



Karakteristik dan Aktivitas Antibakteri pada *Edible Film* Berbasis Pati Ubi Kayu dengan Penambahan Minyak Cengkeh

Aprisilia Risky Wijaya*

Program Diploma Analisis Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*corresponding author: 121002508@uui.ac.id

DOI : [10.20885/ijca.vol5.iss2.art6](https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss2.art6)

ARTIKEL INFO

Diterima : 26 Agustus 2022
Direvisi : 05 September 2022
Diterbitkan : 23 September 2022
Kata kunci : *Edible film*, Pati, Cengkeh, Antibakteri

ABSTRAK

Kesadaran konsumen terhadap makanan berkualitas dan ramah lingkungan semakin tinggi. Beberapa penelitian telah mengembangkan produk pengemas yang *edible* dan aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *edible film* yang memiliki aktivitas antibakteri. Pembuatan *edible film* menggunakan bahan dasar pati yang diekstrak dari ubi kayu. Bahan tambahan yang digunakan yaitu *Carboxymethyl cellulose*, gliserol dan minyak cengkeh. Variasi konsentrasi minyak cengkeh yang digunakan yaitu 1%, 2% dan 3%. Berdasarkan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectra* (GC-MS), komponen utama dari minyak cengkeh adalah eugenol. Eugenol berperan terhadap aktivitas antibakteri pada *edible film*. Penambahan minyak cengkeh pada pembuatan *edible film* berbasis pati ubi kayu mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Edible film* dengan penambahan minyak cengkeh 3% memiliki daya hambat bakteri yang tertinggi yaitu 8,5 mm untuk bakteri *Escherichia coli* dan 11,3 mm untuk bakteri *Staphylococcus aureus*. Namun, semakin tinggi penambahan minyak cengkeh akan menurunkan tingkat kelarutan *edible film*. Tingkat kelarutan *edible film* menurun seiring dengan penambahan minyak cengkeh yaitu 78,77%-39,38%.

ARTIKEL INFO

Received : 26 August 2022
Revised : 05 September 2022
Published : 23 September 2022
Kata kunci : *Edible film*, sSarch, Clove oil, Antibacteria

ABSTRAK

Consumer awareness of quality and environmentally friendly food is getting higher. Several studies have developed edible and active packaging products. This study aims to produce edible films that have antibacterial activity. The manufacture of edible films uses starch as the primary material extracted from cassava. Additional ingredients used are carboxymethyl cellulose, glycerol, and clove oil. Variations in the concentration of clove oil used were 1%, 2%, and 3%. Based on the *Gas Chromatography-Mass Spectra* (GC-MS) analysis, the main component of clove oil is eugenol. Eugenol plays a role in the antibacterial activity of edible films. The addition of clove oil to manufacture an edible film based on cassava starch was able to inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria. An edible film with the addition of 3% clove oil had the highest bacterial inhibition, namely 8.5 mm for *Escherichia coli* bacteria and 11.3 mm for *Staphylococcus aureus* bacteria. However, the higher the addition



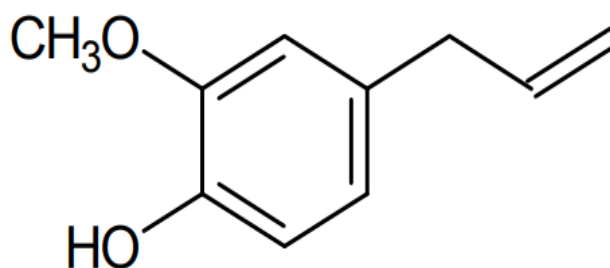
of clove oil, the lower the solubility level of the edible film. The solubility level of the edible film decreased with the addition of clove oil, which was 78.77%-39.38%.

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim menjadi isu yang hangat diperbincangkan di kalangan pegiat lingkungan, masyarakat dan pemerintah. Dampak perubahan iklim yang dirasakan yaitu peningkatan suhu bumi, cuaca yang ekstrim dan perubahan ekosistem. Kantong plastik menjadi salah satu penyebab perubahan iklim. Hal ini dikarenakan sejak proses produksi hingga tahap pembuangan, sampah plastik mengemisikan gas rumah kaca ke atmosfer. Beberapa penelitian mengembangkan produk *biodegradable* dan *edible* yang ramah lingkungan. *Edible film* yang terbuat dari polimer alami bisa menjadi alternatif untuk mengurangi pengemas plastik yang tidak mampu terurai secara hayati. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *edible film* diantaranya adalah lipid, protein dan polisakarida [1]. Selain sebagai pengemas yang aman untuk dimakan, *edible film* juga dapat diaplikasikan sebagai pengemas yang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri.

