



Karakteristik *edible film* yang dihasilkan dengan bahan dasar pektin kulit buah kopi robusta dan glukomanan

Firda Ilma Dea, Ike Sitoresmi Mulyo Purbowati*, Condro Wibowo

Teknologi Pangan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia.

Article history

Received:

11 Agustus 2021

Revised:

13 Oktober 2021

Accepted:

8 November 2021

Keyword

Coffee skin;

Porang tubers;

Pectin;

Edible film;

Glucomannan

ABSTRACT

Coffee peel is a by-product of coffee processing, which is about 50-60%. The coffee peel has pectin content ranging from 27.20 to 57.24%. One of the utilizations of this pectin was used as a raw material for an edible film. Pectin-based edible films had advantages, including good tensile strength and water vapor transmission rate properties. This research is expected to have an impact on the use of waste into products that have added value. This study aimed to determine the best characteristics of the edible film of Robusta coffee skin pectin with glucomannan and the addition of sorbitol. This research was an experimental method using a completely randomized design method with two factors: the ratio of pectin: glucomannan 1:4, 2:3, and 3:2; addition of sorbitol 1.5 ml, 3 ml, and 4.5 ml. The observed variables included thickness, solubility, and water vapor transmission rates. Data of thickness, solubility, and water vapor transmission rate were analyzed using analysis of variance and further tested by the Duncan Multiple Range Test at a 5% level. The selected treatment for producing the edible film from pectin of coffee peel and glucomannan was R3K1. The characteristics of the edible film produced were a thickness value of 0.11 mm, solubility of 72.3%, water vapor transmission rate of 5,77 gram/m², the tensile strength of 2.05 MPa, and elongation of 13.71%.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email: ikesitoresmi@yahoo.co.id

DOI 10.21107/agrointek.v16i3.11480

PENDAHULUAN

Pada tahun 2018, hasil panen kopi di Indonesia mencapai 756.051 ton dan produksi kopi robusta memiliki proporsi 81% dari total keseluruhan produksi kopi di Indonesia dan sisanya adalah kopi arabika (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021).

Kopi menghasilkan limbah hasil sampingan pengolahan berupa kulit kopi yang memiliki persentase yang cukup besar, yaitu 50 – 60% dari jumlah buah kopi yang artinya sekitar 453.630ton (Maulida dan Erfa 2018). Menurut Diniyah *et al.* (2013), kulit kopi bagian kulit ari (*silver skin*) mengandung pektin berkisar antara 27,20-57,24%. Keberadaan limbah kulit kopi robusta yang melimpah akan berdampak negatif pada lingkungan jika tidak dimanfaatkan dengan baik. Menurut PUSLITKOKA (2010), Limbah kulit kopi robusta dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyusun *edible film* sehingga dapat memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan mengurangi pemakaian kemasan plastik.

Pektin merupakan bahan pangan fungsional bernilai tinggi yang berguna dalam pembentukan gel dan bahan penstabil pada sari-sari buah, bahan pembuatan *jelly*, jam, dan marmalade (Willats *et al.* 2006). Salah satu pemanfaatan pektin sebagai bahan dasar dalam pembuatan *edible film* untuk kemasan pangan yang aman dan ramah lingkungan (Akili *et al.* 2012).

Menurut Uliyanti dan Martiyanti (2016), *edible film* berbahan dasar pektin mempunyai kelebihan yaitu memiliki kuat tarik yang baik, membentuk *film* lebih tipis dibandingkan *edible film* berbahan dasar pati, dan menurunkan laju transmisi uap air. Namun, komponen pektin yang digunakan pada pembuatan *edible film* memiliki kelemahan, yaitu menghasilkan *film* yang bersifat keras, rapuh, dan tingkat elongasi yang kurang sehingga perlu adanya penambahan glukomanan dan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik yang dapat menurunkan kehilangan air dan meningkatkan jumlah air terikat (Gennadios dan Weller 1990).

Glukomanan merupakan senyawa polisakarida yang mempunyai sifat istimewa di antaranya membentuk lapisan tipis (*film*) yang mempunyai sifat tembus pandang (transparan), membentuk *edible film* yang tidak kaku, elastisitas kuat, serta dapat melarut kembali bila dilarutkan dalam air (Diniyah *et al.* 2013). Penambahan glukomanan yang terlalu tinggi menurunkan sifat

barrier edible film yaitu meningkatnya nilai laju transmisi uap air sehingga komposisi antara pektin dengan glukomanan harus sesuai agar menghasilkan *edible film* dengan karakteristik yang terbaik.

Selain penambahan glukomanan, perlu adanya penambahan *plasticizer*. Salah satu *plasticizer* yang sering digunakan adalah sorbitol. Peran sorbitol sebagai *plasticizer*, yakni meningkatkan elastisitas, fleksibilitas *film*, menghaluskan permukaan *film*, dan menahan laju transmisi O₂ sehingga oksidasi dapat berkurang (Fatnasari *et al.* 2018). Penambahan sorbitol yang terlalu tinggi menurunkan kuat tarik dan sifat *barrier edible film* yaitu meningkatnya nilai laju transmisi uap air *edible film* (Putra *et al.* 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio pektin kulit kopi robusta:glukomanan dan penambahan *plasticizer* sorbitol serta interaksi kedua faktor perlakuan terhadap karakteristik *edible film*.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit (*pulp*) buah kopi robusta (*Coffea canephora*) Banyumas, Jawa Tengah, tepung glukomanan, sorbitol, akuades, *silica gel*, etanol 96%, natrium metabisulfit 0,1%, amonium oksalat monohidrat (E-Merck Pro Analyza) 2,5%, asam oksalat (Merck Pro Analyza) 10%, CaCl₂ (Merck Pro Analyza).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cabinet dryer*, oven, *blender*, corong, pisau, ayakan 60 *mesh*, ayakan 80 *mesh*, cawan porselin, neraca analitik, pH meter, kain saring, kertas saring, *magnetic stirrer*, *hot plate*, termometer air raksa, cetakan *film* (10cm x 20cm), mikrometer sekrup, desikator, *Universal Testing Machine* (UTM) Merk Zwick Type DO-FB0.5TS, dan gelas ukur beragam ukuran.

