ditemukan pada produk pangan.

Berbeda dengan cangkang kelapa, yang telah dimanfaatkan untuk membuat berbagai produk seperti kerajinan tangan dan arang aktif karena kekuatannya, limbah cangkang kelapa belum dimanfaatkan secara optimal. Karena limbah cangkang kelapa mengandung tingkat lignin yang tinggi (33,30%) dan selulosa (30,58%), limbah ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi asap cair (Adinda et al., 2023).

Penggunaan asap cair dibedakan berdasarkan kualitasnya. Asap cair kelas 1 memiliki warna kuning pucat. Asap cair ini cocok digunakan sebagai pengawet pada makanan siap saji seperti mie basah, bakso, dan tahu. Asap cair kelas 2 memiliki warna kuning kecokelatan. Asap cair ini digunakan untuk mengawetkan bahan baku makanan mentah seperti daging, ayam, dan ikan. Asap cair *grade 3* ditandai dengan penampilan cokelat pekat dan bau tajam. Asap cair ini digunakan dalam pengolahan pengawet karet dan kayu yang menghilangkan bau. Fenol akan merusak membran sitoplasma, menyebabkan kebocoran membran, mengganggu pertumbuhan bakteri, dan bahkan menyebabkan kematian. Asam asetat dalam asap cair juga memainkan peran kritis, sehingga digunakan sebagai antibakteri. Oleh karena itu, asam asetat dapat menyebabkan destabilisasi fungsi dan struktur komponen sel. *Escherichia* merupakan salah satu spesies bakteri Gram-negatif utama yang menyebabkan infeksi saluran pencernaan. Bakteri ini terdapat di usus manusia, yang menghilangkan zat sisa di saluran pencernaan dan dapat menginfeksi usus, menyebabkan diare. Agen antibakteri dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan membunuh bakteri patogen. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan

sifat fisik dan senyawa kimia asap cair kulit kelapa, aktivitas antioksidan (IC50), dan aktivitas antibakteri asap cair kulit kelapa terhadap bakteri *E. Coli* (Gani et al., 2024).

Metode asap cair yang di aplikasikan pada ikan adalah *edible coating*, *edible coating* adalah lapisan tipis bahan yang dapat dimakan yang dirancang untuk melapisi suatu produk dan memiliki sejumlah fungsi, termasuk sebagai bahan pelindung atau penghalang terhadap transmisi massal seperti kelembaban, oksigen, cahaya, lipit dan zat terlarut. Teknologi *edible coating* merupakan teknologi yang dianggap sebagai pendekatan untuk meningkatkan umur simpan produk. *Edible coating* berpotensi untuk meningkatkan kualitas dan memperpanjang umur simpan produk (Nanda et al., 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menyoroti kandungan zat aktif dalam asap cair, seperti fenol dan asam organik, yang memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan (Isa et al., 2024). Meski demikian, sebagian besar penelitian masih fokus pada karakteristik kimia atau uji laboratorium terbatas, sehingga belum membahas proses produksi asap cair secara menyeluruh, mulai dari pirolisis, kondensasi, hingga pemurnian menjadi *grade 1* yang aman untuk konsumsi pangan. Penelitian ini membawa kebaruan dengan mengintegrasikan seluruh tahapan produksi asap cair dari tempurung kelapa hingga memperoleh *grade 1* dalam satu rangkaian evaluasi yang lengkap. Selain itu, penelitian ini secara sistematis menguji efektivitas asap cair melalui variasi konsentrasi 0%, 2%, 4%, dan 6% pada ikan, disertai analisis kualitas yang lebih luas, mencakup uji organoleptik, mikrobiologi, serta fisika-kimia. Pendekatan ini tidak hanya memberikan pemahaman menyeluruh tentang kemampuan pengawetan asap cair, tetapi juga menegaskan manfaat ekologisnya sebagai teknologi pengolahan pangan yang lebih higienis, aman, dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kontribusi baru baik dari sisi ilmiah maupun praktik pemanfaatan limbah biomassa dalam industri pangan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang bertujuan menguji efektivitas asap cair tempurung kelapa sebagai bahan pengawet ikan dengan menggunakan berbagai konsentrasi serta menganalisis perubahan kualitas ikan selama proses penyimpanan.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hasyim Latif, dengan area kerja meliputi ruang pirolisis, ruang kondensasi, serta area pengujian mutu ikan. Waktu pelaksanaan berlangsung selama periode produksi asap cair hingga uji penyimpanan ikan.