Pati dipilih sebagai bahan utama penyusun *edible film* karena kemampuannya membentuk *film* dan harganya yang murah. Selain itu, *edible film* berbahan dasar pati tidak mengubah rasa, warna, dan kenampakan pada produk makanan [2]. Ubi kayu (*Manihot esculenta*) adalah salah satu komoditas tanaman pangan yang banyak tumbuh di wilayah Indonesia. Kandungan pati pada ubi kayu 73,29%, amilosa 21,02% dan amilopektin 52,27% [3]. Ubi kayu memiliki kandungan amilosa yang tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*.

Beberapa tahun terakhir, banyak penelitian tentang *edible film* yang diaplikasikan sebagai kemasan yang memiliki aktivitas antioksidan dan sifat bioaktif [4][5]. Kemasan bioaktif mengandung antimikroba alami yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur simpan makanan [6]. Penggunaan antimikroba sintetis dalam sistem pengemasan telah diperdebatkan karena efek sampingnya. Oleh karena itu, penggunaan senyawa alami yang mengandung antimikroba sangat disarankan [7]. Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) mengandung banyak senyawa seperti eugenol yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap banyak patogen [8]. Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$) adalah guaiacol yang tersubstitusi oleh rantai alil (Gambar 1). Eugenol bersifat asam lemah, sedikit larut dalam air dan larut dalam pelarut organik [9].



Gambar 1. Struktur kimia eugenol

Beberapa penelitian menemukan bahwa kandungan eugenol di dalam minyak cengkeh cukup tinggi yaitu 76,23% [10] dan 76,8% [11]. Minyak atsiri dari berbagai tanaman, termasuk tanaman herbal dan rempah-rempah aman untuk dikonsumsi dan memiliki efek antimikroba [12]. Penelitian sebelumnya menggunakan minyak cengkeh sebagai bahan tambahan pada *edible film* mampu menghasilkan aktivitas antioksidan [13]. Selain itu, minyak cengkeh termasuk minyak atsiri yang memiliki efek antioksidan, anti jamur, anti karsinogenik, anestesi dan antiprotozoal [10].

Bakteri patogen seperti *Streptococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit bawaan pada makanan. Efek minyak atsiri telah diteliti mampu membunuh beberapa mikroorganisme patogen dan pembusuk pada makanan [14]. Penambahan minyak cengkeh dengan

konsentrasi 3% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan zona inhibisi 23 mm dan bakteri *Streptococcus aureus* dengan zona inhibisi 18 mm [1]. Hal ini dikarenakan minyak atsiri dapat menyerang fosfolipid dan membran sel bakteri [15]. Kelarutan *edible film* merupakan faktor yang penting karena berpengaruh pada sifat *biodegradable*. Semakin tinggi nilai kelarutan maka sifat *biodegradable* semakin tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh sifat hidrofilik dan hidrofobik bahan penyusunnya [16]. *Film* dengan kelarutan tinggi menandakan bahwa strukturnya terganggu oleh air yang masuk [17]. Penelitian ini dilakukan untuk melanjutkan penelitian sebelumnya yaitu pembuatan *edible film* berbasis pati dengan penambahan CMC dan minyak cengkeh. Minyak cengkeh yang ditambahkan konsentrasi 1%, 2% dan 3%. Selain minyak cengkeh, digunakan pula *Carboxymethyl cellulose* (CMC) dan gliserol. Konsentrasi CMC 1 % menghasilkan nilai kuat tarik dan persen pemanjangan yang terbaik [13]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan aktivitas antibakteri pada *edible film* yang berbasis pati ubi kayu dengan penambahan minyak cengkeh.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu; peralatan gelas, *hotplate stirrer*, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) UATR Spectrum Two Perkin Elmer, *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) merk Shimadzu QP 2010 SE. Bahan yang digunakan yaitu; tepung pati ubi kayu, akuades, *Carboxymethyl cellulose* (CMC) *food grade*, gliserol 85%, minyak cengkeh, tween 80, isolat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Islam Indonesia.

2.2 Analisis Komponen Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh dianalisis komponennya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) merk Shimadzu QP 2010 SE. Pengujian dilakukan dengan laju alir 0.75 mL/menit, suhu kolom 60°C dan suhu detektor 200°C.

