

**APLIKASI EKSTRAK KULIT KAYU MANIS (*Cinnamomum burmanii*)  
UNTUK MENGHAMBAT AKTIVITAS BAKTERI  
IKAN LELE (*Clarias batrachus*)**

**[THE APPLICATION OF CINNAMON BARK (*Cinnamomum burmanii*)  
EXTRACT TO INHIBIT BACTERIAL ACTIVITY  
CATFISH (*Clarias batrachus*)]**

Adolf J. N. Parhusip<sup>1\*</sup> dan Lulu Julisa Cynthia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kepala Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Teknologi Pangan  
Universitas Pelita Harapan

<sup>2</sup>Alumnus Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pelita Harapan

\*Korespondensi : adolf.parhusip@uph.edu

**ABSTRACT**

Cinnamon bark (*Cinnamomum burmanii*) contains antibacterial compounds which are potential in inhibiting a series of pathogenic bacterial and also capable in inhibiting bacterial activity of food products. These compounds are alkaloid, saponin, tannin, phenolic, flavonoid, triterpenoid, and glycoside. This research was conducted through well-diffusion method to determine the antibacterial activities of cinnamon bark extract in inhibiting the growth of pathogenic bacteria such as, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. thermophilus* and test the stability of cinnamon bark extract toward salt, sugar, pH, and heat. This research was also conducted to inhibit bacterial activity in catfish with the application of cinnamon bark extract. Cinnamon bark extract was concentrated to 5, 10, 15, and 20% for the well-diffusion method. The selected concentration was 5%, since it resulted in more than 10mm inhibitory diameter on every bacterial test. The selected extract concentration was proceeded to the stability test toward salt, sugar, pH, and heat. Results showed that cinnamon bark extract remained stable within 4% salt solution, 40% sugar solution, pH 4 solution, however it wasn't stable through 100 °C heating for 15 minutes. The application of cinnamon bark extract on catfish was concentrated to 0 MBC, 1 MBC, 2 MBC, 3 MBC within 10, 20, and 30 minutes of immersion time. Results showed that the selected treatment was 3 MBC concentration within 30 minutes of immersion time, since it resulted in TVBN value (9.69±0.164 mgN/50g), TMA value (3.87±0.154 mgN/50g), TPC value (3.23x10<sup>5</sup> CFU/g), and pH value (6.421±0.072). In addition, toxicity test was also performed to the selected cinnamon bark extract and it showed that cinnamon bark extract was toxic.

**Keywords:** antibacterial, catfish, cinnamon bark extract, pathogenic bacterial stability

**ABSTRAK**

Kulit kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) mengandung senyawa antibakteri yang berpotensi menghambat serangkaian bakteri patogen dan juga mampu menghambat aktivitas bakteri dari produk makanan. Senyawa ini adalah alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida. Penelitian ini dilakukan melalui metode difusi sumur untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak kulit kayu manis dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. thermophilus* dan menguji

stabilitas ekstrak kulit kayu manis terhadap garam, gula, pH, dan panas. Penelitian ini juga dilakukan untuk menghambat aktivitas bakteri pada ikan lele dengan aplikasi ekstrak kulit kayu manis. Ekstrak kulit kayu manis dibuat dengan konsentrasi 5, 10, 15, dan 20% untuk metode difusi sumur. Konsentrasi yang dipilih adalah 5%, karena menghasilkan diameter hambat lebih dari 10 mm pada setiap uji bakteri. Konsentrasi ekstrak yang dipilih dilanjutkan ke uji stabilitas terhadap garam, gula, pH, dan panas. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak kulit kayu manis tetap stabil dalam larutan garam 4%, larutan gula 40%, larutan pH 4, namun tidak stabil melalui pemanasan 100 °C selama 15 menit. Aplikasi ekstrak kulit kayu manis pada ikan lele terkonsentrasi pada 0 MBC, 1 MBC, 2 MBC, 3 MBC dalam waktu 10, 20, dan 30 menit waktu perendaman. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan yang dipilih adalah konsentrasi 3 MBC dalam 30 menit waktu perendaman, karena menghasilkan nilai TVBN ( $9,69 \pm 0,164$  mgN/50g), nilai TMA ( $3,87 \pm 0,154$  mgN/50g), nilai TPC ( $3,23 \times 10^5$  CFU/g), dan nilai pH ( $6,421 \pm 0,072$ ). Selain itu, uji toksisitas juga dilakukan terhadap ekstrak kulit kayu manis yang dipilih dan itu menunjukkan bahwa ekstrak kulit kayu manis itu beracun.

**Kata kunci :** antibakteri, ekstrak kulit kayu manis, ikan lele, stabilitas bakteri patogen

## PENDAHULUAN

Produk pangan adalah produk yang sangat rentan terhadap kontaminasi dari bakteri. Hal ini disebabkan karena adanya nutrisi-nutrisi pada bahan pangan yang dapat membantu pertumbuhan pada bakteri. Karena adanya kemungkinan pertumbuhan bakteri pada bahan pangan yang akan merugikan kesehatan manusia, maka perlu dilakukan penambahan bahan pengawet yang dapat mencegah tumbuhnya bakteri pada pangan.

Kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) diketahui memiliki banyak manfaat, seperti antibakteri, antijamur, antiinflamasi, analgesik, antioksidan, antitrombotik, antidiabetik, menghambat plak gigi, serta aktivitas lainnya (Mubarak *et al.*, 2016). Kemampuan kayu manis sebagai antibakteri karena adanya komponen seperti

flavonoid, saponin, tannin, alkaloid, serta minyak atsiri (Safratilofa, 2016).

Ekstrak etanol kayu manis mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis* dengan konsentrasi ekstrak 1,5% (Mubarak *et al.*, 2016). Penelitian Angelica (2013) menyatakan bahwa ekstrak etanol kulit kayu manis mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dengan diameter hambat 12,35mm dengan konsentrasi 20%. Disisi lain, minyak kayu manis yang didapat dari destilasi uap air juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *P. acnes* dengan konsentrasi 0,2% (Apriyani *et al.*, 2015).

Kemampuan ekstrak kayu manis dalam menghambat bakteri patogen juga dijadikan sebagai dasar dalam penelitian ini untuk mengetahui kemampuan stabilitas serta kemampuannya untuk menghambat

aktivitas bakteri ikan lele. Penelitian ini menggunakan ikan lele karena adanya peningkatan produksi yang besar pada ikan lele. Menurut KKP tahun 2018, ikan lele mengalami peningkatan hasil produksi setiap tahunnya, tahun 2012 sebanyak 441.217 ton, tahun 2013 543.774 ton, tahun 2014 679.379 ton, tahun 2015 719.619 ton, tahun 2015 719.619 ton, tahun 2016 764.797 ton, dan tahun 2017 sebanyak 1.711.867 ton. Peningkatan produksi yang besar ini juga menuntut adanya kualitas mutu ikan sehat dan bergizi.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan konsentrasi ekstrak terpilih yang mampu menghambat bakteri *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *S. aureus*, *S. thermophilus*, *L. monocytogenes* *E. coli*, serta menguji kestabilan ekstrak terhadap garam, gula, pH, serta pemanasan. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan konsentrasi ekstrak dan lama perendaman terpilih dalam menghambat bakteri pada ikan lele.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang dibutuhkan untuk analisis adalah kultur *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *S. aureus*, *S. thermophilus*, *L. monocytogenes* dan *E. coli*. Bahan lainnya adalah media *Nutrient Agar* “Merck”, media *Nutrient Broth* “Merck”, media *deMann Rogosa*

*Sharpe Agar* “Merck”, *deMann Rogosa Sharpe Agar* “Merck”, larutan *trichloroacetic acid* 7.5% “Merck”, larutan NaOH 10%, formaldehid 35%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.03N, dan asam borat 4%.

Alat-alat yang digunakan adalah *shaker*, *rotary evaporator*, inkubator, *colony counter*, *laminar air flow*, *autoclave*, mikroskop, dan tabung Kjedahl.

### Metode Penelitian

#### Penelitian Pendahuluan

Prosedur penelitian pendahuluan merupakan modifikasi dari penelitian Safratilofa (2016). Kulit kayu manis dikeringkan menggunakan sinar matahari hingga kadar air kurang dari 10%. Kulit kayu manis dihaluskan dengan *blender*, kemudian diayak hingga menjadi bubuk.

