

## REDISTILAT ASAP CAIR CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN PENGAWET BAKSO SAPI

[Redistilled Liquid Smoke of Oil-Palm Shells as a Preservative for Beef Meatballs]

Suminar Setiati Achmadi<sup>1)\*</sup>, Harsi Dewantari Kusumaningrum<sup>2)</sup>, dan Ihsan Anggara<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>2)</sup> Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Diterima 06 Juni 2014 / Disetujui 13 Maret 2015

### ABSTRACT

Liquid smoke has been used to extend the shelf life of food. However, its composition varies considerably depending on the type of raw materials used and preparation procedure. Liquid smoke derived from palm oil shell is potential due to the abundance of the byproduct sources in the palm oil industry. This study thus aims to prepare the best fraction of liquid smoke that can extend the shelf life of beef meatballs at room temperature. The raw liquid smoke was redistilled at 80, 90, and 100°C and was used as an ingredient in the beef meatballs production. The gas chromatography-mass spectrometry identification showed that there was no harmful compounds such as derivatives of tar and polycyclic aromatic hydrocarbons. Liquid smoke produced from redistillation at 80°C had the best result for providing higher acid value and lower pH, i.e. 5.14% and 2.26, respectively. The LC<sub>50</sub> value of the redistilled liquid smoke in brine shrimp lethality assay was 0.16%. Inhibition zones of 0.1 and 0.8% redistilled liquid smoke on the antibacterial test against *Staphylococcus aureus* were both 6.10 mm, while the zones of inhibition for *Escherichia coli* were 0 and 7.0 mm, respectively. These resulting inhibition zones were less effective than that of 100 ppm chloramphenicol, i.e. 14.2 mm on *S. aureus* and 12.6 mm on *E. coli*. The usage of redistilled liquid smoke at concentration of 0.8% in meatballs was found to inhibit total microbial growth greater than that of the addition at 0.1%. Moreover, the addition of redistilled liquid smoke inhibited the growth of microbial up to 18 hours at room temperature.

**Keywords:** meatball, preservative, oil-palm shells, redistilled liquid smoke

### ABSTRAK

Asap cair telah mulai banyak digunakan untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan. Namun, komposisinya sangat beragam, bergantung pada bahan baku dan penyiapannya. Asap cair dengan bahan baku cangkang kelapa sawit sangat potensial mengingat kelimpahan limbah ini di industri minyak sawit. Penelitian ini bertujuan menyiapkan fraksi asap cair terbaik yang dapat memperpanjang umur simpan bakso daging sapi pada suhu ruang. Asap cair kasar didistilasi ulang pada suhu 80, 90, dan 100°C dan dijadikan sebagai ingredien dalam penyiapan bakso daging sapi. Pada identifikasi senyawa dengan kromatografi gas-spektrometer massa, tidak terdapat senyawa berbahaya seperti tar dan hidrokarbon aromatik polisiklik dalam redistilat. Kadar asam dan pH redistilat asap cair suhu 80°C memiliki hasil terbaik dengan nilai masing-masing 5,14% dan 2,26. Nilai LC<sub>50</sub> yang dihasilkan dengan metode uji letalitas pada larva udang adalah 0,16%. Zona hambat pada uji antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan asap cair baik dengan konsentrasi 0,1 maupun 0,8% adalah 6,1 mm, sedangkan terhadap bakteri *Escherichia coli* masing-masing 0 dan 7,0 mm. Zona hambat tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kloramfenikol 100 ppm, yaitu 14,17 mm pada bakteri *S. aureus* dan 12,60 mm pada bakteri *E. coli*. Redistilat asap cair dengan konsentrasi 0,8% lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi 0,1% dalam menghambat pertumbuhan total mikroba pada bakso. Redistilat asap cair mampu menghambat pertumbuhan mikroba hingga 18 jam penyimpanan di suhu ruang.

**Kata kunci:** bakso, cangkang kelapa sawit, pengawet alami, redistilat asap cair

---

\*Penulis Korespondensi:  
E-mail: ssachmadi@cbn.net.id

## PENDAHULUAN

Asap cair diperoleh dari hasil pirolisis bahan berkayu, yaitu bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Suhu pirolisis dapat berkisar dari 450°C sampai 750°C dan memberikan komposisi kimia senyawa organik yang berbeda-beda (Wijaya *et al.*, 2008), meliputi senyawa golongan alkohol, fenol, aldehida, karbonil, dan keton (Achmadi *et al.*, 2013). Dari identifikasi dan uji keamanan, dengan LD<sub>50</sub> lebih dari 15000 mg/kg bobot mencit, asap cair tempurung kelapa aman untuk digunakan dalam produk pangan (Budijanto *et al.*, 2008). Namun, fraksi tar dalam asap cair dapat juga mengandung senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik (*polycyclic aromatic hydrocarbons*, PAH) dan residu tar yang bersifat karsinogenik, sebagaimana sudah diketahui secara umum untuk produk berlignin yang dibakar. Oleh sebab itu, asap cair kasar perlu dimurnikan guna menghilangkan atau meminimumkan komponen-komponen yang bersifat karsinogenik tersebut. Dalam eksperimennya, Darmadji dan Triyudiana (2006) menyimpulkan bahwa selain sedimentasi, redistilasi ulang di bawah suhu 100°C dapat menghilangkan benzopirena. Redistilasi asap cair pada suhu 80°C menghasilkan senyawa-senyawa asam karboksilat dan fenolik yang dapat berperan sebagai antibakteri dalam pengawetan ikan (Achmadi *et al.*, 2013).