2.3 Ekstraksi Pati

Pembuatan tepung pati ubi kayu didasarkan pada penelitian sebelumnya [13]. Sebanyak 1 Kg ubi kayu dikupas dan dicuci hingga bersih. Daging ubi kayu ditimbang kemudian diparut. Ditambahkan akuades sebanyak 2 L sambil diremas untuk memaksimalkan ekstraksi. Suspensi diendapkan selama 12 jam kemudian dilakukan pemisahan antara filtrat dan endapan. Endapan dikeringkan dengan oven pada suhu 60° C selama 8 jam. Pati yang telah kering kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

2.4 Pembuatan *Edible Film*

Pembuatan *edible film* berdasarkan pada penelitian Wijaya, 2020 [13]. Sebanyak 3,5 gram pati ubi kayu dan 1 gram *Carboxymethyl cellulose* (CMC) dilarutkan dalam 100 mL akuades. Gliserol sebanyak 1,5 g ditambahkan sebagai bahan pemlastis. Larutan dipanaskan sambil diaduk menggunakan *hotplate stirrer* pada suhu 90°C selama 15 menit. Larutan didiamkan hingga dingin. Minyak cengkeh ditambahkan dengan konsentrasi 1%, 2% dan 3%. Larutan Tween 80 ditambahkan sebanyak 30% dari volume minyak cengkeh. Sebagai kontrol digunakan *edible film* tanpa penambahan minyak cengkeh. Selanjutnya, larutan dituangkan di atas cetakan kaca berukuran 15 x 30 cm. *Edible film* kemudian dioven pada suhu 60°C selama 24 jam.

2.5 Karakterisasi *Edible Film*

Karakterisasi gugus senyawa pada *edible film* dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) UATR Spectrum Two Perkin Elmer.

2.6 Kelarutan

Penentuan kelarutan *edible film* menggunakan metode penelitian sebelumnya dengan sedikit perubahan [18]. *Film* dipotong dengan ukuran 5 x 5 cm kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass*. Ditambahkan 50 mL akuades kemudian diaduk secara konstan selama 24 jam pada suhu 25°C. *Film* yang tidak larut kemudian disaring dan dikeringkan pada suhu 110°C. *Film* yang sudah kering ditimbang hingga tercapai berat yang konstan. Persen kelarutan *edible film* dalam air dihitung dengan persamaan 1.

$$Ws = \frac{w_o - w_f}{w_o} \times 100\% \quad (1)$$

W_s adalah *water solubility* atau kelarutan, W_o adalah berat awal *edible film* sebelum dilarutkan, dan W_f adalah berat *edible film* yang tidak larut.

2.7 Penentuan Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri diukur menggunakan metode Al-Hashimi *et al*, 2020 [1] dengan sedikit perubahan. *Edible film* dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 6 mm. Selanjutnya *edible film* diletakkan di atas nutrien yang sebelumnya telah diinokulasi dengan 0,2 mL inokulum yang mengandung 105-106 CFU/mL bakteri. Isolat bakteri yang digunakan yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Indonesia. Berikutnya, inokulum disebarkan secara melingkar sampai semua cairan terserap. Cawan petri kemudian diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Setelah proses inkubasi, dilakukan pengukuran zona hambat.

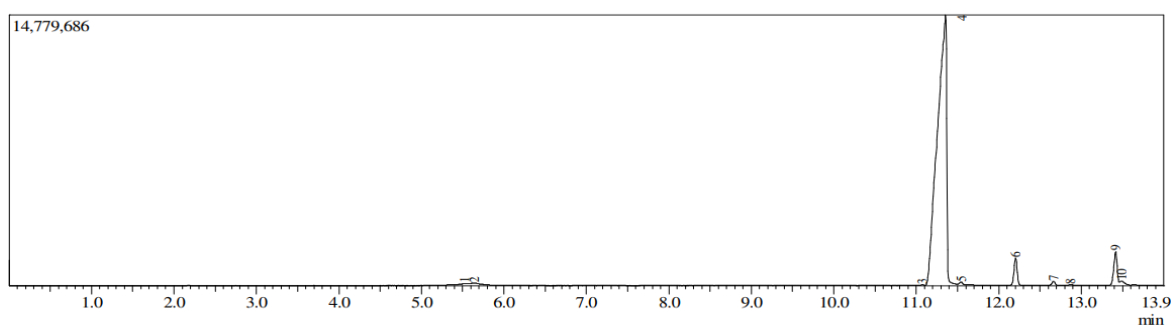
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Komponen Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh dianalisis komponennya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan hasil analisis GC-MS terdapat 10 puncak pada sampel minyak cengkeh dan 3 diantaranya merupakan puncak tertinggi. Puncak yang tinggi menandakan bahwa persentase senyawa yang terkandung di dalamnya juga tinggi. Tiga puncak tertinggi merupakan senyawa utama yaitu eugenol (90.48%), eugenol acetate (4.18%) dan β -caryophyllene (3.11%). Selain itu terdapat senyawa lainnya yaitu *caryophyllene oxide*, α -cubebene, α -copaene, α -humulene, γ -cadinene, eugenol acetate dan δ -cadinene. Daftar senyawa ditampilkan pada Tabel 1.

