



**UJI AKTIVITAS ASAP CAIR CANGKANG BUAH KARET
(*Hevea brassiliensis*) DAN APLIKASINYA DALAM PENGHAMBATAN
KETENGIKAN DAGING SAPI**

Haulia Dwi Putri¹, Sumpono², Nurhamidah³
^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP

Universitas Bengkulu

E-mail : hauliadwiputri@gmail.com



ABSTRACT

*This research was aimed to know the degree of Fenol compound, total acid and the activity of liquid smoke of Rubber (*Hevea brassiliensis*) Seed Shell also the application in obstructing the rancidity of beef. The Fenol compound was determined by using Reagen Follon-Ciocalteu. The total acid was determined by using the method of titrated acids. The ability as the antioxidant was tested by DPPH method and the ability of obstructing the rancidity of beef was done by measuring the alteration of TBA value in beef as long as saved. The result was shown the fenol compound in liquid smoke of Rubber Seed Shell as much as 0,84 % and the acetic acid content was 4.725%. The antioxidant test was produced IC₅₀ value as much as 101.27 ppm. According to the IC₅₀ value which got from the test that the liquid smoke of Rubber Seed Shell were included in moderate category. The increment of the liquid smoke of Rubber Seed Shell were able to suppress the rancidity of beef during the storage time. It was marked by the decreasing of TBA value in beef as given in treatment A₁ (liquid smoke 4%) and A₂ liquid smoke 6%. The treatment without the liquid smoke (A₀) increased the TBA value from 0.05 mgMDA/Kg on day (0) to 0.615 mgMDA/Kg on day 6. The treatment of concentration liquid smoke 4% (A₁) increased from 0.039 mgMDA/Kg on day (0) to 0.395 mgMDA/Kg on day 6. The treatment of concentration liquid smoke 6% (A₂) increased from 0.031 mgMDA/Kg on day 0 to 0.209 mgMDA/Kg on day 6.*

Key Words: Rubber Seed Shell, The liquid smoke, antioxidants, TBA value

ABSTRAK

*Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar senyawa fenol, kadar asam total dan aktivitas antioksidan asap cair cangkang buah karet (*Hevea brassiliensis*) serta aplikasinya dalam menghambat ketengikan daging sapi. Kadar fenol ditentukan dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu sedangkan kadar asam asetat ditentukan dengan metode asam tertitrasi. Kemampuan sebagai antioksidan diuji dengan menggunakan metode DPPH dan kemampuan menghambat ketengikan daging sapi dilakukan dengan mengukur perubahan nilai Tiobarbiturat acid (TBA) selama penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan kadar fenol asap cair cangkang buah karet sebesar 0,84% dan kadar asam asetat sebesar 4,725%. Uji aktivitas antioksidan menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 101,27 ppm yang dikategorikan sebagai aktivitas antioksidan yang sedang. Penambahan asap cair cangkang buah karet ke dalam daging sapi terbukti dapat menekan terjadinya ketengikan selama penyimpanan yang ditandai dengan menurunnya nilai TBA pada daging yang diberi perlakuan A₁ konsentrasi (asap cair 4%) dan A₂ (konsentrasi asap cair 6%). Perlakuan tanpa asap cair (A₀) mengalami peningkatan nilai TBA dari 0,05 mg MDA/Kg pada hari ke-0 menjadi 0,615 mg MDA/Kg pada hari ke-6. Perlakuan konsentrasi asap cair 4% (A₁) mengalami peningkatan dari 0,039 mgMDA/Kg pada hari ke-0 menjadi 0,395 mg MDA/Kg pada hari ke-6. Sedangkan perlakuan konsentrasi asap cair 6% (A₂) mengalami peningkatan dari 0,031 mg MDA/Kg pada hari ke-0 menjadi 0,209 mg MDA/Kg pada hari ke-6.*

Kata kunci : Cangkang Buah Karet, Asap Cair, Antioksidan, Nilai TBA

PENDAHULUAN

Tanaman karet (*Hevea brassiliensis*) menghasilkan lateks dan kayu dan juga buah. Untuk setiap buah karet terkandung biji karet yang terbungkus oleh cangkang [1]. Biji karet dapat dimanfaatkan sebagai bibit ataupun diolah menjadi produk makanan, sedangkan cangkang buah karet biasanya hanya dibiarkan saja menjadi limbah [2]. Cangkang buah karet dapat diolah menjadi kerajinan tangan dan bahan baku pembuatan arang aktif [3]. Selain itu cangkang buah karet dapat juga digunakan untuk membuat asap cair [4]. Cangkang buah karet diketahui memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin [5]. Asap cair diperoleh dari pengembunan asap hasil penguraian senyawa-senyawa organik seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin pada proses pirolisis [6], dengan kandungan utama berupa asam asetat, fenol dan karbonil yang semuanya memiliki sifat sebagai antioksidan [7] dimana fenol dan asam asetat merupakan antioksidan utama dalam asap cair [8], yang disebabkan kemampuannya untuk bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas dan menghambat reaksi rantai [9].