Suhu yang digunakan pada saat redistilasi akan memengaruhi kandungan senyawa fenol dan asam-asam organik lainnya. Oleh sebab itu, perlu ditemukan kondisi suhu pemurnian terbaik di bawah 100°C yang aman untuk digunakan sebagai bahan pengawet pangan. Dalam percobaan ini ditentukan kondisi redistilasi terbaik untuk menghambat pertumbuhan mikroba pada bakso sapi.

Bakso merupakan salah satu bahan pangan olahan yang banyak disukai oleh masyarakat Indonesia, tetapi masa simpannya singkat, akibat kandungan proteinnya yang tinggi, karena daging adalah komponen utamanya. Disertai dengan tingginya kadar air dan kandungan nutrisi lainnya, laju pertumbuhan dan perkembangan mikroba pada bakso akan terpacu dengan mudah. Praktik pangan yang kurang baik menyebabkan produsen bakso memerlukan bahan tambahan makanan sebagai pengawet untuk memperpanjang masa simpan bakso. Hasil penelitian Arnim *et al.* (2012) menunjukkan bahwa asap cair dapat digunakan sebagai salah satu bahan pengawet bakso. Masa simpan bakso tersebut dapat ditingkatkan hingga 15 hari pada suhu 4 ± 1°C dengan menggunakan asap cair pada konsentrasi 7%. Sesuai dengan praktik pedagang bakso keliling, dalam penelitian ini perpanjangan masa simpan dievaluasi pada suhu kamar.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah asap cair kasar dari hasil pirolisis cangkang kelapa sawit pada suhu 400°C (hasil produksi PT Deorub, Sumatera Selatan), bahan-bahan pembuatan bakso sapi (daging sapi, es batu, tapioka, garam, dan bumbu penyedap), bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, dan *Escherichia coli* ATCC 25922 koleksi Laboratorium Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, serta larva udang *Artemia salina* yang dibeli dari pedagang ikan hias di pasar Mantarena, Bogor untuk pengujian toksisitas asap cair.

### Redistilasi dan identifikasi komponen (Achmadi *et al.*, 2013)

Asap cair kasar cangkang kelapa sawit distilasi menggunakan alat *boule* tipe TA62D di Laboratorium Balai Besar Industri Agro, Ciapus, Bogor pada suhu 80, 90, dan 100°C, sebab suhu di bawah 80°C memberikan rendemen rendah dan suhu di atas 100°C dikhawatirkan membawa banyak tar. Distilat tersebut dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam wadah tertutup. Kadar total asam diukur menggunakan metode titrasi (AOAC, 2005).

### Uji toksisitas asap cair (Nurhayati *et al.*, 2006)

Redistilat asap cair diencerkan menjadi 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, dan 5000 ppm. Pengujian dilakukan dengan memasukkan 10 ekor larva udang *A. salina* ke dalam *multiwell* yang berisi 2 mL air laut dan 2 mL asap cair hasil pengenceran. Setelah 24 jam, jumlah larva yang mati dihitung dengan menggunakan kaca pembesar. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang digunakan adalah jumlah larva yang mati 50% dari total larva uji, kemudian dihitung nilai LC<sub>50</sub> dengan memasukkan angka probit.

### Analisis asap car menggunakan GC-MS (Achmadi *et al.*, 2013)

Senyawa kimia yang terkandung dalam redistilat asap cair dianalisis menggunakan instrumen GC-MS, tipe HP-5MS. Instrumen GC-MS dilengkapi dengan kolom HP5 60 meter, diameter internal 250,00 µm dan ketebalan kolom 0,25 µm, Agilent 19019S-436 (USA). Kromatogram GC-MS diperoleh dengan metode ionisasi serangan elektron pada kromatografi gas GC-17A (Shimadzu, USA) yang ditandem dengan spektrometer massa MS QP-5050A [kolom kapiler DB-5 ms (J&W)] (silika, 30 m × 250 µm × 0,25 µm), suhu kolom 50°C hingga 290°C pada laju 15°C/menit, gas pembawa helium pada tekanan tetap 7,6411 psi, dengan pangkalan data Wiley 7N (2008)]. Sampel (1 µL) diinjeksikan pada 70-270°C. Gas pembawa yang digunakan ialah gas

helium dengan laju alir  $23,7 \text{ mL min}^{-1}$  pada tekanan 17/56 psi. Suhu sumber ion dan suhu interfase masing-masing adalah 250 dan  $270^\circ\text{C}$ . Voltase ionisasi serangan elektron adalah 69,922 eV, dan spektrum massa diakuisisi pada kisaran ( $m/z$ ) 40–800 amu.