2.3 Target/Subjek Penelitian

Target penelitian meliputi:

1. Asap cair tempurung kelapa yang dihasilkan melalui proses pirolisis dan diproses hingga mencapai *grade 1*
2. Ikan uji diberi perlakuan perendaman dengan asap cair pada konsentrasi 0%, 2%, 4%, dan 6% sebelum proses pengasapan.
3. Jenis ikan yang di gunakan adalah ikan mujair dan ikan bandeng yang berjumlah 32 ikan dengan perlakuan konsentrasi perendaman asap cair 0%, 2%, 4% dan 6% adalah 4 buah ikan mujair dan 4 buah ikan bandeng

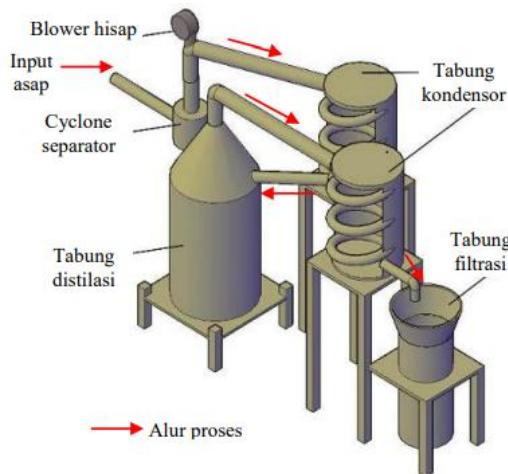
2.4 Prosedur

2.4.1 Produksi Asap Cair

1. Persiapan Bahan: Tempurung kelapa dikeringkan dan dipotong kecil.
2. Pirolisis: Dilakukan pada suhu 350–450°C dalam reaktor tertutup, Proses pirolisis tempurung kelapa dilakukan selama 4–5 jam pada kondisi tertutup hingga tidak terbentuk asap aktif secara signifikan.
3. Kondensasi: Uap dialirkan ke kondensor berisi air/es hingga terbentuk asap cair *grade 3*.
4. Redestilasi: Pemisahan fraksi ringan menghasilkan *grade 2*.
5. Pemurnian: Filtrasi melalui karbon aktif/zeolit hingga diperoleh asap cair *grade 1*, Pemurnian asap cair dilakukan melalui destilasi bertahap pada suhu 90–110°C untuk memperoleh asap cair *grade 1* dan meminimalkan kandungan senyawa berbahaya.

Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif sebesar 5% (b/v) dari volume asap cair hasil destilasi, dengan waktu kontak selama 24 jam. Rasio yang diperoleh adalah 1 kg tempurung kelapa menghasilkan $\pm 0,25$ –0,30 liter asap cair, sehingga rasio massa–volume berada pada kisaran 1 : 0,25–0,30 (kg : L).

Gambar 1: Rancang Bangun Alat Pirolisis (Modifikasi), (Fathussalam et al., 2019)



Volume asap cair yang dihasilkan Dari setiap 10 kg tempurung kelapa kering, diperoleh asap cair kasar sebanyak 2,5–3 liter, tergantung kestabilan suhu dan efisiensi kondensasi.

2.4.2 Aplikasi Asap Cair pada Ikan

1. Ikan direndam dalam larutan asap cair dengan konsentrasi 0%, 2%, 4%, dan 6% dalam waktu 30 menit
2. Proses perendaman dilakukan dengan suhu ruang 20–25°C
3. Ikan disimpan dalam kondisi terkontrol untuk uji mutu.