Rancangan Penelitian

Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah rasio pektin kulit kopi robusta:glukomanan dengan taraf (R): 1:4 (R1), 2:3 (R2), dan 3:2 (R3) dan penambahan konsentrasi sorbitol dengan taraf (K): 1,5 ml (K1), 3 ml (K2), dan 4,5 ml (K3).

Pengeringan dan Ekstraksi Pektin Kulit Kopi Robusta

Pengeringan kulit buah kopi robusta berdasarkan penelitian Erika (2013) dan Sulaiman

et al. (2015) dengan modifikasi. Kulit kopi dicuci dan direndam dalam larutan natrium metabisulfid 0,1% selama 15menit, kemudian dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 50°C selama 10jam. Kulit kopi kering dikecilkan ukurannya dengan blender (*Philips HR2116*) dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*.

Ekstraksi pektin kulit buah kopi robusta dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Sulaiman *et al.* (2015) yang telah dimodifikasi. Ekstraksi pektin kulit kopi robusta, 50gram kulit kopi halus dimasukkan dalam *beaker glass* ukuran 1 liter dan dicampur dengan amonium oksalat 2,5% (rasio kulit kopi:amonium oksalat = 1:10), kemudian ditambahkan asam oksalat 10% pada larutan ammonium oksalat hingga pH 3,2. Ekstraksi dilakukan pada suhu 90°C selama 90 menit. Hasil ekstraksi disaring dengan kain saring dan diambil filtrat pektin.

pada proses penggumpalan, filtrat pektin dicampurkan dengan etanol 96% dalam *beaker glass* ukuran 2 liter. Perbandingan filtrat pektin:etanol 96% (1:1) dan dibiarkan selama 18 jam. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring dan dilakukan pemurnian pektin dengan cara, endapan yang telah disaring dicuci sebanyak 6x menggunakan etanol 96% sebanyak 100 ml. Pektin kulit kopi dikeringkan dalam *cabinet dryer* dengan suhu 45°C selama 10 jam, lalu di *blender* dan diayak dengan ukuran 80 *mesh*.

Pembuatan Edible film

Pembuatan *edible film* dilakukan berdasarkan penelitian Halim dan Katherina (2019). *Edible film* dibuat dalam 3 taraf rasio pektin dan glukomanan (1:4, 2:3, 3:2 b/btotal) dengan berat total 2,5gram. Pektin dan glukomanan masing-masing dilarutkan secara terpisah. Pektin kulit kopi dilarutkan dalam 50ml akuades dipanaskan hingga 50°C ditambahkan 6,5% CaCl₂ (b/bpektin). Tepung glukomanan dilarutkan dengan 50ml akuades, diaduk hingga homogen lalu dimasukkan ke larutan pektin kopi. Larutan ditambahkan sorbitol (1,5ml, 3ml, 4,5ml) dan diaduk, kemudian dipanaskan dengan suhu 75°C selama 5menit dan 85°C selama 10 menit. Larutan didinginkan hingga suhu 60°C, dituangkan ke cetakan *film*, dikeringkan pada *cabinet dryer* dengan suhu 55°C selama 7 jam.

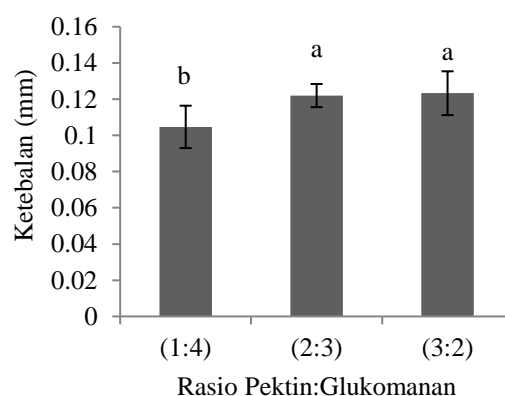
Variabel dan Pengukuran

Edible film selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik *edible film* yang meliputi uji ketebalan dan kelarutan (Sitompul dan Zubaidah 2017), kuat tarik (Sousa *et al.* 2010), Elongasi (Purwanti 2010), dan laju transmisi uap air (Kamper dan Fennema 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio pektin:glukomanan (R), penambahan sorbitol (K) dan interaksi perlakuan rasio pektin:glukomanan (R) dan penambahan sorbitol (K) memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*. Pengaruh perlakuan rasio pektin:glukomanan (R) terhadap ketebalan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Rata-rata ketebalan edible film berdasarkan rasio pektin:glukomanan yang berbeda

Nilai ketebalan terendah dihasilkan oleh perlakuan rasio pektin:glukomanan R1 (1:4) dengan nilai ketebalan sebesar 0,10 mm dan nilai ketebalan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan rasio pektin:glukomanan R3 (3:2) dengan nilai ketebalan sebesar 0,12 mm. Nilai ketebalan *edible film* tersebut telah memenuhi standar maksimal ketebalan *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut (Widodo *et al.* (2019) standar nilai ketebalan *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* maksimal sebesar 0,25 mm.

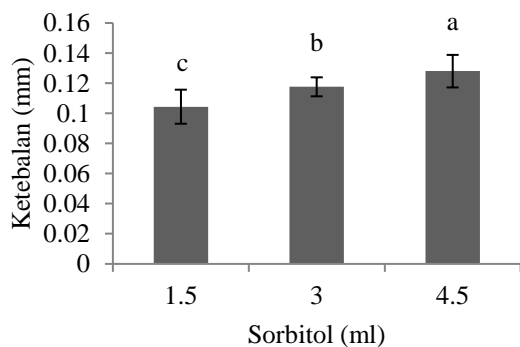
Hasil uji ketebalan menunjukkan peningkatan rasio pektin meningkatkan ketebalan. Menurut Nugroho *et al.* (2013) ketebalan *edible film* dapat dipengaruhi oleh viskositas dan kandungan polimer penyusunnya. Kemampuan

penyerapan air pada masing-masing bahan akan mempengaruhi viskositas larutan *edible film*.

