



## **KARAKTERISASI HIDROSOL KULIT BATANG KAYU MANIS (*Cinnamomum burmannii*) PADA BERBAGAI VARIASI BUKAAN VALVE DESTILASI UAP SKALA PILOT PLAN**

### *CHARACTERIZATION OF CINNAMON BARK (*Cinnamomum burmannii*) HYDROSOL IN VARIATIONS OPENING VALVE OF PILOT PLAN-SCALE STEAM DISTILLATION*

**Lia Umi Khasanah, Rohula Utami, Kawiji, Godras Jati Manuhara**

Program Studi Ilmu Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email: [liaumikhasanah@staff.uns.ac.id](mailto:liaumikhasanah@staff.uns.ac.id)

Diserahkan [17 Desember 2019]; Diterima [9 Februari 2021]; Dipublikasi [12 Februari 2021]

#### **ABSTRACT**

*Cinnamon is one of the natural flavor commodities that has not been utilized optimally. One of its derivatives product is essential oil. Essential oils are obtained through the distillation process. The by-product of the distillation process is hydrosol. Hydrosol is an emulsion from essential oil which is bound by water molecules. The hydrosol used in this research was a by-product of processing of cinnamon bark essential oils using Pilot Plan-scale steam distillation. The Pilot Plant-scale steam distillation is using 50 % of destillation tank capacity, with a variety of valve openings ( $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , and  $\frac{3}{4}$ ). The study aimed determine characterization of cinnamon bark hydrosols including total phenol, antioxidant activity of reducing power method, antioxidant activity of radical scavenging (DPPH) method, total flavonoids, and antimicrobial activity against *Pseudomonas fluorescense*; *Aspergillus niger*; *Bacillus plantarum*; *Staphylococcus aureus*; and *E.coli*. The results showed that variety of valve openings effected the chemical characteristics of cinnamon bark hydrosols including total phenol, total flavonoids, antioxidant activity (reducing power and DPPH methods). The hydrosols of  $\frac{3}{4}$  valve openings treatment showed antimicrobial activity against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Pseudomonas fluorescens*. All hydrosol samples showed no antimicrobial activity against *Aspergillus niger* and *Lactobacillus plantarum*. This hydrosol characterization will be used for further recommendations related to the use of hydrosols in the food.*

**Keywords:** antimicrobial; antioxidant; hydrosol; cinnamon

#### **ABSTRAK**

Kayu manis merupakan salah satu komoditas flavor alami yang belum termanfaatkan secara optimal. Salah satu produk turunannya adalah minyak atsiri. Minyak atsiri diperoleh melalui proses destilasi. Hasil samping dari proses destilasi adalah hidrosol. Hidrosol merupakan emulsi dari minyak atsiri yang terikat oleh molekul air. Hidrosol yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil samping pembuatan minyak atsiri kulit batang kayu manis dengan menggunakan destilasi uap skala Pilot Plan. Destilasi uap Skala Pilot Plant menggunakan 50 % dari kapasitas tangki destilasi, dengan berbagai variasi bukaan valve ( $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan  $\frac{3}{4}$ ). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi kimia hidrosol kulit batang kayumanis meliputi total fenol, total flavonoid, aktivitas antioksidan metode reducing power, aktivitas antioksidan metode *radical scavenging* (DPPH) dan aktivitas antimikrobia untuk mikrobia *Pseudomonas fluorescense*, *Aspergillus niger*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus*, dan *E.coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bukaan valve destilasi uap skala Pilot Plan berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia hidrosol kulit batang kayu manis pada parameter total fenol, total flavonoid, daya reduksi dan aktifitas antioksidan metode DPPH. Hidrosol kulit batang kayu manis menunjukkan aktifitas penghambatan mikroba terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas fluorescens* pada bukaan valve  $\frac{3}{4}$ . Seluruh sampel hidrosol tidak menunjukkan adanya penghambatan pada *Aspergillus niger* dan *Lactobacillus plantarum*. Karakterisasi hidrosol ini akan dipergunakan untuk rekomendasi lebih lanjut terkait kemanfaatan hidrosol dalam bidang pangan.

**Kata kunci:** antimikroba; antioksidan; hidrosol; kayu manis

**Saran sitasi:** Khasanah, L. U., Utami, R., Kawiji & Manuhara, G. J.. (2021). Karakterisasi Hidrosol Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) pada Berbagai Variasi Buka-an Valve Destilasi Uap Skala Pilot Plan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 20-30. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i1.38064>

## PENDAHULUAN

Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) merupakan tanaman rempah yang memiliki kandungan senyawa aromatik dan dibudidayakan di Indonesia. Kayu manis terdiri dari kulit batang, daun dan ranting (Susanti dkk., 2013). Selama ini kulit kayu manis Indonesia mempunyai pengaruh yang besar dalam pasar dunia. Pada tahun 2003 – 2005 Indonesia menguasai pangsa dunia sebesar 26,10% (37.192 ton). Tetapi selama ini Indonesia masih mengekspornya dalam bentuk gulungan kulit kayu manis (*quill*) yang mempunyai nilai ekonomi masih rendah bila dibandingkan dalam bentuk minyak atsiri atau oleoresin.

Kulit batang kayu manis kering angin mengandung 0,3 – 0,4% minyak atsiri (Agusta, 2000). Minyak atsiri kayu manis mengandung komponen utama sinamaldehida sebanyak 65 – 95%, di samping eugenol, sinamalasetat, asam sinamat, benzaldehida, kumarin, linalool, safrol, dan 1,8-cineole (Uhl, 2000). Sinamaldehida dan derivatnya telah lama diketahui memiliki sifat antimikrobia (Morozumi, 1978; Sperti dan Sway, 1983) sekaligus antioksidan (Mancini-Filho, dkk., 1998) serta sifat-sifat fungsional lain seperti larvasidal, bakterisidal (Rojas-Grau, dkk., 2007), dan fungisidal (Chen dan Chang, 2008).