Daging sapi merupakan bahan pangan yang mudah mengalami oksidasi karena terdapatnya kandungan dari senyawa-senyawa yang bersifat tak jenuh seperti lemak, dimana hasil oksidasi lemak dalam bahan pangan akan mengakibatkan rasa dan bau tidak enak yang biasa disebut dengan tengik [10]. Selain itu, oksidasi lemak dalam bahan pangan juga akan menurunkan nilai gizi, karena kerusakan vitamin (karoten dan tokoferol) dan asam lemak esensial [11].

Untuk mencegah terjadinya kerusakan oksidatif asam lemak bahan pangan dilakukan dengan menambahkan suatu antioksidan baik antioksidan sintetik ataupun alami [12]. Antioksidan sintetik yang biasa digunakan dalam industri pangan adalah *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *butylated hydroxytoluene* (BHT), dimana keduanya diduga dapat menimbulkan penyakit kanker [13]. Sebagai alternatifnya, dapat digunakan cara pengasapan

khususnya pada ikan dan daging [14]. Proses pengasapan bahan pangan secara tradisional memiliki banyak sekali kekurangan dan yang paling berbahaya adalah terbentuknya senyawa karsinogenik Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) yang dapat membahayakan bagi kesehatan [15]. Proses pengasapan menggunakan asap cair memiliki beberapa kelebihan yang terpenting adalah dapat meminimalisir akan terbentuknya senyawa karsinogenik seperti PAH pada bahan pangan yang diasap [16]. Hasil berbagai penelitian sebelumnya membuktikan bahwa asap cair kulit batang sagu (*Metroxylon sagu Rottb*) [17] dan asap cair kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) [18] dengan konsentrasi tertentu, mampu menghambat laju ketengikan pada ikan tuna (*Thunnus sp*) dan juga dapat mengawetkan *fillet* ikan trout (*Salmo gairdnerii*) sampai 25 hari pada suhu $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ [19].

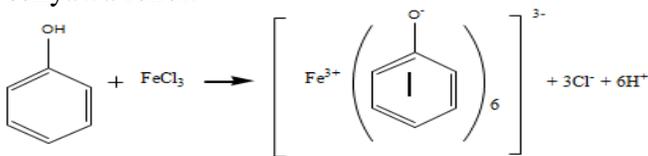
METODE PENELITIAN

Pembuatan asap cair dilakukan dengan cara pirolisis (distilasi kering) pada suhu tinggi agar menghasilkan asap hasil degradasi komponen-komponen yang terdapat dalam cangkang buah karet, selanjutnya asap dialirkan ke kondensor pendingin agar terkondensasi serta mencair [20]. Proses pirolisis dilakukan sampai asap cair tidak keluar lagi. Sebelum dipirolisis, bahan dibersihkan terlebih dahulu dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel, dan selanjutnya dijemur dan dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk memperbesar luas permukaan sehingga akan mempercepat waktu pirolisis [21].

Proses selanjutnya adalah sedimentasi untuk memisahkan tar yang terkandung didalam asap cair dengan cara mendinginkan asap cair didalam botol kaca selama 7 hari dan diamati pengendapannya setiap hari. Asap cair yang telah diendapkan disaring dengan menggunakan kertas Whatman dan hasilnya didistilasi kembali menggunakan labu destilasi, yang dipanaskan menggunakan penangas oli dengan rentang suhu 200°C (redistilasi) dalam upaya

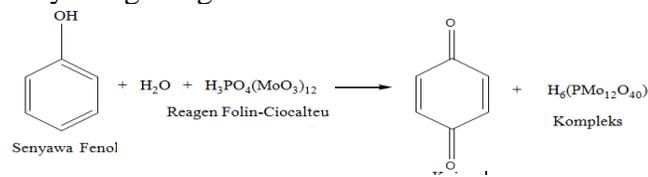
meminimalisir kandungan PAH yang memiliki titik didih lebih dari 300°C [22], sehingga diperoleh asap cair yang memiliki sifat pengawetan yang tinggi dan memiliki warna yang lebih jernih.

Uji kualitatif senyawa fenol dilakukan dengan cara menambahkan FeCl₃ 1% [23], yang ditandai dengan terbentuknya warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam pekat [24], yang terjadi ketika FeCl₃ bereaksi dengan gugus hidroksil yang ada pada senyawa fenol.



Gambar 1 Reaksi antara Fenol dengan FeCl₃ [25]

Penentuan kadar fenol asap cair dilakukan dengan menggunakan metode Folin-ciocalteu (FC) dengan standar fenol murni. Hal ini terjadi berdasarkan kemampuan reagen FC dalam suasana basa untuk mengoksidasi gugus hidroksil (OH) dari senyawa golongan fenol.