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian terdiri atas data organoleptik, mikrobiologi (TPC), dan fisika-kimia (pH dan kadar air) yang diperoleh dari ikan yang diberi perlakuan asap cair tempurung kelapa pada konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6%. Produksi asap cair dilakukan melalui pirolisis 350–450°C, dilanjutkan kondensasi dan pemurnian *grade 1*. Pengumpulan data dilakukan melalui uji organoleptik menggunakan panelis terlatih, uji TPC menggunakan media PCA dan inkubasi 37°C, serta pengukuran pH dan kadar air menggunakan pH meter dan oven pengering. Seluruh data dicatat secara triplo dan divalidasi melalui pemeriksaan laboratorium.

2.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan deskriptif untuk memahami efektivitas asap cair terhadap kualitas ikan asap. Data organoleptik dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk memperoleh skor rata-rata serta variasi antar perlakuan. Data mikrobiologi (TPC) dihitung dalam satuan CFU/g dan dibandingkan dengan standar SNI untuk mengevaluasi kemampuan asap cair dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Parameter fisika-kimia (pH dan kadar air) dianalisis secara komparatif untuk melihat tren perubahan selama penyimpanan. Sementara itu, data karakteristik asap cair dianalisis berdasarkan komposisi kimia untuk menghubungkan kandungan senyawa aktif dengan hasil pengawetan. Semua hasil kemudian disintesiskan secara terpadu untuk menjawab tujuan penelitian mengenai efektivitas asap cair tempurung kelapa sebagai pengawet alami serta teknik pengasapan ikan yang lebih ramah lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Asap Cair Tempurung Kelapa dan Aspek Keamanannya

Asap cair yang dihasilkan dari pirolisis tempurung kelapa pada suhu 350–450°C menghasilkan fraksi asap cair *grade 1* setelah melalui proses kondensasi dan pemurnian. Pemurnian ini bertujuan untuk menurunkan kandungan tar dan PAH (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*), yaitu senyawa aromatik polisiklik yang bersifat toksik dan karsinogenik serta umum terbentuk pada proses pengasapan tradisional bersuhu tinggi.

Keberadaan PAH menjadi isu utama dalam pengasapan konvensional karena senyawa ini dapat terakumulasi pada produk ikan dan berpotensi membahayakan kesehatan konsumen. Penggunaan asap cair yang telah dimurnikan terbukti lebih aman karena sebagian besar fraksi PAH terpisah pada tahap destilasi.

3.2 Pengaruh Konsentrasi Asap Cair terhadap Total Plate Count (TPC)

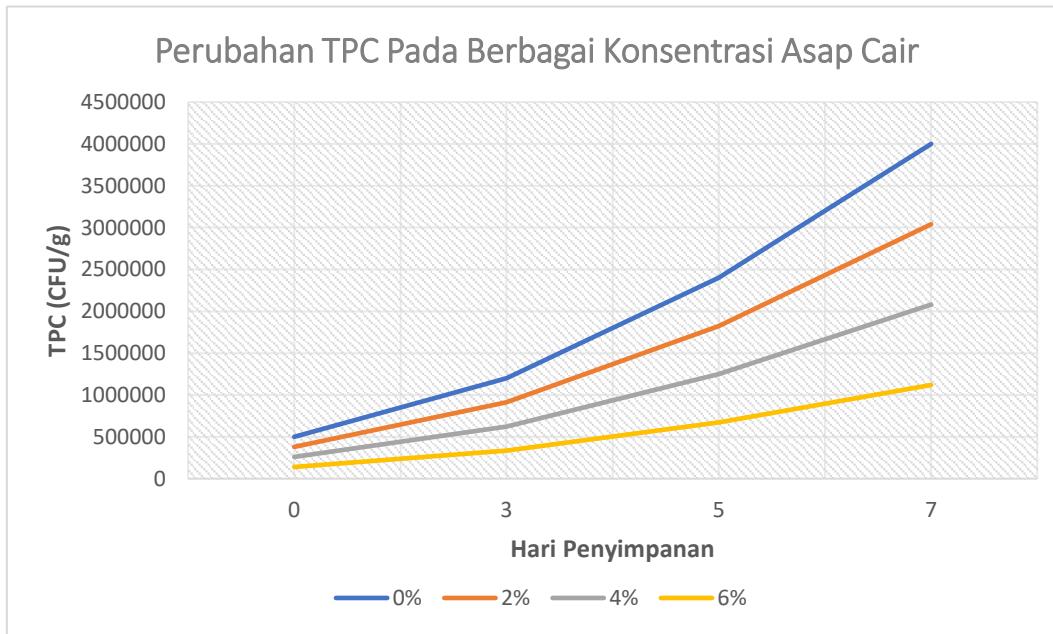
Hasil pengujian mikrobiologi menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asap cair berpengaruh signifikan terhadap penurunan jumlah mikroba selama penyimpanan. Pada hari ke-7 penyimpanan, nilai TPC ikan kontrol (0%)

