

Analisis Luas Bukaannya Udara Penyimpanan Makanan terhadap Kadar Air dan Total Jamur Makanan Terkemas Bioplastik

Yosephina Ardiani Septiati*, Mimin Karmini, Ade Kamaludin, Fatimah Fatimah

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Bandung, Jawa Barat 40171, Indonesia
*Corresponding author : yosephina@staff.poltekkesbandung.ac.id

Info Artikel: Diterima 16 Desember 2023 ; Direvisi 6 Mei 2024 ; Disetujui 7 Mei 2024
Tersedia online : 14 Mei 2024 ; Diterbitkan secara teratur : Juni 2024

Cara sitasi: Septiati YA, Karmini M, Kamaludin A, Fatimah F. Analisis Luas Bukaannya Udara Penyimpanan Makanan terhadap Kadar Air dan Total Jamur Makanan Terkemas Bioplastik. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2024 Jun;23(2):226-233. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.2.226-233>.

ABSTRAK

Latar belakang: Pengemas makanan berinteraksi dengan lingkungan dan makanan sehingga mempengaruhi kualitas makanan. Bioplastik berbasis pati bersifat penghalang tinggi terhadap uap air dan gas O₂ yang dapat menggantikan plastik sintetis. Aman untuk makanan dan kesehatan karena tidak melepaskan polimer plastik kemakanan. Penyimpanan makanan dengan aliran udara rendah menyebabkan bioplastik berjamur. Aman untuk makanan dan kesehatan karena tidak melepaskan polimer plastik kemakanan. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh bukaan udara tempat penyimpanan makanan terhadap kadar air dan total jamur makanan terkemas bioplastik.

Metode: Penelitian eksperimen skala lapangan, desain post test with control. Variabel penelitian yaitu bukaan udara tempat penyimpanan sebagai variabel independen dan variabel dependennya adalah kadar air dan total jamur pada dodol dikemas bioplastik. Sampel yang digunakan dodol Garut diambil secara acak. Penelitian dilaksanakan bulan Februari-September 2023. Data dikumpulkan melalui pemeriksaan fisik dan pemeriksaan laboratorium menggunakan mikrometer skrump, *thermohygrometer*, timbangan analitik dan *coloni counter*. Analisis deskriptif untuk ketebalan bioplastik, dan uji kruskal wallis untuk pengaruh luas bukaan udara terhadap total jamur dan kadar air makanan.

Hasil: Bioplastik penambahan 4 ml gliserol dengan ketebalan 0,026 mm, mampu menghalangi pencemar terbesar pada luas bukaan udara tempat penyimpanan makanan 262,60 mm² dan 423,90 mm² dengan kadar air dan total jamur terendah. Menunjukkan ada pengaruh luas bukaan udara tempat penyimpanan makanan terhadap kadar air dan kandungan Total jamur makanan.

Simpulan: Paparan lingkungan mempengaruhi bioplastik sebagai pengemas, mencegah paparan air dan Total Jamur pada makanan, sehingga bioplastik dapat menjadi alternatif sebagai pengemas primer dodol.

Kata kunci: bioplastik; kadar air; total jamur.

ABSTRACT

Title: Analysis of The Area of Air Release in The Storage Area on The Air Content and Total Fungi on Bioplastic Packaged.

Background: Food packaging interacts with the environment and food, thus affecting food quality. Starch-based bioplastics have a high barrier to water vapor and O₂ gas which can replace synthetic plastics. Safe for food and health because it does not release food plastic polymers. Food store with low air flow causes bioplastics to fungus quickly. The research aims to analyze the effect of destroying the air in food storage areas on the air and total fungus content of bioplastic packaged foods.

Method: Field-scale experimental research, post-test design with control. The independent variable was air

release from the storage area and the dependent variable was water content and total fungus in dodol packaged in bioplastic. The sample was Garut dodol, taken using a random sampling technique. The research was carried out in February-September 2023. Data was collected through physical test and laboratory test using a screw micrometer, thermohygrograph, analytical balance, and colony counter. Descriptive analysis for bioplastic thickness, and the Kruskal Wallis test to influence the area of air openings on total fungus and food moisture content.

Results: Bioplastic with the addition of 4 ml of glycerol with a thickness of 0.026 mm, was able to block the largest pollutants in the air permit area of food storage areas of 262.60 mm² and 423.90 mm² with the lowest water content and total Fungus. Shows the influence of the air area where food is stored on the air content and total food fungus content.

Conclusion: Environmental exposure affects bioplastics as packaging, preventing exposure to water content and total of fungus in food, so bioplastics can be an alternative as primary packaging for dodol.

Keywords: bioplastic; water content; Total of fungi.