Gambar 2 Reaksi Senyawa Fenol dengan Reagen Folin-Ciocalteu [26]

Senyawa fenol akan diubah menjadi ion fenolat melalui disosiasi proton dalam suasana basa yang selanjutnya akan mereduksi asam fosfomolibdat-fosfotungstat dalam reagen FC menjadi senyawa kompleks *molybdenum-tungsten* berwarna biru [27] akibat reduksi ion molybdenum (Mo⁶⁺) menjadi Mo⁵⁺ [28] yang digunakan sebagai indikator adanya senyawa fenol dalam sampel.

Penentuan kadar fenol asap cair dilakukan dengan mengukur panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan mengukur absorbansi pada rentang panjang

gelombang 600-800 nm yang disesuaikan dengan warna komplementer larutan yaitu biru-hijau. Panjang gelombang maksimum pada penelitian ini diperoleh pada panjang gelombang 766 nm.

Selanjutnya, dibuat kurva standar fenol dari fenol murni sebagai pembanding ekivalen senyawa fenol yang terdapat pada sampel yang diuji, melalui persamaan regresi yang didapat dari kurva standar.

Total kandungan senyawa fenol pada asap cair ditentukan berdasarkan persamaan regresi yang telah didapatkan pada kurva standar fenol. Berdasarkan persamaan yang telah didapatkan, dapat diketahui nilai x atau konsentrasi fenol total dengan memasukkan nilai absorbansi sampel asap cair rata-rata ke -y.

Uji dilakukan dengan memipet 50 µL asap cair, diencerkan menggunakan aquades hingga volume 20 mL dan selanjutnya larutan dipipet 0,5 mL dan diletakkan pada tabung reaksi. Ditambahkan 0,5 mL reagen FC dan didiamkan selama 3 menit, dan dikocok dalam vortex shaker, ditambahkan 1 mL larutan Na₂CO₃ 5% dikocok dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum [29].

Penentuan kadar asam asetat pada asap cair dilakukan dengan menggunakan metode titrasi yang dihitung sebagai kadar asam asetat. Asam asetat merupakan kandungan utama yang menentukan kualitas dari asap cair dan merupakan hasil pirolisis dari hemiselulosa dan selulosa pada kayu [30]. Sifat antioksidan asap cair terjadi karena kemampuan senyawa untuk mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas [31]. Metode titrasi asam diawali dengan mengambil 0,2 mL asap cair, dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan aquades hingga volume 100 mL, ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 2-3 tetes dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai titik akhir titrasi, berupa berubahnya warna sampel menjadi merah keunguan dan stabil [32].

Pengukuran pH asap cair dilakukan dengan menggunakan pH meter. Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas dari asap cair yang

dihasilkan karena menunjukkan tingkat proses penguraian komponen cangkang buah karet untuk menghasilkan asam organik pada asap cair [33]. Semakin tinggi kadar fenol dan asam asetat dari asap cair, maka semakin rendah pula nilai pH dari asap cair tersebut, dan kualitas asap cair yang dihasilkan lebih tinggi [34].

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. (*2,2-difenil-1-pikrihidrazil*). Metode DPPH ini dipilih karena metodenya sederhana, cepat, dan mudah untuk skrining aktivitas penangkapan radikal beberapa senyawa, selain itu metode ini terbukti akurat dan praktis [35]. Absorbansi DPPH yang terukur adalah absorbansi dari DPPH yang tersisa setelah direaksikan dengan larutan uji sehingga dapat diketahui aktivitas antioksidan tiap larutan uji dalam menghambat radikal bebas DPPH berupa persen inhibisi (peredaman) terhadap radikal bebas DPPH, yaitu besarnya aktivitas senyawa antioksidan yang dapat menangkap radikal bebas DPPH. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung persen inhibisinya dengan rumus :

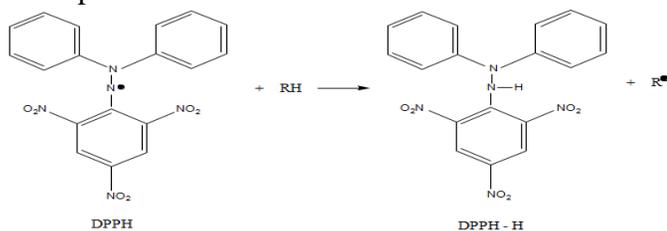
$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs Kontrol} - \text{Abs Sample}}{\text{Abs Kontrol}} \times 100 \%$$

Dimana :

Absorbansi kontrol (blanko) = absorbansi DPPH tanpa penambahan larutan uji dan

Absorbansi DPPH sisa = absorbansi DPPH setelah penambahan larutan uji

Reaksi yang terjadi antara radikal DPPH dan senyawa antioksidan secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaksi Peredaman Radikal DPPH oleh Senyawa Antioksidan [36]