### Persiapan bakteri uji

Kultur bakteri (*S. aureus* dan *E. coli*) yang diperoleh terlebih dahulu digoreskan ke agar miring *Trypticase Soy Agar* (TSA) (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK), untuk membiakkan mikroba. Agar miring tersebut diinkubasi selama 24 jam pada suhu  $37^\circ\text{C}$ . Inokulum yang digunakan untuk mengukur penghambatan pertumbuhan disiapkan dengan cara sebagai berikut: satu ose bakteri pada agar-agar miring TSA diinokulasi ke dalam media *trypticase soy broth* (TSB) (Oxoid) steril dan diinkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Selanjutnya inokulum digunakan untuk pengujian atau disimpan dalam lemari pendingin pada suhu  $4\text{--}5^\circ\text{C}$  (Noverita *et al.*, 2009). Sebanyak satu ose koloni bakteri uji diinokulasi dalam larutan NaCl (Merck, Kenilworth, USA) fisiologis 0,9% sebanyak 5 mL. Kekeuhannya diseragamkan dengan menggunakan standar McFarland 0,5 (kepadatan bakteri  $1,5 \times 10^8$ ) pada latar belakang hitam dan cahaya terang. Standar kekeuhan McFarland dibuat dengan cara 0,5 mL larutan  $\text{BaCl}_2$  1% (Merck) ditambah dengan 9,5 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1% (Merck). Bakteri yang diterapkan dalam penelitian ini diinokulasikan menggunakan teknik *swab* steril. *Swab* steril dicelupkan ke dalam campuran bakteri uji dengan NaCl fisiologis 0,9% (Merck), kemudian ditiriskan dengan cara ujung *swab* ditekan dan diputar untuk membuang kelebihan cairan. Selanjutnya *swab* dioleskan ke permukaan media TSA sebanyak 2 kali, yaitu secara horizontal dan vertikal agar pertumbuhan bakteri merata (Pradana, 2013).

### Uji aktivitas antibakteri (diadaptasi dari Darmawi *et al.*, 2013)

Aktivitas antibakteri ditetapkan dengan metode cakram kertas Kirby-Bauer. Setiap cakram kertas disterilkan terlebih dahulu dengan menggunakan autoklaf selama 15 menit. Kemudian kertas cakram dicelupkan ke dalam larutan uji (masing-masing dicelupkan ke redistilat asap cair pada suhu 80, 90, dan  $100^\circ\text{C}$ ) dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,4; dan 0,8% (b/v). Kemudian secara aseptis, setelah kertas cakram menyerap supernatan tersebut, cakram diletakkan pada permukaan medium TSA (bukan media MHA sebagaimana digunakan oleh Darmawi *et al.*, 2013) yang telah berisi mikroba uji. Satu cawan petri berisi 6 buah cakram dan diatur jaraknya supaya tidak terlalu dekat. Sebagai kontrol

positif digunakan cakram kloramfenikol 100 ppm (bukan vankomisin sebagaimana digunakan oleh Darmawi *et al.*, 2013) dan untuk kontrol negatif digunakan cakram kosong steril. Pengujian diulang 3 kali. Setelah inkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 18–24 jam, diameter zona hambat di sekitar cakram diukur dengan menggunakan jangka sorong digital.

### Uji aplikasi redistilat pada bakso

Sebanyak 1 kg daging sapi dilumatkan, kemudian dimasukkan ke dalam penggiling daging. Daging lumat dicampur dengan es batu, 100 g tapioka, 25 g garam dapur, dan 20 g bumbu penyedap. Adonan dicetak menjadi bola bakso, lalu direbus dalam larutan redistilat asap cair (fraksi  $80^\circ\text{C}$ ) dengan konsentrasi 0,1 dan 0,8% hingga matang. Bakso dengan campuran redistilat asap cair tersebut disimpan pada suhu ruang selama 0, 6, 12, 18, dan 24 jam. Selanjutnya setiap hari parameter berikut diuji secara visual: kenampakan, warna, bau, dan tekstur bakso. Metode yang digunakan dalam analisis kenampakan dan warna adalah secara visual; sifat bau secara olfaktori; evaluasi tekstur secara perabaan, serta uji total mikroba.

### Uji angka lempeng total (BSN, 2006) (SNI 01-2332.3-2006)

Sampel secara aseptis ditimbang sebanyak 25 g, kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik steril. Selanjutnya, ditambahkan 225 mL larutan *butterfield's phosphate buffered* (BFP), kemudian dihomogenkan dengan menggunakan alat *stomacher* selama 2 menit. Homogenat ini merupakan larutan pengenceran  $10^{-1}$ . Dengan menggunakan pipet steril, sebanyak 1 mL homogenat diambil dan dimasukkan ke dalam tabung yang berisi 9 mL larutan BFP untuk mendapatkan pengenceran  $10^{-2}$ . Pengenceran selanjutnya ( $10^{-3}$ ) dilakukan dengan mengambil 1 mL sampel dari pengenceran  $10^{-2}$  ke dalam 9 mL BFP. Selanjutnya dilakukan hal yang sama untuk pengenceran  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan seterusnya, sesuai dengan kondisi sampel. Dari setiap pengenceran dipipet 1 mL dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Setiap pengenceran dilakukan duplo. Kemudian, ke dalam setiap cawan petri tersebut ditambahkan 15 mL *plate count agar* (PCA) (Oxoid) yang sudah didinginkan dalam penangas air hingga mencapai suhu  $45 \pm 1^\circ\text{C}$  ke dalam setiap cawan yang sudah berisi sampel. Setelah agar menjadi padat, cawan-cawan tersebut diinkubasi dengan posisi terbalik dalam inkubator selama  $48 \pm 2$  jam pada suhu  $35^\circ\text{C}$ . Sebagai kontrol adalah semua bahan tanpa sampel dengan mencampur larutan pengencer dengan media PCA. Cawan yang mengandung 25–250 koloni dan bebas *spreader* dipilih untuk perhitungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat fisik kimia

Redistilasi asap cair menghasilkan asap cair yang jernih (Gambar 1). Redistilat tersebut memiliki warna kekuningan dan aroma yang khas. Redistilasi bertujuan menghilangkan komponen berbahaya seperti hidrokarbon aromatik polisiklik yang bersifat karsinogenik.