mencapai sekitar $4,0 \times 10^6$ CFU/g, sementara perlakuan asap cair 4% dan 6% masing-masing hanya mencapai $2,08 \times 10^6$ CFU/g dan $1,12 \times 10^6$ CFU/g.

Secara kuantitatif, penggunaan asap cair konsentrasi 6% mampu menekan pertumbuhan mikroba hingga $\pm 72\%$ lebih rendah dibandingkan kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik dan asam organik dalam asap cair berperan sebagai agen antimikroba dengan mekanisme merusak membran sel mikroorganisme dan menurunkan aktivitas enzim seluler.

Berdasarkan SNI 2725:2009 tentang ikan asap, batas maksimum TPC adalah 5×10^6 CFU/g. Seluruh perlakuan asap cair hingga hari ke-7 masih berada di bawah batas tersebut, sementara kontrol mendekati ambang batas. Hal ini menegaskan bahwa asap cair efektif memperpanjang umur simpan ikan secara mikrobiologis. Hasil ini konsisten dengan penelitian Swastawati et al., (2022) dan Haji et al., (2006) yang melaporkan penurunan TPC signifikan pada produk ikan yang diawetkan dengan asap cair tempurung kelapa.

Tabel 1: Perubahan TPC pada berbagai konsentrasi asap cair



3.3 Perubahan pH dan Kadar Air Selama Penyimpanan

Nilai pH ikan menunjukkan kecenderungan menurun seiring meningkatnya konsentrasi asap cair. pH awal ikan berada pada kisaran 6,5–6,7, kemudian menurun hingga 5,9 pada perlakuan asap cair 6% pada hari ke-7 penyimpanan. Penurunan pH ini disebabkan oleh keberadaan asam organik (asam asetat, asam format) dalam asap cair yang menciptakan lingkungan kurang kondusif bagi pertumbuhan mikroba.

Sementara itu, kadar air ikan kontrol meningkat dari 74% menjadi 80%, sedangkan ikan dengan perlakuan asap cair 4–6% hanya meningkat hingga 74–75%. Rendahnya peningkatan kadar air pada perlakuan asap cair menunjukkan kemampuan senyawa fenol dalam menghambat degradasi jaringan dan memperlambat reaksi pembusukan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Purwantisari et al., (2024) yang menyatakan bahwa asap cair mampu mempertahankan stabilitas fisik produk pangan selama penyimpanan.

3.4 Kualitas Organoleptik Ikan

Hasil uji organoleptik menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh parameter sensoris seiring bertambahnya konsentrasi asap cair. Skor penerimaan keseluruhan meningkat dari 5,7 (kontrol) menjadi 8,4 (asap cair 6%), yang tergolong dalam kategori “sangat disukai”.

Perlakuan asap cair 4–6% memberikan warna cokelat keemasan yang lebih merata, aroma asap yang khas namun tidak menyengat, serta tekstur yang lebih kompak. Sebaliknya, ikan kontrol cenderung mengalami penurunan aroma dan tekstur lebih cepat akibat aktivitas mikroba. Hasil ini menguatkan temuan Swastawati et al., (2022) bahwa asap cair tidak hanya berfungsi sebagai pengawet, tetapi juga sebagai peningkat mutu sensoris produk ikan.