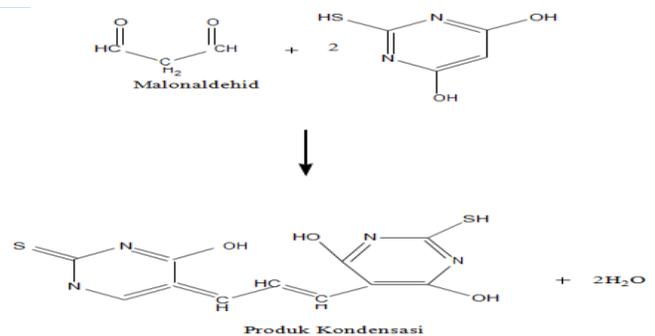
Metode uji dilakukan dengan memipet 1 mL asap cair dengan berbagai konsentrasi ditambahkan 1 mL DPPH 40 ppm dan kemudian ditambahkan 2 mL metanol. Selanjutnya larutan uji diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit dan diukur panjang gelombang maksimum [37].

Untuk uji ketengikan pada setiap sampel yang telah diberi perlakuan adalah dengan menggunakan analisis intensitas ketengikan dengan metode TBA (Tiobarbiturat acid) yang dinyatakan dalam jumlah Malonaldehid (MDA)/kg sampel dalam unit awal [38]. Angka TBA dihitung sesuai dengan rumus :

$$\text{Angka FDA} = \frac{3 \times A \times 7,8}{\text{Massa Sampel (g)}}$$

Keterangan: Bilangan TBA : 7,8 dan A: Absorbansi

Uji TBA merupakan uji spesifik yang dipakai untuk menentukan ketengikan. Lemak yang tengik akan bereaksi dengan asam tiobarbiturat (TBA) menghasilkan warna merah muda sebagai hasil dari reaksi kondensasi antara 2 molekul TBA dengan 1 molekul malonaldehid.



Gambar 4. Reaksi antara asam 2- tiobabiturat (TBA) dengan malonaldehid (MA) menghasilkan senyawa berwarna [39]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, berat cangkang buah karet yang dipirolisis adalah 2000 gram dan dipirolisis selama ±12 jam. Hasil kondensasi berupa asap cair yang masih bercampur dengan tar dengan jumlah asap cair yang dihasilkan dari pirolisis adalah 815

mL. Asap cair yang diperoleh dari redistilasi pertama adalah sebanyak 736 mL dan pada redistilasi kedua sebanyak 716 mL.

Hasil uji kualitatif menunjukkan bahwa sampel asap cair mengandung senyawa fenol karena memberikan warna hitam ketika ditambahkan larutan FeCl_3 . Diperoleh kadar fenol sebesar 4800 ppm atau 0,84%, dengan pH sebesar 2,548 dan kadar asam yang diperoleh sebesar 4,725%.

Besar aktivitas antioksidan asap cair cangkang buah karet ditentukan dari nilai *inhibitor concentration* 50% (IC_{50}) yang menunjukkan konsentrasi sampel yang mampu menghambat aktivitas radikal sebesar 50% [40]. Dari nilai % inhibisi dan konsentrasi yang telah diketahui diplot pada grafik sehingga didapat persamaan linier $y = mx + c$ dengan mengganti nilai y dengan 50 dari persamaan garis linier, maka diperoleh nilai x yang merupakan nilai IC_{50} [41]. Nilai IC_{50} yang didapatkan dari persamaan garis lurus sebesar 101,27 ppm. Semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin kuat aktivitas antioksidan senyawa tersebut. Suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} bernilai kurang dari 50 ppm, aktif jika bernilai 50-100 ppm, sedang jika bernilai 101-250 ppm dan lemah jika bernilai 250-500 ppm [42]. Nilai IC_{50} yang diperoleh dapat dikatakan bahwa asap cair cangkang buah karet mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang.

Perubahan warna sampel uji juga dapat dijadikan parameter untuk melihat aktivitas antioksidan dari suatu sampel (Gambar 5.)

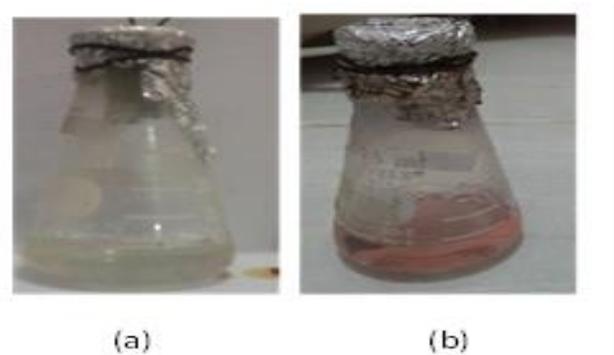


Gambar 5. Warna Larutan Asap Cair setelah direaksikan dengan DPPH

Putri, H.D., Sumpono, Nurhamidah

Terjadinya penurunan absorbansi dan perubahan warna pada sampel uji menandakan adanya elektron atau atom hidrogen yang disumbangkan larutan uji sebagai antioksidan ke DPPH [43], sehingga semakin tinggi konsentrasi larutan uji berarti semakin banyak elektron atau atom hidrogen yang akan disumbangkan kepada radikal bebas DPPH.