Gambar 1. Tampilan asap cair kasar A dan redistilat asap cair B

Kadar asam yang diperoleh dari redistilat asap cair suhu 80, 90, dan 100°C dengan kisaran 5,14 sampai 3,79% serta nilai pH dalam kisaran 2,26 sampai 2,49 (Tabel 1). Kadar asam dan pH yang diperoleh pada penelitian ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Achmadi *et al.*, (2013), yaitu redistilat asap cair yang dihasilkan memiliki kadar asam 9,2% dan pH 3,2. Perbedaan hasil tersebut karena perbedaan kadar lignoselulosa, sejalan dengan laporan penelitian (Ku dan Mun, 2006) yang berhasil membedakan komposisi asap cair dari kayu daun lebar, kayu daun jarum, dan bambu serta perbedaan suhu pirolisis (Nurhayati *et al.*, 2005).

Kadar asam dan derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat mutu asap cair (Wijaya *et al.*, 2008). Menurut pendapat mereka, semakin rendah nilai pH dan semakin tinggi kadar asam, maka semakin baik mutu asap cair. Berdasarkan acuan tersebut, mutu redistilat asap cair yang diperoleh

pada suhu 80°C lebih baik dibandingkan dengan redistilat pada suhu 90 dan 100°C. Dalam penelitian ini, uji statistik juga menunjukkan ada perbedaan kadar asam akibat pengaruh suhu. Uji lanjut memperlihatkan bahwa kadar asam redistilat pada suhu 90 dan 100°C tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan redistilat pada suhu 80°C, dengan kadar asam tertinggi dan pH terendah. Temuan ini sejalan dengan laporan Milly *et al.* (2005) bahwa fraksi awal distilasi menghasilkan kadar karbonil tinggi dan pH terendah, dan yang pada akhirnya adalah yang paling efektif terhadap semua mikroba yang diujikan.

Tabel 1. Kadar asam dan pH redistilat asap cair

| Sampel | Kadar Asam (%) | Rata-rata dan Simpangan Baku (%) | pH                      |
|--------|----------------|----------------------------------|-------------------------|
| 80°C   | 5,14           | 5,14 ± 0,00 <sup>a</sup>         | 2,26 ± 0,2 <sup>a</sup> |
|        | 5,14           |                                  |                         |
|        | 5,14           |                                  |                         |
| 90°C   | 4,38           | 4,38 ± 0,00 <sup>b</sup>         | 2,57 ± 0,5 <sup>b</sup> |
|        | 4,38           |                                  |                         |
|        | 4,38           |                                  |                         |
| 100°C  | 3,83           | 3,79 ± 0,06 <sup>b</sup>         | 2,49 ± 0,5 <sup>b</sup> |
|        | 3,83           |                                  |                         |
|        | 3,72           |                                  |                         |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Hasil GC-MS menunjukkan bahwa redistilat asap cair pada suhu 80, 90, dan 100°C pada umumnya memiliki komponen yang sama, yaitu asam asetat, fenol, dan turunan fenol (Tabel 2). Hasilnya tidak menunjukkan keberadaan senyawa tar seperti asenaftena atau asenaftilena, dan senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik seperti benz(a) pirena (Darmaji, 2006).

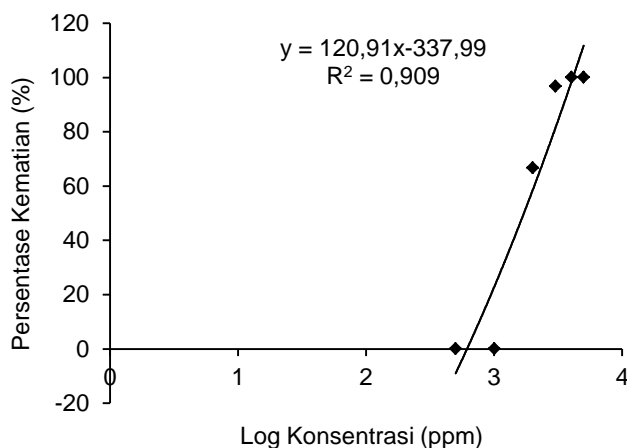
Berdasarkan analisis GC-MS, konsentrasi senyawa fenol dan turunannya di dalam redistilat asap cair paling dominan, yaitu lebih dari separuh. Senyawa fenol dan turunannya dapat berperan sebagai antioksidan dan perisa pada produk pangan (Kadir *et al.*, 2011). Asam asetat dan fenol merupakan senyawa yang paling dominan pada asap cair pada umumnya. Asam asetat tersebut merupakan hasil degradasi termal dari selulosa dan hemiselulosa pada suhu 250–300°C. Asam-asam organik yang dihasilkan merupakan asam lemah, tetapi lebih asam dibandingkan dengan fenol. Senyawa fenolik dihasilkan dari dekomposisi lignin pada suhu 300–450°C (Akbar *et al.*, 2013).

