

# KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA *EDIBLE FILM PULP* KOPI DENGAN PENAMBAHAN KITOSAN

Gek Ayu Sagita Widya Tresna Wati<sup>1,\*</sup>, Luh Suriati<sup>2</sup>, Anak Agung Made Semariyani<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

<sup>2</sup> Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

<sup>3</sup> Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

\*Corresponding Author: [sagitawidya08@gmail.com](mailto:sagitawidya08@gmail.com) [suryati\\_luh@yahoo.com](mailto:suryati_luh@yahoo.com)

Received: 1 Oktober 2023

Accepted: 30 Oktober 2023

Available online: 30 November 2023

## Abstract.

*Edible film is a thin layer of edible material, able to improve the quality of food, the quality of which is determined by the constituent materials. Polysaccharide-based edible films are often used to coat foodstuffs because they act as selective permeable membranes in the exchange of carbon dioxide and oxygen gases. One of the polysaccharide ingredients in making edible film is coffee pulp. Coffee pulp consists of the outermost part of the skin (exocarp) and the part of the fruit flesh (mesocarp). The purpose of this study is to determine the effect of chitosan concentration and printing volume on the physicochemical characteristics of edible coffee pulp film and determine chitosan concentration and printing volume to produce edible coffee pulp film with the best physicochemical characteristics. This study used a factorial Complete Randomized Design (RAL) with two treatment factors, namely chitosan concentrations of 1.0%, 1.5% and 2.0% and printing volumes of 20 ml, 30 ml and 40 ml. From the results of the study, it was obtained that the concentration of chitosan and printing volume affect the physicochemical characteristics of edible coffee pulp film. Edible coffee pulp film with the addition of chitosan 1.5% and printing volume 20 ml produces edible coffee pulp film with the best physicochemical characteristics with characteristics of moisture content 0.56%, acidity (pH) 5.0, color ( $\Delta E$ ) 26.01, transparency 70.59, thickness 0.06 mm, and good solubility.*

**Keywords:** *edible film, chitosan, coffee pulp, printing volume*

## 1. PENDAHULUAN

Kemasan merupakan bahan yang sangat diperlukan untuk mempertahankan kualitas suatu bahan pangan. Suatu bahan pangan jika dibiarkan terbuka dan terkontaminasi dengan lingkungan, kontak dengan oksigen akan cepat rusak dan dapat

menurunkan kualitas serta umur simpannya. Penggunaan bahan kemasan makanan yang terbuat dari plastik saat ini semakin meresahkan dan menjadi permasalahan lingkungan (Diningsih dan Rangkuti, 2020). Plastik adalah bahan kemasan yang bisa mencemari lingkungan sebab bersifat *non-biodegradable*, plastik juga dapat mengkontaminasi

bahan pangan karena bahan penyusunnya bersifat karsinogen. Oleh karena itu, diperlukan bahan kemasan primer yang bersifat *biodegradable*, elastis, dan aman bagi kesehatan. Kopi adalah salah satu produk komoditas unggulan yang populer serta mempunyai nilai ekonomis. Tidak hanya aroma serta rasanya yang lezat, kopi juga memiliki sebagian komponen bioaktif antara lain senyawa fenol, flavonoid, serta mempunyai energi antioksidan (Maliza dan Setiawan, 2021 ; Sangta *et al.*, 2021). Pengembangan usaha pertanian berbasis kopi bisa meningkatkan perekonomian serta kesejahteraan warga di pedesaan ataupun perkotaan. Pengolahan kopi menghasilkan produk utama 55-60% biji kopi serta produk samping 40-45% limbah kopi (Suhandy dan Yulia, 2018 ; Mangku *et al.*, 2020). Kenaikan usaha pertanian berbasis kopi khususnya pengolahan kopi bisa mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah kulit kopi (*by-product*) yang dihasilkan mengandung serat sebesar 65,2% (Arini, 2017). Pemanfaatan serta pengolahan limbah kopi sampai saat ini masih sangat terbatas, para produsen serta pengolah kopi lebih berfokus pada biji kopi yang dihasilkan. Teknologi tepat guna dibutuhkan guna mengolah limbah kulit kopi menjadi produk. Bersumber pada komposisi kimia yang masih terkandung pada limbah kopi maka terdapat beberapa inovasi produk olahan kulit kopi yang berpotensi, salah satunya adalah kemasan pangan *biodegradable* yaitu *edible coating* atau *edible film*. *Edible film* merupakan lapisan tipis dan bersifat berkelanjutan berupa interaksi polimer dengan menghasilkan agregat polimer dengan ukuran yang lebih besar dan stabil (Agusta, 2021). Menurut (Daman *et al.*, 2014) *edible film* ialah suatu kemasan primer ramah lingkungan yang digunakan untuk mengemas serta melindungi pangan dan dapat menampilkan produk pangan dikarenakan bersifat transparan. *Edible film* bisa langsung dikonsumsi sebab terbuat dari bahan yang aman untuk tubuh (Suriati *et al.*, 2023). *Edible film* ialah wujud kemasan berbentuk lembaran tipis, *biodegradable*, dapat dimakan dengan produk yang dikemas serta lebih aman dibanding dengan kemasan plastik (Saklani *et al.*, 2021). *Edible film* juga termasuk kemasan berkelanjutan (*sustainable food packaging*) (Suriati *et al.*, 2023). Inovasi penggunaan *edible film* sebagai bahan kemasan pangan yang bisa dikonsumsi langsung oleh manusia sangat dibutuhkan dalam bidang industri pangan (Rojas *et al.*, 2008). Fokus utama riset bidang kemasan beberapa tahun terakhir merupakan eksplorasi bahan biopolimer yang bersifat lokal dalam hal ini *edible film* berbahan dasar kulit kopi dimaksudkan karena untuk memanfaatkan dan mengurangi limbah kopi serta dapat menerapkan konsep *zero waste* dalam pengolahan pangan (Rusma, 2019). Ada tiga kelompok biopolimer yang menjadi bahan dasar

