

# Effect of Corn Starch (*Zea mays L.*) Concentration and Thickener Type on Edible Film Characteristics

## [Pengaruh Konsentrasi Pati Jagung (*Zea mays L.*) dan Jenis Pengental terhadap Karakteristik Edible Film]

Vandha Nita Ardiyanti<sup>1)</sup>, Lukman Hudi<sup>\*2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [lukmanhudi@umsida.ac.id](mailto:lukmanhudi@umsida.ac.id)

**Abstract.** *The purpose of the study was to determine the influence of corn starch concentration and thickener type on edible film characteristics. The study used Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors. First factor: corn starch concentration of 2%, 4%, and 6% (w/v) and second factor thickening type (Pectin, CMC and Carrageenan). Results of physical and chemical test analysis using ANOVA (Analysis of Variance), if the analysis shows a real difference, it is continued with the BNJ (Honest Real Difference) test at a signification level of 5%. Organoleptic tests are analyzed by the Friedman test. The determination of the best treatment is determined using the De Garmo method. Edible films that have the best treatment are obtained by corn starch concentration treatment of 2% and thickener type CMC (Carboxy Methyl Cellulose) which shows solubility of 6.99%; thickness 0.20 mm; texture 50.66 N; color L\* (Lightness) 79.64; color A\* (Redness) 1.43; color b\* (yellowness) 0.68; sugar reduction 1.98%; moisture content 14.54%; organoleptic aroma 3.70 (neutral-like); organoleptic color 3.67 (neutral-like); organoleptic texture 3.60 (neutral-like); and organoleptic flavor 3.57 (neutral-like).*

**Keywords -** Edible Film, Thickener Type, *Zea mays L.*

**Abstrak.** *Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh faktor konsentrasi pati jagung dan jenis pengental terhadap karakteristik edible film. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama: konsentrasi pati jagung 2%, 4%, dan 6% (b/v) dan faktor kedua jenis pengental (Pektin, CMC dan Karagenan). Hasil analisis uji fisik dan kimia menggunakan ANOVA (Analysis of Variance), jika analisis menunjukkan perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf signifikansi 5%. Uji organoleptik dianalisis dengan uji friedman. Penentuan perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode De Garmo. Edible film yang memiliki perlakuan terbaik diperoleh oleh perlakuan konsentrasi pati jagung 2% dan jenis pengental CMC (Carboxy Methyl Cellulose) yang menunjukkan kelarutan 6,99%; ketebalan 0,20 mm; tekstur 50,66 N; warna L\* (Lightness) 79,64; warna a\* (redness) 1,43; warna b\* (yellowness) 0,68; gula reduksi 1,98%; kadar air 14,54%; organoleptik aroma 3,70 (netral-suka); organoleptik warna 3,67 (netral-suka); organoleptik tekstur 3,60 (netral-suka); dan organoleptik rasa 3,57 (netral-suka).*

**Kata Kunci -** Edible Film, Jenis Pengental, *Zea mays L.*

## I. PENDAHULUAN

*Edible film* adalah *edible packaging* yang berbentuk lembaran tipis (*film*) yang digunakan sebagai pembungkus atau pengemas produk pangan. *Edible film* digunakan untuk menjaga kesegaran dan kualitas barang yang dikemas dengan bertindak sebagai penghalang perpindahan massa (termasuk kelembaban udara, oksigen, karbon dioksida, lipid, dan zat terlarut) dan memperlambat pertumbuhan mikroorganisme [1].

Bahan biopolimer yang digunakan untuk membuat film yang dapat dimakan, dapat dibagi menjadi tiga kelas: hidrokoloid, lipid, dan komposit. Pati dan turunannya, selulosa dan turunannya, alginat, pektin, kitosan, karagenan, gum arab, dan pati yang dimodifikasi secara kimiawi merupakan contoh bahan polisakarida yang termasuk dalam kelompok bahan biopolymer hidrokoloid [1]. Pati jagung merupakan salah satu jenis pati yang dapat digunakan untuk membuat matriks film karena termasuk komponen hidrokoloid. Sekitar 25% amilosa dapat ditemukan dalam pati jagung [2]. Akibatnya, kemampuan pembentukan filmnya meningkat, dan film yang dihasilkan lebih kuat daripada film yang terbuat dari pati yang mengandung lebih sedikit amilosa [3]. Pati jagung adalah produk yang dihasilkan dari penggilingan biji jagung menjadi bubur dan kemudian dipisahkan menjadi fraksi berbeda, termasuk pati. Pati jagung adalah polimer amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam biji jagung dan biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi makanan dan industri [4].

