

Artikel Penelitian

Pengemas Kertas Aktif Dengan Penambahan Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale Rosc*)

Active Paper Packaging Prepared by Ginger Essential Oil (Zingiber officinale Rosc)

Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah^{1*}, Safira Firdausi Putri Afinda¹, Enny Purwati Nurlaili²

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI, Semarang

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas 17 Agustus 1945, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (umarhafidzah@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 31 Mei 2020 dan dinyatakan diterima tanggal 21 Februari 2021. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2021

Abstrak

Kertas aktif merupakan salah satu pengemas ramah lingkungan yang mampu memperpanjang umur simpan produk. Bahan aktif yang bisa ditambahkan kedalamnya ialah minyak atsiri. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh penambahan minyak atsiri jahe terhadap sifat fisik, sensoris, antioksidan, dan antimikroba. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan konsentrasi minyak atsiri jahe hingga 0,5%. Pembuatan kertas aktif diawali dengan membuat larutan aktif yang diformulasi dengan minyak atsiri jahe, yang kemudian disemprotkan pada kertas saring sehingga diperoleh kertas aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri jahe berpengaruh nyata pada laju transmisi uap air (WVTR) kertas aktif. Semakin meningkat konsentrasi minyak atsiri menunjukkan pengaruh nyata terhadap ketebalan kertas aktif. Penambahan minyak atsiri jahe berpengaruh nyata terhadap intensitas aroma. Penambahan minyak atsiri jahe juga berpengaruh nyata terhadap antioksidan dan antimikroba. Aktivitas antioksidan dalam kertas aktif mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi minyak atsiri jahe. Perlakuan penambahan minyak atsiri jahe 0,5% memiliki WVTR 10,15 g/m²/jam, ketebalan 0,366 mm, intensitas aroma sedang, aktivitas antioksidan 22,62% dan menghasilkan zona hambat antimikroba 8,27 mm. Kesimpulannya, minyak atsiri jahe dapat digunakan sebagai pengemas aktif dengan meningkatkan aktivitas antioksidan dan antimikroba serta mampu menekan laju transmisi uap air dan memberikan aroma khas jahe pada kemasan.

Kata kunci : kertas aktif, minyak atsiri jahe, larutan aktif, aktivitas antioksidan, antimikroba.

Abstract

Active paper is one of the environmental-friendly packaging that can extend shelf life. The active ingredient such as essential oil, can be applied. This study was done to analyze the effect of addition ginger essential oil to physical, sensory, antioxidant, and antimicrobial properties of active paper. This study used a completely randomized design with the treatment of ginger essential oil concentration up to 0.5%. Active paper was composed initially with making an active solution formulated with ginger essential oil, followed by spraying on filter paper to obtain active paper. The results showed that the addition of ginger essential oil had a significant effect on the active water vapor transmission rate (WVTR). The increase of essential oil concentration showed a significant effect on the thickness of the active paper. The addition of ginger essential oil significantly affected the aroma intensity and had significant effect on antioxidant and antimicrobial paper. Antioxidant activity in active paper has increased along with the increase in concentration of ginger essential oil. The addition of 0.5% ginger essential oil had WVTR 10.15 g/m²/hour, thickness 0.366 mm, moderate aroma intensity, antioxidant activity 22.62% and produced an antimicrobial inhibition zone of 8.27 mm. As conclusion, ginger essential oil increased WVTR and thickness of paper and showed the increase in antioxidant and antimicrobial activity.

Keywords : active paper; ginger essential oil; active solution; antioxidant activity; antimicrobial.

Pendahuluan

Kerusakan bahan pangan bisa terjadi karena faktor lingkungan, mikrobiologi, biokimia, dan kimia (Mohammad *et al.*, 2019). Turunnya kualitas pangan juga bisa terjadi karena kontak dengan oksigen, air, cahaya dan suhu (El-Mesery *et al.*, 2019). Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penurunan kualitas tersebut dengan menggunakan kemasan yang tepat (Hui and Sherkat, 2005).

Kemasan produk memiliki peranan dalam mencegah kerusakan, melindungi produk dari bahaya pencemaran dan gangguan fisik, serta memperpanjang

umur simpan (Drago *et al.*, 2020). Kemasan juga berfungsi untuk memudahkan dalam proses penyimpanan, pengangkutan, dan pendistribusian, serta sebagai daya tarik pembeli (Nemat *et al.*, 2019). Salah satu jenis pengemas yang paling banyak digunakan adalah plastik. Penggunaan plastik dalam skala besar berdampak terhadap kerusakan lingkungan akibat sifatnya yang sulit terdegradasi oleh alam (Eriksen *et al.*, 2014). Salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan plastik dengan menggunakan kemasan aktif yang bersifat degradable.

Kemasan aktif dibuat dengan menambahkan senyawa aditif yang memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan ke dalam film kemasan dengan tujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan umur simpan produk pangan (Prasad and Kochhar, 2014). Pengembangan kemasan aktif sebagai pengemas makanan juga menjadi bahan pengemas yang ramah lingkungan. Kemasan aktif memberikan alternatif bahan pengemas yang tidak berdampak pada pencemaran lingkungan (Han, 2014). Kemasan aktif dapat dibuat dengan menambahkan minyak atsiri karena mengandung komponen yang bersifat antioksidan dan antimikrobia.

Minyak atsiri jahe mengandung senyawa sesquiterpenes (zingiberene, valencene, β -funebrene, selina-4(14),7(11)-diene, monoterpenes (citronellyl n-butylate, β -phellandrene, camphene, α -pinene), aliphatic compounds (Sharma *et al.*, 2016). Minyak atsiri jahe memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 110 mg/ml dan juga memiliki kemampuan antibakteri dan antijamur (Bellik, 2014). Minyak atsiri jahe dengan konsentrasi 25% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* sehingga membentuk zona bening di sekitar kertas cakram dengan diameter zona hambat masing-masing sebesar 12,34 mm dan 10,56 mm (Ali *et al.*, 2013).

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan minyak atsiri jahe dalam kemasan kertas aktif terhadap karakteristik fisik dan sensoris. Selain itu juga untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan antimikroba dari kertas aktif yang dihasilkan. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi penggunaan minyak atsiri jahe agar dapat digunakan untuk membuat kertas aktif.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan adalah minyak atsiri jahe yang diperoleh dari UD. Azis Bergas (Kabupaten Semarang), kertas saring, aquades, gliserol, pati tapioka yang diperoleh dari Gunung Agung (Indonesia). NaCl, aquades, *silica gel*, media *Eosin Methylene Blue agar* (EMB agar), bakteri *Escherichia coli* dari Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), metanol, aluminium foil. Semua bahan kimia diperoleh dari Merck (Jerman).

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik ATX224 (Shimadzu, Japan), magnetic stirrer, pengering kabinet, alat semprot, dan hot plate (IKA C-MAG HS 7, China), sedangkan alat yang digunakan untuk analisis adalah micrometer sekrup 0-25mm/0.01 mm (Krisbow, Indonesia), jangka sorong KW06-69 (Krisbow, Indonesia), magnetic stirrer, inkubator (Memmert, Jerman), autoclave 1925X All American (US), Spectroquant® Prove 600 (Merck, US), peralatan gelas (Pyrex, France).

Pembuatan Larutan Aktif

Sebanyak 5 gram tepung tapioka ditambahkan 100 ml aquades dipanaskan pada suhu 60°C hingga tergelatinisasi dan diaduk secara kontinyu menggunakan pengaduk magnetik. Larutan ditambahkan 2 ml gliserol dan diaduk selama 30 menit pada suhu 60°C. Penambahan minyak atsiri dilakukan setelah proses pemanasan terakhir (Souza *et al.*, 2013). Variasi penambahan minyak atsiri jahe terdiri dari konsentrasi 0, 0,1, 0,3, dan 0,5%.

Pembuatan Kertas Aktif

Larutan aktif yang telah dibuat kemudian disemprotkan pada kertas saring secara merata. Pengeringan kertas aktif menggunakan pengering kabinet selama 10-12 jam pada suhu 50°C (Ferreira *et al.*, 2019).

Analisis Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air kertas aktif diukur menggunakan metode cawan cawan (Supeni dan Irawan, 2014). Sebelum diukur kertas aktif dikondisikan dalam ruangan bersuhu 25°C selama 24 dan 48 jam. Bahan penyerap uap air berupa silica gel sebanyak 20 gram ditempatkan dalam wadah, setelah itu kertas aktif diletakkan di atas wadah sehingga menutupi wadah tersebut kemudian ditutup rapat sehingga tidak ada udara masuk. Setelah itu diletakkan ke dalam toples yang berisi NaCl 400 gram dalam 500 ml aquades (dikondisikan jenuh) kemudian ditutup dengan rapat. Toples beserta cawan di dalamnya diletakkan dalam ruangan yang pada suhu kamar. Cawan ditimbang setelah 24 jam dan 48 jam. Nilai WVTR dihitung dengan membandingkan gram uap air dengan luas permukaan kertas yang dikalikan dengan waktu pengukuran dalam jam.

Analisis Ketebalan

Ketebalan sampel diukur pada lima titik yang berbeda. Pengukuran menggunakan micrometer sekrup yang mengacu pada Supeni dan Irawan (2014).

Prosedur Analisis Sensoris

Analisis sensoris dilakukan oleh 30 panelis dengan menggunakan uji deskriptif terhadap aroma. Panelis akan disajikan 4 sampel dengan kode yang berbeda dan memberikan penilaian terhadap aroma pada sampel dengan memberikan tanda (x) pada garis dalam borang sesuai dengan penilaian panelis berdasarkan sampel pembandingan yang disajikan. Nilai 1 menunjukkan intensitas terendah dan nilai 7 menunjukkan intensitas aroma tertinggi. Sampel pembandingan dengan nilai 1 menggunakan kertas saring sedangkan sampel pembandingan dengan nilai 7 menggunakan minyak atsiri jahe sebanyak 0,1 ml yang disajikan menggunakan botol kaca tertutup.

Analisis Antioksidan

Aktivitas antioksidan dari kertas aktif diukur dengan menggunakan metode Chen *et al.* (2017). Sebanyak 6 miligram DPPH dilarutkan dalam 100 ml

metanol kemudian disimpan dalam botol gelap suhu dingin. Kertas aktif dipotong dengan ukuran 2x2 cm dimasukkan dalam tabung reaksi 30 ml kemudian ditambahkan 3 ml larutan DPPH dan 4 ml metanol kemudian ditutup dan dibungkus aluminium foil serta diinkubasi selama 30 menit dalam ruangan gelap. Setelah itu, pengukuran menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 515 nm. Kontrol yang digunakan adalah larutan DPPH. Aktivitas antioksidan minyak atsiri jahe dilakukan dengan menambahkan 3 ml larutan DPPH dengan 4 ml pengenceran minyak atsiri jahe kemudian divortex. Persentase penghambatan DPPH dihitung dengan membandingkan selisih absorbansi DPPH control dan sampel dengan absorbansi DPPH control kemudian dikalikan 100%.

Analisis Antimikroba

Aktivitas antimikroba dilakukan sesuai dengan metode Souza *et al.* (2013). Kertas aktif dengan diameter 5 mm diletakkan di atas media agar EMB yang telah disebar 0,1 ml kultur *Escherichia coli*. Cawan petri diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Diameter zona penghambatan dihitung berdasarkan zona bening yang terbentuk (termasuk diameter kertas aktif).

Analisis Statistik

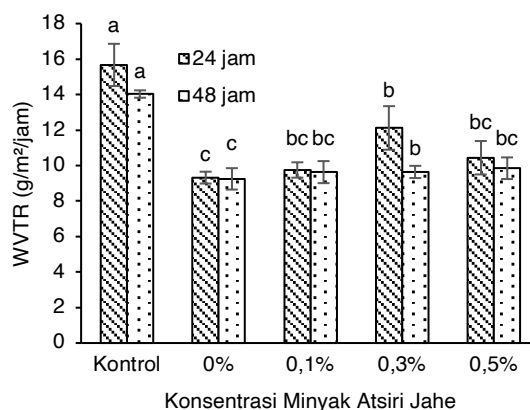
Data dianalisis dengan analisis keragaman (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan maka dilanjutkan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%. Analisa data dilakukan dengan bantuan *software* SPSS versi 21.

Hasil dan Pembahasan

Laju Transmisi Uap Air

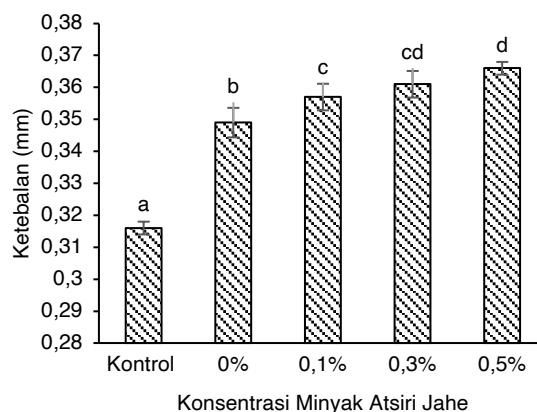
Laju transmisi uap air pada penelitian ini berkisar antara 9,32-12,12 g/m²/jam (Fig.1). Basha *et al.* (2011) menyebutkan bahwa film berbasis biomassa organik cenderung memiliki laju transmisi uap air yang tinggi sehingga sangat cocok digunakan untuk kemasan produk segar karena kemampuannya mengontrol evaporasi uap air. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe sebagian besar berpengaruh tidak nyata namun berbeda nyata terhadap kontrol.

Laju transmisi uap air digunakan untuk mengetahui kemampuan kertas aktif dalam menghambat perpindahan uap air (Hu *et al.*, 2001). Kertas aktif sebagai kemasan diharapkan memiliki laju transmisi uap air yang kecil. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak atsiri jahe yang berbeda pada kertas aktif memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai laju transmisi uap air (Fig. 1). Namun, penambahan berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe berpengaruh nyata terhadap kontrol. Semakin banyak padatan yang terkandung maka semakin kecil nilai laju transmisi uap air (Supeni dan Irawan, 2014). Hal ini menyebabkan uap air dari luar kemasan tidak mudah terserap oleh bahan pengemas sehingga produk tidak mudah terkontaminasi udara luar yang akan menyebabkan terjadinya oksidasi (Khwaldia *et al.*, 2009).



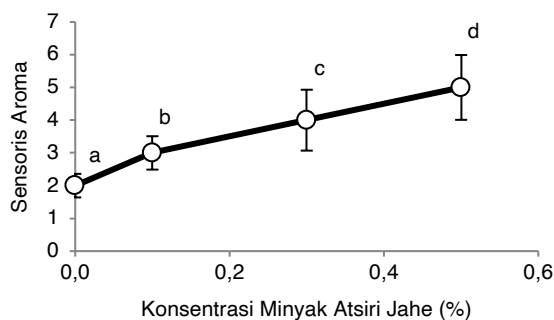
Figur 1. Laju transmisi uap air kertas aktif pada berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe.

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan $\alpha = 5\%$. Data adalah rata-rata hasil tiga kali ulangan. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Kontrol yang digunakan adalah kertas saring.



Figur 2. Ketebalan Kertas Aktif pada Berbagai Konsentrasi Minyak Atsiri Jahe

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan $\alpha = 5\%$. Data adalah rata-rata hasil tiga kali ulangan. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Kontrol yang digunakan adalah kertas saring.

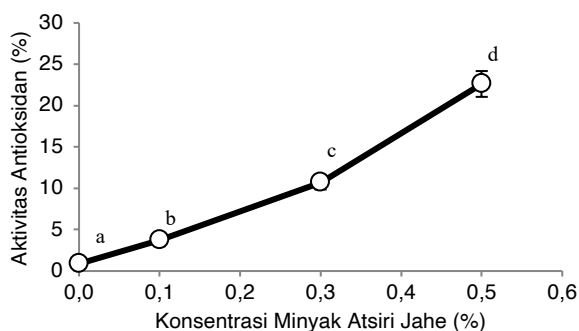


Figur 3. Sensoris Aroma Kertas Aktif pada Berbagai Konsentrasi Minyak Atsiri Jahe.

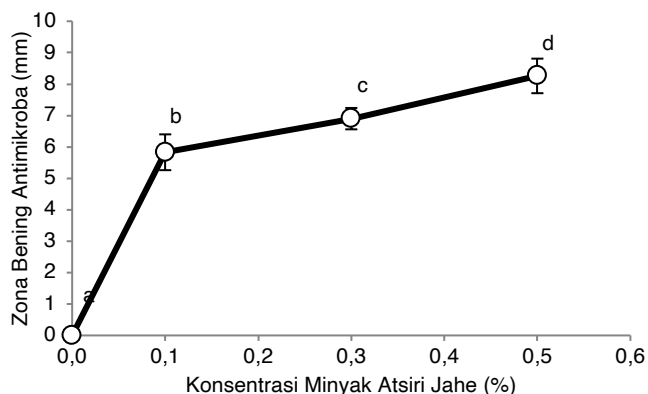
Keterangan : notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan $\alpha = 5\%$. Data adalah rata-rata hasil tiga puluh panelis. Nilai 1 menunjukkan intensitas terendah dan nilai 7 menunjukkan intensitas aroma tertinggi. Data disajikan dengan garis standar deviasi.

Kandungan senyawa terpen dalam minyak atsiri jahe memiliki pengaruh terhadap laju transmisi uap air. Semakin banyak minyak atsiri yang ditambahkan

menyebabkan senyawa terpen dalam kertas aktif semakin banyak sehingga sifat hidrofobiknya akan semakin besar yang menyebabkan nilai laju transmisi uap air akan semakin kecil (Šuput *et al.*, 2016). Hal ini berkaitan dengan kemampuan senyawa terpen membentuk barier pada permukaan sehingga perpindahan uap air terjadi pada bagian hidrofilik (Sánchez-González *et al.*, 2011). Zingiberen merupakan salah satu senyawa terpenoid dalam minyak atsiri jahe (Ali *et al.*, 2013).



Figur 4. Aktivitas Antioksidan Kertas Aktif pada Berbagai Konsentrasi Minyak Atsiri Jahe.
Keterangan : notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan $\alpha = 5\%$. Data adalah rata-rata hasil tiga kali ulangan. Data disajikan dengan garis standar deviasi.



Figur 5. Aktivitas Antimikroba Kertas Aktif pada Berbagai Konsentrasi Minyak Atsiri Jahe
Keterangan : notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan $\alpha = 5\%$. Data adalah rata-rata hasil tiga kali ulangan. Data disajikan dengan garis standar deviasi.

Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap penggunaan kemasan dalam produk pangan (Sangroniz *et al.*, 2019). Ketebalan dapat mempengaruhi permeabilitas gas. Semakin tebal kemasan maka permeabilitas gas semakin kecil dan dapat melindungi produk dengan lebih baik (Sangroniz *et al.*, 2019). Penambahan berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe dalam pembuatan kertas aktif berpengaruh nyata terhadap ketebalan kertas yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri jahe yang

ditambahkan menyebabkan semakin bertambah ketebalan kertas aktif (Fig. 2).

Peningkatan konsentrasi minyak atsiri dalam suspensi menyebabkan jumlah total padatan larutan yang dihasilkan semakin banyak sehingga ketebalan kertas aktif semakin besar. Penelitian lain pada *edible film* yang ditambahkan minyak atsiri dihasilkan semakin tinggi ketebalan *edible film* seiring dengan meningkatnya konsentrasi minyak atsiri (Suput *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2013).

Karakteristik Sensoris

Analisis sensoris dilakukan dengan menggunakan uji profil aroma produk terhadap kertas aktif. Metode ini dipilih berdasarkan pertimbangan kuantifikasi atribut yang dapat terukur. Penambahan berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe berpengaruh nyata terhadap intensitas aroma pada kertas aktif yang dihasilkan (Fig. 3). Semakin meningkat konsentrasi minyak atsiri jahe yang ditambahkan maka dapat berpengaruh terhadap aroma khas minyak atsiri pada kertas aktif. Hal ini disebabkan minyak atsiri jahe mengandung senyawa terpenoid yang terdiri dari seskuiterpen, zingiberen, sineol, sitral, bisabolen, dan kamfen sehingga semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri jahe yang ditambahkan maka semakin tinggi pula intensitas aromanya (Ali *et al.*, 2013).

Komponen utama minyak atsiri jahe yang mengakibatkan aroma khas jahe adalah zingiberen, kurkumin, farnesen serta bisabolen (Ali *et al.*, 2013; Sharma *et al.*, 2016). Aroma memiliki peranan yang sangat penting dalam penentuan derajat penilaian dan kualitas suatu bahan pangan (Yin *et al.*, 2017). Aroma khas minyak atsiri jahe dalam kertas aktif dapat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap kertas aktif sebagai kemasan pada produk pangan. Penggunaan minyak atsiri jahe pada film pengemas aktif dalam mengemas produk ikan segar menunjukkan masih terdapat aroma jahe yang dapat diterima konsumen dan mampu memperpanjang umur simpan produk (Remya *et al.*, 2016).

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan diukur melalui besarnya penurunan intensitas warna ungu larutan DPPH setelah ditambahkan komponen antioksidan. Larutan radikal bebas DPPH memiliki atom nitrogen yang tidak berpasangan (Kedare and Singh, 2011). Reaksi DPPH dengan atom hidrogen yang terdapat pada antioksidan dapat membuat larutan DPPH menjadi berkurang reaktivitasnya dengan memudarnya warna ungu menjadi kuning (Nimse and Pal, 2015). Penambahan berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe dalam pembuatan kertas aktif berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri jahe yang ditambahkan maka aktivitas antioksidan kertas aktif juga meningkat (Fig. 4). Hal ini disebabkan semakin meningkatnya senyawa gingerol dan shogaol yang merupakan senyawa fenolik dalam jahe yang memiliki aktivitas antioksidan cukup tinggi (Bellik, 2014).

Umumnya aktivitas antioksidan minyak atsiri jahe disebabkan oleh adanya efek sinergis senyawa organik yang kompleks seperti β -seskuifelandren, zingiberen, α -farnesen, benzen, sitral, dan kamfen (Barki *et al.*, 2017). Golongan senyawa yang diduga berpotensi sebagai antioksidan adalah flavonoid, fenolik, dan triterpenoid karena pada strukturnya mengandung gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas sehingga senyawa tersebut berpotensi sebagai antioksidan (Bellik, 2014).

Aktivitas Antimikroba

Analisis antimikroba yang dihasilkan dalam minyak atsiri jahe dilakukan untuk mengetahui kemampuannya sebagai antimikroba setelah diaplikasikan pada kertas aktif. Minyak atsiri jahe yang telah diaplikasikan pada kertas aktif dinilai memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* ditandai dengan terbentuknya zona bening pada sekitar kertas aktif (Wang *et al.*, 2020). Terbentuknya zona bening menunjukkan adanya indikasi aktivitas terhadap antimikroba (Balouiri *et al.*, 2016). Penambahan berbagai konsentrasi minyak atsiri jahe dalam pembuatan kertas aktif berpengaruh secara nyata terhadap diameter penghambatan yang dihasilkan (Fig. 5). Peningkatan konsentrasi minyak atsiri jahe dalam kertas aktif dapat meningkatkan kemampuan kertas aktif dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* sedangkan kertas aktif tanpa penambahan minyak atsiri jahe tidak memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

Senyawa fenolik berpotensi sebagai antimikroba disebabkan struktur kimia senyawa tersebut memiliki gugus fenol (Řebíčková *et al.*, 2020). Mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba oleh komponen fenol dari minyak atsiri jahe disebabkan karena kemampuan fenol dalam mendenaturasi protein dimana senyawa ini bereaksi dengan porin (protein transmembran) dan merusak membran sel (Orchard and Vuuren, 2017). Rusaknya porin akan mengurangi permeabilitas dinding sel sehingga mengakibatkan kekurangan nutrisi dan pertumbuhan bakteri akan terhambat (Lopez *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Penambahan minyak atsiri jahe mempengaruhi laju transmisi uap air kertas aktif dan ketebalan kertas aktif. Peningkatan konsentrasi minyak atsiri jahe meningkatkan intensitas aroma pada kertas aktif dan aroma khas minyak atsiri, antioksidan, dan antimikroba kertas aktif.