Bubuk kulit kayu manis diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etil asetat. Maserasi dilakukan dengan perbandingan 1:4 selama 24 jam 50 rpm. Hasil dari maserasi difiltrasi, dipisahkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 55 °C dan gas nitrogen, hingga kental menjadi ekstrak.

#### Penelitian Tahap 1

Ekstrak dikonsentrasikan menjadi 5, 10, 15, dan 20%, kemudian dilakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. typhi*, *P.*

*aeruginosa*, *S. aureus*, dan *S. thermophilus* dengan metode difusi sumur. Diameter penghambatan yang terbentuk dihitung menggunakan jangka sorong. Hasil dari diameter penghambatan digunakan untuk menentukan konsentrasi ekstrak terpilih dan nilai MIC serta MBC (Bloomfield, 1991). Konsentrasi ekstrak terpilih akan dianalisis fitokimia (A'yun dan Laily, 2015; Najooan *et al.*, 2016; Simaremare, 2014) serta toksisitas (Ningdyah *et al.*, 2015).

### Penelitian Tahap 2

Ekstrak etil asetat kulit kayu manis akan dilakukan pengujian terhadap garam, gula, pH, dan pemanasan. Pengujian stabilitas garam dilakukan menggunakan konsentrasi garam 0, 1, 2, 3, dan 4%. Pengujian stabilitas gula dilakukan dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40%. Pengujian pH dengan menggunakan larutan pH kontrol, 4, 5, 6, 7, dan 8. Kestabilan ekstrak terhadap pemanasan dilakukan dengan suhu 70°C, 80°C, 90°C, 100°C dan lama waktu 0, 5, 10, dan 15 menit (Modifikasi Naufalin *et al.*, 2006).

### Penelitian Tahap 3

Ekstrak etil asetat kulit kayu manis diaplikasikan pada ikan lele yang disimpan 24 jam pada suhu ruang. Sebelum penyimpanan, ikan lele akan direndam di

dalam ekstrak konsentrasi 0 MBC, 1 MBC, 2 MBC, 3 MBC dengan lama perendaman 10, 20, serta 30 menit (Modifikasi Sirait *et al.*, 2017). Selanjutnya akan dianalisis nilai TVBN TMA (BSN, 2009), pH (Bawinto *et al.*, 2015), dan TPC (BSN, 2006).

### Rancangan Percobaan

Pada penelitian tahap 1 digunakan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor yaitu konsentrasi ekstrak dengan pengulangan sebanyak 6 kali. Pada penelitian tahap 2 untuk stabilitas garam, gula dan pH dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap 1 faktor dan 2 kali pengulangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penelitian Pendahuluan

Kulit kayu manis dibersihkan dan dikeringkan dengan sinar matahari hingga kadar air kurang dari 10% (Anam, 2010). Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa kadar air dari kulit kayu manis >10%.

Tabel 1 Kadar air kulit kayu manis

Kadar air kulit kayu manis (%)	
Basis kering	6,61
Basis basah	6,20

Proses ekstraksi kulit kayu manis dilakukan dengan metode maserasi selama 24 jam dengan rasio 1:4. Hasil maserasi akan dipekatkan menjadi ekstrak etil asetat kulit

kayu manis dan dikonsentrasikan menjadi 5, 10, 15, dan 20%.

### Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap 1 meliputi menghitung pertumbuhan bakteri patogen uji yang diinkubasi selama 24 jam, analisis fitokimia, serta mempelajari aktivitas antibakteri dari ekstrak etil asetat kulit kayu manis terhadap bakteri uji. Pertumbuhan bakteri *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. typhi*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, dan *S. thermophilus* yang diinkubasi selama 24 jam secara berturut-turut adalah  $1,35 \times 10^7$ ;  $1,96 \times 10^7$ ;  $1,97 \times 10^7$ ;  $2,12 \times 10^7$ ;  $2,19 \times 10^7$ ; dan  $1,17 \times 10^7$  CFU/ml. Pertumbuhan keenam bakteri uji yang diinkubasi selama 24 jam sudah memenuhi syarat untuk melakukan analisis antibakteri dengan metode difusi sumur. Menurut Prayoga (2013), pengujian penghambatan bakteri dengan metode difusi harus memiliki jumlah bakteri yang sesuai dengan standarisasi yaitu  $10^5$ - $10^8$  CFU/ml.

Hasil analisis fitokimia ekstrak etil asetat kulit kayu manis mengandung senyawa fitokimia alkaloid, saponin, tannin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida. Senyawa alkaloid akan mempengaruhi tekanan osmotik di lingkungan sekitar bakteri (Mubarak *et al.*, 2016). Senyawa saponin dapat mengganggu permeabilitas dari sel bakteri, sehingga sitoplasma akan keluar dari

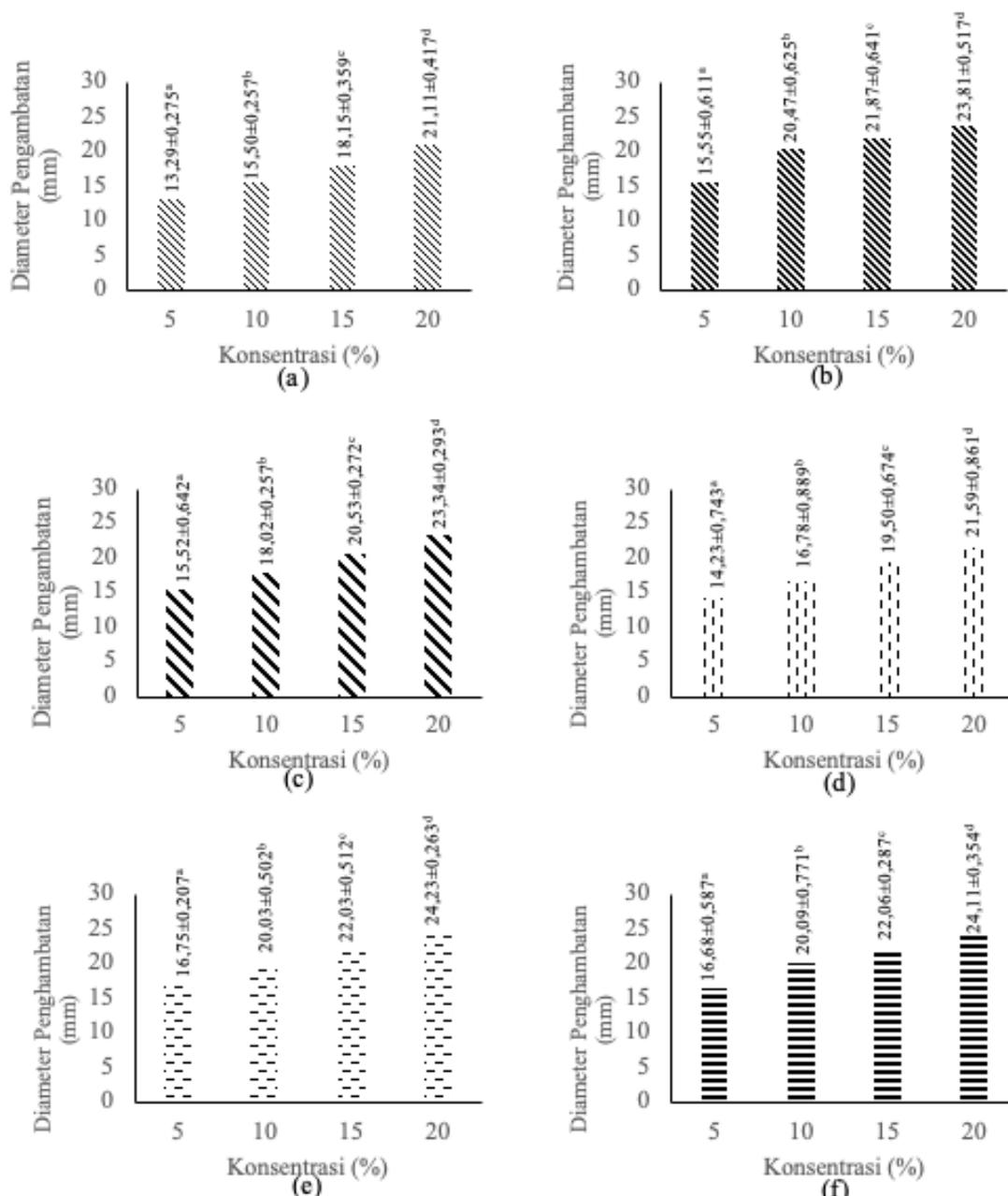
sel dan berakibat pada kematian sel (Pangestuti *et al.*, 2017).