Pektin adalah sejenis polisakarida yang ditemukan dalam dinding sel tanaman, terutama dalam buah-buahan seperti apel, jeruk, dan berry. Pektin adalah bahan kimia yang dapat membentuk gel jika dikombinasikan dengan air

atau cairan lain [5]. Pektin memiliki potensi untuk digunakan sebagai *edible film* karena merupakan karbohidrat kelompok hidrokoloid pembentuk gel dengan kualitas perekat pada cetakan dan tampilan yang transparan [6].

Karena struktur rantai polimer dengan berat molekul tinggi, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) merupakan agen gelasi pembentuk film yang efektif yang dapat dipanaskan untuk menghasilkan [7]. Biodegradabilitas, tidak beracun, dan kelarutan dalam air adalah karakteristik CMC. Ketika ditambahkan ke film yang dapat dimakan, CMC dapat berfungsi sebagai pengental, penstabil, pengikat, dan pengatur tekstur yang baik karena kualitas gelasinya [8].

Karagenan polimer gelaktan sulfat rantai linier sebagian memiliki harapan besar sebagai pembentuk film makanan [9]. Kekuatan gel, viskositas, stabilitas suhu, sinergisme, dan kelarutan hanyalah beberapa dari banyak fitur yang membedakan di antara jenis karagenan [10].

Diharapkan dengan menggunakan tiga pengental yang disebutkan di atas, *edible film* akhir akan memiliki kualitas mekanik yang lebih baik. Ketebalan, perpanjangan, dan kekuatan hanyalah beberapa fitur dari *edible film* yang menentukan kualitasnya [11]. Penelitian ini penting karena ada kelangkaan literatur dan data tentang bagaimana konsentrasi dan jenis pengental dalam pati jagung (*Zea mays L.*) mempengaruhi sifat-sifat film yang dapat dimakan. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh konsentrasi pati jagung (*Zea mays L.*) dan jenis pengental terhadap sifat *edible film* menjadi penting.

## II. METODE

### A. Waktu dan Tempat

Data untuk penelitian ini dikumpulkan oleh peneliti dari bulan Oktober 2023 hingga Januari 2024. Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisa Pangan, Laboratorium Pengembangan Produk, dan Laboratorium Sensori Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

### B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven, beaker glass, spatula, kaca arloji, neraca analitik, pipet ukur, pipet tetes, kompor listrik, tabung reaksi, pengaduk, kain saring, lumpang dan alu, tabung reaksi, rak tabung reaksi, aluminium foil, spektrofotometer dan kuvet.

Pati jagung (Maizenaku), gliserol, pektin, CMC (koepoe-koepoe), dan karagenan yang digunakan dalam penelitian ini semuanya tersedia secara komersial dengan nama masing-masing. Aquades, DNS, larutan NaOH 2 M, kalium tartrat, dan glukosa adalah beberapa bahan kimia yang digunakan dalam analisis kimia.

### C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi pati jagung (A) (2%, 4%, 6%). Faktor kedua adalah pengental yang digunakan (B), yang dapat berupa salah satu dari tiga jenis yang berbeda: B1 = pektin, B2 = CMC, dan B3 = karagenan. Menggabungkan kedua variabel ini menghasilkan 9 perlakuan yang berbeda, yang masing-masing diulang tiga kali dengan total 27 unit percobaan.