Proses penyulingan kulit batang kayu manis akan menghasilkan dua macam cairan destilat yaitu minyak atsiri dan hidrosol. Hidrosol merupakan produk samping yang dihasilkan dari proses penyulingan. Hidrosol merupakan campuran homogen yang terdiri atas larutan emulsi air yang mengikat minyak atsiri. Selama ini produsen minyak atsiri kurang memanfaatkan hidrosol yang dihasilkan. Hidrosol memiliki warna mulai dari kuning hingga mendekati jernih (Said dkk., 2015).

Menurut Said dkk. (2015), dalam hidrosol terdapat senyawa hidrokarbon, oksida, eter, ester, dan terpenoid. Hidrosol

masih mengandung minyak atsiri terutama komponen fraksi berat, senyawa volatil dan non volatil seperti terpena. Hal ini menjadikan hidrosol berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai pewangi ruangan, insektisida dan lain-lain. Penelitian Usmiati *et al.* (2005), menghasilkan hidrosol sereh wangi yang masih mengandung senyawa sitronellal dan geraniol sehingga berpotensi sebagai pengusir nyamuk.

Belum ada kajian yang membahas tentang karakterisasi hidrosol kulit batang kayu manis. Hidrosol yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil samping pembuatan minyak atsiri kulit batang kayu manis dengan menggunakan destilasi uap skala Pilot Plan. Selanjutnya akan dilakukan karakterisasi hidrosol kulit batang kayumanis meliputi karakteristik kimia dan mikrobiologi. Karakterisasi hidrosol ini akan dipergunakan untuk rekomendasi lebih lanjut terkait kemanfaatan hidrosol kulit batang kayu manis dalam bidang pangan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrosol penyulingan kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Hidrosol yang digunakan pada penelitian ini telah disimpan dalam botol kaca gelap selama 1 tahun pada suhu ruang. Bahan untuk analisis yaitu: 1) Aktivitas antioksidan (DPPH *radical scavenging*) menggunakan bahan DPPH (Merck) 0,3 mM dan metanol (Merck), 2) . Aktivitas antioksidan (*reducing power*) menggunakan bahan Bufer fosfat (0,2 M pH 6,6), potasium ferisianida 1%, TCA (*trichloroacetic acid*) 10%, aquades, feri klorida 0,1%, vitamin C (Sigma Aldrich), 3) Total fenol menggunakan bahan Folin ciocalteau (Merck), aquades, metanol (Merck), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%, fenol murni (Merck), 4) Total flavonoid menggunakan bahan Metanol (Merck), aquades, quercetin, NaNO<sub>2</sub> 5%, AlCl<sub>3</sub> 10%, NaOH (Merck) 1 M.

## Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 set alat destilasi uap buatan lokal yang terdiri dari ketel suling, pemanas, kondensor dan penampung hasil kondensasi untuk mendapatkan minyak atsiri dan hidrosol. Sedangkan peralatan analisis yang dipergunakan meliputi spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), vortex (Heidolph), inkubator suhu 50°C (Memmert), Neraca analitik (Ohaus), dan peralatan gelas.

## Tahapan Penelitian

### Pembuatan hidrosol kulit batang kayumanis

Hidrosol kulit batang kayumanis didapatkan dari hasil samping proses pembuatan minyak atsiri kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) menurut penelitian Rahmawati (2018). Kulit batang kayu manis dikeringkan dengan metode kering angin sampai kadar air sebesar 11-14 %, kemudian dilakukan pengecilan ukuran menjadi  $\pm$  1cm. Kayu manis hasil gilingan kasar tersebut kemudian dimasukkan ke dalam ketel destilasi. Pada dasar ketel destilasi dilapisi menggunakan ijuk terlebih dahulu kemudian ditumpuk dengan kulit batang kayu manis yang akan didestilasi. Ijuk disusun di dalam ketel destilasi secara bergantian dengan kulit batang kayu manis dengan ketebalan tiap lapis  $\pm$ 10 cm. Destilasi ini menggunakan alat destilasi uap skala pilot plant pada kapasitas 50kg menggunakan 3 variasi bukaan valve yaitu  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan  $\frac{3}{4}$ . Proses destilasi dilakukan selama 6 jam terhitung sejak tetesan pertama. Pada akhir proses destilasi dilakukan pemisahan destilat menghasilkan minyak atsiri sebagai produk utama dan hidrosol sebagai produk samping, sehingga didapatkan hidrosol kulit batang kayumanis pada 3 variasi bukaan valve.

### Pengujian karakteristik hidrosol meliputi:

#### 1. Aktivitas Antioksidan

Sampel (0,1 g) ditambah dengan 10 mL metanol dan diaduk secara terus-menerus selama 3 jam kemudian disentrifugasi 3.000 rpm selama 20 menit. Supernatan yang diperoleh kemudian dianalisis daya pereduksinya menurut metode Yildirim dkk. (2001) dan aktivitas antioksidan penangkap

radikal DPPH berdasarkan metode Khalaf dkk. (2008).

#### a. Pengujian daya pereduksi

Pengujian daya pereduksi dilakukan menurut metode yang dijelaskan oleh Yildirim dkk. (2001). Sampel sebanyak 20  $\mu$ L dicampur dengan 2,5 mL buffer fosfat (0,2 M; pH 6,6) dan 2,5 mL potasium ferrisianida 1%. Campuran diinkubasikan pada 50°C selama 30 menit. Setelah itu, 2,5 mL asam trikloroasetat 10% ditambahkan ke dalam campuran dan disentrifugasi selama 10 menit pada 3.000 rpm. Lapisan paling atas (2,5 mL) dari larutan tersebut dicampur dengan 2,5 mL aquades dan 0,5 mL *ferric chloride* selama 10 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 700 nm. Vitamin C digunakan dalam pembuatan kurva standar.