PENDAHULUAN

Pengemas makanan berinteraksi dan merespons lingkungan pengemasan makanan dan makanan. Pengemas akan melepaskan beberapa zat ke dalam atau mengambil sebagian dari ruang kemasan dan memperpanjang umur simpan produk makanan. Mengemas makanan dimaksudkan melindungi dan mengawetkan pangan dari kemungkinan bahaya fisik, kimia, mikrobiologi, atau bahaya lainnya yang pada akhirnya dapat berdampak pada kualitas dan keamanannya.¹ Kemasan makanan dapat melindungi makanan dari faktor lingkungan eksternal, namun interaksi makanan-pengemasan juga dapat membahayakan kualitas dan/atau keamanan makanan. Fenomena migrasi kemasan pangan dapat terjadi dalam dua arah secara bersamaan, yaitu dari bahan kemasan ke produk pangan dan sebaliknya. Pada kasus pertama: zat dengan berat molekul rendah yang tersebar secara molekuler seperti aditif dan oligomer dari film kemasan dipindahkan ke dalam makanan.² Pengemas makanan memiliki peran penting selama penyimpanan makanan, untuk melindungi makanan dari faktor luar dan faktor dari dalam makanan. Faktor suhu, kelembaban, lama penyimpanan dari lingkungan penyimpanan makanan merupakan faktor luar penyebab menurunnya kualitas makanan, sedangkan faktor dari dalam makanan diantaranya kadar air, nutrisi yang ada pada makanan. Kemasan Plastik biodegradable sebagai pengemas makanan menurunkan kualitas makanan dalam bentuk migrasi bahan pengemas ke makanan.³ Menurut Apridinata, 2017, Herlina,dkk, 2020 terjadinya migrasi senyawa melamin ke makanan disebabkan faktor suhu makanan.⁴ PVC bermigrasi jika digunakan sebagai pengemas bahan makanan dan makanan berminyak, penyimpanan suhu 30°C dengan lama kontak 2 bulan bermigrasi sebesar 155-189 mg, dan bermigrasi dalam daging belemak 20-90% sebanyak 14,5-23,5 mg tiap dm² pada suhu dingin (40°C) dengan waktu kontak 72 jam.⁵

Senyawa monomer plastik yang termigrasi dalam makanan memberikan dampak terhadap kesehatan manusia yaitu menimbulkan kanker pada manusia.³ Risiko terkait kesehatan dari bahan dan

bahan kimia yang digunakan dalam kemasan makanan harus dipertimbangkan secara cermat dan dipantau secara menyeluruh. Untuk mencegah kontak dan potensi migrasi senyawa kimia karsinogenik ke dalam makanan.⁶

Bioplastik dibuat dari bahan alami dengan menggunakan pemlastis gliserol yang mudah larut dalam air. Gliserol bersifat hidrofilik dapat bertahan terhadap uap air. Bioplastik berbasis pati dengan penambahan gliserol aktif menyerap oksigen, uap air dari lingkungan dan dari makanan, tidak berfungsi sebagai penghalang sederhana terhadap perembesan, untuk meningkatkan stabilitas makanan berlemak tinggi. Bioplastik dapat menggantikan pengemas plastik sintetis yang tidak aman untuk kesehatan. Menurut Sitompul dan Zubaidah, 2015 bahwa campuran pati dan gliserol akan menghasilkan bioplastik yang bersifat hidrofilik, higroskopis, fleksibel, dan memiliki ketahanan tinggi melindungi makanan dari faktor lingkungan.⁷ Bioplastik pati pisang dan Gelatin dengan Plastizer Gliserol memiliki pori-pori yang sangat rapat, sehingga menjadikan plastik baik untuk pengemas makanan. Hal ini sejalan dengan Zhu yang menyatakan monomer polimer berbasis selulosa dan pati serta PHB dan PLS tidak menimbulkan masalah kesehatan.⁸ Bioplastik pati singkong terbuat dari bahan alami sehingga aman untuk makanan dan kesehatan karena tidak melepaskan bahan polimer plastik ke makanan..

Makanan khas Jawa Barat yang dikemas dengan pengemas Primer plastik diantaranya dodol, terbuat dari campuran gula, tepung ketan, santan kelapa dan additif lainnya. Pengemas primer makanan ini diantaranya kertas minyak atau plastik non biodegradable LDPE (*Low density Polyethylene*). LDPE tidak diperbolehkan untuk pengemas primer makanan.⁹ LDPE merupakan plastik dengan fisik tipis dibandingkan beberapa polimer lainnya dan fleksibilitasnya tinggi sehingga digunakan dalam aplikasi untuk berbagai jenis kemasan makanan, seperti minuman, pembungkus sup, tas buah dan sayuran yang digunakan di toko kelontong, serta kemasan vakum untuk keju dan produk susu.^{10, 11} Menurut Rahman, 2021 bahwa LDPE dari plastik