Tanin akan menginaktivasi enzim dari bakteri. Fenolik akan merusak membran sitoplasma bakteri. Flavonoid akan mengganggu integritas membran sel. Triterpenoid akan mengganggu permeabilitas sel dari bakteri (Mubarak *et al.*, 2016). Salah satu senyawa yang termasuk senyawa glikosida adalah saponin (Ernawati dan Sari, 2015).

Berdasarkan Gambar 1, diameter penghambatan yang dihasilkan pada bakteri *L. monocytogenes* ( $15,55 \pm 0,611$  mm), *S. aureus* ( $16,75 \pm 0,207$  mm) dan *S. thermophilus* ( $16,68 \pm 0,587$  mm) cenderung lebih besar dibandingkan pada bakteri lainnya seperti *E. coli* ( $13,29 \pm 0,275$  mm), *S. typhi* ( $15,52 \pm 0,642$  mm), dan *P. aeruginosa* ( $14,23 \pm 0,743$  mm). Hal ini dikarenakan *L. monocytogenes*, *S. aureus* dan *S. thermophilus* merupakan bakteri gram positif. Bakteri gram positif tidak memiliki lapisan lipopolisakarida pada dinding sel, sedangkan bakteri gram negatif memiliki lapisan lipopolisakarida pada bagian dinding sel yang bertujuan untuk menghalang masuknya senyawa antibakteri (Sunny *et al.*, 2016). Perbedaan struktur dinding sel bakteri gram negatif yang lebih kompleks ini menyebabkan senyawa antibakteri sulit

berpenetrasi sehingga menghasilkan diameter penghambatan yang lebih kecil dibandingkan bakteri gram positif.

Gambar 1 menyatakan kemampuan ekstrak etil asetat kulit kayu manis dalam menghambat pertumbuhan bakteri tergolong



Gambar 1 Hasil diameter penghambatan ekstrak etil asetat kulit kayu manis terhadap bakteri uji  
 Keterangan: (a) *E. coli*, (b) *L. monocytogenes*, (c) *S. Typhi*, (d) *P. aeruginosa*, (e) *S. aureus*, (f) *S. thermophilus*.  
 Perbedaan notasi mengindikasikan perbedaan yang signifikan pada masing-masing faktor ( $p < 0.05$ ).

kuat, karena pada konsentrasi terkecil yaitu 5%, ekstrak etil asetat kulit kayu manis mampu menghambat >10 mm. Hal ini sesuai dengan penelitian Rastina *et al.* (2015), yang menyatakan bahwa diameter penghambatan yang berkisar 10-20mm termasuk ke dalam kategori kuat.

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa bakteri gram negatif *E. coli* ( $13,29 \pm 0,275$  mm) memiliki diameter penghambatan paling kecil yang diikuti oleh bakteri *P. aeruginosa* ( $14,23 \pm 0,743$  mm). *E. coli* dan *P. aeruginosa* memiliki ciri khas yang khusus sehingga bakteri ini tahan terhadap senyawa antibakteri. *Escherichia coli* memiliki struktur dinding sel yang tinggi kandungan lipid (11-22%), dengan demikian senyawa antibakteri yang larut di dalam senyawa polar dan semi polar sulit untuk berpenetrasi ke dalam sel dan merusak sel (Prihandani *et al.*, 2015).

Sedangkan *P. aeruginosa* mampu memproduksi EPS (eksopolisakarida) alginat yang membentuk gel di sekeliling bakteri. Keberadaan alginat ini dijadikan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai biofilm, sehingga bakteri ini sulit dirusak oleh senyawa antibakteri (Ilah, 2015).

Pada bakteri gram positif berdasarkan Gambar 1, bakteri *L. monocytogenes* ( $15,55 \pm 0,611$  mm) memiliki diameter

penghambatan paling kecil dibandingkan kedua bakteri gram positif lainnya. Hal ini karena *L. monocytogenes* mampu membentuk biofilm berupa lapisan lendir yang meningkatkan kemampuannya akan melindungi sel nya dari senyawa antibakteri (Ariyanti, 2010). Keberadaan biofilm ini menyebabkan senyawa antibakteri sulit berpenetrasi ke dalam sel.

Gambar 1 menunjukkan adanya peningkatan diameter penghambatan setiap peningkatan konsentrasi ekstrak pada setiap bakteri uji, hal ini dikarenakan semakin banyak komponen-komponen dalam ekstrak yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri.

Nilai MIC dan MBC ditentukan pada penelitian tahap 1. Nilai MIC dan MBC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai MIC dan MBC bakteri uji

Bakteri Uji	MIC (%)	MBC (%)
<i>E. coli</i>	0,55	2,18
<i>L. monocytogenes</i>	0,41	1,62
<i>S. Typhi</i>	0,44	1,76
<i>P. aeruginosa</i>	0,47	1,86
<i>S. aureus</i>	0,35	1,42
<i>S. thermophilus</i>	0,35	1,40

Berdasarkan Tabel 2, bakteri gram negatif membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi untuk membunuh dibandingkan dengan bakteri gram positif. Hal ini disebabkan karena perbedaan struktur dinding sel, dimana dinding sel bakteri Gram

negatif memiliki struktur lebih kompleks sehingga lebih sulit senyawa antibakteri untuk berpenetrasi ke dalam (Alviana, 2016).

Tabel 2 menunjukkan bahwa *E. coli* memiliki nilai MBC yang paling besar dan diikuti oleh *P. aeruginosa*. *E. coli* memiliki kandungan lipid yang tinggi sehingga senyawa antibakteri yang bersifat polar sulit untuk berpenetrasi ke dalam sel (Prihandani *et al.*, 2015), sedangkan *P. aeruginosa* memiliki biofilm yang mampu mempertahankan sel nya dari senyawa antibakteri (Wahyudi dan Silviani, 2015).

Bakteri *S. thermophilus* pada Tabel 2 menunjukkan nilai MBC terkecil karena suhu inkubasi untuk *S. thermophilus* tidak sesuai dengan suhu optimum yang dibutuhkan oleh bakteri ini yaitu 42 °C (Sharma, *et al.*, 2014). Sehingga cukup dengan konsentrasi kecil ekstrak, bakteri ini akan terbunuh. *L. monocytogenes* butuh konsentrasi paling tinggi pada gram positif karena mampu memproduksi biofilm sehingga senyawa antibakteri sulit berpenetrasi ke dalam sel bakteri (Ariyanti, 2010).

## Penelitian Tahap 2

Penelitian tahap 2 dilakukan dengan analisis stabilitas berupa stabilitas terhadap garam, gula, pH, dan pemanasan. Pengujian stabilitas menggunakan konsentrasi ekstrak terpilih, yaitu 5%. Penentuan konsentrasi

ekstrak 5% dikarenakan konsentrasi 5% sudah tergolong ke dalam kategori antibakteri kuat karena mampu memberikan diameter diameter penghambatan >10 mm (Rastina *et al.*, 2015). Konsentrasi 5% sebagai konsentrasi terpilih didukung oleh adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) untuk konsentrasi 5, 10, 15, dan 20%.