dalam pembuatan *edible film biodegradable*, ialah kombinasi biopolimer dengan polimer sintetik, polimer mikrobiologi, serta polimer pertanian atau perikanan. Kitosan dihasilkan dari pengolahan limbah perikanan. Pada bidang industri kimia, kitosan berfungsi antara lain sebagai film (plastik) dan membran mudah terurai serta dapat meningkatkan mutu produk tekstil (Sugita, 2009). Penggunaan bahan tunggal pada pembuatan *edible film*, menyisakan beberapa kekurangan antara lain yakni sifat rapuh dan kaku. Oleh sebab itu, perlu ditambahkan bahan tambahan berupa *plasticizer*. Volume pencetakan *edible film* juga menentukan karakteristik fisikokimianya. (Wijayanti, 2015) menyatakan bahwa ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan dan banyaknya total padatan dalam larutan. Susanto *et al.*, (2020) menyatakan bahwa volume pencetakan mempengaruhi ketebalan, kekerasan dan daya tarik *edible film* yang dihasilkan. Lin *et al.*, (2017) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa semakin tinggi volume pencetakan, semakin rendah ketebalan dan kekuatan tarik *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh efek dari peningkatan tekanan pada cetakan. Dari uraian tersebut diatas, maka dilakukan penelitian yang berfokus pada proses pembuatan *edible film pulp* kopi dengan penambahan kitosan.

## 2. KAJIAN LITERATUR DAN PEGEMBANGAN HIPOTESIS

Hipotesis dalam penelitian ini adalah penambahan kitosan 1,5 % dan volume pencetakan 30 ml akan menghasilkan *edible film pulp* kopi dengan karakteristik fisikokimia terbaik.

## 3. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor yang digunakan yaitu konsentrasi kitosan sebagai faktor K (1,0%, 1,5% dan 2,0%) dan volume pencetakan sebagai faktor V (20 ml, 30 ml dan 40 ml) dengan tiga kali pengulangan. Dari kedua faktor tersebut  $3 \times 3 = 9$  dan dilakukan tiga kali pengulangan sehingga diperoleh 27 unit kombinasi perlakuan. Model analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistika. Data yang diperoleh menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variant*) dengan menggunakan program SPSS. Penggunaan perangkat lunak statistik SPSS 25.0.0 untuk Windows (IBM SPSS Statistics model 25.0 Inst., Cary, North Carolina, USA). Semua pengukuran akan dilakukan dalam tiga kali pengulangan dan hasil yang disebutkan bermakna. Apabila terdapat perbedaan atau pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji Duncan pada taraf  $p < 0,05$  sebagai signifikansi statistik.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Edible Film pulp* kopi dengan perlakuan penambahan kitosan dengan konsentrasi 1,0%, 1,5% dan 2,0% dan volume pencetakan 20 ml, 30 ml dan 40 ml dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 83°C selama 6 jam. Data hasil penelitian dianalisa secara objektif dengan parameter analisis kadar air, derajat keasaman (pH), warna ( $\Delta E$ ), transparansi, ketebalan dan kelarutan.

##### 4.1. Kadar Air

Kadar air pada *edible film* merupakan salah satu parameter yang penting karena fungsi bahan pengemas adalah sebagai pelindung produk pangan terhadap kerusakan fisik, kimia dan mikrobiologi. Analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi kitosan, volume pencetakan dan interaksinya memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar air *edible film pulp* kopi yang dihasilkan.

Hasil analisis kadar air pada *edible film* menunjukkan nilai tertinggi yaitu 1,27 % pada perlakuan konsentrasi kitosan 1,5% dan volume pencetakan 40 ml. Sedangkan untuk *edible film* dengan nilai kadar air terendah yaitu 0,56 % pada perlakuan konsentrasi kitosan 2,0% dan volume pencetakan 20 ml. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan, maka semakin rendah kadar air *edible film* yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi kitosan akan meningkatkan jumlah polimer yang menyusun matrik film. Menurut Amaliya dan Putri (2014), semakin besar polimer yang menyusun matrik film, maka akan meningkatkan jumlah padatan sehingga jumlah air dalam *edible film* semakin rendah.

Hal tersebut juga disebabkan karena kombinasi kitosan dan volume pencetakan menciptakan struktur yang mampu menahan air lebih banyak dibandingkan dengan jenis *edible film* lainnya. Kitosan memiliki ikatan hidrogen yang kuat sehingga mampu mengurangi jumlah air bebas pada *edible film* (Setijawati *et al.*, 2021). Konsentrasi kitosan, volume pencetakan dan interaksinya memberikan perbedaan tidak nyata kemungkinan juga dikarenakan suhu pengeringan dan lama waktu pengeringan yang tergolong sama yaitu 83°C dan 6 jam serta penggunaan larutan asam asetat dengan volume yang sama menjadi faktor penyebabnya. Rendahnya kadar air dari *edible film* tersebut menunjukkan bahwa film tersebut baik dan bisa melindungi produk yang dikemas. Tinggi rendahnya kadar air dalam *edible film* dipengaruhi dari bahan dasar dan bahan yang ditambahkan pada pembuatan film (Salimah *et al.*, 2016). Syarat mutu *edible film* menurut SNI 06- 3735-1995 adalah memiliki kadar air maksimum 16% sedangkan menurut SNI (1994),

kadar air maksimum *edible film* adalah 15% (Nurdiani *et al.*, 2019). Berdasarkan standar tersebut, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air *edible film pulp* kopi dengan penambahan kitosan dan volume pencetakan memenuhi standar SNI.