TABEL I. Senyawa pada minyak cengkeh

Waktu retensi (menit)	Komponen	Persentase (%)
5,520	<i>caryophyllene oxide</i>	0,18
5,640	<i>caryophyllene oxide</i>	0,46
11,072	α -cubebene	0,06
11,355	eugenol	90,48
11,543	α -copaene	0,38
12,205	β -caryophyllene	3,11
12,662	α -humulene	0,45
12,870	γ -cadinene	0,10
13,418	eugenol acetate	4,18
13,488	δ -cadinene	0,62

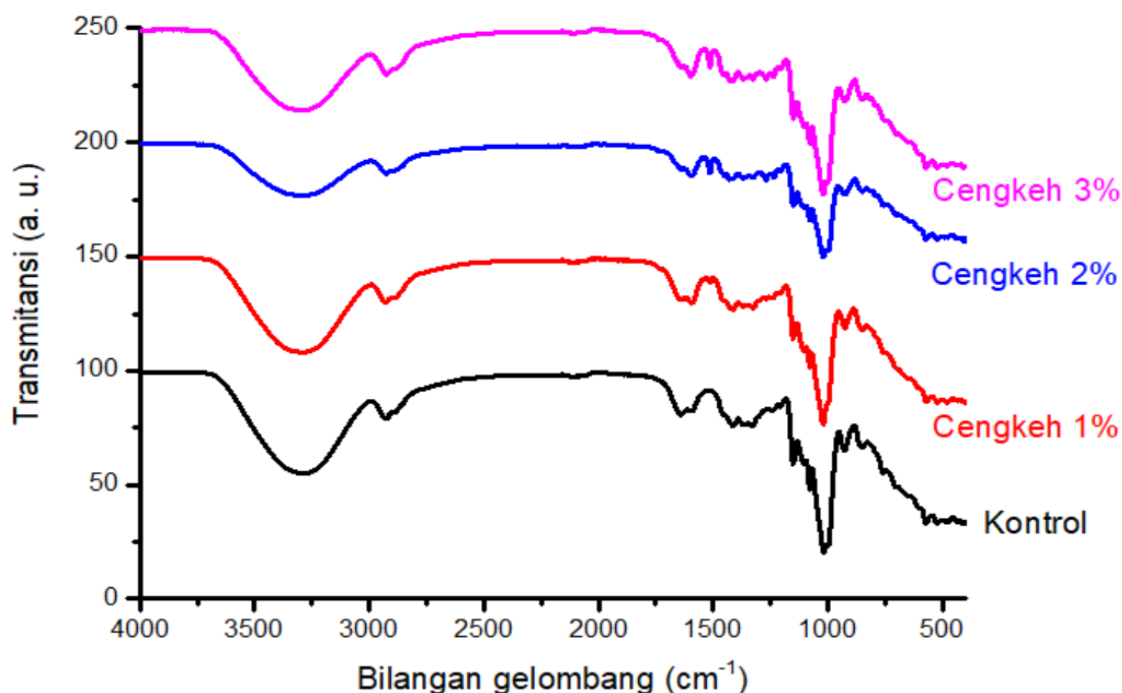


Gambar 2. Kromatogram GC-MS minyak cengkeh

Komponen utama minyak cengkeh pada penelitian ini adalah eugenol. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yaitu Xu *et al*, 2016 [10] yang mengidentifikasi 11 senyawa pada minyak cengkeh dengan komponen utama eugenol sebesar 76,23% dan Lopez *et al*, 2020 [19] mengidentifikasi 9 senyawa dengan kandungan eugenol 84,63%.