#### b. Pengujian aktivitas antioksidan penangkapan radikal bebas DPPH

Prinsip pengujiannya adalah ketika DPPH bereaksi dengan komponen antioksidan yang bisa mendonorkan hidrogen, maka DPPH tersebut akan berkurang jumlahnya. Perubahan tersebut nampak pada perubahan warna (dari ungu gelap ke kuning cerah) yang dapat diukur pada panjang gelombang 517 nm menggunakan UV/ visible light spectrophotometer (Miliauskas et al, 2004). Uji aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH pada penelitian ini mengacu pada metode Khalaf dkk. (2008) dengan beberapa modifikasi. DPPH sebanyak 2 mL dengan konsentrasi 0,136 mM dalam metanol dicampurkan dengan 2 mL ekstrak dalam metanol yang terdiri dari konsentrasi 4, 6, 8, 10, 12, 16, dan 20  $\mu$ g/mL. Setelah itu disimpan di ruang gelap pada suhu ruang selama 30 menit. Absorbansi dari larutan akhir diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Pengujian dilakukan dua kali. Aktivitas penangkapan radikal bebas dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Aktivitas antioksidan} = \left[ 1 - \frac{\text{Absorbansi sampel pada } 517 \text{ nm}}{\text{Absorbansi kontrol pada } 517 \text{ nm}} \right] \times 100\%$$

## 2. Pengujian Total Fenol

Kadar fenol total terlarut ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu menurut Singleton dkk. (1999) dalam Siripatrawan dan Harte (2010) dengan modifikasi. Sampel sebanyak 0,1 mL dicampur dengan 7 mL aquades dan 0,5 mL reagen Folin-Ciocalteu. Campuran tersebut kemudian diinkubasikan selama 8 menit pada suhu kamar sebelum ditambahkan 1,5 mL larutan sodium karbonat dan 0,9 mL aquades. Campuran kemudian disimpan dalam wadah gelap pada suhu ruang selama 2 jam. Absorbansi campuran selanjutnya diukur pada panjang gelombang 765 nm menggunakan spektrofotometer.

## 3. Analisa Aktivitas Antimikrobia

Aktivitas antimikrobia pengemas dilakukan dengan menggunakan metode Ahmad dkk. (2012). Zona penghambatan dalam media padat digunakan untuk menentukan efek antimikrobia melawan mikrobia patogen yaitu bakteri Gram-negatif (*E.coli*), Gram-positif (*Staphylococcus aureus*); bakteri perusak pada daging (*Pseudomonas fluorescens*); mikroba perusak pada buah (*Aspergillus niger*); bakteri penghasil asam (*Lactobacillus*

*plantarum*). Sampel diletakkan di permukaan *agar plate* yang telah diolesi dengan 100 µl inokulum yang mengandung  $10^6 - 10^7$  CFU/ml bakteri atau  $10^7$  spora/ml kapang yang akan diujikan. Cawan petri berisi agar tersebut kemudian diinkubasikan pada 37°C selama 24 jam dan diameter zona penghambatan diukur.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrosol diperoleh dari hasil samping proses pembuatan minyak atsiri kulit batang kayu manis dengan cara destilasi uap. Proses destilasi uap dilakukan oleh Rahwamati (2018). Hidrosol yang akan dianalisa dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring untuk menyaring kotoran yang ada dalam hidrosol. Pengujian hidrosol meliputi total fenol, aktivitas antioksidan metode *reducing power*, aktivitas *radical scavenging* dengan metode DPPH, total flavonoid dan aktivitas antimikrobia untuk mikrobia *Pseudomonas fluorescens*; *Aspergillus niger*; *Bacillus plantarum*; *Staphylococcus aureus*; dan *E.coli*.

**Tabel 1** Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Hidrosol Kayu Manis

| Pengujian   | Bukaan Valve                     |                                 |                               |
|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|   | ¼                                | ½                               | ¾                             |
| Total Fenol (mgPE/g)  | 0,011 <sup>a</sup> ±0,003        | 0,013 <sup>a</sup> ±0,001       | 0,060 <sup>b</sup> ±0,287     |
| Total Flavonoid (mgQE/g)  | 0,041 <sup>a</sup> ±0,161        | 0,0537 <sup>a</sup> ±0,024      | 0,292 <sup>b</sup> ±0,104     |
| Aktivitas Antioksidan metode <i>reducing power</i> (mg/g)         | 0,014 <sup>a</sup> ±0,008        | 0,025 <sup>a</sup> ±0,008       | 0,155 <sup>b</sup> ±0,110     |
| Aktivitas Antioksidan metode <i>radical scavenging</i> DPPH (ppm) | 1.039,824 <sup>ab</sup> ±210,641 | 1.226,626 <sup>a</sup> ±181,209 | 904,565 <sup>b</sup> ±104,304 |
| Diameter zona hambat (mm):  |                                  |                                 |                               |
| - <i>Escherichia coli</i>   | -                                | -                               | 6,183                         |
| - <i>Staphylococcus aureus</i>                                    | -                                | -                               | 6,321                         |
| - <i>Pseudomonas fluorescens</i>                                  | -                                | -                               | 6,510                         |
| - <i>Aspergillus niger</i>  | -                                | -                               | -                             |
| - <i>Lactobacillus plantarum</i>                                  | -                                | -                               | -                             |

Keterangan :

PE : *Pure Phenol Equivalent*

QE : *Quercetin Equivalent*

Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata ( $p < 0,05$ ) menurut uji Duncan pada taraf 5%.