## Analisis Stabilitas Garam

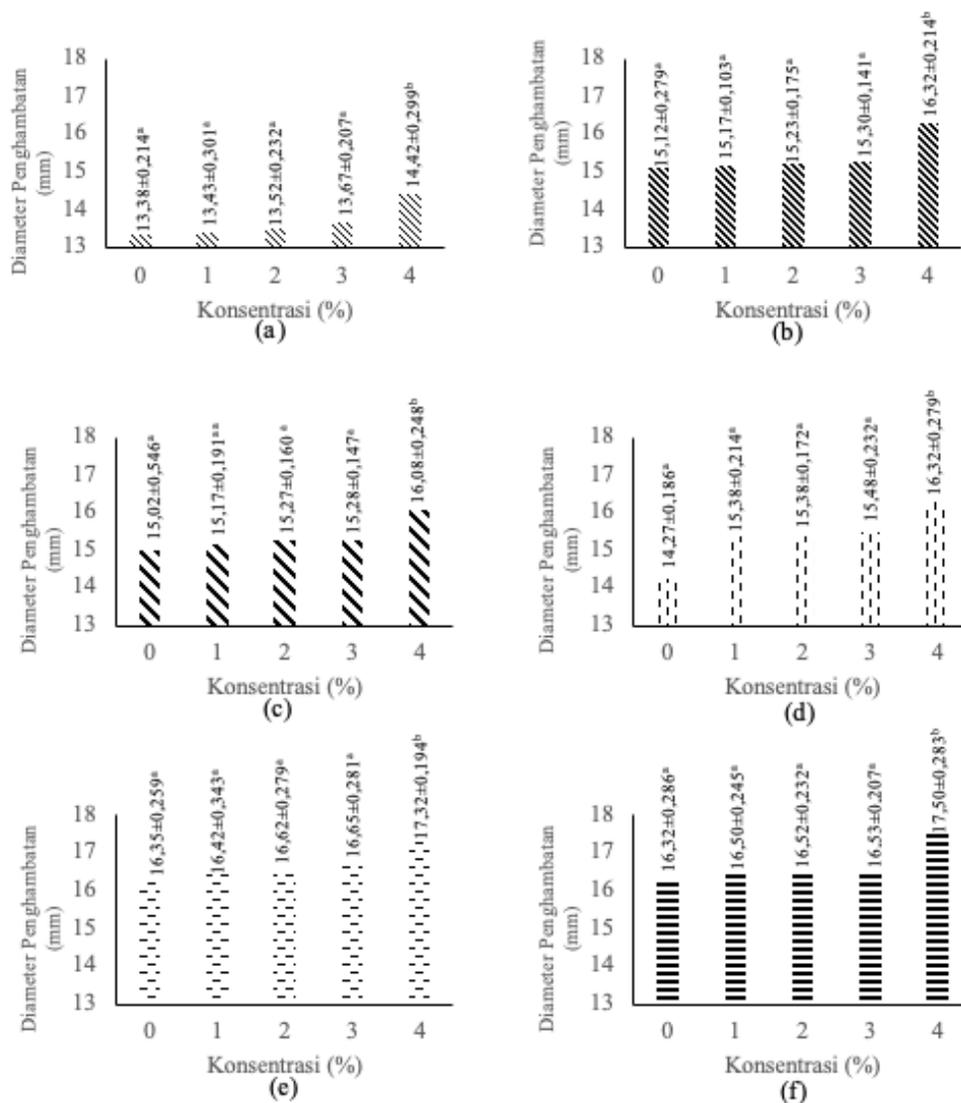
Analisis stabilitas ekstrak terhadap garam dilakukan dengan konsentrasi garam 0, 1, 2, 3, dan 4%. Konsentrasi garam 1-4% hanya berfungsi sebagai penambah cita rasa, garam dijadikan sebagai pengawet pada produk perikanan dengan konsentrasi pada konsentrasi 15% (Tumbelaka *et al.*, 2013). Hasil analisis stabilitas garam dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan diameter penghambatan hingga konsentrasi 4%. Garam 0% berbeda signifikan ( $p < 0.05$ ) dengan garam 4%.

Peningkatan diameter penghambatan yang ditunjukkan pada Gambar 2, sesuai dengan penelitian Naufalin (2006) yang menyatakan bahwa garam dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Garam dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme seperti menurunkan aktivitas air, merusak membran sel, serta menyebabkan osmosis. Proses osmosis akibat penambahan garam menyebabkan

berkurangnya air dari dalam sel mikroorganisme yang dapat menghambat aktivitas mikroorganisme.

Selain itu, keberadaan ion klor yang dimiliki garam bersifat racun bagi mikroorganisme, ion klor dapat menghentikan sistem respirasi bakteri.

Keberadaan garam juga akan mendenaturasi protein mikroorganisme (Amalia *et al.*, 2016). Kemampuan garam dalam mengganggu kehidupan bakteri menjadi penyebab adanya peningkatan diameter penghambatan seiring dengan penambahan konsentrasi garam.



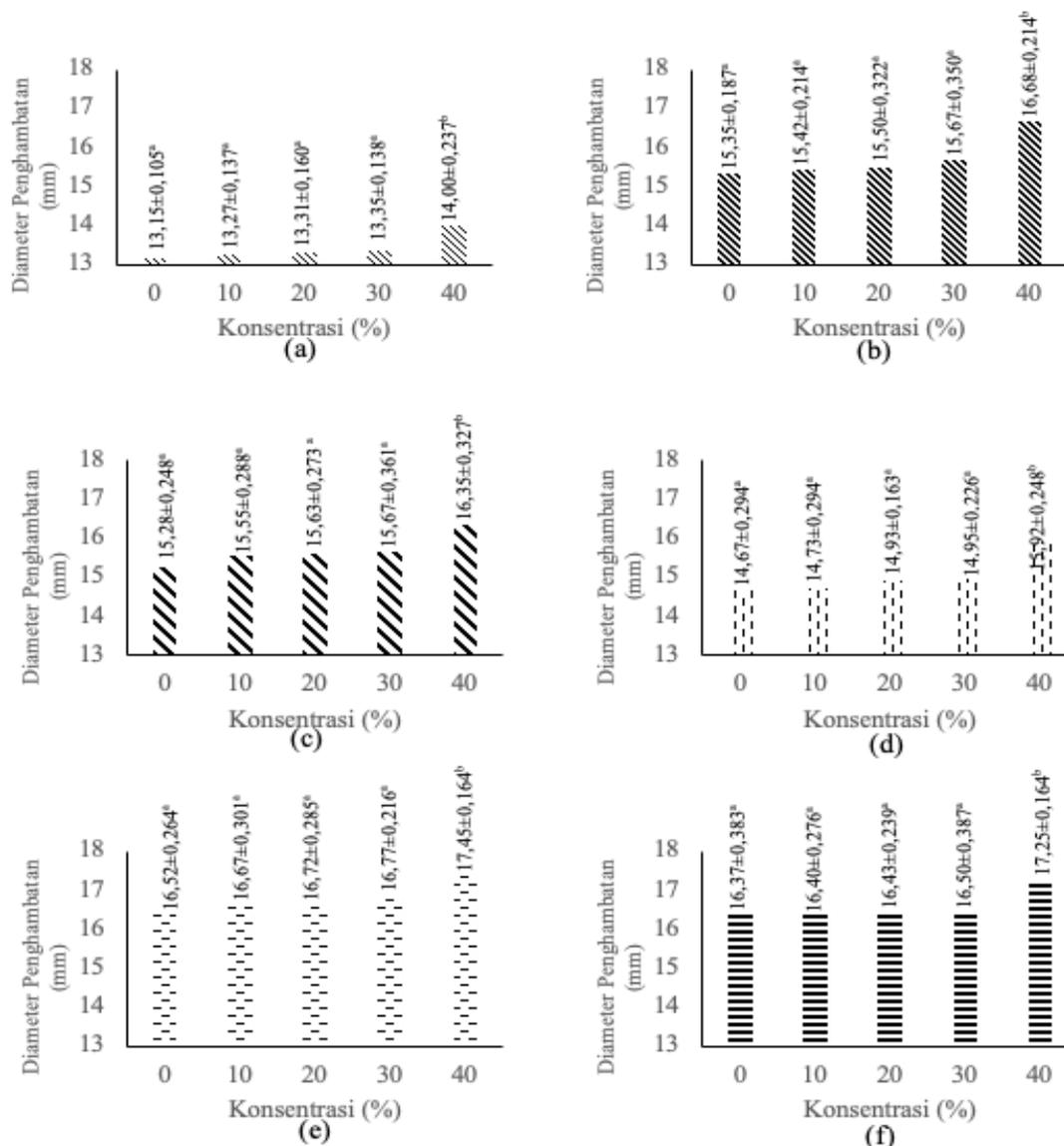
Gambar 2 Hasil diameter penghambatan ekstrak etil asetat kulit kayu manis terhadap garam  
Keterangan: (a) *E. coli*, (b) *L. monocytogenes*, (c) *S. Typhi*, (d) *P. aeruginosa*, (e) *S. aureus*, (f) *S. thermophilus*.

Perbedaan notasi mengindikasikan perbedaan yang signifikan pada masing-masing faktor ( $p < 0.05$ ).

### Analisis Stabilitas Gula

Analisis stabilitas ekstrak terhadap gula dilakukan dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, dan 40%. Dengan konsentrasi dibawah 40%, gula berfungsi sebagai penambah cita rasa. Gula berfungsi menjadi bahan pengawet

ketika ditambahkan dalam jumlah lebih besar dari 40% (Septya *et al.*, 2017). Hasil analisis stabilitas gula dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan adanya peningkatan diameter penghambatan hingga konsentrasi 40% dan beda dengan gula 0%.