##### 4.2 Derajat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman adalah standar yang digunakan untuk menunjukkan keasaman dari suatu larutan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kitosan memberikan pengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) dan perlakuan volume pencetakan memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) serta interaksi antar kedua perlakuannya memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap derajat keasaman (pH) *edible film pulp* kopi yang dihasilkan.

Nilai keasaman tertinggi sebesar 7,6 diperoleh pada perlakuan konsentrasi kitosan 1,0% dan volume pencetakan 30 ml, sedangkan nilai keasaman terendah yaitu 5,0 diperoleh pada perlakuan konsentrasi kitosan 2,0% dan volume pencetakan 40 ml. Hal ini disebabkan karena perbedaan konsentrasi kitosan yang ditambahkan dalam larutan asam asetat yang mana dalam hal ini larutan asam asetat memiliki pH asam. Semakin banyak konsentrasi kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat maka semakin tinggi nilai keasaman *edible film pulp* kopi yang dihasilkan. Sehingga pH *edible film* dengan perlakuan konsentrasi kitosan 1,5% dan 2,0% memiliki pH lebih asam jika dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi kitosan 1,0%. Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui pH *edible film* yang diformulasi sesuai dengan pH fisiologis mulut agar tidak menimbulkan reaksi iritasi pada saat penggunaan *edible film*. Nilai rata - rata pH *edible film* yang didapatkan berkisar antara 5,0 – 7,6. Hal ini menunjukkan bahwa *edible film* berbasis *pulp* kopi dengan penambahan kitosan memiliki keasaman yang cenderung netral, dengan kata lain dapat digunakan dalam rangkaian produk makanan. Menurut Zhao (2021), *edible film* adalah produk dan teknologi berkelanjutan yang menggunakan satu jenis makanan (bahan yang dapat dimakan) untuk mengemas jenis makanan lain (produk kemasan) dan secara organik mengintegrasikan makanan dengan kemasan melalui desain bahan yang baik (Azeredo, 2022). Hasil pengukuran menunjukkan pH *edible film* yang dihasilkan memenuhi rentang pH fisiologis mulut yaitu berkisar antara 5,5 – 7,9 (Barman dan Umesh, 2015).

##### 4.3 Warna ( $\Delta E$ )

Parameter warna digunakan sebagai indikator subjektif kualitas produk, meskipun pelapis yang sering digunakan transparan dan cenderung tidak mempengaruhi warna tampilan (Suriati *et al.*, 2022). Semakin cerah warnanya maka

semakin bagus kenampakan produk yang dikemas. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kitosan dan interaksinya memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ), sedangkan perlakuan volume pencetakan memberikan pengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap nilai warna edible film yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai warna ( $\Delta E$ ) tertinggi adalah 101,82 diperoleh pada perlakuan konsentrasi kitosan 2,0% dan volume pencetakan 20 ml, sedangkan nilai terendah 26,01 diperoleh pada perlakuan konsentrasi kitosan 1,5% dan volume pencetakan 40 ml. Hal ini menunjukkan kemungkinan perubahan warna yang mengarah pada retensi stabilitas dan efektivitas sebagai sediaan yang dapat dimakan. Menurut Klingel *et al.*, (2020), hal ini dihasilkan dari hidrolisis polimer *pulp* kopi yang terjadi setelah reaksi enzimatik, yang selanjutnya meningkatkan kekeruhan komponen. Di sisi lain, reaksi pencoklatan juga diamati, karena sifat fisik sangat dipengaruhi oleh keberadaan air, cahaya dan panas (Suriati *et al.*, 2020). Kontak langsung dengan udara menyebabkan pigmentasi coklat, sementara cahaya dan panas akan mengkatalisasi reaksi, kandungan gula juga sangat merangsangnya (Suriati *et al.*, 2023). Kegunaan film yang dapat dimakan juga memiliki kemampuan untuk meningkatkan penampilan (warna-warna cerah dan mengkilap), menjaga kelembaban, dan bertindak sebagai antimikroba (Diaz *et al.*, 2021).

Terbentuknya kristal gula pada permukaan film menyebabkan transparansi film menjadi berkurang sehingga *lightness* juga berkurang. Hasil yang sama dilaporkan oleh Farhan dan Hani (2017), yang menjelaskan bahwa perbedaan transparansi film berkaitan dengan mobilitas rantai polimer dan jarak antar molekul dengan *plasticizer* yang mempengaruhi permeabilitas cahaya. Penambahan kitosan tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap warna edible film karena kitosan memiliki warna bening. Hasil penelitian ini sejalan dengan Venkatachalam *et al.*, (2023), yang menyatakan bahwa karakteristik fisik edible film berbahan dasar *pulp* kopi dengan penambahan kitosan tidak berpengaruh nyata terhadap warna film. Warna edible film dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti penambahan zat lain seperti pektin, glukomanan, gliserol, atau minyak atsiri cengkeh (Kocira *et al.*, 2021). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Nissa dan Sari (2021) yang melaporkan edible film yang terbuat dari kulit kopi dapat berwarna coklat bening.