## Karakteristik Kimia Hidrosol Kulit Batang Kayu Manis

### 1. Total Fenol

Pengaruh bukaan valve terhadap total fenol hidrosol kulit batang kayu manis dapat dilihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan analisis *one way* ANOVA didapatkan bahwa bukaan valve berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap total fenol hidrosol kulit batang kayu manis yang dihasilkan. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* menyatakan bahwa total fenol hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan valve  $\frac{1}{4}$  dan variasi bukaan valve  $\frac{1}{2}$  tidak berbeda nyata. Sedangkan total fenol hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan valve  $\frac{3}{4}$  berbeda nyata dengan total fenol hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan valve  $\frac{1}{4}$  dan bukaan valve  $\frac{1}{2}$ , dimana total fenol pada variasi valve  $\frac{3}{4}$  lebih besar dibandingkan dengan total fenol pada variasi bukaan valve  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$ .

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar bukaan valve maka semakin besar nilai total fenolnya. Menurut Munson dkk., 2003, semakin besar bukaan valve maka nilai *loss coefficient* ( $K_L$ ) semakin kecil dan laju alir uap ( $V$ ) akan semakin besar, hal ini akan mengakibatkan nilai total fenol semakin besar. Hidrosol kulit batang kayu manis mengandung total fenol berkisar antara 0,011-0,060 mgPE/g. Penelitian lain pada hidrosol *P. longiflora* Mexican oregano menunjukkan total fenol sebesar 0,04 mg GAE/g. Hidrosol tersebut memiliki kandungan senyawa asam caffeic acid dan rosmarinic acid yang terdeteksi melalui GC-MS (Perez et al., 2019). Sedangkan total fenol pada hidrosol mawar 5,2 mg GAE/L (Ulusoy et al., 2009). Hidrosol daun *inulaviscosa* memiliki polifenol sebesar  $14,3 \pm 0,6$  mg GAE/mL (Lahoazi et al., 2014). Hasil total fenol yang rendah disebabkan karena senyawa fenolik telah banyak terekstrak pada minyak atsiri sedangkan sisanya hanya sedikit yang terikat pada air menjadi produk hidrosol. Komponen fenolik berkontribusi pada aktivitas antioksidan karena memiliki komponen dari kelompok hidroksil yang dapat bertindak sebagai donor hidrogen (Dreosti, 2000).

Komposisi hidrosol sangat berbeda jika dibandingkan dengan minyak atsiri, dimana

pada minyak atsiri fraksi yang paling penting adalah hidrokarbon. Komponen yang terdapat dalam hidrosol terutama adalah alkohol monoterpenik, aldehida dan keton. Komponen dalam hidrosol dapat mengalami perubahan senyawa dan komposisi selama penyimpanan. Hidrosol yang diperoleh dari proses produksi minyak atsiri *Melissa officinalis L.* dan *Asarum canadense L.* mengalami perubahan senyawa dan komposisi selama periode penyimpanan dua tahun pada suhu normal. Komposisi senyawa nerol, geraniol, linalool, linalool oksida dan beberapa diol pada hidrosol setelah penyimpanan lebih rendah jika dibandingkan dengan hidrosol awal. Begitu juga dengan senyawa menthadienol dan citral. Selain itu molekul fenilpropanoid sebagian menghilang selama waktu penyimpanan 2 tahun (Garneu et al., 2014).

Selama penyulingan ada pelepasan minyak atsiri bersama dengan air dari uap atau hidrodistilasi selama penyulingan, bagian dari komponen minyak atsiri tetap dilarutkan dalam air destilasi. Biasanya, hidrosol mencakup beberapa komponen yang larut dalam air dari minyak atsiri serta komponen tanaman yang larut dalam air. Komponen utama umumnya sama dengan yang ada dalam fraksi teroksidasi dari minyak atsiri yang sesuai (Price and Price, 2004). Komponen utama pada minyak atsiri kulit batang kayu manis adalah senyawa sinamaldehyd dan golongan terpen, sangat dominan jumlahnya bila dibanding senyawa lainnya (Yuliarto dkk., 2012). Kadar sinamaldehyd pada minyak atsiri kulit batang kayu manis yang diperoleh dari variasi bukaan valve sekitar 0,0208% – 1,4042%. (Rahmawati, 2018). Senyawa sinamaldehyd yang termasuk dalam golongan fenilpropanoid merupakan turunan senyawa fenol, dimana senyawa fenol tersebut berperan penting dalam aktivitas antioksidan (Prasetyaningrum et al., 2012).

### 2. Total Flavonoid

Berdasarkan analisis *one way* ANOVA didapatkan bahwa bukaan valve berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap total flavonoid hidrosol kulit batang kayu manis yang dihasilkan. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* menyatakan bahwa total

flavonoid hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$  tidak berbeda nyata. Sedangkan total flavonoid hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{3}{4}$  berbeda nyata dengan total flavonoid hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$ , dimana total flavonoid pada variasi *valve*  $\frac{3}{4}$  lebih besar dibandingkan dengan total flavonoid pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$ .

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar bukaan *valve* maka semakin besar nilai total flavonoidnya. Menurut Munson dkk., 2003, semakin besar bukaan *valve* maka nilai *loss coefficient* ( $K_L$ ) semakin kecil dan laju alir uap ( $V$ ) akan semakin besar, hal ini akan mengakibatkan nilai total flavonoid semakin besar. Total flavonoid pada hidrosol kulit batang kayu manis pada penelitian ini berkisar antara 0,041- 0,292 mg QE/g. Pada penelitian lain menunjukkan hidrosol *Pelargonium graveolens* L'Her memiliki total flavonoid 32,35 mg GAE/g (pada bagian batang) dan sebesar 101,87 mg GAE/g (pada bagian daun).