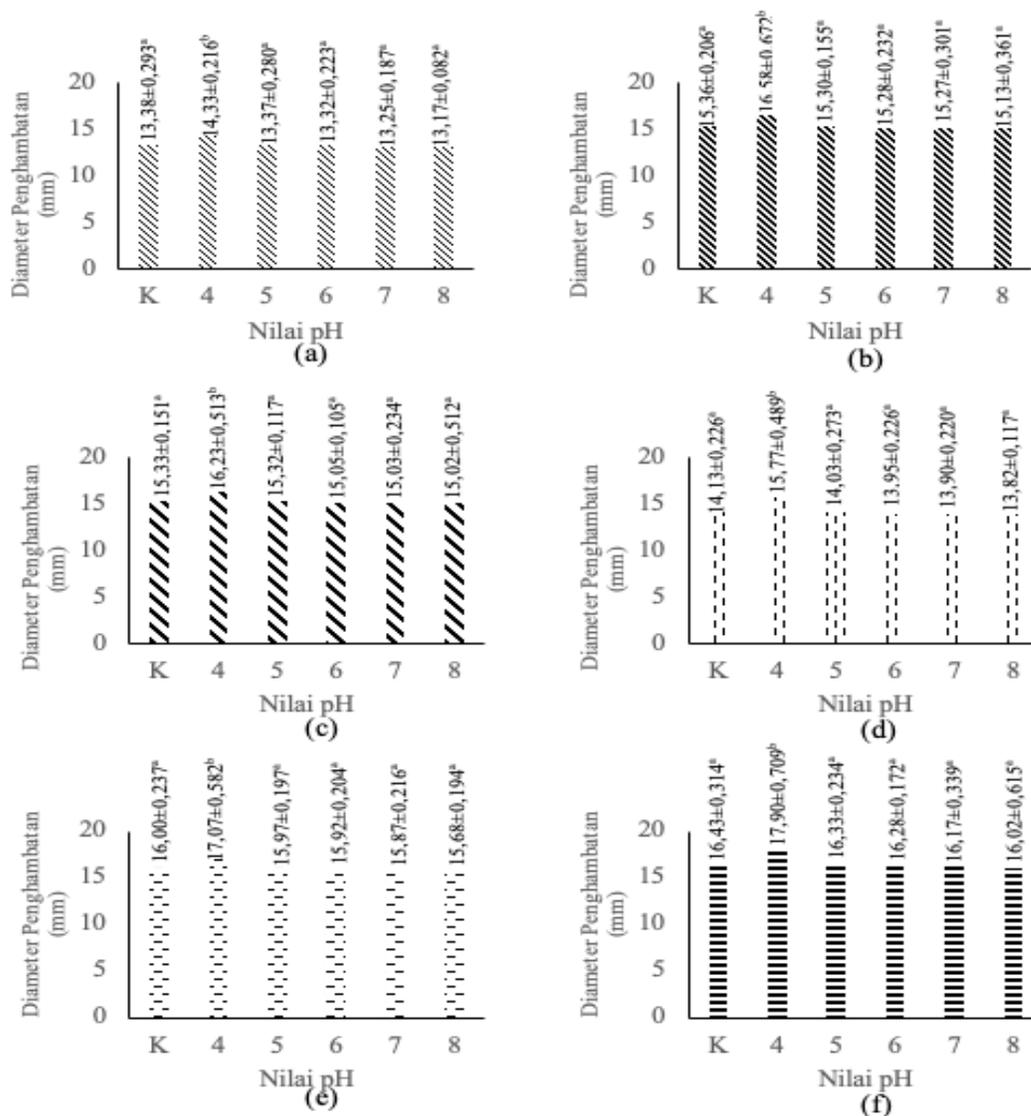


Gambar 3 Hasil diameter penghambatan ekstrak etilasetat kulit kayu manis terhadap gula  
Keterangan: (a) *E. coli*, (b) *L. monocytogenes*, (c) *S. Typhi*, (d) *P. aeruginosa*, (e) *S. aureus*, (f) *S. thermophilus*.

Perbedaan notasi mengindikasikan perbedaan yang signifikan pada masing-masing faktor ( $p < 0.05$ ).

Gambar 3 menunjukkan adanya peningkatan diameter penghambatan pada gula 40%, hal ini dikarenakan gula dapat mengikat air dan menurunkan aktivitas air bahan pangan kemudian menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Septya, 2017). Penambahan gula juga menyebabkan

terjadinya plasmolisis karena kondisi lingkungan bersifat hipertonik. Plasmolisis adalah keadaan dimana cairan sel mikroorganisme keluar sehingga sel dehidrasi, mengkerut, dan mati (Maryana, 2014).

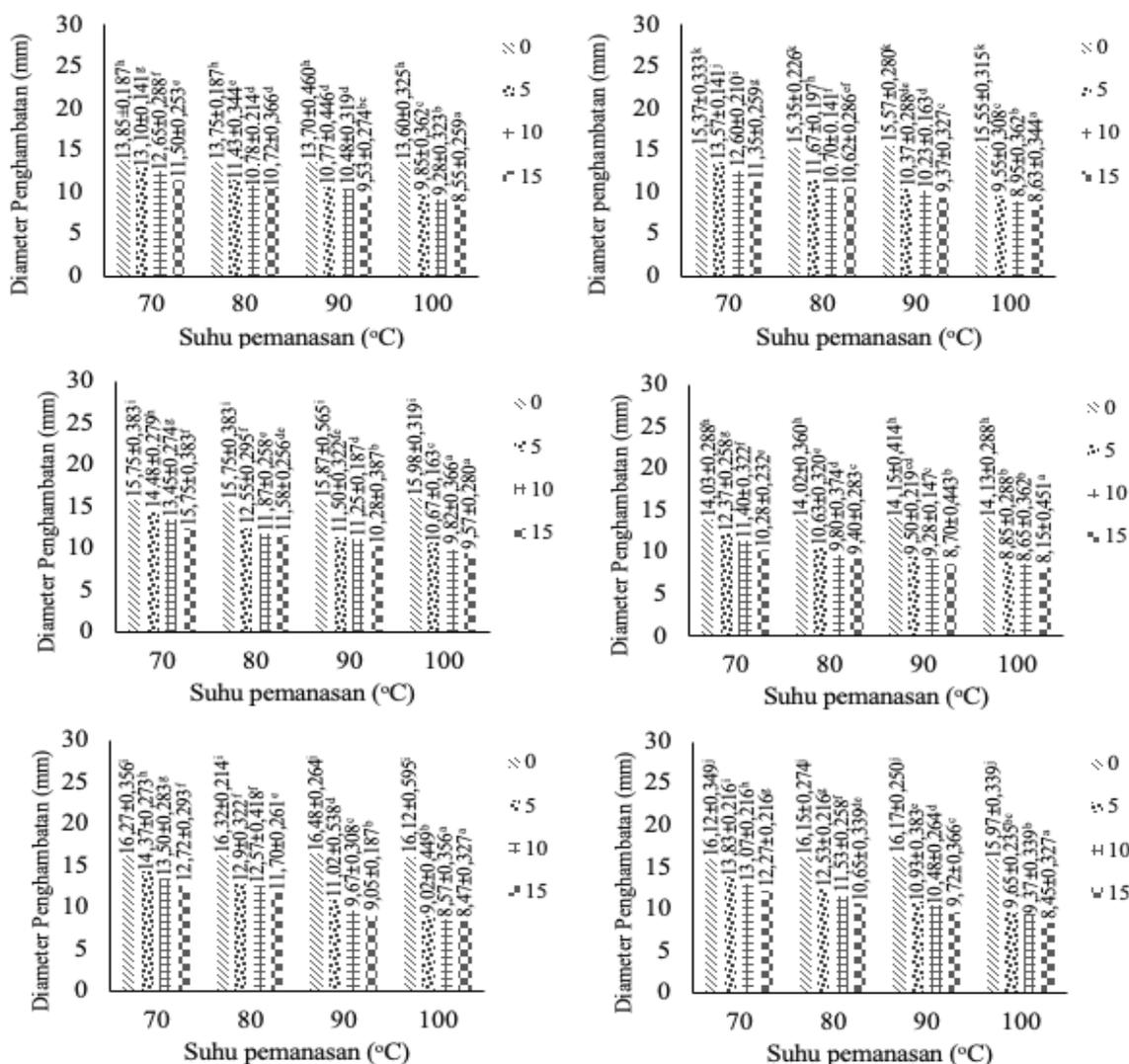


Gambar 4 Hasil diameter penghambatan ekstrak etil a setat kulit kayu manis terhadap pH  
Keterangan: (a) *E. coli*, (b) *L. monocytogenes*, (c) *S. Typhi*, (d) *P. aeruginosa*, (e) *S. aureus*, (f) *S. thermophilus*.  
Perbedaan notasi mengindikasikan perbedaan yang signifikan pada masing-masing faktor ( $p < 0.05$ ).