#### 4.4 Transparansi

Transparansi merupakan kemampuan suatu bahan untuk meneruskan cahaya. Transparansi merupakan penilaian estetika dalam pemasaran

*edible film*. Transparansi menggambarkan tingkat kejernihan dari film yang dihasilkan. Berdasarkan data analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kitosan, volume pencetakan dan interaksinya memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap transparansi *edible film pulp* kopi yang dihasilkan.

Nilai transparansi tertinggi yaitu 88,76 diperoleh pada perlakuan konsentrasi kitosan 1,5% dan volume pencetakan 20 ml, sedangkan nilai transparansi terendah yaitu 70,59 diperoleh pada perlakuan konsentrasi kitosan 1,0% dan volume pencetakan 40 ml. Nilai transparansi cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi kitosan dan volume pencetakan yang dilakukan. Hal ini dikarenakan penambahan kitosan yang semakin besar menyebabkan total padatan terlarut dalam film semakin banyak, sehingga transparansi yang dihasilkan cenderung meningkat. Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada *edible film*, maka nilai transparansi *edible film* akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena bentuk kitosan yang seperti serbuk berwarna putih yang apabila dilarutkan atau dibuat suspensi akan membentuk suspensi yang bening, sehingga seiring dengan penambahan konsentrasi kitosan yang semakin tinggi, nilai transparansi *edible film pulp* kopi juga semakin meningkat. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sugita (2009), kitosan berbentuk serbuk berwarna putih dan apabila dibuat suspensi akan menjadi bening sehingga dapat meningkatkan transparansi *edible film* yang dihasilkan. Menurut Rosalina (2015), dalam penelitiannya tentang pembuatan *edible film* dari kitosan dengan penambahan pati ubi kayu menyatakan bahwa larutan kitosan merupakan larutan berwarna putih. Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang ditambahkan akan menghasilkan film dengan tingkat kejernihan yang besar, akibatnya derajat transparansinya semakin meningkat. Menurut Bao *et al.*, (2009), menyatakan bahwa nilai transparansi yang rendah menunjukkan derajat kejernihan yang tinggi dan menunjukkan bahwa *edible film* tersebut lebih transparan. Menurut Al-Hasan dan Norziah (2012), penurunan nilai transparansi *edible film*, derajat kejernihan film akan semakin meningkat. Menurut Misnawati (2015), perubahan warna *edible film* dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi dan bahan pembentuk *edible film*. Menurut Nawangwulan (2018), nilai transparansi *edible film* berkaitan dengan jumlah dan ukuran partikel yang tersebar dalam matriks. Jumlah yang tinggi dan ukuran partikel yang melebihi panjang gelombang visible dapat menghalangi cahaya sehingga nilai transparansi tinggi.

#### 4.5 Ketebalan

Ketebalan secara langsung dikaitkan dengan sifat penghalang dan sifat optik dari film yang dapat dimakan. Hasil akhir dari pengamatan ketebalan adalah parameter penting yang mempengaruhi pembentukan film yang dapat dimakan (Susmitha *et al.*, 2021). Ketebalan film diukur menggunakan mikrometer pada lima titik yang berbeda kemudian hasilnya dirata-ratakan. Analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi kitosan memberikan pengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ), dan volume pencetakan memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) serta interaksi kedua perlakuannya memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap *edible film pulp* kopi yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai ketebalan tertinggi sebesar 0,31 mm yang dihasilkan pada perlakuan konsentrasi kitosan 2,0% dan volume pencetakan 40 ml. Sedangkan, nilai ketebalan terendah sebesar 0,06 mm yang dihasilkan pada perlakuan konsentrasi kitosan 1,5% dan volume pencetakan 20 ml. Perbedaan ketebalan *edible film* terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi kitosan yang dikandung pada masing – masing formulasi, dimana perlakuan konsentrasi kitosan 2,0% memiliki nilai ketebalan paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dari sembilan perlakuan, nilai ketebalan dalam penelitian *edible film* ini hampir seluruhnya 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 konsentrasi kitosan dan volume pencetakan meningkatkan ketebalan. Ketebalan *edible film* akan berpengaruh terhadap sifat *edible film* yang lainya seperti kuat tarik, persen perpanjangan, dan permeabilitas gas, semakin tebal *edible film* akan menurunkan tingkat permeabilitas gas dan dapat melindungi produk yang dikemas dengan baik (Syarifuddin dan Yunianta, 2015). Ketebalan *edible film* juga akan berpengaruh terhadap umur simpan produk. Semakin tebal *edible film*, semakin lama daya simpan produknya. Namun, *edible film* yang terlalu tebal juga akan berpengaruh terhadap kenampakan dan rasa produk saat dimakan.