### 3. Aktivitas Antioksidan (metode *reducing power*) Aktivitas Antioksidan Reducing Power

Metode DPPH dan daya reduksi digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan pada bahan pangan. Pengujian antioksidan didasarkan pada mekanisme yang berbeda dalam mengukur pengaruh antioksidan dari ekstrak. Metode DPPH didasarkan pada kemampuan suatu antioksidan dalam bertindak sebagai penangkap radikal bebas sedangkan metode daya reduksi didasarkan pada kemampuannya bertindak sebagai agen pereduksi (Orphanides *et al.*, 2013). Pada pengujian *reducing power*, adanya senyawa antioksidan dalam sampel ditandai dengan direduksi ferric iron ( $Fe^{3+}$ ) to ferrous iron ( $Fe^{2+}$ ) oleh donor elektron. Daya reduksi hidrosol kulit kayu manis ditentukan menggunakan metode potassium ferricyanida.

Berdasarkan analisis *one way ANOVA* didapatkan bahwa bukaan *valve* berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap *reducing power*

hidrosol kulit batang kayu manis yang dihasilkan. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* menyatakan bahwa *reducing power* hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$  tidak berbeda nyata. Sedangkan *reducing power* hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{3}{4}$  berbeda nyata dengan *reducing power* hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$ , dimana *reducing power* pada variasi *valve*  $\frac{3}{4}$  lebih besar dibandingkan dengan *reducing power* pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$ .

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar bukaan *valve* maka semakin besar aktivitas antioksidan metode *reducing power*. Menurut Munson dkk., 2003, semakin besar bukaan *valve* maka nilai *loss coefficient* ( $K_L$ ) semakin kecil dan laju alir uap ( $V$ ) akan semakin besar, hal ini akan mengakibatkan aktivitas antioksidan metode *reducing power* semakin besar. *Reducing power* pada hidrosol kulit batang kayu manis ini berkisar antara 0,014- 1,155 mg AAE/g. Hasil tersebut lebih rendah dibanding hidrosol yang diperoleh dari *P. longiflora* Mexican oregano menunjukkan *reducing power* sebesar 14,16 mg AAE/g (Perez *et al.*, 2019).

### 4. Aktivitas Antioksidan (metode *radical scavenging DPPH*)

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Akibatnya kerusakan sel akan dihambat (Winarti, 2010). Pengukuran aktivitas antioksidan hidrosol kulit batang kayu manis menggunakan DPPH. DPPH merupakan suatu radikal stabil dalam larutan air atau metanol dan mampu menerima sebuah elektron stabil. Penentuan 50% penghambatan ( $IC_{50}$ ) dalam aktivitas penangkalan senyawa 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) biasanya dilakukan untuk membandingkan kapasitas antioksidan dari senyawa antioksidan yang berbeda (Perez *et al.*, 2019).

**Tabel 1** menunjukkan nilai aktivitas antioksidan metode DPPH untuk setiap hidrosol yang dihasilkan dari variasi bukaan *valve*. Berdasarkan analisis *one way ANOVA*

didapatkan bahwa bukaan *valve* berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap aktivitas antioksidan metode DPPH hidrosol kulit batang kayu manis yang dihasilkan. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* menyatakan bahwa aktivitas antioksidan metode DPPH hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  tidak berbeda nyata dengan variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{3}{4}$ . Sedangkan aktivitas antioksidan metode DPPH hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$  berbeda nyata dengan aktivitas antioksidan metode DPPH hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve*  $\frac{3}{4}$ . Aktivitas antioksidan metode DPPH terendah pada variasi bukaan *valve*  $\frac{3}{4}$  yaitu 904,565 ppm sehingga memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan bukaan *valve*  $\frac{1}{2}$  yaitu 1.226,626 ppm. Nilai ppm yang semakin rendah mengindikasikan bahwa suatu bahan memiliki aktivitas antioksidan yang semakin kuat dalam menangkal radikal bebas.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar bukaan *valve* maka semakin besar nilai aktivitas antioksidan metode DPPH. Menurut Munson dkk., 2003, semakin besar bukaan *valve* maka nilai *loss coefficient* ( $K_L$ ) semakin kecil dan laju aliran ( $V$ ) akan semakin besar, hal ini akan mengakibatkan nilai aktivitas antioksidan metode DPPH semakin besar. Aktivitas antioksidan metode DPPH hidrosol kulit batang kayu manis pada variasi bukaan *valve* berkisar antara 904,565- 1226,626 ppm. Aktivitas antioksidan hidrosol kulit batang kayu manis lebih rendah dibanding dengan hidrosol *P. longiflora* Mexican oregano yang mempunyai nilai aktivitas antioksidan sebesar 225 ppm (Perez et al., 2019).

## **Aktivitas Antimikroba Hidrosol Kulit Batang Kayu Manis**

### **1. *Escherichia coli* (*E. coli*)**

Hidrosol merupakan komponen campuran antara minyak atsiri dan air yang berwarna kuning hingga jernih. Komponen penyusun hidrosol yaitu minyak atsiri, seperti hidrokarbon, oksida, ester, dan terpen. Senyawa utama minyak atsiri kulit batang kayu manis adalah sinamaldehyda (lebih tepatnya trans-sinamaldehyda atau 3-phenyl-2

propenal) sebanyak 75%. Sinamaldehyda merupakan senyawa yang memiliki gugus fungsi aldehyd dan alkena terkonjugasi cincin benzen (Sangal, 2011). Sinamaldehyd memiliki beberapa manfaat bagi kesehatan yaitu sifat antibakteri, (Shan et al., 2007), antijamur, antivirus (Haripriya et al., 2013) dan antikanker (Herdwiani, 2015).