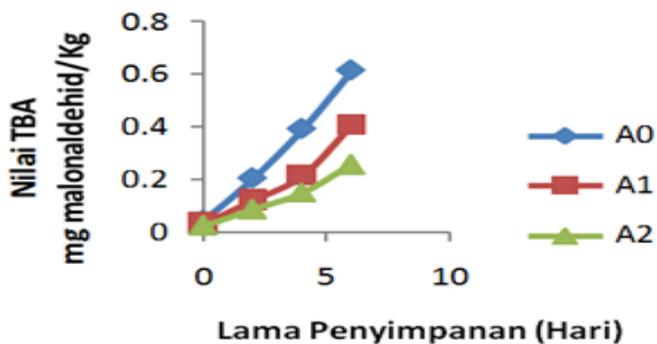
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa senyawa antioksidan (RH) melepas atom hidrogen menjadi radikal senyawa antioksidan (R^*). DPPH merupakan radikal bebas yang direaksikan dengan senyawa antioksidan dan menjadi DPPH bentuk tereduksi (DPPH-H). Mekanisme penangkapan radikal DPPH, yaitu melalui donor atom H dari senyawa antioksidan yang menyebabkan peredaman warna radikal pikrihidrazil yang berwarna ungu menjadi pikrihidrazil berwarna kuning yang nonradikal.



Gambar 6. (a) Distilat Daging direaksikan dengan Reagen TBA sebelum dipanaskan (b) Setelah dipanaskan

Salah satu faktor terjadinya pembentukan malonaldehida adalah banyaknya jumlah lemak jenuh pada jaringan daging sapi. Besar kecilnya nilai TBA dipengaruhi oleh banyaknya malonaldehid yang terbentuk. Reaksi antara 1 molekul malonaldehid dengan 2 molekul TBA akan membentuk warna merah muda yang intensitasnya menentukan ketengikan suatu sampel [44]. Semakin pekat warna merah muda yang terbentuk maka akan semakin tengik suatu sampel tersebut. Hal ini diukur

menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 528 nm.



Gambar 7. Kenaikan Nilai TBA

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa peningkatan nilai TBA pada daging sapi yang tidak diberi perlakuan (A_0) berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan yang diberi perlakuan dengan konsentrasi asap cair 4% (A_1) dan 6% (A_2). Nilai TBA daging sapi baik yang tanpa perlakuan (A_0) maupun dengan perlakuan (A_1) dan (A_2) mengalami peningkatan selama penyimpanan. Pada perlakuan (A_0) terjadi peningkatan nilai TBA dari 0,05 (hari ke-0) menjadi 0,615 (hari ke-6). Perlakuan konsentrasi asap cair 4% (A_1) mengalami peningkatan dari 0,039 pada hari ke-0 menjadi 0,395 pada hari ke-6 sedangkan perlakuan konsentrasi asap cair 6% (A_2) mengalami peningkatan dari 0,031 pada hari ke-0 menjadi 0,209 pada hari ke-6. Terjadinya peningkatan nilai TBA pada perlakuan A_0 tersebut menunjukkan bahwa selama waktu penyimpanan telah terjadi degradasi atau kerusakan lemak pada jaringan daging sapi yang dapat menghasilkan malonaldehida (MDA), sedangkan daging sapi yang diberi perlakuan A_1 dan A_2 jika diandingkan dengan A_0 menunjukkan menurunnya nilai TBA hal ini disebabkan antioksidan yang terdapat dalam asap cair cangkang buah karet berikatan dengan senyawa peroksida yang dihasilkan dari proses oksidasi lemak yang menyebabkan terbentuknya senyawa yang stabil dan tidak reaktif [45]. Akibatnya, pembentukan senyawa hidroperoksida yang

menyebabkan ketengikan daging sapi dapat dihambat yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai TBA. Batas ambang nilai TBA yaitu 1-2 mg MDA/Kg [46] dan nilai TBA yang diperbolehkan pada makanan adalah lebih rendah dari 2,0 mgMDA/Kg sampel [47]. Untuk ambang batas ketengikan (nilai TBA) daging sapi dan babi adalah 0,5-1,0 dan 0,6-2,0 mg MDA/Kg [48]. Pada penelitian ini daging sapi yang tidak diberi perlakuan (A_0) sudah mengalami ketengikan pada hari ke-6 dengan nilai TBA sebesar 0,615 mg MDA/Kg sedangkan untuk daging sapi yang diberi pengasapan cair dengan konsentrasi asap cair 4% (A_1) dan 6% (A_2) belum mengalami ketengikan dengan nilai TBA berturut-turut sebesar 0,395 mg MDA/Kg dan 0,209 mg MDA/Kg pada hari ke-6.