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*. 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 dengan ketebalan yang rendah (Kaya *et al.*, 2015). Selain itu, ketebalan *edible film* berbahan dasar kitosan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi kitosan, kitosan linier, luas cetakan dan suhu pengeringan (Putri *et al.*, 2022). Konsentrasi kitosan yang lebih tinggi dapat menyebabkan larutan pembentuk film lebih kental yang dapat menghasilkan *edible film* dengan karakteristik lebih tebal (Mustapa *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi kitosan dan volume pencetakan menghasilkan *edible film* yang lebih tebal. 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 *edible film* semakin banyak dan saling berdekatan sehingga ketebalan *edible film* meningkat (Nugroho *et al.*, 2013). Polimer penyusun matriks *edible film* akan meningkat seiring kenaikan total padatan terlarut dalam larutan *edible film*, sehingga ketebalan akan meningkat (Sitompul dan Zubaidah 2017). Selain itu, menurut Jongjareonrak *et al.*, (2006), penambahan plasticizer pada pembuatan *edible film* menambahkan jarak antara rantai polimer dalam matriks film meningkat karena terdispersinya molekul plasticizer dalam matriks *edible film* yang dapat berkontribusi pada peningkatan ketebalan *edible film*.

#### 4.6 Kelarutan

Kelarutan *edible film* merupakan faktor yang penting dalam menentukan *biodegradabilitas edible film* ketika digunakan sebagai pengemas, ada *edible film* yang dikehendaki tingkat kelarutannya tinggi ataupun sebaliknya tergantung jenis produk yang dikemas (Nurjannah, 2004). Berdasarkan prosedur penelitian, didapatkan seluruh *edible film pulp* kopi larut dengan sempurna di dalam pelarut (dalam hal ini yang digunakan adalah aquades). Menurut Halim dan Katherina (2019), hal ini terjadi karena adanya peningkatan jumlah komponen bersifat hidrofilik yaitu kitosan dalam larutan pembentuk *edible film*. Sifat hidrofilik ini mempercepat *edible film pulp* kopi terlarut dalam air. Menurut Bourtoom (2008), peningkatan kelarutan *edible film* yang dihasilkan terjadi seiring dengan ditambahkan *plasticizer* yang juga bersifat hidrofilik sehingga meningkatkan kelarutan *edible film* dalam air. 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. Penambahan *plasticizer* memberikan

pengaruh terhadap *edible film*. Penambahan *plasticizer* gliserol dapat meningkatkan kelarutan. Menurut Wulandari, (2021) mengatakan bahwa gliserol memiliki sifat mudah mengabsorpsi air, kandungan energi dan indeks kelarutan yang tinggi di dalam air. Menurut Ghanbarzadeh *et al.*, (2010), ikatan hidrogen yang terbentuk antara molekul air dengan bahan *plasticizer* menyebabkan turunnya kekompakan matriks polisakarida sehingga menyebabkan kelarutan *edible film* meningkat.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsentrasi kitosan berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH) dan ketebalan, volume pencetakan berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH), ketebalan, dan warna ( $\Delta E$ ), serta interaksi perlakuan antara konsentrasi kitosan dan volume pencetakan tidak memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisikokimia *edible film pulp* kopi yang dihasilkan.

2. Karakteristik fisikokimia *edible film pulp* kopi terbaik dihasilkan dari perlakuan penambahan konsentrasi kitosan 1,5% dan volume pencetakan 20 ml dengan karakteristik fisikokimia kadar air 0,56%, derajat keasaman (pH) 5,0, warna ( $\Delta E$ ) 26,01, transparansi 70,59, ketebalan 0,06 mm dan kelarutan yang baik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah membersamai dalam hal penyusunan artikel ini, semoga dapat bermanfaat bagi yang memerlukan.

## REFERENSI

- Agustina, S., Swantara, I., dan Suartha, I. 2015. Isolasi Kitin, Karakterisasi, Dan Sintesis Kitosan Dari Kulit Udang. *Jurnal Kimia*, Vol. 9. No. 2. Hal. 271–278.
- Aisyah, N. S. 2018. Analisis Nilai Tambah Industri Pengolahan Buah Cherry Kopi (Kasus di Mahkota Java Coffee Garut) Nur Syamsi Aisyah. Institut Pertanian Bogor.
- Al-Hasan, A.A. dan Norziah, M.H. 2012. Starch gelatin edible films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids* Vol. 26. Hal. 108–117.
- Amaliyah, D.R., R. Dwiastuti dan B. Setiawan. 2013. Analisis Daya Saing Kopi Arabika PT Perkebunan Nusantara XII Kebun Kalisat-Jampit. *Habitat*. Vol. 24. No. 3. Hal. 0853–5167.

- Amaliya, R.R. dan W.D.R. Putri, 2014. Karakterisasi Edible Film dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih Sebagai Antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 2. No. 3. Hal. 43-53.
- Aripin S., Saing B., Kustiyah E., 2017. Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*. Vol. 6.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. Syarat Mutu Umum Biji Kopi SNI 01-2907-2008. Jakarta: Program Utama Badan Litbang Pertanian.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Ekspor Kopi Menurut Negara Tujuan Utama, 2000- 2021. Data Sensus. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Blinova, L., Sirotiak, M., Bartosova A., Slovak M. S. 2017. Review. Utilization of waste from coffee production. *Faculty of Materials Science and Technology in Trnava*. Vol. 25. No. 40. Hal. 91–101.
- Bourtoom, T. 2007. Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared from Starch. *Department of Material Product Technology*. Songkhala.
- Bourtoom T. 2008. Review article edible films and coatings: characteristics and properties. *Journal International Food Research* Vol. 15. No. 3. Hal. 237-248.
- Coniwanti P., Laila L., Alfira., M.R, 2014. “Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol”, *Jurnal Teknik Kimia Sumatera Selatan*. Vol. 20. No. 4.
- Daman, H. Fithri Choirun Nisa, 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Malang: Universitas Brawijaya. Vol. 2. No. 4. Hal. 30.
- De Melo, P. G. V., 2020. Komposisi Kimia dan Sifat Kesehatan Kopi dan Produk Sampingan Kopi. *Elsevier Inc*. Vol. 91. No. 1.
- Díaz-Montes E, Castro-Muñoz R. Edible Films and Coatings as Food-Quality Preservers: An Overview. *Foods*. 2021. Vol.10. No. 2. Hal. 249. doi: 10.3390/foods10020249. PMID: 33530469; PMCID: PMC7912451.
- Djaja, H. 2013. Perlindungan Indikasi Geografis pada Produk Lokal dalam Sistem Perdagangan Internasional. *Jurnal*