Senyawa aktif yang terkandung dalam minyak atsiri kayu manis adalah sinamaldehyd (92,84%), sinamalasetat (2,34%),  $\alpha$ -kopaen (1,56%), *coumarin* (1,01%), *delta-cadinene* (0,70%), 1,8-sineol (0,66%), isopropylasetat (0,57%) dan  $\alpha$ -terpineol (0,32%) (Khasanah dkk., 2013). Menurut Rismunandar (2001), komponen terbesar dari minyak atsiri kulit kayu manis adalah sinamaldehyd dengan kadar 60-75%, selain itu juga mengandung eugenol dan aldehyd lain.

Berdasarkan **Tabel 1** aktivitas antimikroba hidrosol kulit batang kayu manis bukaan *valve*  $\frac{3}{4}$  melawan *Escherichia coli* dengan nilai 6,183 mm. Bukaan *Valve*  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$  tidak dapat melawakan *E. coli*. Besarnya aktivitas antimikroba dihitung dengan mengukur semua zona bening beserta diameter lubang sumuran. Diameter zona hambat tersebut kemudian dikategorikan kekuatan daya anti-bakterinya maupun anti-kapang. Seperti dijelaskan pada penelitian Elgayyar et al. (2001), aktivitas antimikroba yang dihasilkan untuk menghambat pertumbuhan kapang maupun bakteri dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu rendah (<6mm), sedang (6-11 mm), dan tinggi (>11 mm). Aktivitas antimikroba hidrosol daun kayu manis (bukkaan *valve*  $\frac{3}{4}$ ) melawan *Escherichia coli* menurut Elgayyar et al. (2001) termasuk kategori sedang (6-11mm). Pada penelitian Rahmawati (2018), bahwa pada bukaan *valve*  $\frac{3}{4}$  memiliki kandungan sinamaldehyd yang lebih tinggi dibandingkan pada bukaan *valve*  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$ .

Hidrosol kulit batang kayu manis mengandung total fenol 0,011-0,060 mgPE/g hidrosol. Aktivitas antimikroba hidrosol daun kayu manis yang dihasilkan berhubungan dengan uji total fenol. Menurut Palczar dan Chan (1988), mekanisme senyawa fenol sebagai antibakteri dapat membunuh mikroorganisme dengan cara mendenaturasi

protein sel. Struktur protein pada bakteri akan mengalami kerusakan karena fenol dan protein akan membentuk ikatan hidrogen. Kerja dari permeabilitas membran sitoplasma dan dinding sel akan dipengaruhi oleh ikatan hidrogen karena tersusun oleh protein sehingga terjadi ketidak seimbangan antara ion dalam sel dan macromolekul yang dapat menyebabkan sel menjadi lisis. Senyawa turunan fenol yang ada pada hidrosol kulit batang kayu manis menurut Prasetyaning dkk. (2012) yaitu senyawa sinamaldehyd (golongan fenilpropanoid) dan eugenol.

## 2. *Staphylococcus aureus*

Berdasarkan **Tabel 1** bukaan valve  $\frac{3}{4}$  berpengaruh terhadap aktivitas antimikroba hidrosol daun kayu manis melawan *Staphylococcus aureus* dengan nilai 6,321 mm. Bukaan valve  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$  tidak dapat melawakan *S. aureus*. Aktivitas antimikroba hidrosol daun kayu manis bukaan velva  $\frac{3}{4}$  melawan *Staphylococcus aureus* menurut Elgayyar *et al.* (2001) termasuk kategori sedang (6-11 mm). Kandungan senyawa golongan fenol dan flavonoid dapat menghambat pertumbuhan mikroba (Handrianto, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen dan juga termasuk mikroba penghasil toksin (intoksikasi). Menurut Handrianto (2016), kandungan fenol yang ada pada bahan dapat menyebabkan denaturasi pada mikroba, karena fenol yang bebas akan masuk dan berpenetrasi ke dalam sel. Sedangkan pada kadar kandungan fenol tinggi dapat mengalami lisis disebabkan koagulasi protein.

## 3. *Pseudomonas fluorescens*

Berdasarkan **Tabel 1** bukaan velva  $\frac{3}{4}$  berpengaruh terhadap aktivitas antimikroba hidrosol kulit batang kayu manis melawan *Pseudomonas fluorescens* dengan nilai 6,510 mm. Sedangkan pada bukaan velva  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{1}{2}$  tidak terdapat aktivitas antimikroba melawan *Pseudomonas fluorescens*. Menurut Elgayyar *et al.* (2001) aktivitas antimikroba hidrosol daun kayu manis bukaan velva  $\frac{3}{4}$  melawan *Pseudomonas fluorescens* termasuk kategori sedang (6–11mm).

Mekanisme flavonoid menghambat metabolisme energi dapat dilakukan melalui

penghambatan dalam penggunaan oksigen yang ada pada bakteri. Pembentukan metabolisme terhambat ketika flavonoid masuk pada sitokrom C dan mengurangi oksigen sehingga energi yang dibutuhkan bakteri untuk biosintesis akan terganggu sehingga bakteri akan mengalami penghambatan pertumbuhan (Cushnie *et al.*, 2005). Mekanisme penghambatan sintesis DNA dan RNA oleh flavonoid diduga terkait dengan cincin B dari flavonoid yang berperan dalam interkalasi atau ikatan hidrogen dengan penumpukan basa asam nukleat (Cushnie *et al.*, 2005). Mekanisme flavonoid dalam menghambat fungsi dari membran sel bakteri adalah keluarnya senyawa intraseluler akibat rusaknya membran sel yang disebabkan oleh flavonoid membentuk senyawa kompleks dengan protein terlarut dan ekstraseluler (Nuria *et al.*, 2009). Sedangkan menurut Li *et al.* (2003), flavonoid mengganggu permeabilitas dari membran sel bakteri dan menghambat ikatan enzim.