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa asap cair hasil dari pirolisis cangkang buah karet terbukti mampu mengurangi terjadinya ketengikan daging sapi selama penyimpanan yang ditandai dengan rendahnya nilai TBA yang diperoleh.

KESIMPULAN

Kadar fenol asap cair cangkang buah karet adalah sebesar 0,84%. Kadar asam asetat asap cair cangkang buah karet adalah sebesar 4,725%. Asap cair cangkang buah karet mampu menurunkan jumlah radikal bebas DPPH dengan IC_{50} sebesar 101,27. Berdasarkan nilai IC_{50} yang didapatkan dapat dikatakan bahwa antioksidan asap cair cangkang buah karet tergolong sedang. Penambahan asap cair cangkang buah karet ternyata mampu menekan terjadinya ketengikan daging sapi selama penyimpanan yang ditandai dengan menurunnya nilai TBA. Konsentrasi asap cair cangkang buah karet sebesar 4% sudah mampu menekan tingkat ketengikan daging sapi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oktarina,D.,Sumpono, Rina Elvia. ,Uji Efektivitas Asap Cair Cangkang Buah *Hevea Brazilensis* Terhadap Aktivitas Bakteria *Escherichia coli*, *Alotrop*, 2017:1(1):1-5.
- [2] Prasetyowati, Muhammad Hermanto, Salman Farizy ., Pembuatan Asap Cair dari Cangkang Buah Karet Sebagai Koagulan Lateks. *Jurnal Teknik Kimia* , 2014 : 20 (4) : 14-17.
- [3] Bangun, T.A., Titin Anita Zaharah, Anis Shofiyani., Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Buah Karet Untuk Adsorpsi Ion Besi (II) Dalam Larutan , *JKK*, 2016 : 5(3) : 8-24
- [4] Agustina, W., Sumpono, Rina Elvia, Aktivitas Asap Cair Cangkang Buah *Hevea Brazilensis* sebagai Anti Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Alotrop*, 2017: 1(1): 6-9.
- [5] Zulfadhli, M., Iriany, Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet (*Hevea brasiliensis*) Dengan Aktivator H_3PO_4 Dan Aplikasinya Sebagai Penjerap Cr(VI), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2017 : 6 (1): 23-28.
- [6] Utomo, Bagus Sediadi Bandul., Singgih Wibowo., Tri Nugroho Widiyanto. 2012. *Asap Cair*. Jakarta. Penebar Swadaya. ISBN : 9789790025721.
- [7] Musa ,N. S, Nadia Madiha Ramli, Jaznizat Saidin,Yosie Andriani, Antioxidant And Cytotoxicity Propertise Of Ethyl Acetate Fractions Of *Pandanus tectorius* Fruit Against HELA Cell Line, *Alotrop* , 2017: 1(2): 106-112
- [8] Sari, E.R., Identifikasi Mutu Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Jurnal AGROQUA*, 2018 : 16 (1): 1-9.
- [9] Puspitasari, M.L., Tara Viantya Wulansari , Tri Dewanti Widyaningsih, Jaya Mahar Maligan, Nur Ida Panca Nugrahini., Aktivitas Antioksidan Suplemen Herbal Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Dan Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.): Kajian Pustaka ., *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2016 : 4 (1) : 283-290.
- [10] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press). ISBN 979-8034-05-8.
- [11] Tria, G., Nurhamidah , Hermansyah Amir, Potensi Ekstrak Metabolit Sekunder *Eugenia uniflora* L. Sebagai Bahan Pengawet Tahu, *Alotrop*, 2018: 2(1): 39-44.
- [12] Pribadi, A., Nurhamidah., Elvinawati., Pemanfaatan Ekstrak Air Buah *Flacourtia inermis* Roxb. (Lobi-Lobi) Sebagai Pengawet Ikan Laut, *Alotrop*, 2018: 2(1): 1-7.
- [13] Cahyadi, Wisnu. 2012. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara. ISBN 979-010-464-8
- [14] Tamaela, P. 2003. Efek Antioksidan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Menghambat Oksidasi Lipid pada Steak Ikan Cakalang (*Katsuvonus pelamis*) Asap Selama Penyimpanan. *Journal Ichtryos*.2003: 2 (2): 59-62.
- [15] Kafeelah A. Yusuf, Lucy N. Ezechukwu, Kafayat A. Fakoya1, Shehu L. Akintola, Julius Agboola, Titus O. Omoleye Influence of fish smoking methods on polycyclic aromatic hydrocarbons content and possible risks to human health *African Journal of Food Science* 2015 : 9(3): 126-135.
- [16] Darmadji, Purnama dan Huda Triyudiana., Proses pemurnian Asap Cair dan Simulasi Akumulasi Kadar Benzopyrene pada Proses Perendaman Ikan. *Agritech* , 2006: 26 (2) : 74- 82.
- [17] Apituley, D.A.N dan Darmadji P., Daya Hambat Asap Cair Kulit Batang Sagu Terhadap Kerusakan Oksidatif Lemak Ikan Tuna (*Thunnus* sp) Asap. *AGRITECH* , 2013: 33(2) : 162-163.