3.2 Karakteristik *Edible Film*

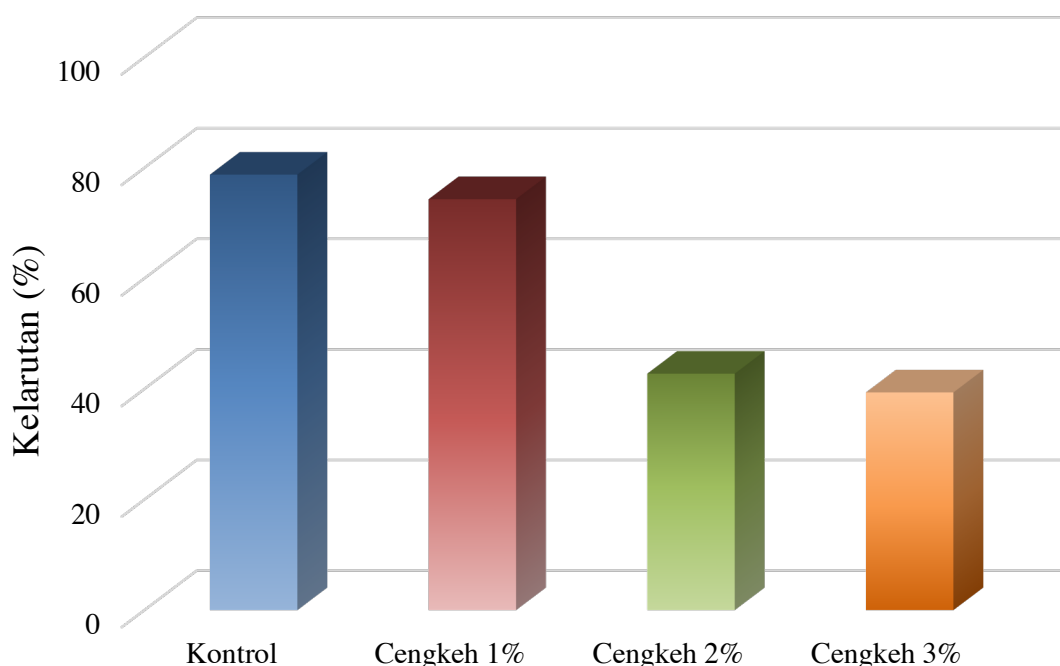
Analisis menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengidentifikasi dan menginterpretasikan gugus fungsi pada *edible film*. Keempat sampel memiliki puncak regangan yang lebar, ditunjukkan pada bilangan gelombang 3291 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus O-H. Penambahan minyak cengkeh pada sampel menyebabkan puncak pada gugus O-H semakin pendek. *Edible film* yang mengandung minyak cengkeh memiliki puncak pada 1514 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-C aromatis. Semakin tinggi penambahan minyak cengkeh maka puncak gugus C-C aromatis menjadi semakin tajam (Gambar 3).

Gambar 3. Hasil analisis gugus fungsi pada material *edible film* dengan variasi penambahan minyak cengkeh

3.3 Kelarutan dan aktivitas antibakteri pada *edible film*

Sifat fisik *film* salah satunya ditentukan dengan uji kelarutan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui potensi aplikatif dari suatu *film*. Gambar 4 menunjukkan bahwa kelarutan *edible film*

mengalami penurunan seiring dengan penambahan minyak cengkeh. *Edible film* kontrol tanpa penambahan minyak cengkeh memiliki persentase kelarutan paling tinggi yaitu 78.77 % sedangkan *edible film* dengan penambahan minyak cengkeh 3% memiliki persentase kelarutan terendah yaitu 39.38%. Penurunan kelarutan *edible film* disebabkan oleh minyak atsiri yang bersifat non-polar dan hidrofobik [18]. Sebagian besar komponen minyak atsiri bersifat hidrofobik sehingga memiliki kompatibilitas terbatas dengan matriks film yang bersifat hidrofilik [20]. Sifat hidrofobik *film* akan mengurangi tingkat kelarutan *film* dalam air. Shojaee-aliabadi, *et al*, 2014 [21] melaporkan bahwa penambahan minyak atsiri pada film dengan konsentrasi 1-3% dapat menurunkan tingkat kelarutan *film* yang berbasis karagenan. Selain itu, penelitian Al Hashimi *et al*, 2020 [1] menyimpulkan bahwa penambahan minyak cengkeh 1-3% pada *edible film* berbasis pati jiwawut dapat menurunkan tingkat kelarutan 28,67-27,13%.