Tabel 2. Hasil analisis GC-MS redistilat asap cair dengan kemiripan  $\geq 90\%$ 

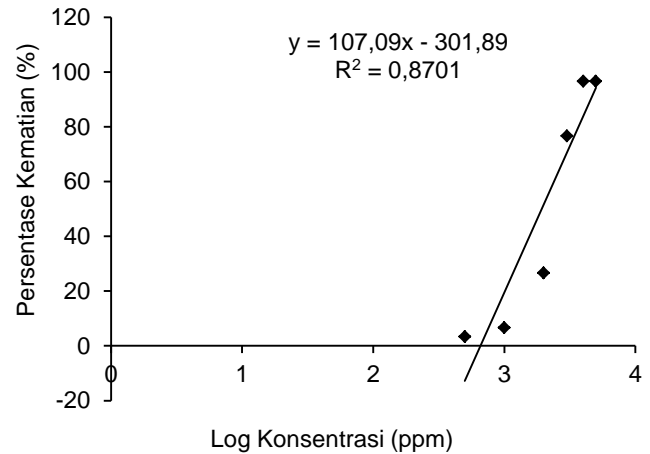
| Waktu Retensi (Menit) | Senyawa                 | Luas Area untuk Suhu Redistilasi (%) |       |       |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------|-------|
|                       |                         | 80°C                                 | 90°C  | 100°C |
| 4,19                  | asam asetat             | 36,96                                | 35,77 | 37,04 |
| 5,16                  | furfural                | 3,95                                 | 4,73  | 3,98  |
| 6,22                  | 5-metil-2-furaldehida   | 0,27                                 | 0,32  | 0,27  |
| 6,40                  | fenol                   | 36,25                                | 36,95 | 37,57 |
| 7,09                  | o-kresol                | 1,54                                 | 1,61  | 1,52  |
| 7,31                  | benzil alkohol          | 1,22                                 | 1,14  | 1,23  |
| 7,31                  | p-kresol                | 1,22                                 | 1,14  | 1,23  |
| 7,46                  | 2-metoksi fenol         | 6,85                                 | 7,03  | 6,66  |
| 7,91                  | 3-etil fenol            | 0,17                                 | -     | 0,17  |
| 8,03                  | 2,3-dimetil fenol       | 0,31                                 | 0,31  | 0,31  |
| 8,03                  | 3,5-dimetil fenol       | 0,31                                 | 0,31  | 0,30  |
| 8,30                  | 2,4-dimetil fenol       | 0,3                                  | -     | -     |
| 8,46                  | 2-metoksi-4-metil fenol | 2,71                                 | 2,8   | 2,65  |
| 9,28                  | 4-etil-2-metoksi fenol  | 1,29                                 | 1,44  | 1,44  |

### Toksitas

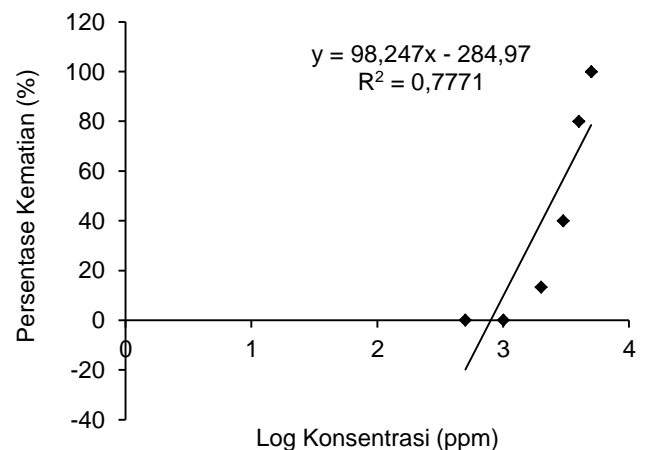
Toksitas pada penelitian ini ditentukan melalui metode uji letalitas larva udang (*brine shrimp lethality test*, BSLT). Hasil uji toksitas redistilat asap cair pada suhu 80°C ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa kematian hewan uji mencapai 50% saat konsentrasi redistilat asap cair 80°C lebih dari 2000 ppm.

Gambar 2. Hubungan antara persentase kematian *A. salina* dan log konsentrasi pada redistilat asap cair suhu 80°C

Hasil uji toksitas redistilat asap cair pada suhu 90°C ditunjukkan pada Gambar 3. Data ini mengindikasikan bahwa kematian hewan uji mencapai 50% saat konsentrasi redistilat asap cair 90°C sebesar sekitar 1900 ppm.

Gambar 3. Hubungan antara persentase kematian *A. salina* dan log konsentrasi pada redistilat asap cair suhu 90°C

Hasil uji toksitas redistilat asap cair pada suhu 100°C diperlihatkan pada Gambar 4. Ini berarti bahwa kematian hewan uji mencapai 50% saat konsentrasi redistilat asap cair 100°C lebih dari 4000 ppm.