### Analisis Stabilitas pH

Analisis stabilitas ekstrak terhadap pH dilakukan dengan kondisi pH kontrol, 4, 5, 6, 7 dan 8. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan adanya

Gambar 4 menunjukkan adanya diameter penghambatan paling tinggi pada pH 4 untuk semua bakteri uji. Hal ini disebabkan karena adanya pertukaran antara komponen ekstrak dengan asam. Pertukaran



Gambar 5 Hasil diameter penghambatan ekstrak etil asetat kayu manis terhadap pemanasan  
Keterangan: (a) *E. coli*, (b) *L. monocytogenes*, (c) *S. Typhi*, (d) *P. aeruginosa*. (e) *S. aureus*, (f) *S. thermophilus*.  
Perbedaan notasi mengindikasikan perbedaan yang signifikan pada masing-masing faktor ( $p < 0.05$ ).

peningkatan diameter penghambatan pada kondisi pH 4. Kondisi pH 4 berbeda secara signifikan ( $p < 0.05$ ) dengan kontrol.

ini memunculkan ion  $Cl^-$ , keberadaan ion ini tidak diharapkan oleh bakteri, sehingga bakteri harus mengeluarkan banyak energi

untuk mengeluarkan ion  $\text{Cl}^-$ . Selain ion  $\text{Cl}^-$ , pada kondisi asam juga akan terdapat ion  $\text{H}^+$  yang akan mendenaturasi sel-sel bakteri. Keberadaan 2 ion ini menyebabkan sel bakteri harus mengeluarkan banyak energi untuk mengeluarkan ion ini sehingga akan mengganggu metabolisme sel dan berujung pada kematian (Naufalin *et al.*, 2006). Kematian sel menyebabkan peningkatan diameter penghambatan.

Ardiansyah (2003) menambahkan bahwa komponen fenolik lebih aktif pada pH rendah. Hal ini sesuai dengan Gambar 4 yang menunjukkan diameter penghambatan terbesar pada pH 4.

### **Analisis Stabilitas Pemanasan**

Analisis stabilitas pemanasan dilakukan dengan suhu  $70^\circ\text{C}$ ,  $80^\circ\text{C}$ ,  $90^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$  selama 0, 5, 10, dan 15 menit. Gambar 5 menunjukkan penurunan diameter penghambatan seiring peningkatan suhu serta waktu. Kondisi pemanasan  $100^\circ\text{C}$  selama 15 menit berbeda secara signifikan ( $p < 0.05$ ) dengan kontrol.

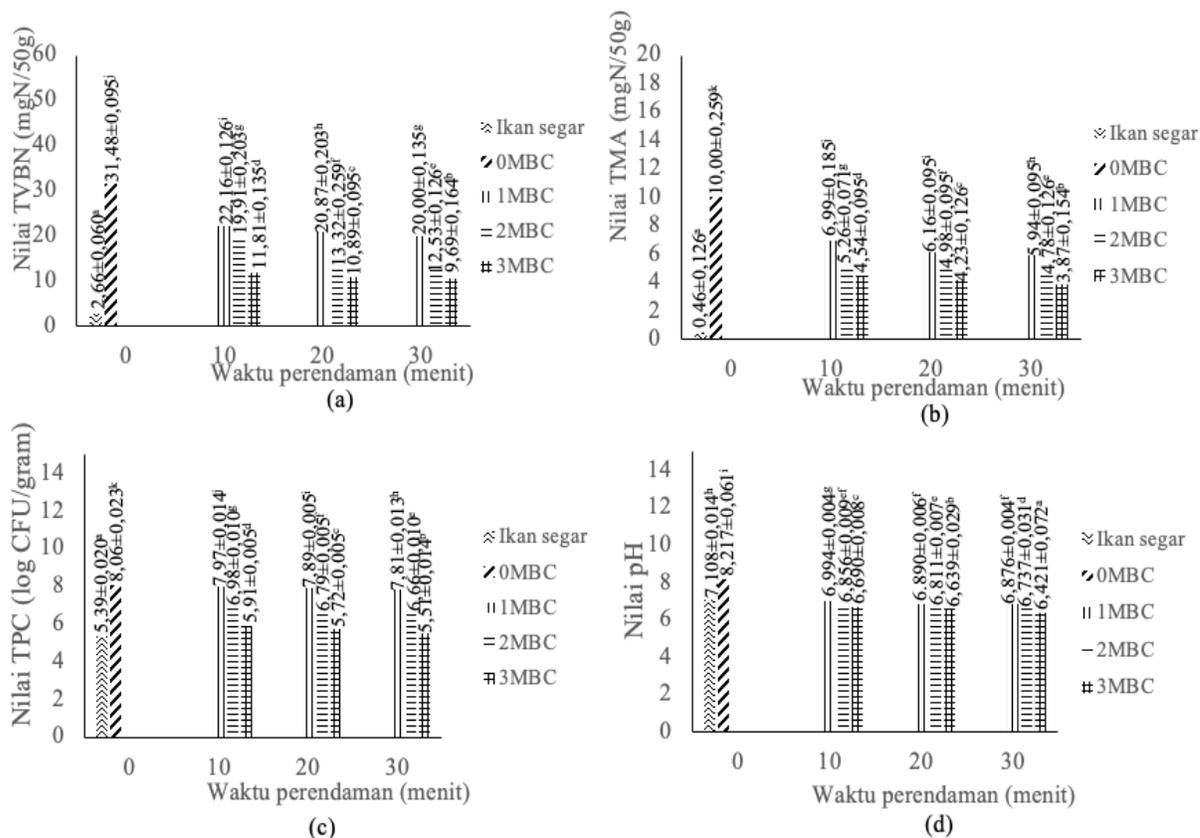
Gambar 5 menunjukkan adanya penurunan diameter penghambatan yang mengindikasikan adanya penurunan kemampuan kemampuan senyawa antibakteri. Hal ini sesuai dengan penelitian Naufalin *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa pemanasan pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 2

jam akan menyebabkan beberapa golongan flavonoid seperti kaempferol dan kuersetin mengalami penurunan aktivitas 68% dan 48%. Penurunan diameter penghambatan yang ditunjukkan pada Gambar 5 juga disebabkan karena adanya suhu tinggi yang dapat menyebabkan degradasi dari suatu senyawa kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana (Rina, 2013). Beberapa senyawa kimia yang berkontribusi terhadap penghambatan bakteri seperti, flavonoid, alkaloid, saponin, dan tannin bersifat tidak tahan terhadap panas (Ijeh *et al.*, 2010).

### **Penelitian Tahap 3**

Penelitian tahap 3 merupakan pengaplikasian ekstrak etil asetat kulit kayu manis terhadap ikan lele dengan tujuan menghambat aktivitas bakteri ikan lele. Pengaplikasian ekstrak terhadap ikan lele menggunakan metode perendaman dengan konsentrasi 0 MBC, 1 MBC, 2 MBC, 3 MBC selama 10, 20, dan 30 menit. Ikan lele akan disimpan 24 jam pada suhu ruang dan akan dianalisis nilai TVBN, TMA, TPC, serta pH yang mengindikasikan kesegaran ikan. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, terdapat hubungan interaksi yang signifikan ( $p < 0.05$ ) antara lama perendaman dengan konsentrasi untuk setiap analisis. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka



Gambar 6 Hasil analisis aplikasi ekstrak etil asetat kulit kayu manis terhadap mutu ikan

Keterangan: (a) Nilai TVBN, (b) Nilai TMA, (c) Nilai TPC, (d) Nilai pH.