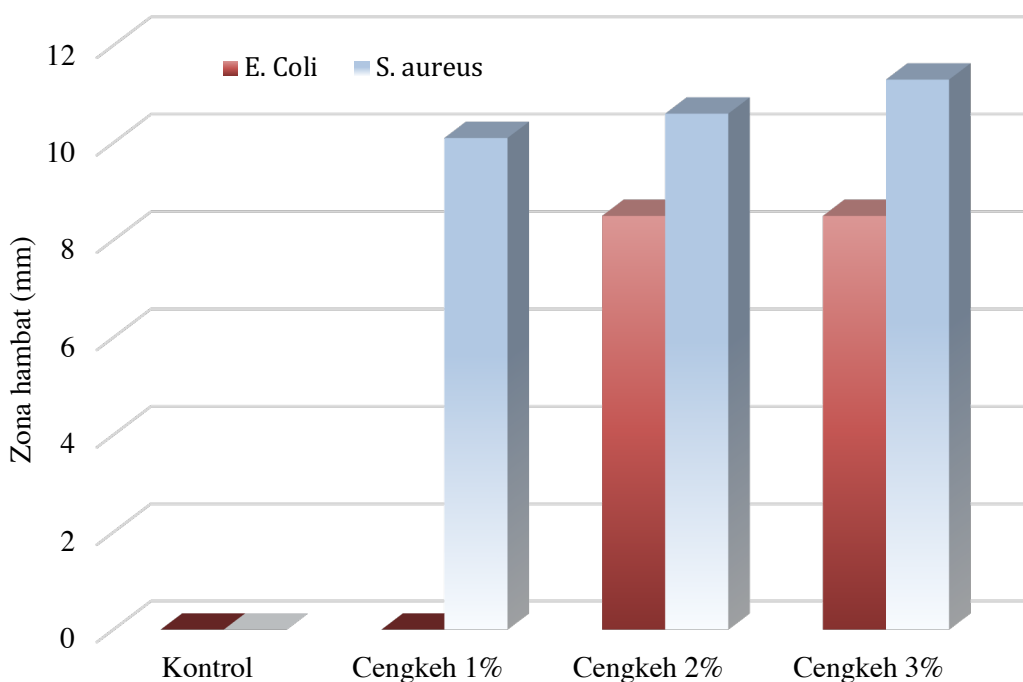


Gambar 4. Sifat kelarutan dari material *edible film* pada variasi penambahan minyak cengkeh

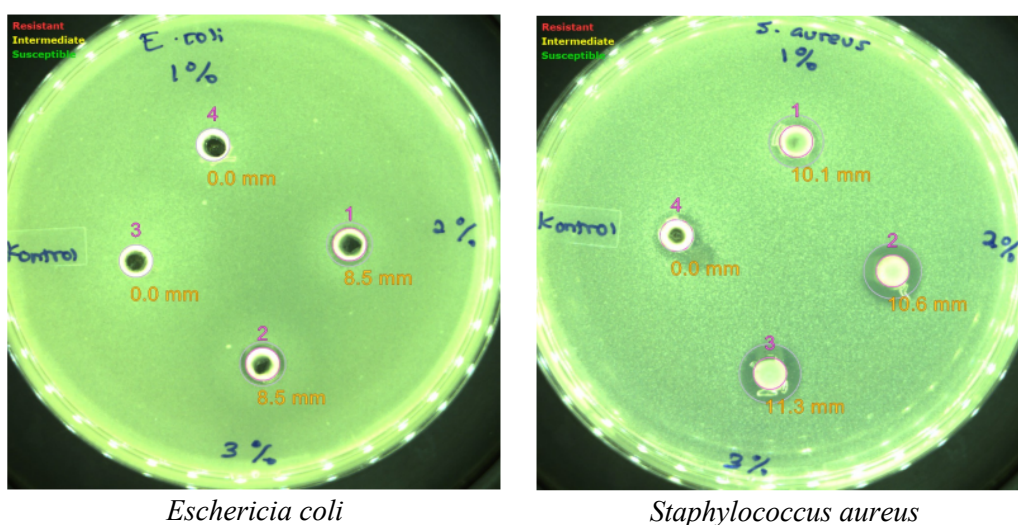
3.4. Kelarutan dan aktivitas antibakteri pada *edible film*