Gambar 4. Hubungan antara persentase kematian *A. salina* dan log konsentrasi pada redistilat asap cair suhu 100°C

Berdasarkan data uji toksitas, terlihat bahwa semakin tinggi suhu redistilat asap cair, semakin tinggi nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh. Suatu zat dikatakan aktif atau toksik bila nilai  $LC_{50}$  kurang dari 1000 ppm (0,1%) untuk ekstrak dan kurang dari atau sama dengan 30 ppm (0,003%) untuk suatu senyawa (Juniarti *et al.*, 2009). Nilai  $LC_{50}$  redistilat asap cair suhu 80, 90, dan 100°C masing-masing adalah lebih dari 2000 ppm, 1900 ppm, dan 4000 ppm; ketiganya lebih besar dari 1000 ppm (0,1%). Oleh karena itu redistilat asap cair ini dapat dikatakan aman (tidak toksik) bila dijadikan sebagai bahan tambahan pangan (Juniarti *et al.*, 2009). Budijanto *et al.* (2008)

melaporkan bahwa asap cair memiliki nilai LD<sub>50</sub> sebesar 15000 mg/kg. Namun, batas aman tersebut bukan untuk dikonsumsi setiap hari dan dalam jangka waktu yang lama. Penetapan asupan harian yang diizinkan (*acceptable daily intake*, ADI), yaitu nilai agar suatu bahan yang dapat dikonsumsi setiap hari dan aman bagi kesehatan, dilakukan berdasarkan aras efek tidak teramati (*no-observed effect level*, (NOEL) dari penelitian sub-akut bersama dengan data toksisitas akut, data metabolisme, dan data penelitian jangka panjang (Lu, 2006).

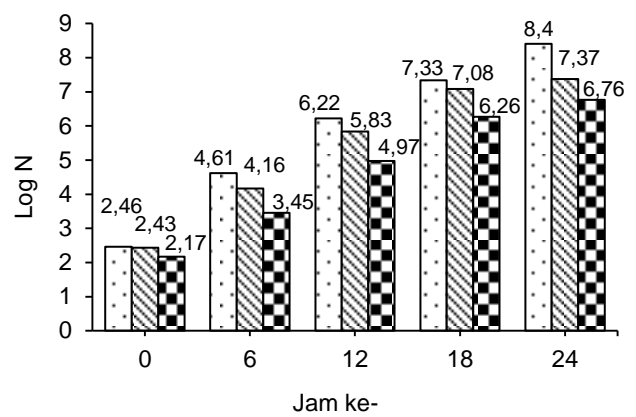
### Aktivitas antibakteri

Aktivitas antibakteri ditentukan dengan terbentuknya zona hambat (zona bening) di sekitar kertas cakram (Panagan dan Syarif, 2009). Hasil penelitian diameter zona hambat yang terbentuk disajikan pada Tabel 3. Diameter zona hambat merupakan petunjuk kepekaan bakteri uji; semakin luas zona hambat, semakin tinggi aktivitasnya. Pengamatan menunjukkan bahwa penghambatan redistilat asap cair terhadap bakteri *S. aureus* lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri *E. coli*. Pada Tabel 3 terlihat bahwa redistilat asap cair baru mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* pada konsentrasi 8000 ppm. Hal tersebut diduga karena perbedaan struktur dinding sel penyusun kedua jenis bakteri tersebut. Namun, zona hambat redistilat asap cair tersebut lebih rendah dibandingkan yang ditimbulkan oleh kloramfenikol 100 ppm, yaitu 14 mm pada bakteri *S. aureus* dan 13 mm pada bakteri *E. coli*. Hal tersebut karena kloramfenikol merupakan antibiotik kimia pembanding yang secara umum digunakan dalam pengujian aktivitas antibakteri.

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri Gram negatif. Struktur dinding sel bakteri Gram negatif relatif lebih kompleks, yaitu lapisan luar yang berupa lipoprotein, lapisan tengah berupa lipopolisakarida, dan lapisan dalam peptidoglikan. Sebaliknya, struktur dinding bakteri Gram positif, seperti *S. aureus*, relatif lebih sederhana sehingga memudahkan senyawa antimikroba masuk ke dalam sel tersebut. Oleh sebab itu bakteri Gram negatif mempunyai ketahanan yang lebih baik terhadap senyawa antibakteri dibandingkan dengan bakteri Gram positif (Zuhud *et al.*, 2001). Senyawa utama dalam asap cair yang diketahui mempunyai efek bakterisida atau bakteriostatik adalah fenol dan asam-asam organik, sebagaimana dilaporkan oleh Fatimah (2011). Widyastuti *et al.* (2012) selanjutnya menjelaskan bahwa senyawaan fenol (guaiakol dan siringol bersama dengan homolog dan derivatnya) dan komponen asam yang mempengaruhi pH serta cita rasa dapat berperan sebagai pengawet dalam bahan tambahan pangan.

### Aplikasi redistilat pada bakso

Berdasarkan data uji kadar asam, pH, dan aktivitas antibakteri, asap cair redistilat 80°C dipilih untuk diaplikasikan sebagai bahan pengawet bakso. Hasil uji angka lempeng total (ALT) menunjukkan perbedaan laju pertumbuhan total mikroba antara bakso yang memakai redistilat dan yang tanpa redistilat asap cair (kontrol). Bakso yang menggunakan redistilat memiliki laju pertumbuhan total mikroba yang lebih lambat dibandingkan dengan kontrol. Bakso yang menggunakan redistilat pada konsentrasi 0,8% memiliki jumlah koloni  $5,7 \times 10^6$  koloni/g sedangkan bakso kontrol  $2,5 \times 10^8$  koloni/g setelah disimpan pada suhu ruang selama 24 jam (Gambar 5).