Glukomanan dan pektin memiliki sifat pembentuk gel yang baik serta menghasilkan viskositas yang tinggi. Menurut Mutia *et al.* (2011), glukomanan mempunyai berat molekul yang relatif tinggi yaitu 200.000 – 2.000.000 Dalton. Besarnya berat molekul ini menyebabkan glukomanan memiliki viskositas dan penyerapan air yang tinggi. Penyerapan air yang tinggi menurunkan kekuatan gel karena meningkatnya jumlah air bebas yang terserap, air bebas yang terserap menguap ketika terkena suhu yang lebih tinggi sehingga menghasilkan *edible film* dengan ketebalan yang rendah (Kaya *et al.* 2015).

Pada penggunaan pektin sebagai bahan pembuatan *edible film* menghasilkan viskositas yang tinggi dengan kerapatan molekul yang tinggi pula. Menurut Rosidah dan Syaiful (2018), pektin menghasilkan kerapatan molekul yang tinggi karena memiliki berat molekul yang lebih rendah dari glukomanan yaitu 30.000-100.000 Dalton. Kerapatan molekul yang tinggi menyebabkan molekul air yang terikat sulit untuk hilang saat terkena suhu yang lebih tinggi sehingga menghasilkan *edible film* yang semakin tebal (Sukoyo *et al.* 2014). Hasil ini sesuai dengan penelitian (Galus dan Lenart (2013), peningkatan pektin pada *edible film* komposit dapat meningkatkan ketebalan *edible film*, hal ini berkaitan dengan sifat koloid dari pektin yang mempengaruhi ketebalan, suspensi dan interaksi antar komponen penyusun *edible film*.

Pengaruh perbedaan penambahan jumlah *plasticizer* sorbitol terhadap ketebalan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 2.

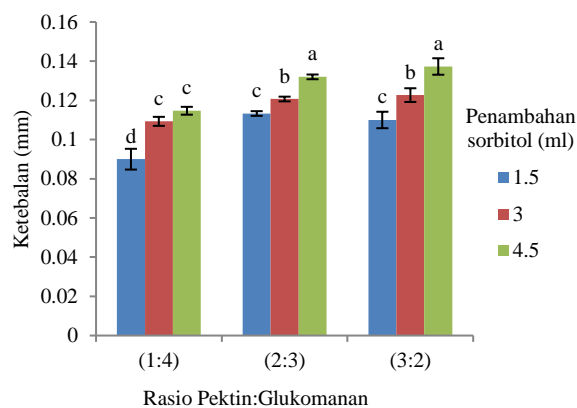


Gambar 2 Rata-rata ketebalan *edible film* berdasarkan jumlah *plasticizer* yang berbeda

Nilai ketebalan terendah dihasilkan oleh perlakuan K1 (penambahan sorbitol 1,5ml) dengan nilai ketebalan sebesar 0,10mm dan nilai ketebalan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan K3 (penambahan sorbitol 4,5ml) dengan nilai ketebalan sebesar 0,12mm. Nilai ketebalan *edible film* tersebut telah memenuhi standar maksimal ketebalan *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019) standar nilai ketebalan *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* maksimal sebesar 0.25mm. Hasil ini berhubungan dengan jumlah total padatan terlarut pada *edible film*. Menurut Rusli *et al.* (2017) peningkatan padatan terlarut pada pembuatan *edible film* menyebabkan peningkatan ketebalan *edible film* yang dihasilkan.

Peningkatan jumlah padatan dalam larutan mengakibatkan polimer-polimer yang menyusun matriks *film* semakin banyak dan saling berdekatan sehingga ketebalan *edible film* meningkat (Nugroho *et al.* 2013). Polimer penyusun matriks *film* akan meningkat seiring kenaikan total padatan terlarut dalam larutan *film*, sehingga ketebalan akan meningkat (Sitompul dan Zubaidah 2017). Selain itu, menurut Jongjareonrak *et al.* (2006) penambahan *plasticizer* pada pembuatan *edible film* menambah jarak interstisial antara rantai polimer dalam matriks *film* meningkat karena terdispersinya molekul *plasticizer* dalam matriks *film* yang dapat berkontribusi pada peningkatan ketebalan *edible film*.

Nilai rata-rata ketebalan *edible film* berdasarkan rasio pektin:glukomanan dan jumlah *plasticizer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rata-rata ketebalan *edible film* berdasarkan kombinasi perlakuan antara rasio pektin:glukomanan dan jumlah *plasticizer* yang berbeda

Ketebalan terendah dihasilkan oleh kombinasi perlakuan R1K1 (1:4 dan sorbitol 1,5ml) dengan nilai ketebalan sebesar 0,09 mm dan ketebalan tertinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan R3K3 (3:2 dan sorbitol 4,5ml) dengan nilai ketebalan sebesar 0,13mm. Nilai ketebalan *edible film* tersebut telah memenuhi standard maksimal ketebalan *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019), standar nilai ketebalan *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* maksimal sebesar 0.25 mm. Hasil ini berhubungan dengan jumlah total padatan terlarut *edible film*. Peningkatan jumlah padatan dalam larutan mengakibatkan polimer-polimer yang menyusun matriks *film* makin banyak dan saling berdekatan sehingga ketebalan meningkat (Nugroho *et al.* 2013).

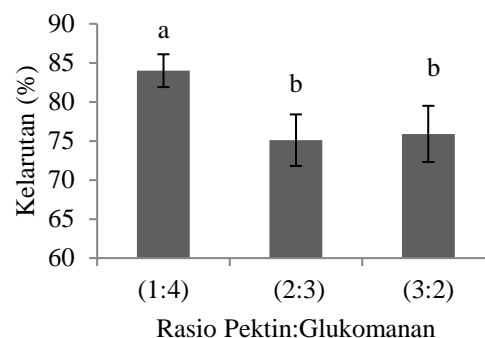
Pembentukan gel pada masing-masing bahan penyusun *edible film* yaitu pektin dan glukomanan akan mempengaruhi kerapatan molekul pada *edible film* yang mempengaruhi ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Menurut Rosidah dan Syaiful (2018), pektin mempunyai berat molekul lebih rendah dibandingkan glukomanan yaitu 30.000-100.000 Dalton. Hal ini menyebabkan kerapatan molekul pada *edible film* tinggi. Rasio pektin yang meningkat akan memberikan kerapatan cukup baik pada *edible film* sehingga dapat meningkatkan kekuatan *edible film* yang dihasilkan, kerapatan gel pektin ini menyebabkan molekul air yang terikat tidak mudah untuk menguap saat terkena suhu yang lebih tinggi dan menyebabkan peningkatkan ketebalan *edible film*.