Efektivitas antibakteri pada *edible film* yang mengandung minyak cengkeh ditentukan dengan uji zona hambat menggunakan isolat bakteri gram positif *Streptococcus aureus* dan bakteri gram negatif *Escherichia coli*. *Edible film* yang mengandung minyak cengkeh mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Zona hambat ditentukan dengan cara mengukur diameter vertikal dan diameter horizontal pada sampel hasil inkubasi kemudian dihitung reratanya. *Edible film* dengan penambahan minyak cengkeh 3% memiliki daya hambat yang tertinggi yaitu 8,5 mm untuk bakteri *Escherichia coli* dan 11,3 mm untuk bakteri *Staphylococcus aureus* (Gambar 5). Semakin tinggi konsentrasi minyak cengkeh, semakin tinggi daya hambat bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya [1][6] bahwa minyak cengkeh yang diformulasikan pada *edible film* mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Selain itu, Xu *et al*, 2016 [10] menyimpulkan bahwa minyak cengkeh mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* karena kandungan eugenol di dalamnya. Eugenol mengandung senyawa fenolik sehingga dapat mengganggu membran sitoplasma, transpor aktif dan koagulasi isi sel bakteri [22]. Komponen kimia di dalam minyak cengkeh akan menghancurkan dinding dan membran sel bakteri. Selanjutnya bakteri akan kehilangan komponen intraseluler dan kemudian mati. Beberapa penelitian menemukan bahwa eugenol memiliki efek sinergis sebagai anti bakteri. Selain itu, minyak cengkeh telah terdaftar

di Generally Regarded as Safe (GRAS) [23] sehingga aman digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *edible film*.



Gambar 5. Aktivitas antibakteri pada *edible film*



Gambar 6. Zona hambat bakteri pada *edible film*. Hasil pengujian (kontrol) *edible film* tanpa penambahan minyak cengkeh; (1%) dengan penambahan minyak cengkeh 1%; (2%) dengan penambahan minyak cengkeh 2%; (3%) dengan penambahan minyak cengkeh 3%.

4. KESIMPULAN

Penambahan minyak cengkeh pada pembuatan *edible film* berbasis pati ubi kayu mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Edible film* dengan penambahan minyak cengkeh 3% memiliki daya hambat bakteri yang tertinggi yaitu 8,5 mm untuk bakteri *Escherichia coli* dan 11,3 mm untuk bakteri *Staphylococcus aureus*. Namun, semakin tinggi

penambahan minyak cengkeh akan menurunkan tingkat kelarutan *edible film*. Tingkat kelarutan *edible film* menurun seiring dengan penambahan minyak cengkeh yaitu 78,77%-39,38%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bantuan melalui program hibah penelitian laboran tahun 2022 dengan nomor 003/Dir/DPPM/70/Pen.Laboran/III/2022.

Daftar Pustaka

- [1] A.G. Al-Hashimi, A.B. Ammar, G. Laksmanan, F. Cacciola, N. Lakhssassi “Development of a Millet Starch Edible Film Containing Clove Essential Oil” *Foods*, vol. 9, pp.184-198. 2020.
- [2] M. Chiumarelli, M.D. Hubinger “Stability, Solubility, Mechanical and Barrier Properties of Cassava” *Food Hydrocoll* vol. 28, pp. 59-67. 2012.
- [3] A.W. Wasistha, M.R.S. Dika, A.S. Aulia, N.M. Samudra, D.N. Putri “Physical and Mechanical Characteristics of Edible Film Based on Cassava Starch” *Agrisaintifika Jurnal-jurnal Ilmu Pertanian* vol. 5 no. 2, pp. 149-158, 2021
- [4] W. Li, K. Zheng, H. Chen, S. Feng, W. Wang, C. Qin, C. “Influence of Nano Titanium Dioxide and Clove Oil on Chitosan-Starch Film Characteristics” *Polymers* vol. 11, pp. 1418-1432. 2019.
- [5] C.V. Dhumal, K. Pal, P. Sarkar “Characterization of Tri-Phasic Edible Films From Chitosan, Guar Gum and Whey Protein Isolate Loaded with Plant-Based Antimicrobial Compounds” *Polymer-Plastics Technology and Materials* vol. 58, pp. 255-269. 2019.
- [6] S. Sharma, S. Barkauskaite, B. Duffy, A.K. Jaiswal, S. Jaiswal. “Characterization and Antimicrobial Activity of Biodegradable Active Packaging Enriched with Clove and Thyme Essential Oil for Food Packaging Application” *Foods* vol. 9, pp. 1117-1133. 2020.
- [7] X. Hu, L., Yuan, L., Han, S., Li, W., Zhou, “The Preparation, Characterization, Anti-Ultraviolet and Antimicrobial Activity of Gelatin Film Incorporated with Berberine-Hp-B-Cd”. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* vol. 586, 124273. 2020.
- [8] C. Gupta, D. Prakash, “Comparative Study of The Antimicrobial Activity of Clove Oil and Clove Extract on Oral Pathogens” *Dentistry Open Journal* vol. 7 no. 1, pp. 12-15. 2021.
- [9] G.P. Kamatou, I. Vermaak, A.M. Viljoen. “Eugenol-From the Remote Maluku Islands to the International Market Place: A Review of a Remarkable and Versatile Molecule” *Molecules* vol 17 pp. 6953-6981. 2012.
- [10] J.G. Xu, T. Liu, Q.P. Hu, X.M. Cao. “Chemical Composition, Antibacterial Properties and Mechanism of Action of Essential Oil from Clove Buds Against Staphylococcus aureus” *Molecules* vol. 21, pp. 1194-1207. 2016.
- [11] L. Jirovetz, G. Buchbauer, I. Stoilova, A. Stoyanova, A., Krastanov, E. Schmidt. “Chemical Composition and Antioxidant Properties of Clove Leaf Essential Oil” *J. Agric. Food Chem.* vol. 54, pp. 6303-6307. 2006.
- [12] W.R. Diao, Q.P. Hu, H. Zhang, J.G. Xu. “Chemical Composition, Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Essential Oil from Seeds of Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.)”. *Food Control* vol. 35, pp. 109-116. 2014.
- [13] A.R. Wijaya, “Pengaruh Penambahan Minyak Cengkeh dan Carboxymethyl Cellulose (CMC) terhadap Karakteristik Mekanik dan Kimia Edible Film” *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Agroindustri. Yogyakarta*, pp. 75-88. 2020.
- [14] A. Aydogdu, C.J. Radke, S. Bezci, E. Kirtil. “Characterization of Curcumin Incorporated Guar Gum/ Orange Oil Antimicrobial Emulsion Films” *International Journal of Biological Macromolecules* vol. 148, pp. 110-120. 2020.
- [15] E. Abdollahzadeh, A. Nematollahi, H. Hosseini. “Composition of Antimicrobial Edible Films and Methods for Assessing their Antimicrobial Activity: A Review” *Trends in Foods Science and Technology* vol. 110, pp. 291-303. 2021.