Daftar Pustaka

Ali, S., Baharuddin, M., Sappewali. 2013. Pengujian aktivitas antibakteri minyak atsiri jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Al-Kimia 1(2):18–31. DOI:10.24252/al-kimia.v1i2.1629.

Balouiri, M., Sadiki, M., Ibsouda, S.K. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A

review. Journal of pharmaceutical analysis 6(2):71–79. DOI:10.1016/j.jpha.2015.11.005.

Barki, T., Kristiningrum, N., Puspitasari, E., Fajrin, F.A. 2017. Penetapan kadar fenol total dan pengujian aktivitas antioksidan minyak jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*). Pustaka Kesehatan 5(3):432–436. DOI:10.19184/pk.v5i3.5897.

Basha, R. K., Konno, K., Kani, H., Kimura, T. 2011. Water vapor transmission rate of biomass based film materials. Engineering in Agriculture, Environment, and Food 4(2):37-42. DOI:10.11165/eaef.4.37.

Bellik, Y. 2014. Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of *Zingiber officinale* Roscoe. Asian Pacific Journal of Tropical Disease 4(1):40. DOI: 10.1016/S2222-1808(14)60311-X.

Chen, H.L., Lan, X.Z., Wu, Y.Y., Ou, Y.W., Chen, T.C., Wu, W.T. 2017. The antioxidant activity and nitric oxide production of extracts obtained from the leaves of *Chenopodium quinoa* Willd. BioMedicine 7(4):24-28. DOI:10.1051/bmdcn/2017070424.

Drago, E., Campardelli, R., Pettinato, M., Perego, P. 2020. Innovations in smart packaging concepts for food: An Extensive Review. Foods 9(11):1628. DOI:10.3390/foods9111628.

El-Mesery, H.S., Mao, H., Abomohra, A.E. 2019. Applications of non-destructive technologies for agricultural and food products quality inspection. Sensors 19(4):846. DOI:10.3390/s19040846.

Eriksen, M., Lebretonz L.C.M., Carson H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J. 2014. Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLoS ONE 9(12):e111913. DOI:10.1371/journal.pone.0111913.

Ferreira, T.P.M., Nepomuceno, N.C., Medeiros, E.L.G., Medeiros, E.S., Sampaio, F.C., Oliveira, J.E., Oliveira, M.P., Galvão, L.S., Bulhões, E.O., Santos, A.S.F. 2019. Antimicrobial coatings based on poly (dimethyl siloxane) and silver nanoparticles by solution blow spraying. Progress in Organic Coatings 133:19-26 DOI:10.1016/j.porgcoat.2019.04.032.

Han, J.H. 2014. Innovations in Food Packaging. Academic Press, US. DOI:10.1016/C2011-0-06876-X.

Hu, Y., Topolkaev, V., Hiltner, A., Baer, E. 2001. Measurement of water vapor transmission rate in highly permeable films. Journal of Applied Polymer Science 81(7):1624-1633. DOI:10.1002/app.1593.

Hui, Y.H., Sherkat, F. 2005. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. CRC Press. DOI:10.1201/b15995.

Kedare, S.B., Singh, R.P. 2011. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. Journal of Food Science and Technology 48(4):412-422. DOI:10.1007/s13197-011-0251-1.

Khwaldia, K., Arab-Tehrany, E., Desobry, S. 2009.