- [18] Apituley, D.A.C., Jusuf Leiwakabessy, Esterlina Elizabeth Elsinia Martha Nanloh., Pemanfaatan Asap Cair Kayu Putih (*Malaleuca cajuputi*) Sebagai Anti oksidan Dalam Pengolahan Ikan Tuna Asap, *Chimica et Natura Acta*, 2014: -2(2): 145-151.
- [19] Siskos, I.A., Zotos, S, Melidou and R. Tsikritzi, The Effect of Liquid Smoking Of Fillets of Trout (*Salmo gairdnerii*) On sensory, Microbiological And Chemical Changes During Chilled Storage, *Food Chem*, 2007:101: 458-464
- [20] Pamori, R., Raswen, E., Fajar, R. Karakteristik Asap Cair Dari Proses Pirolisis Limbah Sabut Kelapa Muda. *Jurnal teknologi Pertanian*. 2015, 14 (2): 43-50
- [21] Sa'diyah .K., Profiyanti Hermien Suharti, Nanik Hendrawati, Ivan Nugraha, Nur Ahmad Febrianto., Pembuatan Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Dengan Metode Pirolisis, *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Proses Industri Kimia*, 2017: Volume 1 : 1-7 ISSN 2580-6572.
- [22] Budijanto, S. 2008. Identifikasi dan Uji Keamanan Asap Cair Tempurung Kelapa Untuk Produk Pangan. *J.Pascapanen* 2008: 5(1): 32- 40.
- [23] Bayani, F., Jamilul Mujaddid., Analisis Fenol Total Teh Hijau Komersial (*Camellia sinensis* L), *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia "Hydrogen"*, 2015 : 3(2): 318-323.
- [24] Susanti, N.M.P., Luh Putu Mirah Kusuma Dewi, Harlina Setiawati Manurung, I Made Agus Gelgel Wirasuta., Identifikasi Senyawa Golongan Fenol Dari Ekstrak Etanol Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* Linn) Dengan Metode KLT-Spektro fot densitometri, *Jurnal Metamorfosa*, 2017: 4(1): 108- 113.
- [25] Sagar R., 2016, *Together with chemistry with solution*, Rachna Sagar Private Limited New Delhi, ISBN 9788181378293.
- [26] Khadijah, Ahmad Muchsin Jayali, Sudir Umar, Iin Sasmita., Penentuan Total Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Samama (*Anthocephalus macrophyllus*) Asal Ternate , Maluku Utara, *Jurnal Kimia Mulawarman* , 2017 : 15 (1) : 11-18.
- [27] Singleton VL, Rossi JA ., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphor tungstic acid reagents., *Am J Enol Viticult* , 1965 : 16: 144-158.
- [28] Rorong, J.A., Analisis Fenolik Jerami Padi (*Oryza Sativa*) pada Berbagai Pelarut Sebagai Biosensitizer untuk Fotoreduksi Besi, *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 2015 : 4 (2) 169-174.
- [29] Masdiana Tahir, A. Muflihunna, Syafrianti, Penentuan Kadar Fenolik Total , Ekstrak Etanol Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS, *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2017 : 4 (1): 215-218.
- [30] Akbar, A., Rio Paindoman, Pamilia Coniwanti Pengaruh Variabel Waktu Dan Temperatur Terhadap Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Kayu Pelawan (*Cyanometra Cauliflora*), *Jurnal Teknik Kimia* , 2013 : 19 (1) 1-8.
- [31] Andriani, Y, Habsah Mohamad, M.N.I, Kassim., N.D. Rosnan., D.F. Syamsumir., J.Saidin., et al , Evaluation on *Hydnophytum formicarum* Tuber from Setiu Wetland (Malaysia) and Muara Rupit (Indonesia) for Antibacterial and Antioxidant activities and anti-cancer Potency against MCF-7 and HeLa Cell. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2017: 7(9):30-37.
- [32] Nugrahaini, D.L., Endang Kusdiyantini, Udi Tarwojto, A. Heru Prianto, Identifikasi Kandungan Senyawa Kimia Cuka Kayu dari Sekam Padi, , *BIOMA*, 2017 : 19(1): 30-37.
- [33] Jayanudin dan Endang Suhendi, Identifikasi Komponen Kimia Asap Cair Tempurung Kelapa Dari Wilayah Anyer Banten, *Jur. Agroekotek*, 2012 : 4 (1) : 39-46
- [34] Maulina, S., Feni Sari Putri, Pengaruh Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Bahan Baku Terhadap Pirolisis Serbuk Pelepeh Kelapa Sawit, *Jurnal*