Gambar 5. Total mikroba tanpa redistilat asap cair (□), dengan redistilat asap cair 0,1 (▨) dan 0,8% (▩)

Batas maksimum cemaran mikroba dalam bakso adalah  $1 \times 10^5$  koloni/g untuk jenis cemaran total mikroba pada uji ALT (BSN, 2009). Oleh sebab itu, bakso kontrol hanya mampu bertahan kurang dari 12 jam, sedangkan bakso dengan menggunakan redistilat bertahan hingga 18 jam pada suhu ruang. Namun, penggunaan redistilat asap cair pada konsentrasi 0,8% terlihat dapat menghambat laju pertumbuhan total mikroba lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi 0,1%. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin baik aktivitas antimikroba tersebut dalam menghambat laju pertumbuhan total mikroba seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Aplikasi praktis dan keuntungan yang diperoleh dari pemanjangan 6 jam untuk cemaran mikroba dari 12 jam ke 18 jam adalah bahwa pedagang bakso keliling masih aman memajang barang dagangannya sampai sehari penuh tanpa bantuan lemari pendingin.

Tabel 3. Nilai penghambatan redistilat asap cair terhadap bakteri

| Perlakuan (ppm)         | Zona Penghambatan (mm) Redistilat Asap Cair terhadap Bakteri |       |       |                         |       |       |
|-------------------------|--|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
|                         | <i>Staphylococcus aureus</i>                                 |       |       | <i>Escherichia coli</i> |       |       |
|                         | Perlakuan (°C)   |       |       | Perlakuan (°C)          |       |       |
|                         | 80   | 90    | 100   | 80                      | 90    | 100   |
| Kontrol negatif         | 0  | 0     | 0     | 0                       | 0     | 0     |
| 1000                    | 6,11   | 0,00  | 6,05  | 0                       | 0     | 0     |
| 2000                    | 7,00   | 6,34  | 7,24  | 0                       | 0     | 0     |
| 4000                    | 7,00   | 6,62  | 7,20  | 0                       | 0     | 0     |
| 8000                    | 6,08   | 7,17  | 6,95  | 6,22                    | 6,78  | 6,49  |
| Kloramfenikol (100 ppm) | 14,17  | 13,19 | 13,74 | 12,60                   | 12,75 | 12,55 |

Tekstur bakso pada jam ke-0 teramati lebih kompak dan tidak berlendir. Pada jam ke-24, tekstur bakso kontrol mulai terlihat berlendir. Hal ini mengindikasikan telah terjadi kerusakan akibat pertumbuhan mikroba yang telah melewati batas aman. Aroma yang dihasilkan pada aplikasi redistilat asap cair dengan konsentrasi 0,1 dan 0,8% tidak terlalu tajam. Konsentrasi yang digunakan ini cukup rendah, sehingga tidak terlalu nyata memengaruhi aroma. Asap cair dapat digunakan untuk memberikan rasa, aroma, dan tekstur pada produk pangan sebagaimana yang dilaporkan oleh Nurhayati (2000) dan Ramakrishnan dan Moeller (2002). Dengan demikian, berdasarkan parameter uji aktivitas antibakteri dan tekstur, aplikasi redistilat asap cair 0,8% dapat memperpanjang masa simpan bakso sampai 18 jam pada suhu ruang. Sementara Pradana (2013) melaporkan bahwa ekstrak daun tin dapat memperpanjang masa simpan bakso selama 48 jam pada suhu ruang tetapi dengan konsentrasi ekstrak yang jauh lebih tinggi, yaitu sebesar 5% (b/b). Masa simpan yang lebih panjang sampai 48 jam juga dapat dicapai dengan tambahan nano-kapsul maltodextrin (8,5% b/v) dan kitosan (1,5% b/v) (Saloko *et al.*, 2014).