- Biopolymer coatings on paper packaging materials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(1):82-91. DOI:10.1111/j.1541-4337.2009.00095.x.
- López, E.I.C., Balcázar, M.F.H., Mendoza, J.M.R., Ortiz, A.D.R., Melo, M.T.O., Parrales, R.S., Delgado, T.H. 2017. Antimicrobial activity of essential oil of *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae). *American Journal of Plant Sciences* 08:1511–1524. DOI:10.4236/ajps.2017.87104.
- Mohammad, Z.H., Yu, H., Neal, J.A., Gibson, K.E., Sirsat, S.A. 2019. Food safety challenges and barriers in southern United States farmers markets. *Foods* 9(1):12. DOI:10.3390/foods9010012.
- Nemat, B., Razzaghi, M., Bolton, K., Rousta, K. 2019. The Role of food packaging design in consumer recycling behavior—a literature review. *Sustainability* 11(16):4350. DOI:10.3390/su11164350.
- Nimse, S.B., Pal, D. 2015. Free radical, neutral antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances* 5:27986-28006. DOI: 10.1039/C4RA13315C.
- Orchard, A., van Vuuren, S. 2017. Commercial essential oils as potential antimicrobials to treat skin diseases. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*: 4517971. DOI:10.1155/2017/4517971.
- Prasad, P. Kochhar, A. 2014. Active packaging in food industry: A Review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 8(5):01-07. DOI: 10.22161/ijeab/1.3.35.
- Řebíčková, K, Bajer, T, Šilha, D, Houdková, M, Ventura, K, Bajerová, P. Chemical Composition and Determination of the antibacterial activity of essential oils in liquid and vapor phases extracted from two different southeast asian herbs-*Houttuynia cordata* (Saururaceae) and *Persicaria odorata* (Polygonaceae). *Molecules* 25(10):2432. DOI:10.3390/molecules25102432.
- Remya, S., Mohan, C.O., Bindu, J., Sivaraman, G.K., Venkateshwarlu, G., Ravishankar, C.N. 2016. Effect of chitosan based active packaging film on the keeping quality of chilled stored barracuda fish. *Journal of Food Science and Technology* 53(1):685-693. DOI:10.1007/s13197-015-2018-6.
- Sánchez-González, L., Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., Cháfer, M. 2011. Use of essential oils in bioactive edible coatings: A Review. *Food Engineering Reviews*, 3,1-16. DOI:10.1007/s12393-010-9031-3.
- Sangroniz, A., Zhu, J.B., Tang, X. Etxeberria, A., Chen, E. Y.-X., Sardon, H. 2019. Packaging materials with desired mechanical and barrier properties and full chemical recyclability. *Nat Commun* 10:3559. DOI:10.1038/s41467-019-11525-x.
- Sharma, P. K., Singh, V., Ali, M. 2016. Chemical composition and antimicrobial activity of fresh rhizome essential oil of *Zingiber officinale* Roscoe. *Pharmacognosy Journal* 8(3):185-190. DOI:10.5530/pj.2016.3.3.
- Souza, A.C., Goto, G.E.O., Mainardi, J.A., Coelho, A. C.V., Tadini, C.C. 2013. Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties. *LWT-Food Science and Technology* 54(2):346–352. DOI:10.1016/j.lwt.2013.06.017.
- Supeni, G., Irawan, S. 2014. Pengaruh penggunaan kitosan terhadap sifat barrier edible film tapioka termodifikasi. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 34(1):199–206. DOI:10.24817/jkk.v34i1.1854.
- Suput, D., Lazic, V., Pezo, L., Markov, S., Vastag, Z., Popovic, L., Radulovic, A., Ostojic, S., Zlatanovic, S., Popovic, S. 2016. Characterization of starch edible films with different essential oils addition. *Polish Journal of Food and Nutritional Sciences*, 66(4):277-285, DOI:10.1515/pjfn-2016-0008.
- Wang, X., Shen, Y., Thakur, K., Han, J., Zhang, J.G., Hu, F., Wei, Z.J. 2020. Antibacterial activity and mechanism of ginger essential oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Molecules (Basel, Switzerland)* 25(17):3955. DOI:10.3390/molecules25173955.
- Yin, W., Hewson, L., Linforth, R., Taylor, M., Fisk, I.D. 2017. Effects of aroma and taste, independently or in combination, on appetite sensation and subsequent food intake. *Appetite* 114:265–274. DOI:10.1016/j.appet.2017.04.005.