3.5 Implikasi Lingkungan dan Keberlanjutan

Penggunaan asap cair sebagai media pengasapan terbukti lebih *eco-friendly* dibandingkan metode tradisional karena mampu mengurangi emisi asap terbuka, tar, dan residu pembakaran. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa juga mendukung prinsip *circular economy* dengan meningkatkan nilai tambah limbah biomassa. Dengan demikian, teknologi ini berpotensi diterapkan secara luas pada skala UMKM pengolahan ikan sebagai solusi pengawetan yang aman, higienis, dan berkelanjutan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Penelitian ini berhasil mencapai seluruh tujuan yang telah ditetapkan, yaitu menganalisis proses produksi asap cair tempurung kelapa dalam sistem tertutup, mengevaluasi efektivitasnya sebagai pengawet ikan, serta mengamati perubahan mutu ikan setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pirolisis pada suhu 350–450°C yang diikuti dengan kondensasi, redistilasi, dan pemurnian mampu menghasilkan asap cair *grade 1* dengan kandungan fenol dan asam organik yang berperan aktif sebagai agen antimikroba dan antioksidan. Aplikasi asap cair pada konsentrasi 4–6% terbukti paling efektif dalam menekan pertumbuhan mikroba (TPC), menstabilkan pH dan kadar air, serta mempertahankan kualitas organoleptik ikan selama penyimpanan. Dengan demikian, asap cair berbasis limbah tempurung kelapa tidak hanya efektif sebagai pengawet alami, tetapi juga mendukung penerapan teknik pengasapan ikan yang lebih aman, higienis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, sekaligus memberikan nilai tambah pada pemanfaatan limbah biomassa.

4.2 Saran

1. Aspek proses

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan parameter proses pirolisis, destilasi, dan pemurnian, khususnya pengendalian suhu dan waktu proses, guna memperoleh asap cair *grade 1* dengan komposisi kimia yang lebih konsisten serta kualitas yang lebih stabil.

2. Aspek aplikasi

Perlu dilakukan pengujian metode aplikasi asap cair yang lebih beragam, seperti perendaman, penyemprotan, atau kombinasi dengan *edible coating*, serta penerapan pada jenis ikan dan produk perikanan lain untuk mengetahui efektivitasnya secara lebih luas.

3. Aspek keamanan

Diperlukan penelitian lanjutan terkait analisis keamanan pangan, meliputi uji toksisitas, kandungan residu kimia, serta pemantauan senyawa berbahaya seperti PAH secara lebih mendalam guna memastikan keamanan asap cair untuk konsumsi jangka panjang.

4. Aspek penerapan industri

Disarankan dilakukan studi penerapan pada skala industri dan UMKM pengolahan ikan, termasuk analisis teknis dan ekonomi, efisiensi produksi, serta penerimaan konsumen, agar teknologi asap cair dapat diimplementasikan secara nyata dan berkelanjutan.

5. Pengembangan lanjutan

Selain diaplikasikan pada berbagai produk pangan lain, penelitian ke depan juga perlu mengkaji stabilitas kimia asap cair itu sendiri selama penyimpanan, sehingga dapat diketahui perubahan mutu, daya simpan, dan konsistensi efektivitas asap cair sebelum digunakan sebagai bahan pengawet.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, R. F., Faisal, M., & Muhammad Djuned, F. (2023). Characteristics of Liquid Smoke From Young Coconut Shells at Various Pyrolysis Temperature. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 9(1), 24–36. <https://doi.org/10.22373/ekw.v9i1.14225>
- 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*, 12(2), 97–104. <https://doi.org/10.35791/jteta.v12i2.52683>
- Fardhyanti, D. S., Prasetyawan, H., Bahlawan, Z. A. S., & Wicaksono, H. (2023). Pelatihan Pemanfaatan Asap Cair Hasil Prolisis dari Tempurung Kelapa untuk Pengawetan Ikan Laut bagi Warga Pesisir Jepara. *ABDIMASY: Jurnal*

- Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 71–81. <https://doi.org/10.46963/ams.v4i2.1262>
- Fathussalam, M., Putranto, A. W., Argo, B. D., Harianti, A., Oktaviani, A., Puspaningarum, F. P., & Putri, S. L. O. (2019). Rancang Bangun Mesin Produksi Asap Cair dari Tempurung Kelapa Berbasis Teknologi Cyclone-Redistillation. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 7(2), 148–156. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.113>
- Gani, A., Adlim, M., Rahmayani, R. F. I., Hanum, L., & Nabilah, R. (2024). Preparation and characterization of Coconut Shell Liquid Smoke and the Properties of Preserving Tofu. *Kuwait Journal of Science*, 51(4), 100289. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2024.100289>
- Genesa, R., Fimawahib, L., & Aini, Y. (2024). Pelatihan Penerapan Teknologi Pirolisis Asap Cair Dalam Proses Penyalaian Ikan. *ARSY:Aplikasi Riset Kepada Masyarakat*, 5(2), 165–169. <https://doi.org/10.55583/arsy.v5i2.1027>
- Hadi, S., Yandri, Y., & Suhartati, T. (2023). Penyuluhan Penggunaan Bahan Pengawet Sintetis dalam Makanan Bagi Ibu-Ibu PKK dan Masyarakat di Desa Bumi Raharjo, Kecamatan Bumi Ratu Nuban, Lampung Tengah. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 203–210. <https://doi.org/10.24127/ssv.v6i1.1903>
- Haji, A. G., Masud, 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.
- Isa, I., Pomolango, R., & Iyabu, H. (2024). The Use of Liquid Smoke from Coconut Shell as a Natural Food Preservative in the Processing of Flying Fish. *International Journal of Research and Review*, 11(9), 180–189. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20240920>
- Nanda, L. A., Riyadi, P. H., & Suharto, S. (2023). Pengaruh Aplikasi Asap Cair Pada Edible Coating Karagenan Terhadap Umur Simpan Produk Bakso Ikan Tenggiri (*Scomberomus commerson*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2023.14866>
- Pratama, A. S. C., & Sa'diyah, K. (2022). Pengaruh Jenis Biomassa Terhadap Karakteristik Asap Cair Melalui Metode Pirolisis. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, 8(1), 36–44. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i1.260>
- Purwantisari, S., Jannah, S. N., Ariyanto, H. D., Setiyana, B., Lathifa, A. D., & Wardaja, B. (2024). Aplikasi Asap Cair Berbahan Baku Tempurung Kelapa di bidang Pertanian dan Peternakan di Desa Kataan, Kecamatan Ngadirejo, Kabupaten Temanggung. *To Maega : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(2), 311. <https://doi.org/10.35914/tomaega.v7i2.2578>
- Ridhuan, K., Wahyudi, T. C., Sulistiyo, D., & Anggara, B. (2021). Karakteristik Proses Destilasi Asap Cair Grade 3. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(2), 288–294. <https://doi.org/10.24127/trb.v10i2.1761>
- Saktiningsih, H., Putri, C. A., Andriansyah, M. F., Niaga, S. D., & Ningsih, Y. C. (2023). Bahaya Formalin, Rhodamin B, dan Borak Pada Makanan terhadap Kelangsungan Fungsi Organ. *JKP: Jurnal Pengemas Kesehatan STIKes Bakti Utama Pati*, 02(02), 19–26. <https://doi.org/10.52299/jpk.v2i02.36>
- Sari, S. R., Kanya, M. R., Rizki, R. R., Guttifera, G., & Riswandi, A. (2023). Modifikasi Kitosan Asap Cair Cocos nucifera SS sebagai Pengawet Alami Pangan (Antibakteri *Staphylococcus aureus*). *Jurnal Perikanan*, 13(4), 951–957. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i4.645>
- Saubaki, M. Y. (2021). Aplikasi Asap Cair Metode Pencelupan Untuk Memperpanjang Masa Simpan Ikan Segar. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (JVIP)*, 2(1), 14–20. <https://doi.org/10.35726/jvip.v2i1.569>
- Suroso, E., Utomo, T. P., Hidayati, S., & Nuraini, A. (2018). Pengasapan Ikan Kembung menggunakan Asap Cair dari Kayu Karet Hasil Redestilasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 42–53. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21261>
- Swastawati, F., Suharto, S., Muniroh, M., Cahyono, B., Shalihah, D. F., & Setiaputri, A. A. (2022). Application of Liquid Smoke on Milkfish (*Chanos chanos*) and Catfish (*Clarias batrachus*) as an Effort to Improve the Smoked Products Quality. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 8(2), 60–64. <https://doi.org/10.22146/jpkm.73795>