- Cakrawala Hukum. Vol. 18. No. 2. Hal. 136–144.
- Efendi, Z., dan Harta, L. 2014. Kandungan Nutrisi Hasil Kulit Kopi (Studi Kasus Desa Air Meles Bawah Kecamatan Curup Timur). *Jurnal BPTP Bengkulu*. Bptp-bengkulu@yahoo.com
- Esquivel, P. and Jiménez, V. M. 2012. 'Functional Properties of Coffee and Coffee By-products', *Food Research International*. Elsevier Ltd. Vol. 46. No. 2. Hal. 488–495. Doi: 10.1016/j.foodres.2011.05.028.
- FAO, 2010. *FAO Rates RI as World's Fourth Biggest Shrimp Producer*. <http://www.embassyofindonesia.org/news>. Diakses pada tanggal 5 Mei 2023.
- Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., & Entezami, A. 2010. Physical properties of edible modified starch / carboxymethyl cellulose films. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Vol. 11 No. 4. Hal. 697–702. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.06.001>
- Grau F., MA, Tapia MS, Martín-Belloso O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT - Food Sci Technol*. Vol. 41. No. 1. Hal. 139–47.
- Halisa, N. R. 2015. Potensi Limbah Kulit Buah Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Edible Film [Jurnal], Universitas Hasanudin, Makassar.
- Halim, Y dan K, Livia. 2019. Karakteristik Edible Film Dari Kulit Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Dan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (*Coffea canephora*). *FaST - Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, [S.l.]. Vol. 3. No. 1. Hal. 13-28.
- Heeger, A., Agnieszka K.C., Ennio, C., Wilfried, A. 2016. Bioactives of coffee Cherry Pulp and its Utilisation for Production of Cascara Beverage. *Jurnal Food Chemistry*. Vol. 221. Hal. 969–975.
- Hermosa, B. V. A., Duarte, W. F. and Schwan, R. F. 2014. 'Utilization of Coffee By-products Obtained from Semi-Washed Process for Production of Value-added Compounds', *Bioresource Technology*. Vol. 166. Hal. 142–150. Doi: 10.1016/j.biortech.2014.05.031.
- Ismaya, F.C., Fitriyah, N.H. dan Hendrawati, T.Y. 2021. Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film Dari Nata De Coco dan Gliserol. *Jurnal Teknologi*. Vol. 13. No. 1. Hal. 81-88.
- Japanese Industrial Standard. 1975. Japanese industrial standart 21707. Japan : Japanese Standart Association.
- Jara, H., A., Daza, L. D., Aguirre, D. M., Muñoz, J. A., Solanilla, J. F., dan Váquiro, H. A. 2018. Characterization of chitosan edible films obtained with various polymer concentrations and drying temperatures. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 113. Hal. 1233–1240. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.016>
- Klingel, T., Kremer, J. I., Gottstein, V., R., D. R. T., Schwarz, S., dan Lachenmeier, D. W. 2020. "Tinjauan Produk Sampingan Kopi Termasuk Daun, Bunga, Ceri, Sekam, Kulit Silver, dan Menghabiskan Lahan sebagai Makanan Baru di Uni Eropa." *Makanan*. Vol. 9.
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., & Horthyńska, P. 2021. Polysaccharides as Edible Films and Coatings: Characteristics and Influence on Fruit and Vegetable Quality—A Review. *Agronomy*. Vol. 11. No. 5. Hal. 813. doi:10.3390/agronomy11050813
- Kumar, N., 2021. "Chitosan Edible Films Enhanced With Pomegranate Peel Wextract" *Materials (Basel)*. Vol. 14. Hal. 1–18.
- Kumar, S., 2021. "Ekstrak Tumbuhan Memediasi Nanopartikel Perak dan Aplikasinya sebagai Antimikroba dan dalam Kemasan Makanan Berkelanjutan: Tinjauan Mutakhir." *Tren Makanan Sci. Technol*. Vol. 112. Hal. 651–666.
- Kusuma, D.W, Widodo, S.E., dan Zulferiyenni. 2013. Pengaruh Penambahan Benziladenin pada Pelapisan Kitosan Terhadap Mutu dan Masa Simpan Buah Jambu Biji 'Crystal'. *Jurnal Agrotek Tropika*. Vol 1. No 1. Hal: 67-75.
- La, D. D., 2021. "Efek Nanopartikel ZnO Antibakteri Terhadap Kinerja Lapisan Yang Dapat Dimakan dari Kitosan atau Getah untuk Pengawetan Pisang Pasca Panen." *Prog. Org. Pelapis*, Vol. 151. Hal. 106057.
- Lestari, R. B., Sirojul Munir, A. M., dan Tribudi, Y. A. 2018. Pemanfaatan kitosan kulit udang dengan penambahan ekstrak daun kesum sebagai penghambat bakteri pada edible coating. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 19. No. 3. Hal. 207–214. Doi: <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2018.019.03.7>
- Lin, W., Li, D., Ma, H., Chen, Y., dan Xie, F. 2017. The effects of printing volume on