## KESIMPULAN

Redistilat asap cair cangkang kelapa sawit memiliki warna yang lebih jernih, bau yang khas, dan mudah menguap. Suhu optimum yang diperoleh untuk redistilasi asap cair dan diaplikasikan pada bakso sapi adalah 80°C yang memiliki kadar asam 5% dan pH 3. Tambahan redistilat asap cair dengan konsentrasi 0,8% menghasilkan daya hambat pertumbuhan total mikroba yang lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi 0,1% dan kontrol (tanpa redistilat asap cair). Aktivitas antibakteri redistilat asap cair lebih baik terhadap bakteri *S. aureus* (Gram positif). Masa simpan bakso menggunakan redistilat asap cair lebih panjang dibandingkan dengan kontrol, yaitu dapat bertahan hingga 18 jam pada suhu ruang dibandingkan kontrol yang hanya dapat bertahan kurang dari 12 jam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian dari kegiatan "Membangun Standar Nasional Indonesia untuk Komoditas Minyak Atsiri Masoyi dan Asap Cair Kayu" yang didanai oleh BOPTN, Institut Pertanian Bogor tahun 2014 dengan ketua peneliti Prof Ir Suminar Setiati Achmadi, PhD. Artikel ini dipresentasikan pada Seminar Nasional MIPA "Peran MIPA dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam untuk Kemakmuran Bangsa", 2 Oktober 2014, Palembang, Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. Ed ke-18. Maryland (US): AOAC International.
- Achmadi SS, Mubarik NR, Nursyamsi R, Septiaji P. 2013. Characterization of redistilled liquid smoke of oil-palm shells and its application as fish preservatives. *J Appl Sci* 13: 401-408. DOI: 10.3923/jas.2013.401.408.
- Akbar A, Painsdoman R, Coniwanti P. 2013. Pengaruh variabel waktu dan temperatur terhadap pembuatan asap cair dari limbah kayu pelawan (*Cyanometra cauliflora*). *J Teknik Kimia* 1: 1-8.
- Arnim, Ferawati, Marlinda Y. 2012. The effect of liquid smoke utilization as preservative for meatballs quality. *Pakistan J Nutr* 11: 1078-1080.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. SNI 01-2332.3-2006. Jakarta (ID): BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. SNI 7388:2009. Jakarta (ID): BSN.

- Budijanto S, Hasbullah R, Prabawati S, Setiadjit, Sukarno, Zuraida I. 2008. Kajian keamanan asap cair tempurung kelapa untuk produk pangan. *J Ilmu Pertanian Indonesia* 13: 194-203.
- Darmaji P, Triyudiana. 2006. Proses pemurnian asap cair dan simulasi akumulasi kadar benzopirene pada proses perendaman ikan. *Majalah Ilmu Teknol Pertanian* 26: 96-103.
- Darmawi, Manaf ZH, Putranda F. 2013. Daya hambat getah jarak Cina (*Jatropha multifida* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* secara *in vitro*. *J Medika Veterinaria* 7:113-115.
- Fatimah F. 2011. Komposisi dan aktivitas antibakteri asap cair sabut kelapa yang dibuat dengan teknik pembakaran non pirolisis. *Agritech* 31: 305-311.
- Juniarti, Osmeli D, Yuhernita. 2009. Kandungan senyawa kimia, uji toksisitas (*Brine Shrimp Lethality Test*) dan antioksidan (*1,1-diphenyl-2-pikrilhydrazyl*) dari ekstrak daun saga (*Abrus precatorius* L.). *Makara Sains* 13: 50-54.
- Kadir S, Darmadji P, Hidayat C, Supriyadi. 2011. Kesetimbangan adsorpsi fenol dari asap cair tempurung kelapa hibrida pada arang aktif. *Agritech* 31: 30-35.
- Ku CS, Mun SP. 2006. Characterization of pyrolysis tar derived from lignocellulosic biomass. *Int J Ind Chem* 12: 853-861.
- Lu FC. 2006. *Toksikologi Dasar*. Jakarta (ID): UI Pr.
- Milly PJ, Toledo RT, Ramakhrisnan S. 2005. Determination of minimum inhibitory concentration of liquid smoke. *J Food Sci* 70: M12-M17. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb09040.x.
- Noverita, Fitria D, Sinaga E. 2009. Isolasi dan uji aktivitas antibakteri jamur endofit dari daun dan rimpang *Zingiber ottensii* Val. *J Farmasi Indonesia* 4: 171-176.
- Nurhayati T. 2000. Sifat destilat hasil destilasi kering 4 jenis kayu dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai pestisida. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 17: 160-168.
- Nurhayati APD, Abdulgani N, Febrianto R. 2005. Uji toksisitas ekstrak *Eucheuma alvarezii* terhadap *Artemia salina* sebagai studi pendahuluan potensi anti kanker. *Akta Kimia Indonesia* 2: 41-46.
- Panagan AT, Syarif N. 2009. Uji daya hambat asap cair hasil pirolisis kayu pelawan (*Tristania abavata*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *J Penelitian Sains* 9: 30-32.
- Pradana AA. 2013. Potensi Antimikroba Daun Tin (*Ficus carica*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* serta Aplikasinya pada Produk Bakso. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ramakrishnan S, Moeller P. 2002. Liquid smoke: product of hardwood pyrolysis. *Fuel Chem Division Preprints* 47: 366-367.
- Saloko S, Darmaji P, Setiaji B, Pranoto Y. 2014. Antioxidative and antimicrobial activities of liquid smoke nanocapsules using chitosan and maltodextrin and its application on tuna fish preservation. *Food Biosci* 7: 71-79. DOI: 10.1016/j.fbio.2014.05.008.
- Widyastuti S, Saloko S, Murad, Rosmilawati. 2012. Optimasi proses pembuatan asap cair dari tempurung kelapa sebagai pengawet makanan dan prospek ekonomisnya. *Agroteksos* 22: 48-58.
- Wijaya M, Noor E, Irawadi TT, Pari G. 2008. Karakterisasi komponen kimia asap cair dan pemanfaatannya sebagai biopestisida. *Bio-nature* 9: 34-40.
- Zuhud EM, Rahayu WP, Wijaya CH, Sari PP. 2001. Aktivitas antimikroba ekstrak kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) terhadap bakteri patogen. *J Teknol Industri Pangan* 12: 6-12.