Penambahan *plasticizer* dalam pembuatan *edible film* juga mempengaruhi hasil ketebalan *edible film*. Menurut Sitompul dan Zubaidah (2017), penambahan konsentrasi *plasticizer* akan meningkatkan viskositas larutan *edible film* sehingga ketebalan *edible film* yang dihasilkan pun akan meningkat. Sorbitol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang memiliki ukuran molekul cukup besar dengan berat molekul sebesar 182,17 gram/mol dan memiliki tingkat kelarutan yang sangat tinggi yaitu 235 gram/100 gram air (Riyanto *et al.* 2017). Hal ini menyebabkan sorbitol dapat menambah total padatan larutan dan juga molekul sorbitol dapat mengisi ruang dalam susunan rantar antara glukomanan dan pektin sehingga meningkatkan ketebalan *edible film*.

Kelarutan

Hasil analisis ragam ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata dari faktor rasio pektin dengan glukomanan,

penambahan jumlah *plasticizer*, dan terdapat pula interaksi antar faktor penyusun *edible film* terhadap kelarutan *edible film*. Gambar 4 menunjukkan pengaruh rasio pektin:glukomanan yang berbeda terhadap kelarutan *edible film*.

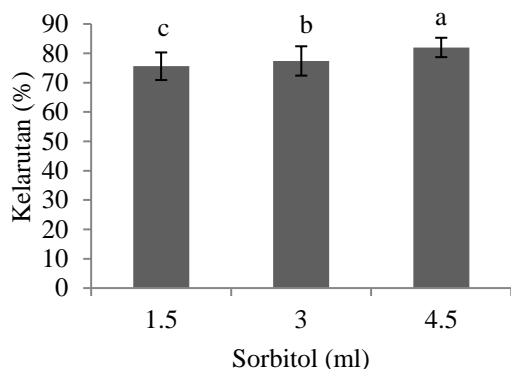


Gambar 4 Rata-rata kelarutan *edible film* berdasarkan rasio pektin dengan glukomanan yang berbeda

Kelarutan *film* merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradabilitas *film* ketika digunakan sebagai pengemas, ada *film* yang dikehendaki tingkat kelarutannya tinggi ataupun sebaliknya tergantung jenis produk yang dikemas (Nurjannah 2004). Kelarutan *edible film* terendah dihasilkan oleh perlakuan R2 (2:3) dengan nilai kelarutan sebesar 75,1% dan kelarutan *edible film* tertinggi dihasilkan oleh perlakuan R1 (1:4) dengan nilai kelarutan sebesar 84%. Hasil ini menunjukkan peningkatan rasio pektin cenderung menurunkan kelarutan *edible film*. Pembentukan gel pada pektin yang cukup baik menyebabkan kerapatan pada gel yang dihasilkan semakin tinggi dan kekompakan matriks baik sehingga molekul air sulit untuk masuk maupun untuk dilepaskan kembali (Yuliani 2011). Air yang sulit dilepaskan kembali akan menurunkan kelarutan pada *edible film* yang dihasilkan.

Pada peningkatan rasio glukomanan cenderung menghasilkan peningkatan kelarutan *edible film*. Menurut (Halim dan Katherina (2019), penggunaan rasio glukomanan yang tinggi dapat meningkatkan kelarutan *film*, hal ini terjadi karena adanya peningkatan jumlah komponen bersifat hidrofilik yaitu glukomanan dalam larutan *edible film*. Sifat hidrofilik ini mempercepat *edible film* menyerap dalam air.

Nilai rata-rata kelarutan *edible film* berdasarkan jumlah *plasticizer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5.



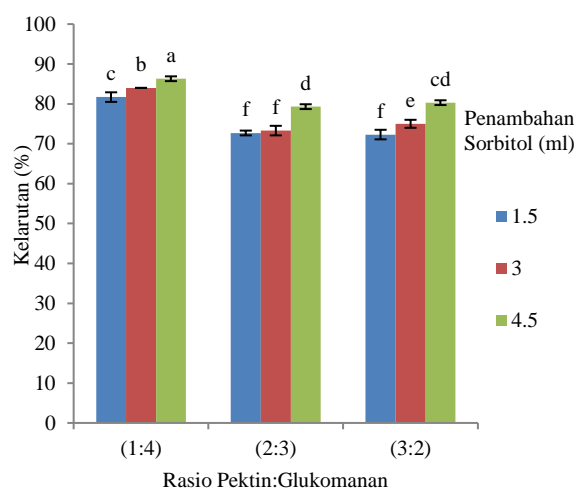
Gambar 5 Rata-rata kelarutan *edible film* berdasarkan jumlah *plasticizer* yang berbeda

Kelarutan terendah dihasilkan oleh perlakuan K1 (1,5ml) dengan nilai kelarutan sebesar 75,6% dan kelarutan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan K3 (4,5ml) dengan nilai kelarutan sebesar 82%. Menurut Bourtoom (2008), peningkatan kelarutan *edible film* yang dihasilkan terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer* yang bersifat hidrofilik sehingga meningkatkan kelarutan *edible film* dalam air. Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* dalam pembuatan *edible film* juga berpengaruh terhadap kelarutan *edible film* yang dihasilkan. Sorbitol dapat menyebabkan persen kelarutan *film* meningkat, hal ini terjadi karena penambahan sorbitol yang dilakukan berakibat pada penambahan jumlah gugus hidroksil (Wirawan dan Prasetya 2012).

Nilai rata-rata kelarutan *edible film* berdasarkan rasio pektin:glukomanan dan jumlah *plasticizer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 6.