- properties of chitosan-oleic acid edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 103. Hal. 881-888.
- Maliza, R., dan Setiawan, H. 2021. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Buah Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) terhadap Histopatologi Hati Mencit (*Mus musculus L*) yang Diinduksi dengan Etanol The Effect of Arabica Coffee Fruit Skin Extract (*Coffea Arabica L*) on the Histopathology of Mic. Vol. 1. No. 1. Hal. 12–20.
- Mangku, P I G.D. 2020. Rekayasa Proses Pengolahan Kopi Arabika Kintamani Untuk Mempertahankan Komponen Bioaktif dan Menekan Akrilamida. (Disertasi). Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.
- Meriatna. 2008. Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Krom (Cr) dan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. Tesis
- Moalla, S., 2021. "Pengembangan dan Karakterisasi Film Kitosan Yang Membawa Antioksidan *Artemisia Campestris* Untuk Potensi Digunakan Sebagai Bahan Kemasan Makanan Aktif." *Int. J. Biol. Macromol.* Vol. 183. Hal. 254–266.
- Moradi, M., 2021. "Tinjauan Metode Mikrobiologis Untuk Menguji Kemasan Makanan Antimikroba Berbasis Protein dan Karbohidrat" *Tren Makanan Sci. Technol.* Vol. 111. Hal. 595–609.
- Mulyadi, A. F., Pulungan, M.H., dan Qayyum, N. 2016. Pembuatan Edible Film Maizena dan Uji Aktifitas Antibakteri (Kajian Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica L.*)). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. Vol. 5. No. 3. Hal. 149-158.
- Mustapa, R., F. Restuhadi, dan R. Efendi. 2017. Pemanfaatan Kitosan Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film Dari Pati Ubi Jalar Kuning. *JOM FAPERTA*. Vol. 4. No. 2.
- Nurdiani R, Yufidasari HS, Sherani JS. 2019. Karakteristik edible film dari gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dengan penambahan pektin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol. 22. No. 1. Hal. 174-186.
- Paidari, S., 2021. "Edible Coating dan Film sebagai Kemasan yang Menjanjikan: Ulasan Mini." *J. Makanan Meas. Charact.* Vol. 15. Hal. 4205–4214.
- Play Edumedia. 2023. Indramayu. [www.phyedumedia.com](http://www.phyedumedia.com)
- Parejiya B. Punit, R. C.; Dhamik m. Mehta, P. K. 2013. Quick Dissolving Films of Nebivolol Hydrochloride : formulation and optimization by a simplex lattice design. *Journal of Pharmaceutical Investigation*. Vol. 43. Hal. 343–351.
- Putri, C.I., Warkoyo, dan D.D. Siskawardani. 2022. Karakteristik Edible Film Berbasis Pati Bentul (*Colacasia Esculenta (L) Schoott*) dengan Penambahan Gliserol dan Filtrat Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria Rosc*). *Food Technology and Halal Science Journal*. Vol. 5. No. 1. Hal. 109-124.
- Ridwan, I. M., Mus, S., dan Karnila, R. 2015. Pengaruh edible coating dari kitosan terhadap mutu fillet ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang disimpan pada suhu rendah. *JOM FPIK UNRI*.
- Rodriguez, G. M., Sibaja, J. C., Espitia, P. J. P., dan Otoni, C. G., 2020. "Kemasan Aktif Antioksidan Berdasarkan Pepaya Edible Film yang Digabungkan dengan Moringa Oleifera dan Askorbat Acid untuk Pengawetan Makanan." *Food Hydrocoll.* Vol. 103. Hal. 105630.
- Rooban, T.; G. Mishra, J. Elizabeth; K. Ranganathan ; T. R. Saraswathi. 2006. Effect of Habitual Arecanut Chewing on Resting Whole Mouth salivary Flow Rate and pH. *Indian J. Med Sci.* Vol. 60. No. 3. Hal. 95-105.
- Rusli, A., Metusalach, S., & Tahir, M. M. 2017. Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol. 20. No. 2. Hal. 219- 229.
- Rusman, NH. 2019. "Potensi Limbah Kulit Buah Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Edible Film (Potensi Limbah Buah, Sebagai Bahan Baku Pembuatan Edible Film)", *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokomplek*. Vol. 2. No. 1. Hal. 97–98. Tersedia di: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jppa/article/view/6537> (Diakses: 2 Mei 2023).
- Safitra E.R., Herlina, I. 2020. Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Limbah Kulit Kopi Dengan Penambahan Kitosan/Gliserol. *Journal of Science and Applicative Technology*. Vol. 4. No. 1. Hal. 38-42.
- Salimah T., W.F. Ma'ruf, Romadhon, 2016. Pengaruh Transglutaminase Terhadap Mutu Edible Film Gelatin Kulit Ikan Kakap Putih (*Lates calalifer*). *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi.* Vol. 5. No. 1. Hal. 49-55.