- Teknik Kimia USU*, 2017 : 6 (2) : 35-40.
- [35] Molyneux P, .The Use of Stable Free Radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn J Sci Technol* , 2004 : 26 (2) : 211-219.
- [36] Dewi Tristantini, Alifah Ismawati, Bhayangkara Tegar Pradana, Jason Gabriel Jonathan., Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L), Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia Yogyakarta, 17 Maret 2016 : G1-1 – G1-7, ISSN 1693-4393.
- [37] Yuwanti, S., Triana Lindriati, Renny Dwi Anggraeni., Stabilitas, Total Polifenol , Dan Aktivitas Antioksidan Mikroemulsi Ekstrak Cascara (Teh Kulit Kopi) Menggunakan Minyak Kelapa Dan Minyak Kelapa Sawit , *Jurnal Agroteknologi*, 2018 : 12(02): 184-195.
- [38] Azizah,Z.,Roslinda Rasyid, Desi Kartina, Pengaruh Pengulangan Dan Lama Penyimpanan Terhadap Ketengikan Minyak Kelapa Dengan Metode Asam Thiobarbiturat (TBA), *Jurnal Farmasi Higea*, 2016 : 8 (2) : 189-200.
- [39] Yustika, A.R., Aulanni’am dan Sasangka Prasetyawan, Kadar Malondialdehid (MDA) Dan Gambaran Histologi Pada Ginjal Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Pasca Induksi Cylosporine- A, *Kimia Student Journal*, 2013: 1(2): 222-228 .
- [40] Agustina, W., Nurhamidah, Dewi Handayani , Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Fraksi Kulit Batang Jarak (*Ricinus communis* L.), *Alotrop* , 2017: 1(2) :117-122.
- [41] Amir, H , Bambang Gonggo Murcitra, AS Ahmad, Murni Nur Islamiah Kassim ,The Potential Use Of *Phaleria macrocarpa* Leaves Extract As An Alternative Drug For Breast Cancer Among Women Living In Poverty, *Asian Journal For Poverty Studies (AJPS)*, 2017, 3(2): 138 – 145.
- [42] Mohamad, H., Y. Andriani., K. Bakar., C.C. Siang., D.F. Syamsumir., A. Alias *et al* ,Effect of drying method on anti –microbial, anti-oxidant activities and isolation of bioactive compounds from *Peperomia pellucida* (L) Hbk. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* , 2015: 7(8): 578-584.
- [43] Dhianawaty, D., Ruslin., Kandungan Total Polifenol Dan Aktivitas Anti Oksidan Dari Ekstrak Metanol Akar *Imperata cylindrica* (L) Beauv, (Alang-alang), *MKB*, 2014: 47(1): 60-64.
- [44] Momuat, L.I., Meiske S.Sangi, Ni Putu Purwati., Pengaruh VCO Mengandung Ekstrak Wortel Terhadap Peroksidasi Lipid Plasma, *Jurnal Ilmiah Sains*, 2011: 11(2): 296-301.
- [45] Fauziah, N., Fronthea Swastawati, Laras Rianingsih., Kajian Efek Antioksidan Asap Cair Terhadap Oksidasi Lemak Ikan Pindang Layang (*Decapterus* sp) Selama Penyimpanan Suhu Ruang, *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 2014: 3(4): 71-77.
- [46] Tarladgis, B.G, B.M. Watts, M.T. Younathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal Amer. Oil Chem. Soc* , 1960 : 37: 44-48
- [47] Shamberger, R.S, B.A Shamberger, C.E Willis . Malonaldehyde content of food. *J.Nurt*, 1997 107: 1404-1409
- [48] Laksono, AMS., I N.S. Miwada , M. Hartawan., Evaluasi Penggunaan Asap Cair Pada Kosentrasi Berbeda Terhadap Kualitas Kimia Fisik Bakso Sapi, *e Journal Peternakan Tropika* , 2017 : 5 (3): 489– 499

Penulisan Sitasi Artikel ini adalah, Putri, H.D., Sumpono, Nurhamidah., Uji Aktivitas Asap Cair Cangkang Buah Karet (*Hevea brassiliensis*) Dan Aplikasinya Dalam Penghambatan Ketengikan Daging Sapi , *Alotrop*, 2018 : 2(2): 97-105