- [16] M. Ulfah, A. Salsabila, I. Rohmawati, "Characteristics of Water Solubility and Color on Edible Film from Bioselulosa Nata Nira Siwalan with the Additional of Glycerol" *Journal of Physics: Conf. Series* vol. 983, 012191. 2018.
- [17] C.M.O. Muller, F. Yamashita, J.B. Laurindo. "Evaluation of The Effects of Glycerol and Sorbitol Concentration and Water Activity on The Water Barrier Properties of Cassava Starch Films Through a Solubility Approach" *Carbohydrate Polymers*. Vol. 72 no 1, pp. 82-87. 2008.
- [18] A. Prasetyaningrum, D.P. Utomo, A.F.A. Raemas, T.D. Kusworo, B. Jos, M. Djaeni. "Alginate/K-Carrageenan-Based Edible Films Incorporated with Clove Essential Oil: Psycho-Chemical Characterization and Antioxidant-Antimicrobial Activity" *Polymers* vol. 13, no 354, pp. 1-16. 2021.
- [19] C.M.U. Lopez, J.R.S. Oliveira, V.N. Holanda, F.F.G. Rodrigues, C.J. Canilo, V.L.M. Lima, H.D.M. Coutinho, R. Kowalski, J.G.M. Costa, "GC-MS Analysis and Hemolytic, Antipyretic and Antidiarrheal Potential Of Syzygium Aromaticum (Clove) Essential Oil" *Separations* vol. 7, pp. 35-47. 2020.
- [20] I. Kong, P. Degraeve, L.P. Pui, "Polysaccharide-Based Edible Films Incorporated with Essential Oil Nanoemulsions: Physico-Chemical, Mechanical Properties and Its Application in Food Preservation—A Review" *Foods* vol. 11, pp. 555-584. 2020.
- [21] S. Shojae-aliabadi, H. Hosseini, M.A. Mohammadifar, A. Mohammadi, M. Ghasemlou, S.M. Hosseini, R. Khaksar, R. "Characterization Of -Carrageenan Films Incorporated Plant Essential Oils with Improved Antimicrobial Activity" *Carbohydrate Polymers* vol. 101, pp. 582-591. 2014.
- [22] S. Burt. "Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications In Foods-A Review" *International Journal of Food Microbiology* vol. 94 pp. 223-253. 2004
- [23] K. Chaieb, H. Hajlaoui, T. Zmantar, A.B. Kahla-Nakbi, A.B.; Rouabhia, M.; Mahdouani, K., akhrouf, A. "The Chemical Composition and Biological Activity of Clove Essential Oil, *Eugenia Caryophyllata* (*Syzygium Aromaticum* L Myrtaceae): A Short Review" *Phytother. Res.* 21, pp. 501–506. 2007.