Kayu manis juga memiliki manfaat sebagai antimikroba dimana senyawa antimikrobia yang terdapat dalam kayu manis berpotensi dalam menghambat kerusakan yang dikarenakan pertumbuhan *fungi*, *yeast* dan bakteri yang biasanya ditemukan pada makanan dengan tingkat kelembaban sedang (Gupta *et al.*, 2008).

## 4. *Aspergillus niger*

Berdasarkan **Tabel 1** bukaan valve tidak berpengaruh terhadap aktivitas antimikroba hidrosol kulit batang kayu manis melawan *Aspergillus niger*. Hal ini tidak sesuai dengan teori Haripriya *et al.*, 2013 dan Shan *et al.*, 2007 yang menjelaskan bahwa senyawa sinamaldehyd dapat digunakan sebagai agen antijamur dan antibakteri. Sinamaldehyd (3-fenil-2-propenal) merupakan komponen utama minyak atsiri kulit kayu manis yang diekstrak dari tanaman kayu manis. Diduga tidak berpengaruhnya aktivitas antimikroba hidrosol kayu manis dikarenakan proses penyimpanan yang terlalu lama. Menurut Nuraini (2007), salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas antimikroba untuk menghambat pertumbuhan mikroba yaitu lama penyimpanan. Menurut Garneu *et al* (2014) selama penyimpanan



pada suhu kamar komponen senyawa dan komposisi pada hidrosol akan mengalami perubahan. Senyawa seperti nerol, geraniol, linalool, linalool oksida dan beberapa diol tidak seimbang serta senyawa fenilpropanoid akan menghilang selama waktu penyimpanan.

### 5. *Lactobacillus plantarum*

*Lactobacillus plantarum* dicirikan dengan bentuk batang, gram positif dan tumbuh optimum pada suhu 30-40°C dan terdapat pada produk-produk pangan yang berasal dari hewan maupun sayuran. *Lactobacillus plantarum* menetap terdapat di dalam saluran seperti saluran pencernaan mamalia maupun unggas (Holt *et al.*, 1994). Aktivitas antimikroba hidrosol kulit batang kayu manis tidak menghasilkan zona hambat melawan *L. plantarum*. Hal ini diduga karena kemampuan dari *L. plantarum* yang dapat menghasilkan eksopolisakarida (EPS). Secara umum diketahui bahwa EPS dari mikroba dapat berperan sebagai pelindung sel mikroba dalam lingkungannya melawan kondisi yang merugikan seperti pengeringan, tekanan osmotik, antibiotik atau senyawa toksin (misalnya ion logam beracun, sulfur dioksida, dan etanol), predasi oleh protozoa, fagositosis dan serangan fag (Patel dan Prajapati, 2013).

### KESIMPULAN

Bukaan valve destilasi uap skala Pilot Plan berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia hidrosol kulit batang kayu manis pada parameter total fenol, total flavonoid, daya reduksi dan aktifitas antioksidan metode DPPH. Hidrosol kulit batang kayu manis menunjukkan aktifitas penghambatan mikroba terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas fluorescens* pada bukaan valve  $\frac{3}{4}$ . Sedangkan pada *Aspergillus niger* dan *Lactobacillus plantarum* tidak menunjukkan adanya penghambatan pada berbagai skala bukaan valve.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A., 2000. Minyak atsiri tumbuhan tropika Indonesia. Penerbit ITB, Bandung.
- Cavar, S. dan Maksimovi, M. 2012. Antioxidant activity of essential oil and aqueous extract of *Pelargonium graveolens* L'Her. *Food Control* 23: 263-267.
- Cheng, S.S., Liu, J.Y., Chang, E.H., dan Chang, S.T., 2008. Antifungal activity of cinnamaldehyde and eugenol congeners against wood-rot fungi. *Bioresource Technology* 99: 5145–5149.
- Cushnie, T. P., Tim. L., Andrew, J. 2005. Antimicrobial Activity of Flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, No. 26: 343-356.
- Dib, M. E., Djabou, N., Allali, H., Paolini, J., Tabti, B., Costa, J. dan Muselli, A. 2015. Chemical Composition of Essential Oils and Hydrosol Extracts of *Daucus muricatus* and Assessment of Its Antioxidant Activity. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 21:23–37.
- Dreosti, I. E. 2000. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa and wine. *Nutrition*. Vol. 16, No. 7/8: 692-694.
- Elgayyar, M., Draughon, F. A., Golden, D. A., Mount, J. R. 2001. Antimicrobial Activity of Essential Oils from Plants against Selected Pathogenic and Saprophytic Microorganisms. *Journal of Food Protection*, Vol. 64, No. 7: 1019-1024.
- Garneau, F.X., Collin, G. dan Gagnon, H. 2014. Chemical composition and stability of the hydrosols obtained during essential oil production. I. The case of *Melissa officinalis* L. and *Asarum canadense* L. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, 2 (1): 54-62.
- Gupta, C., Garg, A. P., Uniyal, R. C., dan Kumari, A.. 2008. Comparative Analysis of the Antimicrobial Activity of Cinnamon Oil and Cinnamon Extract