Perbedaan notasi mengindikasikan perbedaan yang signifikan pada masing-masing faktor ( $p < 0.05$ ).

semakin banyak senyawa-senyawa fitokimia dalam ekstrak yang mampu mendukung penghambatan aktivitas mikroorganisme penyebab kebusukan ikan. Semakin lama perendaman ikan dalam ekstrak akan menyebabkan penetrasi komponen-komponen ekstrak ke dalam ikan lebih banyak, sehingga dapat menghambat aktivitas bakteri ikan (Pratiwi *et al.*, 2016).

Gambar 6(a) menunjukkan nilai TVBN pada ikan yang diberi perlakuan konsentrasi 3MBC dengan lama perendaman 30 menit memiliki nilai TVBN  $9,69 \pm 0,164$  mgN/50g,

sedangkan ikan kontrol tanpa penambahan ekstrak memiliki nilai TVBN  $31,48 \pm 0,095$  mgN/50g. Ikan dikatakan segar bila memiliki nilai TVBN 5-10 mgN/50g, sedangkan nilai TVBN  $> 15$  mgN/50g mengindikasikan keadaan ikan busuk (Saputra dan Nurhayati, 2014).

Penurunan nilai TVBN pada ikan yang direndam dengan konsentrasi 3MBC selama 30 menit disebabkan karena adanya senyawa fitokimia pada ekstrak etil asetat kulit kayu manis yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri sehingga aktivitas

degradasi protein menjadi komponen volatil basa akibat mikroorganisme juga mengalami penurunan (Mubarak *et al.*, 2016). Kemampuan komponen-komponen antibakteri dalam ekstrak etil asetat kulit kayu manis mampu mempertahankan nilai TVBN ikan lele pada kategori segar.

Berdasarkan Gambar 6(b) dapat dilihat bahwa nilai TMA ikan yang direndam pada konsentrasi 3MBC selama 30 menit adalah  $3,87 \pm 0,154$  mgN/50g, sedangkan ikan yang tidak direndam dengan ekstrak memiliki nilai TMA sebesar  $10,00 \pm 0,259$  mgN/50g. Penurunan nilai TMA disebabkan karena pembentukan TMA dengan cara pemecahan TMAO yang terjadi karena aktivitas bakteri dapat dihambat dengan senyawa fitokimia dari ekstrak etil asetat kulit kayu manis (Murtini *et al.*, 2014).

Gambar 6(c) menunjukkan hasil analisis *total plate count* pada ikan yang direndam dalam konsentrasi 3 MBC selama 30 menit adalah  $3,23 \times 10^5$  CFU/gram, sedangkan *total plate count* pada ikan tanpa perendaman ekstrak adalah  $1.15 \times 10^8$  CFU/gram. Hasil dari *total plate count* pada ikan yang direndam dalam ekstrak konsentrasi 3 MBC selama 30 menit sesuai dengan ketentuan angka lempeng total yang ditetapkan oleh BSN yaitu tidak lebih dari  $5 \times 10^5$  CFU/gram.

Penurunan 3 siklus log ini didukung oleh penelitian Rollando dan Sitepu (2016) yang menyatakan bahwa sinamaldehyd mampu mengganggu membran sel dari bakteri hingga mengubah susunan sel membran, dimana hal ini akan menyebabkan kematian pada sel bakteri. Gambar 6(c) menunjukkan bahwa ikan segar dengan ikan perendaman 3 MBC selama 30 menit berada pada siklus log yang sama, hal ini membuktikan bahwa aplikasi ekstrak etil asetat kulit kayu manis terhadap ikan mampu menghambat proses pembusukan ikan.

Gambar 6(d) menunjukkan bahwa ikan yang direndam didalam ekstrak dengan konsentrasi 3MBC selama 30 menit memiliki nilai pH yang cenderung lebih asam ( $6,421 \pm 0,072$ ) dibandingkan dengan ikan tanpa ekstrak yang cenderung basa ( $8,217 \pm 0,061$ ). Nilai pH ikan tanpa ekstrak bersifat basa karena bakteri merombak kandungan protein serta lemak dari ikan sehingga menghasilkan senyawa komponen basa (Liviawaty dan Afrianto, 2014).

Senyawa-senyawa fitokimia pada kayu manis yang dapat menghambat aktivitas bakteri menyebabkan penurunan aktivitas perombakan kandungan protein dan lemak, sehingga tidak menghasilkan senyawa komponen basa (Liviawaty dan Afrianto, 2014). Dengan demikian, aplikasi ekstrak etil

asetat kulit kayu manis terhadap ikan mampu mempertahankan pH ikan sehingga tidak terbentuk senyawa-senyawa basa.

### Analisis Toksisitas

Ekstrak etil asetat kulit kayu manis memiliki nilai  $LC_{50}$  342,58 ppm. Nilai  $LC_{50}$  dari ekstrak etil asetat kulit kayu manis termasuk ke dalam kategori toksik karena berkisar pada nilai 31-1000 ppm. Kemampuan toksisitas ekstrak etil asetat kulit kayu manis dikarenakan kandungan senyawa fitokimia didalamnya seperti saponin, alkaloid, fenolik, tannin dan flavonoid.

Saponin akan menurunkan tegangan permukaan selaput pada saluran pencernaan kemudian menyebabkan kerusakan pada dinding saluran pencernaan (Atmoko, 2009). Alkaloid dan flavonoid memiliki kemampuan sebagai racun perut atau *stomach poisoning* (Vitalia, 2016). Senyawa fenolik dan tannin berperan sebagai *antifeedant* yang menghambat daya makan larva sehingga berujung kematian larva (Muaja *et al.*, 2013).

### KESIMPULAN

Ekstrak etil asetat kulit kayu manis mengandung senyawa fitokimia alkaloid, saponin, tannin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida. Konsentrasi ekstrak etil asetat kulit kayu manis terpilih

adalah 5%, karena mampu membentuk diameter penghambatan lebih dari 10 mm. Bakteri *E. coli* memiliki nilai MIC dan MBC terbesar dengan nilai 0,55 dan 2,18%.

Ekstrak etil asetat kulit kayu manis tidak stabil dengan adanya pemanasan dengan suhu 100 °C selama 15 menit, namun stabil pada penambahan garam 4%, gula 40%, dan kondisi pH 4. Ekstrak etil asetat kulit kayu manis mampu menghambat aktivitas bakteri selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang yang direndam di dalam ekstrak berkonsentrasi 3MBC selama 30 menit. Toksisitas ekstrak etil asetat kulit kayu manis termasuk ke dalam kategori toksik.

### SARAN

Penelitian selanjutnya dapat melakukan ekstraksi dengan menggunakan beberapa pelarut yang berbeda polaritas dan menganalisis senyawa antibakteri dari kulit kayu manis dengan AAS, SEM, dan GC.

### DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Q. dan Laily, A.N. 2015. Analisis Fitokimia Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Kendalpayak, Malang. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Prosiding.
- Alviana, N. 2016. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Krisan (*Chrysantemum morifolium* Syn. *Dendrathera grandiflora*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan

- Escherichia coli*. Yogyakarta: Univeristas Atma Jaya. Skripsi.
- Amalia, R. D., dan Haitami. 2016. Daya Hambat NaCl terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Medical Laboratory Technology Journal 2 (2): 42-45.
- Anam, C. 2010. Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale*) Kajian dari Ukuran, Bahan, Pelarut, Waktu dan Suhu. Jurnal Pertanian MAPETA 12 (2): 72-144.
- Angelica, N. 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kayu Manis dan Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees dan Th. Nees)) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya 2 (2): 1-8.
- Apriyani, Mega, Y., Priani, S. E., dan Gadri, A. 2015. Aktivitas Antibakteri Minyak Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni* NeesEx Bl.) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. Prosiding Penelitian. (p) 348-353.
- Ardiansyah, Nuraida, L., dan Andarwulan, N. 2003. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Daun Beluntas (*Plucea indica* L.) dan Stabilitas Aktivitasnya pada Berbagai Konsentrasi Garam dan Tingkat pH. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 14 (2): 90-97.
- Ariyanti, T. 2010. Bakteri *Listeria monocytogenes* sebagai Kontaminan Makanan Asal Hewan (*Foodborn Disease*). Jurnal Wartazoa 20 (2): 94-102.
- Atmoko, T. dan Ma'ruf, A. 2009. Uji Toksisitas dan Skrining Fitokimia Ekstrak Tumbuhan Sumber Pakan Orangutan terhadap Larva *artemia salina* L. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 6 (1): 37-45.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2006. SNI 01-2332.3.-2006. Metode Pengujian Mikrobiologi Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. SNI 2354.8-2009. Penentuan Kadar Total Volatil Base Nitrogen dan Trimetil Amin Nitrogen pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Bawinto, A. S., Mongi, E., dan Kaseger, B. 2015. Analisa Kadar Air, pH, Organoleptik, dan Kapang pada Produk Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Asap di Kelurahan Girian Bawah, Kota Bitung, Sulawesi Utara. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan 3 (2): 55-65.
- Bloomfield, S.F. 1991. Methods of Assesing Antimicrobial Activity. In "Mechanism of Action of Chemical Biocides". London: Blackwell Scientific Publication.
- Ernawati dan Sari, K. 2015. Kandungan Senyawa Kimia dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* P.Mill) terhadap Bakteri *Vibrio aginolyticus*. Jurnal Kajian Veteriner 3 (2): 203-211.
- Fauzana, D. L. 2010. Perbandingan Metode Maserasi, Remaserasi, Perkolasi, dan Reperkolasi terhadap Rendemen Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Bogor : Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Ijeh, I., Ecc, C., Nkwonta, O., dan Njoku, B. 2010. Effect of Traditional Processing Techniques on the Nutritional and Phytochemical