Kelarutan terendah dihasilkan oleh kombinasi perlakuan R2K1 (2:3 dan sorbitol 1,5ml) dengan nilai kelarutan sebesar 78,33% dan kelarutan tertinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan R1K3 (1:4 dan sorbitol 4,5ml) dengan nilai kelarutan sebesar 86,33%. Hasil kelarutan yang tinggi dapat disebabkan oleh sifat hidrofilik glukomanan dan sorbitol. Menurut Zulferiyenni *et al.* (2014), penggunaan bahan pembuatan *edible film* yang bersifat hidrofilik menyebabkan *edible film* lebih mudah menyerap dan larut dalam air sehingga hasil kelarutan semakin tinggi. Sedangkan peningkatan pektin cenderung

menurunkan kelarutan, hal ini terjadi karena pektin menghasilkan kerapatan molekul yang tinggi sehingga lebih sulit molekul air untuk masuk dalam *film*. Hal ini sesuai dengan penelitian Syarifuddin dan Yuniarta (2015), penambahan pektin sebanyak 30% dapat menurunkan kelarutan *edible film*. Peningkatan konsentrasi pektin dapat meningkatkan jumlah polimer pembentuk *film*, jumlah polimer yang meningkat akan memperkecil rongga dalam gel sehingga mempersulit air untuk masuk dalam *edible film* dan menyebabkan terjadinya penurunan kelarutan *edible film*.

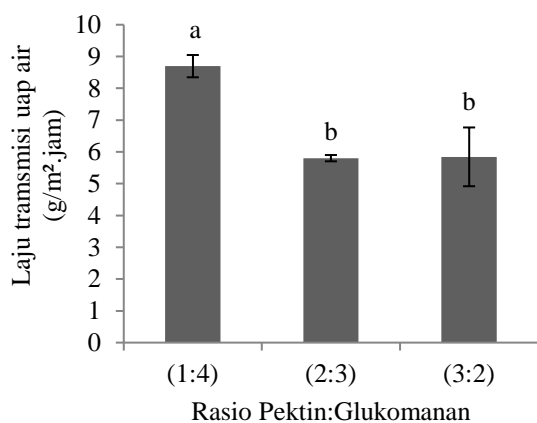


Gambar 6 Rata-rata kelarutan *edible film* berdasarkan kombinasi perlakuan antara rasio dan jumlah *plasticizer* yang berbeda

Penambahan *plasticizer* pada *edible film* memberikan pengaruh terhadap *edible film*. Menurut Ghanbarzadeh *et al.* (2010), ikatan hidrogen yang terbentuk antara molekul air dengan bahan *plasticizer* menyebabkan turunnya kekompakan matriks polisakarida sehingga menyebabkan kelarutan *film* meningkat.

Laju transmisi uap air

Hasil analisis ragam ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh sangat nyata pada faktor rasio pektin dengan glukomanan, penambahan *plasticizer* sorbitol, dan terdapat pula interaksi antar faktor penyusun *edible film* terhadap laju transmisi uap air *edible film*. Nilai rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan rasio pektin:glukomanan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan rasio pektin dengan glukomanan yang berbeda

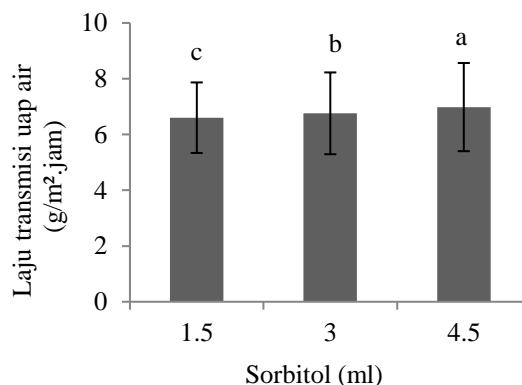
Nilai laju transmisi uap air terendah dihasilkan oleh perlakuan R2 (2:3) dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 5,80g/m² dan nilai laju transmisi uap air tertinggi dihasilkan oleh perlakuan R1 (1:4) dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 8,69g/m². Nilai laju transmisi uap air *edible film* tersebut telah memenuhi standar maksimal laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019) standar nilai laju transmisi uap air *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* maksimal sebesar 10g/m².

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan glukomanan yang tinggi akan menghasilkan laju transmisi uap air yang tinggi. Hal ini terjadi karena peningkatan komponen hidrofilik glukomanan menyebabkan area migrasi uap air menjadi luas sehingga laju transmisi uap air semakin tinggi (García *et al.* 2000).

Peningkatan pektin cenderung menurunkan laju transmisi uap air *edible film*. Menurut Lesmana *et al.* (2017), pektin menghasilkan kerapatan gel yang tinggi sehingga *edible film* sulit ditembus oleh uap air. Hasil ini sesuai dengan penelitian Syarifuddin dan Yuniarta (2015) bahan penyusun *edible film* pektin albedo jeruk bali, peningkatan konsentrasi pektin cenderung menurunkan nilai laju transmisi uap air *edible film*. Hal ini disebabkan peningkatan konsentrasi pektin meningkatkan jumlah polimer pembentuk *film* dengan meningkatkan total padatan sehingga dapat terbentuk *edible film* yang tebal. Jumlah polimer yang meningkat, memperkecil rongga dalam gel yang terbentuk. Semakin tebal dan rapat matriks *film* yang terbentuk mengurangi laju

transmisi uap air karena sulit untuk ditembus uap air.

Nilai laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan jumlah *plasticizer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 8.

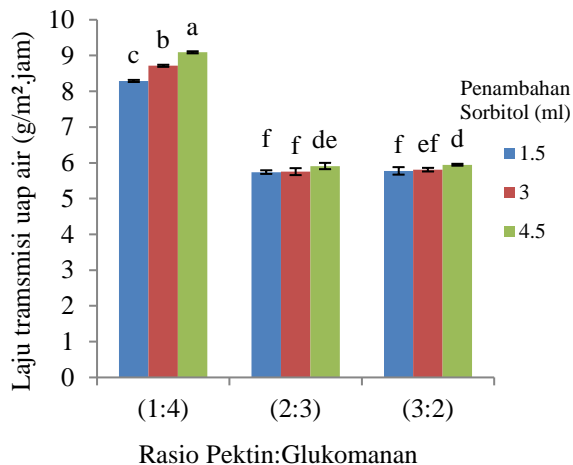


Gambar 8 Rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan jumlah *plasticizer* yang berbeda

Nilai laju transmisi uap air terendah dihasilkan oleh perlakuan K1 (1,5ml) dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 6,61g/m² dan nilai laju transmisi uap air tertinggi dihasilkan oleh perlakuan K3 (4,5ml) dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 6,98g/m². Nilai laju transmisi uap air *edible film* tersebut telah memenuhi standar maksimal laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019) standar nilai laju transmisi uap air *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* maksimal sebesar 10g/m².

Hasil ini menunjukkan peningkatan *plasticizer* akan meningkatkan laju transmisi uap air *edible film*. Menurut Khazaei *et al.* (2014), sifat hidrofilik pada *plasticizer* menyebabkan adanya modifikasi struktur jaringan polimer menjadi kurang padat sehingga menyebabkan uap air lebih mudah melewati *film*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wittaya (2013), peningkatan *plasticizer* dapat dikaitkan dengan sifat hidrofilik *plasticizer* yang dapat meningkatkan adsorpsi dan desorpsi molekul air sehingga meningkatkan nilai laju transmisi uap air pada *edible film* berbahan hidrofilik. Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* juga memberikan pengaruh pada peningkatan nilai laju transmisi uap air *edible film*. Menurut Widodo *et al.* (2019), sorbitol memiliki kemampuan yang rendah dalam mengikat air sehingga menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang tinggi karena uap air dilepaskan langsung.

Nilai rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan rasio pektin:glukomanan dan jumlah *plasticizer* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9 Rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan kombinasi perlakuan antara rasio dan jumlah *plasticizer* yang berbeda

Nilai laju transmisi uap air terendah dihasilkan oleh kombinasi perlakuan R2K1 (2:3 dan sorbitol 1,5ml) dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 5,74g/m² dan nilai laju transmisi uap air tertinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan R1K3 (1:4 dan sorbitol 4,5 ml) dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 9,08g/m². Nilai laju transmisi uap air *edible film* tersebut telah memenuhi standar maksimal laju transmisi uap air *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019) standar nilai laju transmisi uap air *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* maksimal sebesar 10g/m².

Hasil ini menunjukkan pada saat rasio pektin ditambahkan cenderung menurunkan laju transmisi uap air *edible film*. Menurut Yang dan Paulson (2000), peningkatan konsentrasi pektin yang ditambahkan dapat menurunkan nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh terbentuknya interaksi yang kuat antara molekul pektin dengan glukomanan yang akan memperkecil volume dan jarak antar molekul dalam *film*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Lesmana *et al.* (2017), penambahan konsentrasi pektin dapat menahan laju transmisi uap air *film*, karena pektin akan menghasilkan permeabilitas dan kerapatan gel yang baik sehingga dapat menahan laju transmisi uap air dengan baik.

Pada saat penambahan glukomanan dan sorbitol yang tinggi akan menghasilkan laju transmisi uap air yang tinggi. Hal ini terjadi karena peningkatan komponen hidrofilik dari glukomanan sehingga memperluas area migrasi uap air (García *et al.* 2000). Menurut Putri (2014), glukomanan mempunyai sifat hidrofilik yang menyebabkan resistensi yang rendah terhadap air dan mempunyai sifat yang rendah terhadap uap air sehingga menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang besar. Selain itu peningkatan sorbitol menyebabkan peningkatan volume ruang bebas antar polimer sehingga mempermudah molekul air untuk melewati struktur *edible film*, mudahnya molekul air melewati *film* akan menyebabkan nilai laju transmisi uap air *film* meningkat (Ballesteros-Mártinez *et al.* 2020).

Uji Indeks Efektivitas

Pemilihan formulasi *edible film* terpilih pada penelitian ini dipilih berdasarkan variabel fisik yaitu ketebalan *film*, kelarutan *film*, dan laju transmisi uap air *film* ditentukan dengan uji indeks efektivitas.

Berdasarkan analisis tersebut diperoleh *edible film* dengan perlakuan terpilih yaitu R3K1 dengan rasio pektin:glukomanan (3:2) dan penambahan *plasticizer* sorbitol 1,5ml. Kombinasi perlakuan tersebut memiliki jumlah nilai terbesar dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 0,86. Kombinasi perlakuan R3K1 memiliki nilai ketebalan 0,11 mm, nilai kelarutan *film* 72,3% dan nilai laju transmisi uap air 5,77 gram/m². Hasil nilai kelarutan, ketebalan dan laju transmisi uap air pada sampel R3K1 lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Lesmana *et al.* (2017) dengan *edible film* berbahan dasar pektin kulit durian serta hasil karakteristik *edible film* perlakuan R3K1 sesuai dengan standar *edible film* pada *Japanese Industrial Standard* (1975). Menurut *Japanese Industrial Standard* (1975), standar *edible film* yang baik adalah memiliki ketebalan maksimal 0.25mm, laju transmisi uap air maksimal 10g/m²/24 jam, kuat tarik minimal 0.3MPa, dan elongasi minimal 70%. Perlakuan terpilih yang didapatkan akan diuji lebih lanjut variabel kuat tarik dan elongasi untuk melengkapi karakteristik *edible film*.

Kuat tarik sampel R3K1

Perlakuan terpilih berdasarkan uji indeks efektivitas yaitu R3K1 dilakukan pengujian kuat tarik dan elongasi untuk melengkapi karakteristik *edible film*. Kuat tarik merupakan gaya maksimum

yang terjadi pada *film* selama pengukuran berlangsung (Bae *et al.* 2008). Nilai rata-rata kuat tarik *edible film* pada sampel R3K1 dengan rasio pektin:glukomanan (3:2) dan penambahan sorbitol 1,5ml adalah 2,05 MPa. Nilai rata-rata kuat tarik tersebut memenuhi standar minimum kuat tarik *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019), standar nilai kuat tarik *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* minimal sebesar 0,3MPa.

Hasil uji kuat tarik *edible film* penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Uliyanti dan Martiyanti (2016), bahan penyusun *edible film* pektin kulit jeruk dan *plasticizer* dengan hasil kuat tarik 0,59MPa. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini terjadi interaksi antar polimer pektin dengan glukomanan yang dapat meningkatkan kekuatan *film* sehingga meningkatkan kekuatan *film* yang dihasilkan (Halim dan Katherina 2019).

Hasil kuat tarik penelitian ini lebih tinggi dibandingkan pada penelitian Siswanti *et al.* (2009), bahan penyusun *edible film* campuran glukomanan dengan maizena dan *plasticizer* yang menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 1,49MPa. Menurut (Lesmana *et al.* 2017), pektin sebagai bahan pembuatan *edible film* dapat meningkatkan nilai kuat tarik, hal ini disebabkan kekuatan gel yang dihasilkan oleh pektin dapat membantu kekompakan *edible film*. kekompakan matriks pada *edible film* yang meningkat akan meningkatkan nilai kuat tarik sehingga menghasilkan *edible film* semakin kuat. Hal ini sesuai dengan penelitian Maftoonazad *et al.* (2006), penggunaan pektin sebagai bahan *edible film* dapat meningkatkan nilai kuat tarik yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh kedekatan rantai pektin yang semakin tinggi sehingga membentuk matriks *film* lebih padat dan kompak. matriks *film* yang padat dan kompak akan meningkatkan nilai kuat tarik yang dihasilkan.

Elongasi

Elongasi merupakan persentase perubahan panjang *film* pada saat *film* ditarik sampai putus (anandito *et al.* 2012). nilai rata-rata elongasi *edible film* pada sampel R3K1 dengan rasio pektin:glukomanan (3:2) dan sorbitol 1,5ml adalah 13,71%. Nilai rata-rata elongasi tersebut belum memenuhi standar minimum elongasi *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard*. Menurut Widodo *et al.* (2019) standar

nilai elongasi *edible film* dalam *Japanese Industrial Standard* minimal sebesar 70%.

Nilai elongasi pada penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan penelitian Uliyanti dan Martiyanti (2016), bahan penyusun *edible film* pektin kulit jeruk dan *plasticizer* dengan hasil elongasi 5,81%. Tingginya nilai elongasi pada penelitian ini disebabkan penambahan glukomanan. Menurut Diniyah *et al.* (2013), glukomanan mempunyai salah satu sifat istimewa yaitu membentuk elastisitas yang kuat sehingga menghasilkan nilai elongasi yang baik.

Penggunaan *plasticizer* sorbitol dapat memberikan nilai elongasi yang cukup baik. Menurut Akili *et al.* (2012), penggunaan *plasticizer* cenderung menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan nilai elongasi pada *edible film*. Pemilihan jenis *plasticizer* dapat menentukan nilai elongasi yang dihasilkan, penggunaan sorbitol pada pembuatan *edible film* akan lebih meningkatkan nilai elongasi yang dihasilkan dibandingkan dengan gliserol (Rahardjo 2012). Sorbitol pada *edible film* dapat membentuk ikatan hidrogen sorbitol-pektin menggantikan beberapa ikatan hidrogen pektin-pektin, hal ini mengakibatkan terjadinya interaksi langsung antara rantai molekul berkurang dan mobilitas molekul meningkat sehingga menurunkan kekuatan mekanik dan meningkatkan elastisitas *edible film*. (Yang dan Paulson 2000)

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian karakteristik *edible film* dan Uji Indeks Efektivitas yang dilakukan pada *edible film* berbahan pektin kulit kopi robusta dengan glukomanan, diperoleh perlakuan terpilih dengan rasio pektin:glukomanan (3:2) dan penambahan sorbitol 1.5 ml (R3K1) dengan nilai ketebalan 0,11 mm, kelarutan 72,3%, laju transmisi uap air 5,77 gram/m², kuat tarik 2,05 MPa, dan elongasi 13,71%.

DAFTAR PUSTAKA

- Akili, M. S., U. Ahmad, dan N. E. Suyatma. 2012. Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 26:39–46.
- Anandito, R. B. K., E. Nurhartadi, dan A. Bukhori. 2012. Pengaruh Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Tepung Jali (*Coix lacryma-jobi L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* V:17–23.