kemasan untuk tiga jenis keju, yaitu Edam (keju lunak), Kefalotyri (Kreta/Yunani keju semihard) dan Parmesan (keju keras) menunjukkan bahwa LDPE bermigrasi dari kemasan makanan ke semua sampel keju, selama disimpan dalam suhu pendingin (~4 °C), dan terjadi migrasi dapat dideteksi dengan teknik spektroskopi mulai hari ke-14.¹²⁻¹³ Dodol terkemas LDPE menurunkan kualitas dodol berupa tekstur mengeras, tengik dan tumbuh jamur sehingga tidak aman untuk dikonsumsi. Dodol dikemas kertas minyak yang melekat pada permukaan dodol dan sulit untuk dilepaskan dari permukaan dodol. Paparan lingkungan dan cara penyimpanan menyebabkan paparan suhu, kelembaban, cahaya matahari, debu yang dapat menyebabkan migrasi kemasan kedalam makanan. Luasnya migrasi secara langsung dipengaruhi oleh suhu makanan saat penyimpanan, suhu yang lebih tinggi maka laju migrasi meningkat seiring dengan cepatnya terbentuknya keseimbangan antara ruang kemasan dan makanan.¹⁴ Suhu makanan terkemas plastik dapat naik selama penyimpanan makanan yang disebabkan cara penyimpanan dan lingkungan penyimpanan makanan. Makanan terkemas dapat terpapar langsung sinar matahari selama waktu penyimpanan.¹⁵ Tempat Penyimpanan makanan harus memiliki sirkulasi udara untuk menjaga agar tempat penyimpanan tidak lembab dan suhu ruang penyimpanan.¹⁶ Kemampuan pengemas makanan melindungi makanan dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban lingkungan penyimpanan. Kemampuan pengemas makanan menurun akan mempengaruhi masa simpan makanan. Pengaturan sirkulasi tempat penyimpanan memberikan pengaruh pada temperatur ruang pengemas makanan karena ada interaksi pengemas dengan lingkungan lingkungan.¹¹ Kemasan pangan bertujuan untuk keamanan produk pangan dan kemudahan penanganan serta pengangkutan dengan mencegah kontaminasi bahan kimia dan meningkatkan umur simpan, sehingga memberikan kenyamanan bagi konsumen. Bioplastik pati singkong aman bagi kesehatan dan makanan. Bioplastik pati singkong cepat berjamur pada penyimpanan dengan bukaan udara yang kurang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh bukaan udara pada penyimpanan makanan terhadap total jamur dan kadar air makanan yang dikemas dengan bioplastik dari pati kulit singkong.

MATERI DAN METODE

Penelitian eksperimen skala lapangan, dengan desain post test with control. Variabel independen penelitian adalah luas bukaan udara tempat penyimpanan dan variabel dependennya kadar air dan total jamur dodol yang dikemas bioplastik. Populasi adalah makanan olahan dodol Garut diambil dari tempat produksi. Sebagian dodol diambil dengan cara random sampling yang berukuran 4 cm x 2 cm dan 1,5 cm. Populasi adalah Seluruh dodol yang berasal dari satu adonan dibentuk berukuran 4 cm x 2 cm dan 1,5 cm dengan berat 5 gr/kemasan dari produsen dodol

Garut. Penelitian ini menggunakan sebagian dodol diambil dengan cara random sampling sebanyak 7200 gr dodol. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan luas bukaan udara dan kelompok kontrol, 12 sampel, 2 parameter pemeriksaan, 3 jenis pengemas bioplastik masing – masing menggunakan 25 gr dodol. Bioplastik dibuat dari pati kulit singkong dengan menambahkan gliserol 3 level sebanyak 3,4 dan 5 ml pada setiap 10 gr pati kulit singkong kemudian larutan yang terbentuk di cetak pada cetakan segi empat berukuran 20 cm x 30 cm. Bioplastik digunakan sebagai pengemas primer dodol, Dodol yang telah dikemas disimpan dalam tempat penyimpanan dengan ukuran 60 cm x 60 cm x 50 cm dengan lubang udara dengan diameter 2 mm sebanyak 40, 30 dan 20 lubang dengan luas secara berurutan 565,2 mm², 423,9 mm² dan 282,6 mm² yang diatur pada ke 2 sisi tempat penyimpanan makanan dengan jumlah sama banyak. Makanan terkemas bioplastik disimpan selama 30 hari. Mengumpulkan data ketebalan bioplastik dengan pemeriksaan fisik menggunakan jangka sorong, uji laboratorium untuk kadar air dengan metode gravimetri dan total jamur dengan metode Total Plate Count menggunakan media Potato Dextrose Agar dan pengukuran suhu-kelembaban tempat penyimpanan makanan dengan *Thermohyrometer*. Hipotesis penelitian: Ada pengaruh luas bukaan udara tempat penyimpanan terhadap Total jamur dan kadar air pada dodol terkemas bioplastik. Analisis data secara deskriptif untuk ketebalan bioplastik dan analisis bivariabel diawali uji normalitas *Shapiro wilk* kemudian dilanjutkan dengan uji bivariabel *kruskal wallis* untuk mengetahui pengaruh luas bukaan udara terhadap kadar air dan kandungan total jamur makanan. Pelaksanaan penelitian Februari-September 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioplastik pati kulit singkong yang dibuat dari 10 gr pati dengan variasi penambahan gliserol memiliki ketebalan yang berbeda-beda.

Tabel 1. Hasil pengukuran ketebalan bioplastik pati kulit singkong

Gliserol (ml)	n	Mean (SD)	Min- Max
3	12	0,02140(0,000787)	0,021-0,022
4	12	0,02528(0,000575)	0,024-0,026
5	12	0,02744(0,000511)	0,027- 0,028

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa rata-rata paling tebal yaitu 0,02744 mm pada penambahan gliserol 5 ml. Menambahkan gliserol pada larutan pati kulit singkong meningkatkan ketebalan bioplastik pati antara 0.002-0.004 mm. Pada penelitian ini penggunaan gliserol menghasilkan bioplastik dengan ketebalan yang berbeda, yaitu bervariasi antara 0,020 mm- 0,028 mm, dengan ketebalan terbesar 0.027 mm pada penambahan 5 ml gliserol. Bioplastik yang dihasilkan memiliki ketebalan maksimal 0,027 mm, menurut standar ketebalan maksimal *edible film* yaitu

0,25 mm.¹⁷

Gliserol ditambahkan pada larutan pati kemudian dipanaskan menyebabkan polimer-polimer penyusun matrik *edibel film* meningkat bersamaan dengan meningkatnya jumlah padatan terlarut dalam larutan dan meningkatkan viskositas larutan yang menghasilkan ketebalan bioplastik. Ketebalan akan bertambah dengan bertambahnya gliserol pada larutan pati.¹⁸