- on Somefood-Borne. *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 2(9): 247-251.
- Handrianto, P. 2016. Uji Antibakteri Ekstrak Jahe Merah *Zingiber officinale* Var. *Rubrum* terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Research and Technologies*, Vol. 2 No. 1: 1-4.
- HariPriya, D., K. Nadhiya, dan K. Vijayalakshmi. 2013. *Antioxidant Potential of Cinnamaldehyde; an Invitro Study*. International.
- Herdwiani, W., dan Endang S. R. 2015. Uji Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Terhadap Kultur Sel T47D. *Jurnal Farmasi Indonesia*, Vol. 12, No. 2.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., Williams, S. T., 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9th Edn., *Williams and Wilkins*, Baltimore: 518-537.
- Hussien, J., Teshale, C., & Mohammed, J. 2011. Assessment of the antimicrobial effects of some Ethiopian aromatic spice and herb hydrosols. *International Journal of Pharmacology*, 7, 635-640.
- Karadag, A., B. Ozcelik, dan S. Saner. 2009. Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities. *Food Analytical Methods*. Vol. 2:41-60.
- Khalaf, N., Shakyaa, A., Al-Othman, A., El-Agbar, Z. dan Farah, H. 2008. Antioxidant activity of some common plants. *Turkish Journal of Biology*, 32: 51-55.
- Khasanah, L. U., Anandhito, B. K., Utami, R., Muhammad, D. R. A., dan Lukman, M. 2013. *Pemisahan Komponen Minyak Atsiri (Cinnamomum burmannii)* dengan Destilasi Fraksinasi Pada Berbagai Tingkat Suhu Destilasi. Prosiding Semnas Agribisnis, 10 November 2013.
- Lahouazi, Naima, Messaoudi, S., Derriche, R., dan Bouzidi, N. 2014. Valorization of essential oils, hydrosols and extracts of Algerian *Inulaviscosa* leaves. *Algerian Journal of Engineering Research*, Vol. 1, No. 1: 54-59.
- Li, H. Wang, Z., Liu, Y. 2003. Review in the studies on tannins activity of cancer prevention and anticancer. *Zhong-Yao-Cai*, Vol. 26, No. 6: 444-448.
- Mancini-Filho J, Van-Koij A, Mancini DA, Cozzolino FF, Torres RP, 1998."Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*, Breyne) extracts. *Boll Chim Farm* 137 (11): 443-7.
- Nuria, M. C, Faizaitun, Arvin, Sumantri. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923, *Escherichia Coli* ATCC 25922, dan *Salmonella Typhi* ATCC 1408. *Mediagro*, Vol. 5, No. 2:26-37.
- Orphanides, A., Vlasios, G., Vassilis, G. 2013. Effect of Drying Method on the Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Spearmint. *Czech J. Food Sci*, Vol. 31, No. 5:509-513.
- Palczar, J. M. dan Chan, E. C. S. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi 2*. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Patel, A., and Prajapati, J. B. 2013. Food and Health Applications of Exopolysaccharides produced by Lactic acid Bacteria. *Advances in Dairy Research*, Vol.1, No. 2:1-7.
- Pérez, T. S.C., Ávila-Sosa, R., Ochoa-Velasco, C. E., Rivera-Chavira, B. E. dan Nevárez-Moorillón, G. V. 2019. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Mexican Oregano (*Poliomintha longiflora*) Essential Oil, Hydrosol and Extracts from Waste Solid Residues. *Plants* 8, 22.
- Prasetyaningrum, Rohula, U., dan Anandito, R. B. K. 2012. Aktivitas Antioksidan, Total Fenol dan Antibakteri Minyak Atsiri dan Oleoresin Kayu Manis

- (*Cinnamomum burmannii*). *Jurnal Teknosains Pangan*, Vol. 1, No. 1.
- Prayestha, W. 2012. *Pengaruh Rasio Pati Jahe Emprit (Zingiber Officinale Var. Rubrum) serta Pati Garut (Maranta Arundinaceae L. Var Creole) dan Konsentrasi Baking Powder terhadap Sifat Fisik Kimia Organoleptik Cookies*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rahmawati, F. H. 2018. *Pengaruh Buka-an Valve terhadap Karakteristik Minyak Atsiri Kulit Batang Kayu Manis (Cinnamomum burmannii) Skala Pilot Plant Pada Kapasitas 50% Ketel Destilasi*. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.
- Rismunandar dan F. B. Paimin. 2001. *Kayu Manis: Budi Daya & Pengolahan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rojas-Grau MA, Avena-Bustillos RJ, Olsen C, Friedman M, Henika PR, Mart inBelloso O, Pan Z, McHugh TH. 2007. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginateapple puree edible films. *Journal Food Engineering* 81(3):634–641.
- Said, A., Harti, R., Dharmawan, A., Rahmah, T. 2015. Pemisahan Hidrosol Hasil Penyulingan Minyak Atsiri dengan Metode Elektrolisis untuk Meningkatkan Rendemen Minyak. *Jurnal Khazanah* 7 (2).
- Sangal, A. 2011. Role of Cinnamon as Beneficial Antidiabetic Food Adjunct : a Review. *Advances in Applied Science Research*, Vol. 2, No. 4.
- Shan, B., Y. Z. Cai., J. D. Brooks, and H. Corke. 2007. The In Vitro Antibacterial Activity of Dietary Spice and Medicinal Herb Extracts. *International Journal of Food Microbiology* 117.
- Shen, X., Chen, W., Zheng, Y., Lei, X., Tang, M., Wang, H., dan Song, F. 2017. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of hydrosols from different parts of *Areca catechu* L. and *Cocos nucifera* L. *Industrial Crops and Products* 96. 110-119.
- Siripatrawan, U. dan Harte, B. R. 2010. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids* 24, 770-75.
- Sperti, G.S., dan Sway, B., 1983. Antifungal-antibacterial detergents containing cinnamic compounds. United States Patent 4477361.
- Susanti, N., Gandidi, I. M. dan Susila, M. D.. 2013. Potensi Produksi Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Kayu Manis Pasca Panen. *Jurnal FEMA*, 1 (2).
- Uhl, S.R., 2000. *Spices, Seasonings, dan Flavorings*. Technomic Publ. Co. Inc., Lancaster – Basel.
- Ulusoy, Seyhan, Gulgun, B.T., Hale, S.C., 2009. Tocopherol, carotene, phenolic contents and antibacterial properties of rose essential oil hydrosol and absolute. *Curr. Microbiol.* 59, 554–558.
- Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta.