



## ASAP CAIR DARI LIMBAH KULIT MANGROVE *Avicennia alba* UNTUK PENGAWETAN BAKSO IKAN

### (LIQUID SMOKE FROM MANGROVE SKIN WASTE *Avicennia alba* FOR THE PRESERVATION OF FISH BALLS)

Anthoni B. Aritonang<sup>1\*</sup>, Fransiska M. Wenisda<sup>2</sup>, Mega S. Sofiana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak- Indonesia 78380

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak- Indonesia 78380

\*Corresponding author: [anthoni.b.aritonang@chemistry.untan.ac.id](mailto:anthoni.b.aritonang@chemistry.untan.ac.id)

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 28 April 2020

Accepted 30 April  
2020

Available online  
30 April 2020

##### Keywords:

liquid smoke,  
*Avicennia alba*,  
toxicity, furan,  
carbamic acid

#### ABSTRACT

Liquid smoke has been successfully fabricated from mangrove *Avicennia alba* shell by pyrolysis method at a temperature of 400°C for 3 hours. Liquid smoke was purified by adsorption using activated kaolinite as adsorbent. The test results showed that activated kaolinite could bring down the rancidity to become odorless and the color of liquid smoke from dark chocolate to gray colour. The composition of the liquid smoke compound was determined by using the Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer (GC-MS) consists of 2-propanone acetone 25.79% and tetrahydrofuran of 10.37% and ammonium carbamate of 58.46%. The LC<sub>50</sub> value of pure liquid smoke ranging from 1000 ppm is an indication that it is not toxic and safe to use for food preservation. Activity test against the inhibition of microbial growth in fish meatballs, showed that ability. The higher the concentration of liquid smoke, the better the inhibition of microbial growth. Based on the results, it can be concluded that the liquid smoke produced from mangrove *Avicennia alba* shell purified by the activated kaolinite is very promising as a foodstuffs preservative.

© 2020 IJoPAC. All rights reserved

## 1. Pendahuluan

Asap cair merupakan hasil pembakaran biomassa pada suhu berkisar 400°C hingga 700°C kondisi miskin oksigen (pirolisis). Umumnya biomassa mengandung dari lignin, selulosa dan hemiselulosa, seperti kulit batang mangrove. Asap cair hasil pirolisis kulit mangrove telah diketahui mengandung beberapa senyawa aktif, diantaranya asam asetat, fenol, aldehida dan keton berpotensi digunakan sebagai anti oksidan dalam bahan pangan <sup>[1],[2]</sup>.

Apituley *et al.* (2014) dalam publikasinya melaporkan bahwa asap cair mampu menekan peningkatan *thiobarbituric acid* (TBA) pada pengolahan ikan tuna asap. Asap cair berbahan dasar cangkang buah karet mampu menurunkan aroma tengik pada pengolahan daging sapi dan memperlihatkan aktivitas antioksidan yang baik (nilai IC<sub>50</sub> sebesar 101,27 ppm) <sup>[3]</sup>. Peneliti lainnya telah melaporkan bahwa cuka kayu dalam asap cair dari bahan *Rhizophora apiculata* memiliki aktivitas antioksidan yang baik dengan IC<sub>50</sub> sebesar 123,5 ppm <sup>[4]</sup>. Menurut Achmadi *et al* (2015) bahwa

kandungan senyawa kimia dalam asap cair dipengaruhi oleh sumber bahan baku dan suhu pirolisis<sup>[1]</sup>. Oleh karena itu perlu dipreparasi asap cair menggunakan bahan baku limbah kulit batang mangrove *Avicennia alba* karena ketersediaannya melimpah di Kalimantan Barat.

Pada umumnya asap cair memberikan warna coklat kehitaman serta aroma tengik sehingga kurang disenangi untuk pengawet bahan pangan. Berbagai metode pemurnian telah dikembangkan, diantaranya redestilasi dan adsorpsi untuk mendapatkan asap cair dengan warna yang jernih dan tidak berbau. Teknologi adsorpsi menggunakan adsorben tempurung kelapa, arang aktif sekam padi, dan zeolit telah diketahui dapat mengurangi aroma tengik dan warna asap cair menjadi jernih. Asap cair yang diadsorpsi menggunakan arang aktif menunjukkan penurunan intensitas warna asap cair menjadi jernih<sup>[5],[6],[7]</sup>. Kaolin Capkala merupakan mineral alam yang tersusun dari alumina silikat, sangat potensial digunakan sebagai adsorben karena memiliki pori yang cukup besar dan stabilitas tinggi<sup>[8]</sup>. Beberapa keunggulan kaolin sebagai adsorben meliputi struktur permukaan yang bervariasi, stabilitas tinggi secara kimia dan fisika, kapasitas pertukaran ion yang tinggi sehingga memiliki kemampuan adsorpsi yang baik<sup>[9]</sup>. Pada penelitian ini Asap cair yang dipreparasi dari kulit batang mangrove *Avicennia alba* dimurnikan menggunakan adsorben kaolin teraktivasi termal.

Bakso merupakan bahan makanan berbahan baku daging atau ikan serta tepung terigu, termasuk salah satu makan yang disenangi masyarakat. Namun demikian masa simpan bakso relatif singkat berkisar 1 hari, karena kandungan protein dalam bakso mudah teroksidasi oleh mikroba<sup>[1]</sup>. Oleh karenanya dibutuhkan bahan pengawet alternatif yang aman bagi kesehatan. Arnim *et al.* (2012) melaporkan bahwa asap cair dapat menghambat pertumbuhan mikroba dalam bakso<sup>[10]</sup>. Pada penelitian ini dilakukan uji aktivitas asap cair untuk menghambat pertumbuhan mikroba dalam bakso. Kemampuan penghambatan pertumbuhan mikroba diinvestigasi dengan cara perendaman bakso dalam asap cair selama beberapa hari pada kondisi suhu kamar.

## **2. Metode**

### **2.1. Bahan dan Peralatan**

Limbah kulit mangrove *Avicennia alba* digunakan sebagai bahan baku asap cair. Kaolin diperoleh dari Kecamatan Capkala, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat diaktivasi secara termal melalui pemanasan dalam oven pada suhu 105°C. Bakso ikan dibeli dari produsen bakso di pasar Plamboyan Pontianak. Larva udang *Artemia salina* dibeli dari pedagang ikan hias di Pontianak.

Pirolisis kulit batang mangrove dilakukan di Baristand (Balai Riset dan Standarisasi Industri) Pontianak dan pengukuran komposisi kimia asap cair menggunakan *Gas Chromatography Mass* (Shimadzu-QP2010S) dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Universitas Gadjah Mada. Uji aktivitas sebagai pengawet bakso dilakukan dengan metode perendaman Bakso dalam larutan asap cair pada waktu tertentu. Uji toksisitas asap cair dilakukan terhadap *Artemia salina* dalam air laut di Laboratorium Riset dan Bioteknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

### **2.2. Preparasi Adsorben Kaolin Teraktivasi**

Kaolin Capkala dipisahkan dari pengotor dan dicuci menggunakan akuades berulang-ulang hingga dicapai filtrat pH=7. Kaolin selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C dan dihaluskan menggunakan mortar sertadiyak menggunakan ayakan ukuran 200 *mesh*. Kaolin dipanaskan dalam tanur pada suhu 500°C selama 2 jam, kemudian didinginkan pada suhu ruang dan siap digunakan sebagai adsorben<sup>[8]</sup>.

### 2.3. Preparasi Asap Cair Murni

Proses pirolisis dilakukan mengacu pada metode Paskalia *et al.* (2017), kulit mangrove *Avicennia alba* sebanyak 18 kg dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis yang dilengkapi dengan kondensor serta thermostat. Suhu pirolisis diatur 400°C selama 6 jam. Asap cair kasar hasil pirolisis disaring menggunakan kertas saring Whatman No 10 hingga didapatkan supernatan<sup>[11]</sup>.

Ke dalam 100 mL supernatan asap cair didispersikan 10 gr adsorben kaolin dan diaduk menggunakan pengaduk magnet, kemudian didiamkan selama 1 jam. Setelah tercapai kesetimbangan adsorpsi-desorpsi filtrat disaring menggunakan kertas saring whatman no 10 hingga didapatkan asap cair murni, dan siap digunakan untuk pengawetan bakso ikan.

### 2.4. Uji Aktivitas Pengawetan Bakso

Uji aktivitas pengawetan bakso dilakukan dengan cara merendam 10 gram Bakso ikan dalam 150 mL larutan asap cair, dengan variasi rasio asap cair: akuades : 1:20; 1:30; 1:40 dan 1:50, selama 3 hari. selama interval 1 hari dilakukan pengamatan parameter fisik meliputi: warna, lender dan aroma sampel bakso<sup>[1]</sup>.

### 2.5. Uji Toksisitas Asap Cair

Uji toksisitas asap cair dilakukan terhadap larva udang (*Artemia salina*), mengacu pada metode Budaraga *et al.* (2016)<sup>[12]</sup>. Asap cair diencerkan dalam cuplikan air laut dengan variasi konsentrasi 12,5; 25; 50; 100 µg/mL. Sebanyak 10 ekor *Artemia salina* berumur 48 jam ditempatkan dalam botol vial dan ditambahkan larutan asap cair hingga volumenya menjadi 5 mL. Setelah 24 jam dilakukan pengamatan jumlah *Artemia salina* yang masih hidup menggunakan alat bantu kaca pembesar. Jumlah 50% *Artemia salina* yang mati dari jumlah sampel uji digunakan untuk penentuan nilai LC<sub>50</sub>.

## 3. Hasil dan pembahasan

### 3.1. Asap Cair Murni

Asap cair kasar hasil pirolisis dari kulit mangrove *Avicennia alba* adalah berwarna coklat kehitaman serta memberikan aroma tengik menyengat, seperti ditampilkan pada Gambar 1. Rendemen asap cair hasil pirolisis berkisar 34%, dengan karakteristik berwarna coklat kehitaman sesuai dengan publikasi Lestari *et al.* (2015), sehingga kurang baik digunakan untuk bahan pangan<sup>[13]</sup>. Untuk mendapatkan asap cair murni dilakukan filtrasi menggunakan kertas saring untuk memisahkan partikel tar dari supernatannya. Warna dan aroma tengik menyengat dari asap cair kasar diminimalisir dengan cara adsorpsi menggunakan kaolin teraktivasi hingga didapatkan asap cair murni seperti pada Gambar 1(B). Pada Gambar 1(A) dapat dilihat bahwa warna asap cair kasar berwarna coklat kehitaman karena mengandung tar, dan setelah penyaringan diikuti proses adsorpsi menggunakan kaolin teraktivasi, dihasilkan asap cair murni yang memiliki warna lebih jernih dan tidak memberikan aroma tengik (Gambar 1B).



Gambar 1. Asap cair kasar (A) dan Asap cair murni (B)

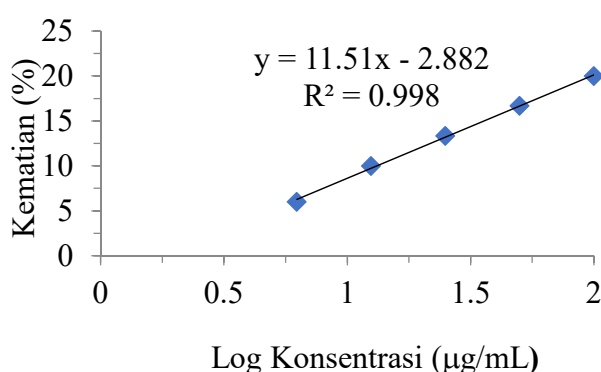
Kaolin tersusun dari lapisan alumina silikat yang berikatan secara bersilang membentuk struktur rangka dan mengandung ruang kosong sebagai pori yang ditempati oleh kation. Pori kaolin

bersifat porous dapat berperan menyerap (adsorpsi) senyawa kimia dan terjadinya pertukaran ion-ion yang terdapat pada asap cair<sup>[8]</sup>.

Berdasarkan analisa GC-MS diketahui komposisi senyawa kimia dominan dalam asap cair kasar terdiri dari: 2-furancarboxaldehyde (CAS) *furfural* (26,72%); 2-propanone (CAS) *acetone* (12,32%) dan *acetic acid* (11,62%). Senyawa furan dan turunannya memiliki komposisi terbesar dibandingkan dengan senyawa lainnya. Komariyati *et al.* (2018) mengemukakan bahwa kandungan senyawa kimia dalam asap cair dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan<sup>[15]</sup>. Pemurnian asap cair dengan metode adsorpsi menggunakan kaolin teraktivasi sebagai adsorben, menyebabkan % luas area puncak senyawa *acetic acid* semakin berkurang dari 11,62% menjadi 5,38% dan senyawa 2-furancarboxaldehyde berkurang signifikan dari 26,72% menjadi tidak terdeteksi. Berkurangnya % luas area puncak disebabkan senyawa tersebut teradsorpsi pada permukaan kaolin. Namun demikian beberapa senyawa mengalami peningkatan % luas area, yakni: 2-propanone *acetone* dari 12,32% menjadi 25,79% dan diamati puncak senyawa baru dari *tetrahydrofuran* sebesar 10,37% serta *ammonium carbamate* memberikan % luas area 58,46%. Senyawa asam karbamat (*carbamic acid*) dan turunannya merupakan kandungan terbesar dalam asap cair murni. Menurut Saputra *et al.* (2021) mengemukakan bahwa kelompok senyawa asam dalam asap cair memiliki manfaat cukup luas diantaranya sebagai antioksidan<sup>[16]</sup>. Beberapa peneliti dalam publikasinya melaporkan bahwa senyawa fenolik dan turunannya merupakan komposisi terbesar dalam asap cair yang berperan sebagai antioksidan<sup>[1],[2],[10],[15],[16]</sup>. Asap cair murni dari kulit batang mangrove *Avicennia alba* mengandung dominan senyawa asam karbamat menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding dengan asap cair dari bahan baku yang berbeda<sup>[16]</sup>. Hal ini merupakan karakteristik yang khas dari kulit batang mangrove *Avicennia alba*.

### 3.2. Toksisitas Asap Cair

Pada penelitian ini, toksisitas asap cair murni ditentukan dengan metode uji letalitas larva udang (*brine shrimp lethality test*, BSLT), dengan mengembangkan metode Hamidi *et al.* (2014)<sup>[17]</sup>. Penentuan toksisitas dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat toksik asap cair untuk diaplikasikan pada bahan pangan. Sampel *Artemia salina* yang digunakan adalah berumur 48 jam, berada pada fase *nauplii* yaitu merupakan tahap kedua dari proses kehidupan yang mana organ-organ *Artemia salina* telah terbentuk lengkap<sup>[18]</sup>. Asap cair akan masuk melalui mulut dan berdifusi melalui membran sel sistem metabolisme menyebabkan *Artemia salina* mengalami kematian<sup>[19]</sup>. Toksisitas asap cair dinyatakan dengan nilai  $LC_{50}$  (*lethal concentration 50%*) yang merupakan konsentrasi larutan asap cair yang dapat menyebabkan kematian minimal 50% *Artemia salina*<sup>[20]</sup>. Hasil perhitungan data menggunakan regresi linear untuk mendapatkan nilai  $LC_{50}$  ditampilkan pada Gambar 2.

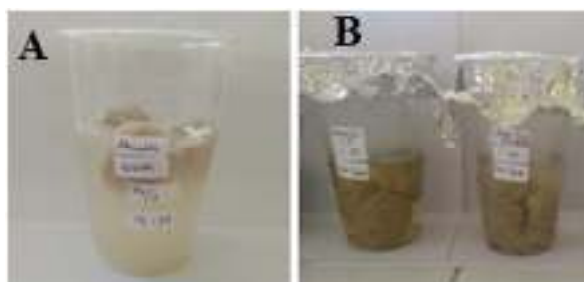


Gambar 2. Hubungan % kematian *A. salina* vs log konsentrasi asap cair

Hasil perhitungan nilai  $LC_{50}$  diperoleh pada saat konsentrasi lebih dari 1000 ppm. Berdasarkan nilai  $LC_{50}$  tersebut dapat disimpulkan bahwa asap cair mangrove *Avicennia alba* aman untuk diaplikasikan dalam bahan pangan. Tekha et al.(2015) mengemukakan bahwa larutan sampel bersifat tidak toksik tidak mampu merusak dinding sel *Artemia salina*, sehingga asap cair tersebut aman jika masuk ke dalam tubuh manusia<sup>[21]</sup>.

### 3.3. Uji Asap Cair sebagai Pengawet Bakso Ikan

Kemampuan asap cair dalam pengawetan bahan pangan, diuji terhadap bakso ikandengan mengevaluasi pengaruh perendaman terhadap perubahan warna, lendir dan aroma pada bakso ikan, ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bakso direndam dalam: (A) akuades dan (B) Asap cair:akuades (v/v 1:50)

Bakso direndam selama 3 hari menggunakan asap cair dan akuades dengan variasi perbandingan (v/v) 1:20, 1:30, 1:40 dan 1:50. Hasil uji pengawetan bakso ikan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji perendaman Bakso Ikan

| Sampel                              | Indikator | Perbandingan       |                    |               |               |
|-------------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|
|                                     |           | 1:20               | 1:30               | 1:40          | 1:50          |
| Bakso yang direndam dalam asap cair | Warna     | Abu-abu Agak pucat | Abu-abu agak pucat | Abu-abu cerah | Abu-abu cerah |
|                                     | Lendir    | sedikit            | sedikit            | Tidak ada     | Tidak ada     |
|                                     | Bau       | tidak berbau       | tidak berbau       | tidak berbau  | tidak berbau  |
| Bakso yang direndam akuades         | Warna     | Putih pucat        |                    |               |               |
|                                     | Lendir    | Berlendir          |                    |               |               |
|                                     | Bau       | Busuk              |                    |               |               |

Setelah 2 hari, bakso ikan yang direndam dalam akuades diamati perubahan warna dari abu-abu menjadi putih pucat, berlendir dan mengeluarkan bau busuk disebabkan proses oksidasi protein dalam bakso oleh mikroba. Selain itu, pada bakso tersebut terbentuk buih.

Bakso yang direndam asap cair dengan perbandingan asap cair: akuades (v/v) 1:20 tidak terdapat lendir (Gambar 3). Menurut<sup>[22]</sup> asam asetat merupakan antioksidan utama dalam asap cair yang dapat menghambat proses oksidasi di dalam bahan pangan. Penelitian Assidiq *et al.* (2018) menyatakan komponen asam dapat menghambat terbentuknya spora, pertumbuhan bakteri dan fungi pada produk makanan<sup>[23]</sup>. Bakso yang direndam asap cair pada perbandingan 1:20 dan 1:30, diamati perubahan warna abu-abu menjadi abu-abu pucat, sedikit lendir namun tidak bau. Bakso yang direndam pada perbandingan 1:40 hingga 1:50 memperlihatkan warna yang cerah dan tidak

diamati adanya perubahan fisik bakso dan tidak berbau. Semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan, semakin baik kemampuan asap cair dalam menghambat proses oksidasi oleh mikroba. Dapat disimpulkan bahwa asap cair mangrove *Avicennia alba* sangat potensial digunakan untuk memperpanjang masa simpan bakso ikan.

#### 4. Kesimpulan

Asap cair murni hasil pirolisis dari kulit batang mangrove *Avicennia alba* memberikan bau dan warna yang khas. Kandungan dominan senyawa kimia dalam asap cair murni adalah 2-propanone acetone 25,79% dan tetrahydrofuran sebesar 10,37% dan ammonium carbamat memberikan luas area cukup besar 58,46%. Nilai  $LC_{50}$  asap cair murni berkisar 1000 ppm merupakan indikasi tidak bersifat toksik serta aman digunakan untuk pengawetan bahan pangan. Uji aktivitas terhadap penghambatan pertumbuhan mikroba dalam bakso ikan, menunjukkan kemampuan yang. Semakin tinggi konsentrasi asap cair maka semakin baik penghambatan pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu asap cair dari kulit mangrove *Avicennia alba* sangat baik digunakan untuk memperpanjang masa simpan bakso ikan.

#### Daftar Pustaka

- [1]. Achmadi S.S., Kusumaningrum H.D. dan Anggara, I. (2015). Redistilat Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengawet Bakso Sapi, *J. Teknol dan Industri Pangan.*, 26: 1-8
- [2] Swastawati F. (2008). Quality and Safety of Smoked Catfish (*Aries talassinus*) Using Paddy haff and Coconut Shell Liquid, *J. of Coast Dev.*, 12: 47-55.
- [3] Apituley D.A.N., Leiwakabessy J., Elizabeth E. dan Nanlohy E.M. (2014). Pemanfaatan Asap Cair Kayu Putih (*Malaleuca cajuputi*) sebagai Antioksidan dalam Pengolahan Ikan Tuna Asap. *Jurnal Chimica et Natura Acta.* 2: 145-151.
- [4] Loo, A.Y., Jain, K. and Darah, I. (2007). Antioxidant and Radical Scavenging Activities of the Pyrolygneous Acid From a Mangrove Plant, *Rhizophora apiculata*. *Journal Food Chemistry.* 104: 300-307.
- [5] Muflihati, I., 2016, Penurunan Smoky Flavor dan Intensitas Warna Asap cair melalui Adsorpsi Bertingkat Menggunakan Arang Aktif dari Sekam Padi, *J. Ilmiah Teknosains.*, 2: 50-55
- [6] Kadir S., Darmadji P., Hidayat C dan Supriyadi. (2014). Sifat Sensoris Asap cair Tempurung Kelapa Hasil Adsorpsi pada Zeolit, *J. Agroland.*, 21: 69-76
- [7] Kurniati F.D., Pardoyoa dan Suhartana. (2011). Sintesis Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Asap Cair, *J. Kimia Sains dan Aplikasi.*, 14: 72-76
- [8] Sari, T.I.W.; Muhsin. dan Wijayanti, H., 2016, Pengaruh Metode Aktivasi Pada Kemampuan Kaolin sebagai Adsorben Besi (Fe) Air Sumur Garuda, *J. Konversi.*, 5: 20-25
- [9] Bhattacharyya K.G., and Gupta S.S. (2006). Kaolinite, Montmorillonite, and Their Modified Derivatives as Adsorbents for Removal of Cu(II) from a Aqueous Solution, *Separation and Purification Technology.*, 50: 388-397
- [10] Arnim., Ferawati dan Marlinda. (2012). The effect of liquid lmoke utilization as preservative for meatballs quality, *Pakitan Journal Natur* 11: 1078-1080.
- [11] Paskalia E., Syahbanu I dan Shofiyani A. (2017). Adsorpsi Senyawa Fenolik dalam Asap Cair pada Arang Aktif dari Cangkang Luar Buah Karet, *Jurnal Kimia Katulistiwa*, 7: 20-26
- [12] Budaraga I.K., Arnim., Marlida Y. and Bulanin U. (2016) Liquid Smoke Toxicity Properties of Production of Raw materials with Variation of Temperature and Concentration of Different, *J. Chem. Tech. Research*, 9: 171-187.

- [13] Lestari, Y. I.; Idiawati, N. dan Harlia., 2015, Aktivitas Antibakteri Asap Cair Tandan Kosong Sawit *Grade 2* yang Sebelumnya diadsorpsi Zeolit Teraktivitas, *J.JKK.*, 4: 45-52
- [14] Premanathan M., Arakaki R., Izumi H., Kathiresan K., Nakano M., Yamamoto N. (1999). Antiviral properties of a mangrove plant, *Rhizophora apiculata* Blume, against human immunodeficiency virus. *Antiviral Research*, 44, 113-122.
- [15] Komarayati S., Gusmailina. dan Efiyanti L. (2018). Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Asap Cair Kayu Trema, Nani, Merbau, Matoa dan kayu Malas, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36 (3), 219-238
- [16] Saputra N.A., Komarayati S. dan Gusmailina. (2021) Komponen Kimia Organik Lima Jenis Asap Cair, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 39 (1), 39-54
- [17] Hamidi M., Jovanova B. and Panovska T.(2014). Toxicological Evaluation of the Plant Products using Brine Shrimp (*Artemia salina* L.) Model, *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, 60: 9-18
- [18] Waganía L., Anom I.D.K. dan Kapahang A. (2018). Pyrolysis of Salak Seed (*Salacca zallaca*) and Toxicity Test of Its Liquid Smoke to the Mortality of *Artemia salina* Leach Larvae, *J. of Applied Engineering Research.*, 13: 10593-10597.
- [19] Raineri M. (1981). Histochemical Localization of Chitin in Larvae of *Artemia salina* Leach (Phyllopoda), *J. Italian of Zoology.*, 48: 139-141.
- [20] Tekha K.N., Akkas E. dan Kartika R.(2015). Uji Toksisitas Ekstrak Kelopak Jantung Pisang kepok (*Musa Paradisiaca* Linn.) dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*), *J. Kimia Mulawarman.*, 13: 19-22
- [21] Tekha K.N., Akkas E. dan Kartika R. (2015). Uji Toksisitas Ekstrak Kelopak Jantung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* Linn.) dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*), *J. Kimia Mulawarman*, 13: 19-22.
- [22] Tamaela P. (2003). Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi Lipid pada Steak Ikan Cakalang (*Katsuvonus pelamis*) Asap Selama Penyimpanan, *J. Ichthyos.*, 2: 59-62
- [23] Assidiqi, F; Rosahdi, T.D. dan Viera, B.V.E., 2018, Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa dalam Pengawetan Daging Sapi, *J. Al-Kimia.*, 5:34-41