Penelitian ini sejalan dengan Anandito, 2012 bahwa penggunaan 50% gliserol pada pati tepung jali menghasilkan bioplastik lebih tebal 0,256 mm dibandingkan penggunaan konsentrasi gliserol 20% ketebalan bioplastik 0,204 mm.¹⁹ Gliserol yang ditambahkan pada larutan pati akan melemahkan ikatan molekul hidrogen, memperlebar ruang kosong molekul dan menurunkan rantai antara polimer sehingga menurunkan kekakuan larutan pati dan menghasilkan bioplastik yang fleksibel.⁷

Dengan penambahan gliserol pada berat pati kulit singkong yang sama, menghasilkan perbedaan kelenturan dari bioplastik. Pada dosis gliserol lebih besar bioplastik yang dihasilkan semakin lentur. Hal ini menunjukkan penambahan gliserol akan memperbesar ruang kosong antar polimer sehingga menghasilkan bioplastik yang dapat dibentuk mengikuti bentuk makanan yang dikemas. Ketebalan bioplastik menentukan sifat perlindungan terhadap makanan yang dikemas diantaranya menahan laju transmisi uap air, gas, senyawa volatil dari lingkungan penyimpanan makanan.²⁰ Semakin tebal maka kemampuan penghalang gas, uap air dan senyawa volatil akan semakin besar dan melindungi produk yang dikemas dengan baik. Ketebalan menentukan kelayakan

bioplastik untuk pengemas makanan, seperti kekuatan tarik, pemanjangan, dan permeabilitas uap air.²¹

Paparan lingkungan menyebabkan interaksi bahan pencemar dengan pengemas, kestabilan kemasan akan menurun dengan lamanya paparan lingkungan dan pencemar akan masuk dalam ruang pengemas makanan. Suhu makanan terkemas plastik dapat naik selama penyimpanan makanan yang disebabkan cara penyimpanan dan lingkungan penyimpanan makanan. Makanan terkemas dapat terpapar langsung sinar matahari selama waktu penyimpanan.^{14,15} Tempat Penyimpanan makanan harus memiliki sirkulasi udara untuk menjaga agar tempat penyimpanan tidak lembab dan suhu ruang penyimpanan.¹⁶

Bukaan udara tempat penyimpanan makanan memberikan pengaruh terhadap kualitas makanan yang dikemas. Pada penelitian ini kadar air dodol yang terkemas kertas minyak lebih tinggi dibandingkan dengan dodol terkemas bioplastik, dodol terkemas kertas minyak berisiko mengalami ketengikan. Pada mulanya faktor lingkungan yaitu kadar uap air dan pencemar lain berinteraksi dengan bioplastik, bioplastik akan menyerap kadar air dan menghalangi pencemar lain berinteraksi dengan makanan. Bioplastik mampu melindungi makanan, karena memiliki kemampuan menyerap uap air dari lingkungan dan menurunkan laju transmisi uap air pada bioplastik.⁷ Sebelum uap air berinteraksi dengan makanan sudah terhalang oleh bioplastik. Kemampuan pengemas sebagai penghalang menurun berlanjut berinteraksi dengan makanan. Adapun pengaruhnya diuraikan pada tabel

Tabel 2. Pengaruh luas bukaan udara tempat penyimpanan makanan terhadap kadar air dodol makanan terkemas bioplastic (%).

Luas Bukaan udara (mm ²)	n	Mean (SD)	Min- Max	Normalitas	Nilai p
262,60					
➤ 3 ml	12	9,4830(0,20652)	5,50-11,50	0,122	0,014
➤ 4 ml	12	8,3745(1,65096)	6,50-11,50	0,081	
➤ 5 ml	12	7,6083(1,58140)	5,60-11,80	0,097	
Kontrol	12	26,9417(3,92717)	19,5032	0,466	
423,90					
➤ 3 ml	12	11,4667(1,10151)	9,80-12,55	0,042	<0,001
➤ 4 ml	12	9,5083(1,85348)	7,80-13,80	0,136	
➤ 5 ml	12	7,5250(1,58523)	5,50-11,50	0,076	
Kontrol	12	31,0333(6,90274)	21,10-42,15	0,731	
565,2					
➤ 3 ml	12	12,1330(3,37840)	7,40-17,90	0,205	0,007
➤ 4 ml	12	9,6330(2,12745)	6,30-12,00	0,048	
➤ 5 ml	12	14,1167(2,33932)	11,10-18,90	0,159	
Kontrol	12	40,2883(1,76330)	19,20-74,00	0,003	

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa kadar air makanan terendah 5,5% pada penyimpanan makanan dengan bukaan udara 262,60 mm² dan 423,90 mm², dengan kadar air terendah pada makanan terkemas

bioplastik pati kulit singkong dengan 4 ml gliserol. Secara statistik ada perbedaan yang bermakna luas bukaan udara tempat penyimpanan terhadap kadar air makanan yang dikemas bioplastik dan kemasan bukan

bioplastik (kertas minyak).