- Composition of African Bread Fruit (*Treculia Africana*) Seeds. *Jurnal Application Sciece Environment Manage* 14 (4): 169-173.
- Ilah, F. M. 2015. Pengaruh Penambahan Ekstrak Etanol Daun Salam (*Eugenia polyantha*) dan Daun Beluntas (*Pluchea indica* Less) terhadap Sifat Fisik, Aktivitas Antibakteri dan Aktivitas Antioksidan pada Edilbe Film Berbasis Pati Jagung. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Skripsi.
- Liviawaty, E. dan Afrianto, E. 2014. Penentuan Waktu Rigor Mortis Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Pola Perubahan Derajat Keasaman. *Jurnal Akuatika* 5 (1): 40-44.
- Maryana, D. 2014. "Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap Jumlah Bakteri dan Keasaman Whey Fermentasi dengan Menggunakan Kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus*. Makassar: Universitas Hasanuddin. Skripsi.
- Muaja, A., Koleangan, H., dan Runtuwene, M. 2013. Uji Toksisitas dengan Metode BSLT dan Analisis Kandungan Fitokimia Ekstrak Daun Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC.) dengan Metode Soxhletasi. *Jurnal mipa Unsrat Online* 2 (2): 115-118.
- Mubarak, Z., Chrismirina, S., dan Qamari, C.A. 2016. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Pertumbuhan *Enterococcus faecalis*. *Jurnal Cakradonya Dent* 8 (1): 1-10.
- Murtini, J. T., Riyanto, R., Priyanto, N., dan Hermana, I. 2014. Pembentukan Formaldehid Alami pada Beberapa Jenis Ikan Laut selama Penyimpanan dalam Es Curai. *Jurnal Perikanan* 9 (2): 143-151.
- Najoan, J. J., Runtuwen, M.J., dan Wewengkang, D. 2016. Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Tiga (*Allophylus cobbe* L.). *Jurnal Ilmiah Farmasi* 5 (1): 266-274.
- Naufalin, R., Laksmi, B.S., dan Kusnandar, F. 2006. Pengaruh pH, NaCl dan Pemanasan terhadap Stabilitas Antibakteri Bunga Kecombrang dan Aplikasinya pada Daging Sapi Giling. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 17 (3): 197-203.
- Ningdyah, A. W., Alimuddin, A. H., dan Jayuska, A. 2015. Uji Toksisitas dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) terhadap Hasil Fraksinasi Ekstrak Kulit Buah Tampoi (*Baccaurea macrocarpa*). *JKK* 4 (1): 75-83.
- Pangestuti, I. E., Sumardianto, dan Amalia, U. 2017. Skrining Senyawa Fitokimia Rumput Laut *Sargassum* sp. dan Aktivitasnya Sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Fisheries Science and Technology* 12 (2): 98-102.
- Pratiwi, W., Suwanti, L.T., dan Satyantini, W. H. 2016. Perendaman ekstrak *Spirulina plantesis* terhadap Ig-M, jaringan limpa dan diferensial leukosit ikan mas setelah diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Biosains Pascasarjana* 18 (3): 1-13.
- Prayoga, E. 2013. "Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*.

- Universitas Islam Negeri Syarif  
Hidatullah. Skripsi.
- Prihandani, S. S., Poeloengan, M.,  
Maphilindawati, S., dan Andriani.  
2015. Uji Daya Antibakteri Bawang  
Putih terhadap Bakteri  
*Staphylococcus aureus*, *Escherichia  
coli*, *Salmonella typhimurium*, dan  
*Pseudomonas aeruginosa* dalam  
Meningkatkan Keamanan Pangan.  
Jurnal Informatika Pertanian 24 (1):  
53-58.
- Rina, O. 2013. Identifikasi Senyawa Aktif  
dalam Ekstrak Etanol Kayu Secang  
(*Caesalpinia sappan* L.). Lampung:  
Universitas Lampung. Prosiding.
- Rollando dan Sitepu, R. 2018. Efek  
Antibakteri dari Kombinasi Minyak  
Atsiri Masoyi dan Kayu Manis. Jurnal  
Kefarmasian Indonesia 8 (1): 26-33.
- Safratilofa. 2016. Uji Daya Hambat Ekstrak  
Daun Kayu Manis (*Cinnamomum  
burmanii*) terhadap Bakteri  
*Aeromonas hydrophila*. Jurnal Ilmiah  
Universitas Batanghari Jambi 16 (1):  
98-103.
- Saputra, D. dan Nurhayati, T. 2014. Teknik  
Pengawetan Fillet Ikan Nila Merah  
dengan Senyawa Antibakteri Asal  
*Lactobacillus acidophilus* dan *Bifido  
bacteria biffidum*. Jurnal ComTech 5  
(2): 1021-1030.
- Septya, D., Suhaidi, I., dan Ridwansyah.  
2017. Pengaruh Konsentrasi Gula dan  
Lama Penyimpanan terhadap Mutu  
Manisan Basah Batang Daun Pepaya.  
Jurnal Rekayasa Pangan dan  
Pertanian 5 (1): 73-80.
- Sharma, R., Bhaskar, B., Sanodiya, B.,  
Thakur, G., Jaiswal, P., Yadav, N.,  
Sharma, A., dan Bisen, P. 2014.  
Probiotic Efficacy and Potential of  
*Streptococcus thermophilus*  
Modulating Human Health: A  
Synoptic Review. Journal of  
Pharmacy and Biological Sciences 9  
(3): 52-58.
- Simaremare, E. S. 2014. Skrining Fitokima  
Ekstrak Etanol Daun Gatal (*Laportea  
decumana* (Roxb.) Wedd). Jurnal  
Pharmacy 11 (1): 98-107.
- Sirait, J., Sari, I., dan Leksono, T. 2017.  
Pengaruh Perbedaan Konsentrasi dan  
Lama Perendaman Larutan Kulit  
Kayu Manis (*Cinnamomum  
zeylanicu*) terhadap Daya Simpan  
Ikan Kembung (*Rastrelliger  
kanagurta*) Segar. Laporan  
Penelitian. Universitas Riau.
- Sunny, F., Handayani, T., dan Hatmanti, A.  
2016. Isolasi dan Karakterisasi  
Bakteri Penghasil Senyawa  
Antibakteri yang Berasosiasi dengan  
Karang Batu dari Perairan Bitung dan  
Spons dari Selat Makassar. Bioma 12  
(1): 42-49.
- Tumbelaka, R., Naiu, A., dan Dali, F. 2013.  
Pengaruh konsentrasi garam dan lama  
penggaraman terhadap nilai hedonik  
ikan bandeng asin kering. Jurnal  
Ilmiah Perikanan dan Kelautan 1 (1):  
48-54.
- Vitalia, N., Najib, A., dan Ahmad, A. R.  
2016. Uji Toksisitas Ekstrak Daun  
Pletakan (*Ruellia tuberosa* L.) dengan  
Menggunakan Metode *Brine Shrimp  
Lethality Test* (BSLT). Jurnal  
Fitofarmaka Indonesia 3 (1): 124-  
129.
- Wahyudi, D. dan Silviani, Y. 2015.  
Penghambatan Produksi  
Eksoprotease dan Biofilm pada  
*Pseudomonas aeruginosa* oleh  
Ekstrak *Apium graveolens* L. Jurnal  
KesMaDaSka 2(3): 81-88.