- Setijawati, D., Yahyaa, dan D. Eryshab. 2021. Pengaruh Derajat Deasetilasi Kitosan Dengan Perlakuan Alkali Berbeda Terhadap Kualitas Edible Film. *Journal of Fisheries and Marine Research*, Vol. 5. No. 2. Hal. 276-284
- Silvia, R., Waryani, SW., Hanum, F. 2014. Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portonius sanguinolentus* L.) Sebagai Pengawet Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp) dan Ikan Lele (*Clarias* *Batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 3. No. 4 Hal. 18-24)." Laporan Tesis Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang (2011).
- Sudarno, A. Prima, M.A. Alamsjah. 2015. "Karakteristik Edible Film Dari Pati Propagul Mangrove Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) Dengan Penambahan Carboxymethyl Cellulose (CMC) Sebagai Pemplastis". *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 7. No. 2. Hal. 127 – 130.
- Sugita P., 2009. Wukirsari, T., Sjahriza, A dan Wahyono, Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Suherman, B., Latif, M., Teresia, S., dan Dewi, R. S. T. 2018. Potensi kitosan kulit udang vannamei (*Litopenaus vannamei*) sebagai antibakteri terhadap *Staphylococakramus* epidermis, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes* dan *Escherichia coli* dengan metode difusi cakram kertas. *Media Farmasi*. Vol. 14. No. 1. Hal. 116–127.
- Sultan, M., Hafez, O. M., Saleh, M. A., dan Youssef, A. M., 2021. "Film Pelapis yang Dapat Dimakan Cerdas Berdasarkan Chitosan dan Butiran Serbuk Sari Lilin Lebah untuk Pelestarian Pir Le Conte Pascapanen." *Royal Society of Chemistry*. Vol. 11. Hal. 9572-9585.
- Suriati, L., Utama, I. M. S., Harsojuwono, B. A., dan Gunam, I. B. W. 2020. Incorporating additives for stability of Aloe gel potentially as an edible coating. *AIMS Agriculture and Food*. Vol. 5. No. 3. Hal. 327–336. Doi: <https://doi.org/10.3934/agrfood.2020.3.327>
- Suriati, L., Utama, I. M. S., Harsojuwono, B. A., dan Wayan, G. Saya. B., 2020. "Karakteristik Fisikokimia Buah Tropis Segar Selama Penyimpanan." *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*. Vol. 10. Hal. 1731–1736.
- Suriati, L., Mangku, G.P., Ardana, G.Y., Putra, W.W. 2021. Pengembangan Produk Selai Kulit Kopi Pada Kelompok Unit Produksi Pengolahan Catur Paramitha Desa Catur Kintamani Bali. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*. Vol. 5. No. 2. Hal. 63-68.
- Suriati, L., Utama, I. M. S., Harsojuwono, B. A., dan Gunam, I. B. W. 2022. Effect of Additives on Surface Tension, Viscosity, Transparency and Morphology Structure of Aloe vera Gel-Based Coating. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(Februari). Hal. 1–9. Doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.831671>
- Suriati, L., Mangku, G.P., Krisnawati, G.A., Girindra, A.A. 2023. The Impact of Chitosan at the Physical Performance of the Coffee Skin-Based Edible Film. *Journal of Agriculture and Crops*. Vol. 9. No. 2. Hal. 156-163.
- Susanto, A., Sutanto, H., dan Putri, D. D. 2020. The effect of printing volume on the physical properties of cassava and canna starch-based edible films. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 726. No. 1. Hal. 012022.
- Susmitha, A., Sasikumar, K., Rajan, A. D., Padmakumar, M., dan Nampoothiri, K. M., 2021. "Pengembangan dan Karakterisasi Edible Film Berbasis Pati-Gelatin Jagung Yang Dipadukan dengan Mangga dan Nanas untuk Kemasan Aktif." *Makanan Biosci*. Vol. 41. Hal. 100977.
- Thakur, R., 2018. "Pengembangan dan Penerapan Edible Coating Berbasis Pati Padi untuk Meningkatkan Potensi Penyimpanan Pascapanen dan Kualitas Buah Plum (*Prunus salicina*)." *Sci. Hortik. (Amsterdam)*. Vol. 237. Hal. 59–66.
- Venkatachalam K, Rakkapao N, Lekjing S. Physicochemical and Antimicrobial Characterization of Chitosan and Native Glutinous Rice Starch-Based Composite Edible Films: Influence of Different Essential Oils Incorporation. *Membranes*. 2023. Vol. 13. No. 2. Hal. 161. <https://doi.org/10.3390/membranes13020161>
- Widodo, A. 2006. Potensi Kitosan dari Sisa Udag sebagai Koagulan Logam Berat Limbah Cair Industri Tekstil. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Wijayanti, A., dan Harijono, H. 2015. Pemanfaatan Tepung Garut (*Marantha arundinaceae* L) sebagai Bahan Pembuatan Edible Paper Dengan Penambahan Sorbitol. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. Vol. 3. No. 4.

Hal. 1367–1374. Doi:  
<http://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/259>

- Wulandari, G. A. 2021. Variasi Penambahan Kitosan dalam Pembuatan Bioplastik dari Limbah Sekam Padi dan Minyak Jelantah. *Jurnal TEDC*. Vol. 15. No. 1. Hal. 8–14.
- Yuan, D., Meng, H., Huang, Q., Li, C., dan Fu, X., 2021. "Persiapan dan Karakterisasi Film Aktif Yang Dapat Dimakan Berbasis Kitosan Yang Digabungkan dengan *Sargassum Pallidum Polysaccharides* dengan Perawatan Ultrasound." *Int. J. Biol. Macromol.* Vol. 183. Hal. 473–480.