- Bae, H. J., D. S. Cha, W. S. Whiteside, dan H. J. Park. 2008. Film and pharmaceutical hard capsule formation properties of mungbean, waterchestnut, and sweet potato starches. *Food Chemistry* 106:96–105.
- Ballesteros-Mártinez, L., C. Pérez-Cervera, dan R. Andrade-Pizarro. 2020. Effect of glycerol and sorbitol concentrations on mechanical, optical, and barrier properties of sweet potato starch film. *NFS Journal* 20:1–9.
- Bourtoom, T. 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend from rice starch-chitosan. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 30:149–155.
- Diniyah, N., A. nafi', D. Sulistia, dan A. Subagio. 2013. Extraction and Characterization of the Water Soluble Polysaccharides from Coffee Pulp of Arabica (*Coffea arabica*) and Robusta (*Coffea canephora*) Variety. *Jurnal Teknologi Pertanian* 14:73–78.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. Coffee Production by Province in Indonesia, 2015-2019. Halaman Indonesian Directorate General of Plantations.
- Erika, C. 2013. Ekstraksi pektin dari kulit kakao (*Theobroma cacao* L.) Menggunakan amonium oksalat.
- Fatnasari, A., K. A. Nocianitri, dan I. P. Suparhana. 2018. Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible film pati ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Scientific Journal of Food Technology* 5:27–35.
- Galus, S., dan A. Lenart. 2013. Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *Journal of Food Engineering* 115:459–465.
- García, M. A., M. N. Martino, dan N. E. Zaritzky. 2000. Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings. *Journal of Food Science* 65:941–944.
- Gennadios, dan C. L. Weller. 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*. *Food technology* 44:63–69.
- Ghanbarzadeh, B., H. Almasi, dan A. A. Entezami. 2010. Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11:697–702.
- Halim, Y., dan L. Katherina. 2019. Karakteristik Edible Film Dari Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Dan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *FaST-Jurnal Sains dan Teknologi* 3:13–28.
- Jongjareonrak, A., S. Benjakul, W. Visessanguan, dan M. Tanaka. 2006. Effects of plasticizers on the properties of edible films from skin gelatin of bigeye snapper and brownstripe red snapper. *European Food Research and Technology* 222:229–235.
- Kamper, S. L., dan O. Fennema. 1999. Water Vapor Permeability. *Journal of Food Science* 49:1478–1481.
- Kaya, A. O. W., A. Suryani, J. Santoso, dan M. S. Rusli. 2015. Karakteristik Dan Struktur Mikro Gel Campuran Semirefined Carrageenan Dan Glukomanan. *Jurnal Kimia dan Kemasan* 37:19.
- Khazaei, N., M. Esmaili, Z. E. Djomeh, M. Ghasemlou, dan M. Jouki. 2014. Characterization of new biodegradable edible film made from basil seed (*Ocimum basilicum* L.) gum. *Carbohydrate Polymers* 102:199–206.
- Lesmana, I., A. Ali, dan V. S. Johan. 2017. Variasi konsentrasi pektin kulit durian terhadap karakteristik fisik dan mekanik edible film dari pati ubi jalar ungu. *JOM FAPERTA* 4:1–10.
- Maftoonazad, N., H. S. Ramaswamy, dan M. Marcotte. 2006. Evaluation of Factors Affecting Barrier, Films Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Process Engineering* 30:539–563.
- Maulida, D., dan L. Erfa. 2018. Teknologi Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi Melalui Pelatihan Pembuatan Kompos Technology of Utilizing Coffee Husk Waste Through Compost Making Training. Halaman 50–56 Prosiding Seminar Nasional Penerapan IPTEKS Politeknik Negeri Lampung 08 Oktober 2018.
- Mutia, R., D. Mangunwidjaja, dan T. Sunarti. 2011. 2011. Pemurnian glukomanan secara enzimatis dari tepung iles-iles. IPB.
- Nugroho, A. A., Basito, dan R. B. K. A. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan Januari Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas*

- Sebelas Maret Jurnal Teknosains Pangan 2:2302–733.
- Nurjannah, W. 2004. Isolasi dan karakterisasi alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. untuk pembuatan biodegradable film komposit alginat tapioka. UGM.
- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi* 3:99–106.
- PUSLITKOKA. 2010. Pengolahan Biji Kopi Sekunder. Jember.
- Putra, A. D., V. S. Johan, dan R. Efendi. 2017. Pembuatan Edible Film Pati Sukun. *Jom Fakultas Pertanian* 4:1–15.
- Putri, M. F. 2014. Kandungan Gizi Dan Sifat Fisik Tepung Ampas Kelapa Sebagai Bahan Pangan Sumber Serat. *Teknobuga* 1:32–43.
- Rahardjo, P. 2012. Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Riyanto, D. N., A. R. Utomo, dan E. Setijawati. 2017. Pengaruh Penambahan Sorbitol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Edible Film Berbahan Dasar Pati Gandum. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 16:16–18.
- Rosidah, U., dan F. Syaiful. 2018. 2018. Karakteristik Selai Lembar Sirsak (*Annona muricata* Linn) dengan Penambahan Pektin dan Gelatin. universitas sriwijaya.
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, dan M. M. Tahir. 2017. Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20:219–229.
- Siswanti, S., R. B. K. ANANDITO, dan G. J. Manuhara. 2009. Characterization of composite edible film from glucomanan of iles-iles (*Amorphopallus muelleri*) tuber and cornstarch. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry* 7:10–21.
- Sitompul, A. J. W. S., dan E. Zubaidah. 2017. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustr* 5:13–25.
- Sousa, A. M. M., A. M. Sereno, L. Hilliou, dan M. P. Gonçalves. 2010. Biodegradable agar extracted from *Gracilaria vermiculophylla*: Film properties and application to edible coating. *Materials Science Forum* 636–637:739–744.
- Sukoyo, A., B. D. Argo, dan R. Yulianingsih. 2014. Analisis Pengaruh Suhu Pengolahan dan Derajat Brix terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Gula Kelapa Cair dengan Metode Pengolahan Vakum Analisis. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 2:170–179.
- Sulaiman, I., A. Patria, M. Muzaifa, R. A. Basyamfar, D. Hasni, dan J. Munandar. 2015. Ekstraksi Pektin dari Limbah Padat (pulp) Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) melalui Optimasi Suhu Ekstraksi. Halaman 1–7 Seminar Nasional Baristand.
- Syarifuddin, A., dan Yunianta. 2015. Karakterisasi edible film dari pektin albedo jeruk bali dan pati garut 3:1538–1547.
- Uliyanti, dan M. A. A. Martiyanti. 2016. Pemanfaatan pektin limbah kulit jeruk pontianak sebagai bahan baku pembuatan edible film. *JURNAL AGROSAINS* 13:54–60.
- Widodo, L. U., S. N. Wati, dan N. M. Vivi A.P. 2019. Pembuatan Edible Film Dari Labu Kuning Dan Kitosan Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknologi Pangan* 13:59–65.
- Willats, W. G. T., J. P. Knox, dan J. D. Mikkelsen. 2006. Pectin: New insights into an old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology* 17:97–104.
- Wirawan, S. K., dan A. Prasetya. 2012. Pengaruh plasticizer pada karakteristik edible film dari pektin. *Reaktor* 14:61–67.
- Wittaya, T. 2013. Influence of Type and Concentration of Plasticizers on the Properties of Edible Film From Mung Bean Proteins. *KMITL Science and Technology Journal* 13:51–58.
- Yang, L., dan A. T. Paulson. 2000. Mechanical and water vapour barrier properties of edible gellan films. *Food Research International* 33:563–570.
- Yuliani. 2011. Karakterisasi selai tempurung kelapa muda. *Jurnal Teknik Kimia* 1:1–6.
- Zulferiyenni, Marniza, dan E. N. Sari. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap karakteristik biodegradable film berbasis ampas rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19:257–273.