Penelitian ini menunjukkan ada pengaruh luas bukaan udara terhadap kadar air pada dodol yang dikemas bioplastik pada setiap luas bukaan udara, dengan kadar air terendah dengan luas bukaan tempat penyimpanan 262.60 mm² selama 30 hari penyimpanan. Luas bukaan udara menyebabkan adanya interaksi antara kemasan dengan lingkungan, Udara yang masuk ke dalam tempat penyimpanan menyebabkan adanya kontak antara bioplastik dengan uap air, gas O₂, partikel debu dan bahan lain. Semakin besar luas bukaan udara sehingga paparan faktor lingkungan pada bioplastik semakin besar dan risiko tercemar lebih besar pada bioplastik dengan paparan luas bukaan udara yang lebih besar.

Sifat perlindungan bioplastik pada dodol selama 30 hari penyimpanan lebih baik dibandingkan dengan kemasan kertas minyak pada setiap luasan bukaan udara terlihat dari kadar air dodol terkemas bioplastik lebih rendah dibandingkan dengan kadar air pada dodol terkemas kertas minyak. Interaksi bioplastik disini terjadi dengan lingkungan dan makanan yang melepaskan uap air kedalam ruang pengemas makanan. Penelitian ini sejalan dengan Mudaffar, 2020 bahwa bioplastik dapat mencegah reaksi pencoklatan non enzimatis karena oksidasi pada buah nenas selama 3 hari penyimpanan.²² Penelitian ini menggunakan dodol yang terbuat dari santan, tepung beras ketan dan gula merah. Makanan ini mengandung kadar air rendah, selama penyimpanan dodol akan menyerap air dari lingkungan penyimpanan makanan.

Kemampuan perlindungan bioplastik disebabkan adanya amilosa pada pati mampu menyerap air dari lingkungan selama penyimpanan.²³ Kemampuan menyerap air oleh bioplastik pati ini meningkat dengan ditambahkan gliserol, penambahan gliserol meningkatkan jumlahnya terdifusi pada larutan pati, meningkatkan ketebalan bioplastik dan meningkatkan kemampuan menyerap air. Penggunaan gliserol pada dosis yang lebih besar membentuk bioplastik yang secara fisik lebih tebal dibandingkan dengan ketebalan bioplastik pada penggunaan dosis gliserol lebih rendah. Ketebalan bioplastik dapat meningkatkan kemampuan bioplastik untuk melindungi makanan yang dikemas. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tebal semakin banyak ikatan polimer bioplastik yang menyediakan ruang untuk dapat menyerap kadar air yang berasal dari lingkungan sehingga dapat menahan kadar air masuk ke dalam ruang pengemas.²⁴

Pada penelitian ini kadar air dodol dipengaruhi oleh luas bukaan dan fungsi dari bioplastik sebagai pengemas makanan yang mempengaruhi uap air dalam ruang kemasan. Kemasan menghalangi uap air dari lingkungan untuk mencapai ruangan dalam kemasan. Bioplastik pati dengan 5 ml gliserol memiliki kemampuan penghalang terbaik dibandingkan dengan penambahan dosis gliserol 3 ml dan 4 ml pada luasan bukaan udara di bawah 565,2 mm². Hal ini tidak terjadi pada luas bukaan udara 565,2 mm² dikarenakan luas

bukaan udara ini membawa uap air lebih banyak sehingga bioplastik akan berinteraksi dengan pencemar yang lebih besar dibandingkan dengan luas bukaan udara yang lebih kecil. Efek penggunaan gliserol mempunyai sifat higroskopis memberikan peluang lebih besar untuk terjadinya peningkatan penyerapan uap air. Sifat ini berpengaruh pada kemampuan bioplastik yang digunakan pada ruang penyimpanan makanan dan makanan dengan kadar air rendah. Nilai ketahanan air dan kuat tarik ditentukan oleh ketebalan bioplastik, semakin baik dengan semakin tebalnya bioplastik.^{22,21} Kadar air yang terikat pada bioplastik menunjukkan meningkatnya kemampuan menghalangi uap air masuk ke internal pengemas sehingga tidak menurunkan kualitas makanan. Sejalan dengan Mudaffar, 2020 bahwa penambahan plasticizer cenderung menurunkan nilai laju transmisi uap air pada *edible film*.²² Diperjelas oleh Sothornvit dan Krochta (2000) bahwa bioplastik meningkatkan kemampuannya dengan menambahkan plasticizer sehingga menurunkan laju transmisi uap air yang melewati bioplastik.²⁵ Diperjelas oleh Sitompul, 2017 kadar air *edible film* penambahan plasticizer 3% v/b sebesar 23,291%, penambahan plasticizer 7% v/b sebesar 14,681%.⁷ Penelitian ini sejalan dengan Setiani, 2013 memperjelas nilai ketahanan air dan nilai kuat tarik meningkat dengan meningkatnya ketebalan bioplastik, penyerapan air tertinggi bioplastik berbahan pati sebesar 83,37% pada penambahan Gliserol 30%.²⁴

Pada bukaan udara yang lebih besar menyebabkan bioplastik lebih banyak menyerap uap air. Menurunnya kemampuan bioplastik menyebabkan uap air masuk ke dalam ruang pengemas makanan dan berinteraksi dengan makanan yang dilihat dari kadar air makanan yang meningkatnya. Namun kadar air pada dodol yang dikemas bioplastik di bawah 20% dibandingkan dengan kadar air pada dodol terkemas kertas minyak di atas 20%. Dodol yang dikemas bioplastik memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan yang di kemas kertas minyak.

Dengan demikian penggunaan kemasan bioplastik dapat mencegah terjadinya cemaran pada makanan dari faktor lingkungan pada penyimpanan dengan luas bukaan 262,60 mm² dan 423,90 mm². Namun pada luasan bukaan yang lebih besar memberikan pengaruh menurunnya kemampuan perlindungan dari bioplastik, artinya pada luas bukaan udara yang lebih besar paparan lingkungan lebih besar, interaksi bioplastik dengan uap air meningkat dan jenuh uap air, sehingga uap air dapat masuk dalam ruang kemasan dan berinteraksi dengan makanan yang ditandai dengan meningkatnya kadar air di makan. Hal ini menjelaskan bahwa ada interaksi antara bioplastik dengan lingkungan yang mempengaruhi fungsi bioplastik sebagai pengemas. Pada penambahan 4 ml gliserol menghasilkan bioplastik yang mampu menghalangi uap air dari lingkungan yang di tunjukan dengan kadar air yang terendah pada semua luas bukaan udara.

Tabel 3. Pengaruh Bukaannya udara tempat penyimpanan makanan terhadap total jamur makanan terkemas Bioplastik (cfu/ gr).

Luas bukaan udara (mm ²)	n	Mean (SD)	Min- Max	Normalitas*	Nilai p
282.60					
➤ 3 ml	12	141.2500(26.20938)	110-190	0.058	0,001
➤ 4 ml	12	126.0833(19.03326)	100-160	0.076	
➤ 5 ml	12	120.8332(16.70511)	90-150	0.274	
➤ Kontrol	12	3707.4167(1806.21958)	1490-7800	0.009	
423.90					
➤ 3 ml	12	138.3330(20.81666)	105-180	0.863	0,027
➤ 4 ml	12	107.1500(18.15329)	80-130	0.200	
➤ 5 ml	12	103.3330(16.69694)	80-130	0.195	
➤ kontrol	12	4259.1667(1533.19309)	2670-7550	0.003	
565,2					
➤ 3 ml	12	173,3300(49.60950)	120-260	0.040	<0,001
➤ 4 ml	12	123.3430(20.10126)	90-180	0.118	
➤ 5 ml	12	190.8330(40.55486)	120-260	0.242	
➤ Kontrol	12	3430.8300(15,3741)	2.030-6.550	0.002	

*Shapiro wilk

Tabel 3 menunjukkan bahwa total Jamur makanan terendah pada luas bukaan udara 423,90 mm² yaitu 103cfu/gr makanan, dengan total jamur terendah pada setiap luas bukaan udara ruang penyimpanan pada makanan yang terkemas bioplastik menggunakan 4 ml glierol. Secara statistik ada perbedaan bermakna luas bukaan udara tempat penyimpanan terhadap total jamur pada makanan yang dikemas bioplastik dengan makanan terkemas kertas minyak.

Penelitian ini menunjukkan ada pengaruh luas bukaan udara tempat penyimpanan makanan terhadap total jamur makanan yang terkemas bioplastik pati kulit singkong, dengan semakin kecil luas bukaan udara penyimpanan makanan akan semakin kecil jumlah Total Jamur pada dodol. Jamur yang tumbuh pada dodol. Bioplastik berpengaruh terhadap total jamur pada makanan dengan jumlah jamur dodol terkemas bioplastik lebih rendah dibandingkan dengan dodol terkemas kertas minyak.

Pada luas bukaan udara yang kurang dari 565,2 mm² semakin besar, aliran udara yang masuk melalui bukaan akan membawa pencemar dari luar ruangan. Luas bukaan udara diperlukan untuk menjaga suhu dan kelembaban tempat penyimpanan. Selama dilakukan penelitian rentang suhu penyimpanan 25-29^oC dengan kelembaban 80,5%-84.7%. Hal ini menunjukkan bahwa bukaan udara pada tempat penyimpanan makanan memungkinkan jamur dapat tumbuh, selain itu dodol merupakan makanan yang dapat mengalami kerusakan karena jamur. Selain suhu dan kelembaban, faktor penting tumbuhnya jamur di dodol adalah kadar air pada makanan tersebut. Kelembaban dapat menjadi faktor yang sangat penting untuk pertumbuhan fungi. Fungi *Rhizopus* atau *Mucor* tumbuh di lingkungan yang kelembaban 90%. *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium* hidup dilingkungan dengan kelembaban di bawah 80%.²⁶ Jamur dapat tumbuh pada makanan dengan penyimpanan pada ruang yang panas dan lembab.²⁷ Makanan dengan kadar air di atas 14% mudah ditumbuhi jamur dan kadar air ini digunakan

oleh jamur untuk beraktivitas.²⁸

Aktivitas air adalah jumlah air bebas yang terkandung dalam pakan dan digunakan oleh mikroorganisme untuk beraktivitas²⁸, bakteri dapat tumbuh subur pada 0,90 air aktivitas; ragi 0,80 - 0,90; ragi 0,88; bakteri halofilik 0,75; bakteri xerofilik 0,65 dan jamur 0,60 - 0,70.²⁹ Kadar air yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme.³⁰

Pada penelitian ini bioplastik sebagai pengemas dodol berinteraksi dengan lingkungan ruang tempat penyimpanan makanan, dan dapat menghalangi uap air dari lingkungan mencapai makanan yang dapat menyebabkan jamur dapat tumbuh. Luas bukaan udara akan membawa uap air, pencemar lainnya ke dalam tempat penyimpanan. Penelitian ini menunjukkan bahwa total jamur yang tumbuh akan semakin besar dengan semakin luasnya bukaan udara. Semakin besar bukaan udara akan membawa pencemar lebih banyak termasuk uap air, gas, paparan suhu, kelembaban dan kontaminan lainnya. Uap air yang mencapai makanan akan meningkatkan kadar air di makanan dan mendukung untuk jamur tumbuh. Pati singkong dan glierol bersifat hidrofilik, penambahan gliserol pada pati menurunkan laju uap air melewati melewati bioplastik sehingga memiliki kemampuan melindungi makanan.^{7,31} Menurut Utami, 2014 bahwa gliserol memiliki gugus-OH yang menyebabkan sifat hidrofilik pada bioplastik sehingga mampu menurunkan laju kecepatan uap air sehingga mencegah kontak uap air pada makanan dari makanan itu sendiri dan dari lingkungan.³² Cemaran jamur dapat cegah dengan penggunaan bioplastik berbasis pati gliserol yang terpersentasi pada ketebalan bioplastik. Sifat bioplastik ini yang mempengaruhi total jamur pada dodol yang dikemas. Selama 30 hari penyimpanan terjadi interaksi yang menguntungkan antara bioplastik dengan lingkungan penyimpanan dan interaksi bioplastik dengan dodol karena selama kontak pengemas mengurangi terjadinya intrusi gas dan zat yang mudah menguap, uap air, mikroorganisme dan senyawa

lainnya ke dalam makanan.³³

Bioplastik mengikat gas, uap air yang ada dilingkungan sehingga kadar air di dodol dapat dipengaruhi yang dapat memperlambat kerusakan dodol oleh jamur, proses ini berjalan selama 30 hari penyimpanan dan pada titik tertentu kemampuan menyerap dan mengikat uap air bioplastik menurun.

Interaksi bioplastik sebagai pengemas degan makanan dan bahan kemasan dianggap sebagai pertukaran antara makanan, kemasan, dan lingkungan dan dapat berdampak pada kualitas, keamanan, dan/atau integritas kemasan makanan. Mencegah kerusakan makanan, mengurangi kehilangan mutu makanan karena rusak, memperpanjang waktu simpan, makanan bagian dari fungsi pengemas makanan. Bioplastik berbasis pati dan gliserol dengan ketebalannya pat juga melindungi dodol kontak dengan uap air dan cemaran total jamur. Dengan demikian bioplastik dapat digunakan untuk mempertahankan kualitas dodol.

SIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa luas bukaan udara memberikan pengaruh pada penggunaan bioplastik sebagai pengemas makanan. Semakin besar luas bukaan udara menyebabkan paparan lingkungan terhadap bioplastik akan besar dan mempengaruhi kemampuan bioplastik melindungi makanan. Berkurangnya fungsi bioplastik melindungi makanan bioplastik dapat diketahui dari kadar air dan Total Jamur dodol. Semakin besar kadar air dan Total jamur, menunjukkan bahwa paparan lingkungan sudah masuk dalam pengemas dan kontak dengan dodol. Bioplastik berbasis pati kulit singkong dengan penambahan gliserol dapat menjadi alternatif sebagai pengemas primer dodol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim menyampaikan terimakasih kepada Direktur dan Pengelola Unit Penelitian dan Pengabdian masyarakat Politeknik Kesehatan Bandung yang telah memfasilitasi dan memberikan bimbingan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asgher M, Qamar SA, Bilal M, Iqbal HMN. Bio-based active food packaging materials: Sustainable alternative to conventional petrochemical-based packaging materials. *Food Res Int.* 2020; 137 (109625):1-46. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109625>
2. Helmroth E., Rijk R., Dekker M., Jongen W. Predictive modeling of migration from packaging materials into food products for regulatory purposes. *Trends Food Sci. Technol.*2020;13:102–109. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00031-6](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00031-6)
3. Herbes C, Scholten PB V, Uysal-unalan I, Sogut E, Kopacic S. Bioplastics for Food Packaging: Environmental Impact, Trends and Regulatory Aspects.2022:1–39. <https://doi.org/10.3390/foods11193087>
4. Apridinata. Analisis Migrasi Ftalat Dari Kemasan Plastik Makanan Pada Simulan Makanan Dengan Kromatografi Gas-Detektor Nyala Ionisasi (GC-FID). 2017. <https://repository.unsri.ac.id/17716>
5. Herlina Cicik Yulianti. Analisis Pengaruh Suhu Simulan Pangan Terhadap Migrasi Formalin Dari Piring Melamin. *Journal of Pharmacy and Science.* 2020; 5(2):73-79. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v5i2.173>
6. Claudio L. Our food: Packaging & public health. *Environ. Health Perspect.* 2012;120(6): 232–7. <https://doi.org/10.1289/ehp.120-a232>
7. Sitompul Alfredo Johan Wahyu Sagita, dan Elok Zubaidah. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Plastikizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (Arenga Pinata). *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2017;5(1): 13-25. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/494>
8. Zhu, J. Structural changes and triacetin migration of starch acetate film contacting with distilled water as food simulant. *Carbohydr Polym.*2014;104:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.12.087>
9. Begley T.H. Migration from food packaging: Regulatory considerations for estimating exposure. In *Plastic Packaging Materials for Food.* Piringner, O.G. and Baner, A.L., Eds. Willey-VCH, Germany, 2000.p. 359-91. <https://doi.org/10.1002/9783527613281.ch11>
10. Chapke K, Gandhi K, Lata K, Sharma R, Mann B, Singh N. Migration study of chemical additives from low density polyethylene (LDPE) into dahi. *J Food Sci Technol.* 2022 Aug;59(8):3283-3295. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05453-w>
11. Alamri MS, Qasem AAA, Mohamed AA, Hussain S, Ibraheem MA, Shamlan G, Alqah HA, Qasha AS. Food packaging's materials: A food safety perspective. *Saudi J Biol Sci.* 2021;28(8):4490-4499. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.047>
12. Katsara K, Kenanakis G, Viskadourakis Z, Papadakis VM. Polyethylene Migration from Food Packaging on Cheese Detected by Raman and Infrared (ATR/FT-IR) Spectroscopy. *Materials (Basel).* 2021; 12(Jul);14(14): 3872:1-12. <https://doi.org/10.3390/ma14143872>
13. Duffy E, Gibney MJ. Use of a food-consumption database with packaging information to estimate exposure to food-packaging migrants: expoxidized soybean oil and styrene monomer. *Food Addit Contam.* 2007 Feb;24(2):216-225. <https://doi.org/10.1080/02652030600977833>
14. Triantafyllou, K. Akrida-Demertzi, P.G. Demertzis, Determination of partition behavior of organic surrogates between paperboard packaging materials and air, *Journal of Chromatography A.* 2005; 1077(1):74-79. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.04.061>
15. Wulandari K, Ardiani Yosephina S. Penyehatan

- Makanan dan Minuman. Badan PPSDM Kesehatan Kemenkes RI Jakarta; 2019.
16. Mukono HJ. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Airlangga Universit: Press. Surabaya;2000.
 17. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Japanese Industrial Standard.Japanese Standards Association.1975.
 18. Nugroho, Adi Agung, Basito, dan Baskara Katri A. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisangt erhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2013; 2 (1):73-79.
 19. Anandito RBK, Nurhartadi E, Bukhori A. Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali.2012; V(2):17–23.
 20. Arham R., Mulyat, M.T, Metusalach, M. and Salengke S. Physical and mechanical properties of agar based edible film with glycerol plasticizer. *Int Food Res J* .2016;23(4):1669–75. <https://www.researchgate.net/publication/305410349>
 21. Galus, S., Lenart, A., Voilley, A. and Debeaufort, F. 2013. Effect of oxidized potato starch on the physicochemical properties of soy protein isolate-based edible Flms. *Food Technology and Biotechnology*.2013;51(3): 403-409. <https://www.researchgate.net/publication/256980496>.
 22. Mudaffar RA, Studi P, Fakultas A, Andi U, Palopo D. Karakteristik Edible Film Dari Limbah Kulit Singkong. *J TABARO*. 2020,4(2):473–83. <https://doi.org/10.35914/tabaro.v4i2.669>
 23. Santoso B. Edible Film. Palembang: Noer Fikri.2020.
 24. Setiani W, Sudiarti T, Rahmidar L. Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati. 2013;3(2). <https://doi.org/10.15408/jkv.v3i2.506>
 25. Sothornvit, R. and J. M. Krochta. Plasticizer Effect On Oxygen Permeability of Betalactoglobulin Films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.2000;48:6289-6302. <https://doi.org/10.1021/jf000836l>
 26. Indrawati Gandjar Roosheroe, Wellyzar Sjamsuridzal AO. Mikologi Dasar dan Terapan. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia; 2014.
 27. Tangendjaja, B. & E. Wina. Limbah Tanaman dan Produk Samping Industri Jagung untuk Pakan. Bogor: Balai Penelitian Ternak; 2014.
 28. Gadzama I U, Mohammed I D, Yashim S M, Abdu S B dan Ereke S O. Quality Assessment of Dusa-Rice Bran Multi-Nutrient Block In A Semi-Arid Environment of North East Nigeria. *J. Animal Production Research*.2016;28(1):33-48. <https://www.researchgate.net/publication/334224641>
 29. Borremans A, Smets R, Campenhout L Van. Fermentation Versus Meat Preservatives to Extend the Shelf Life of Mealworm (*Tenebrio molitor*) Paste for Feed and Food Applications. *Front Microbiol*. 2020;11(July):1–8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01510>
 30. Wulandari E, B I M Tampoebolon, Widiyanto dan R I Pujaningsih. Uji Mikrobiologis Salmonella, Water Activity dan Total Bakteri Multinutrien Blok dari Cangkang Kerang dan Cangkang Telur sebagai Sumber Mineral. *J Sain Peternak Indones*.2020;15:43–9. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.1.43-49>
 31. Jariyasakoolroj P, Leelaphiwat P, Harnkarnsujarit N. Advances in research and development of bioplastic for food packaging. *J Sci Food Agric*. 2020;100(14):5032-45. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9497>
 32. Utami, M.R., Latifah, & N. Widiarti. Sintesis Plastik Biodegradable dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*.2014;3(2): 163-7. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/3505/3150>
 33. Shin C, Kim D, Kim J, Ho J, Song M. Migration of substances from food contact plastic materials into foodstuff and their implications for human exposure. *J Food Chem Toxicol [Internet]*. 2021;154(April):112373:1-7 Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112373>



©2024. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.