### D. Variabel Pengamatan

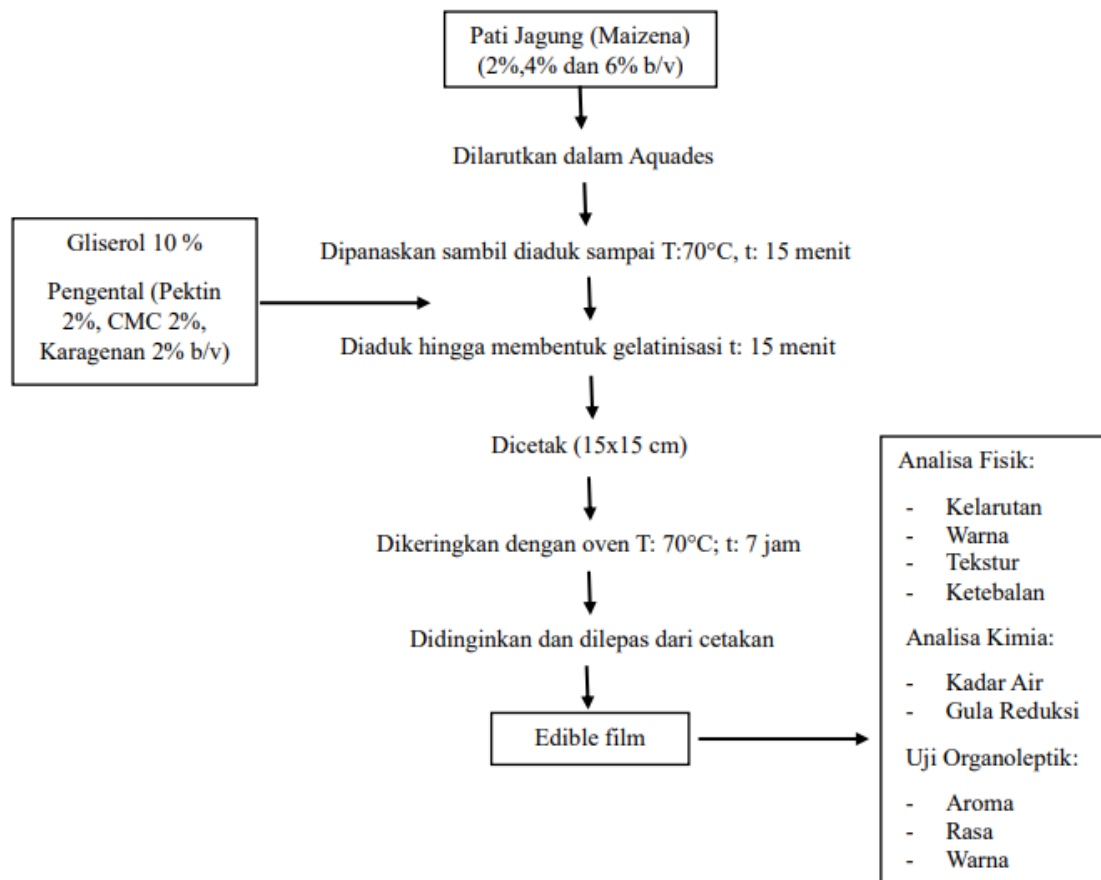
Pengamatan fisik, kimia, dan sensorik dilakukan untuk menyelidiki ini. Kelarutan [12], Warna [13] (menggunakan pembaca warna), Tekstur [14] (menggunakan *Texture Profile Analyzer*), dan Ketebalan [15] adalah contoh-contoh analisis fisik. Analisis kimia terdiri dari uji kadar air menggunakan metode oven [16] dan uji gula reduksi menggunakan teknik DNS [17]. Juga termasuk dalam analisis organoleptik [18] adalah faktor-faktor seperti warna, rasa, aroma dan tekstur.

### E. Analisis Data

Informasi data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode ANOVA (*Analysis of Variance*), selanjutnya apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata atau signifikan, maka dilakukan uji BNJ (Berbeda Nyata Jujur) dengan tingkat kepercayaan 5%. Uji organoleptik dievaluasi menggunakan uji Friedman, dan perlakuan yang paling baik ditentukan dengan menggunakan metode De Garmo [19], yang berlandaskan pada analisis urutan kepentingan (*based on rank orders*).

### F. Prosedur Penelitian

Menimbang pati jagung (maizena) dengan kadar 2%, 4%, dan 6% b/v, melarutkannya dalam aquades, memanaskannya di atas kompor listrik hingga suhu 70°C selama 15 menit, dan terakhir menambahkan 10 ml gliserol merupakan langkah pertama dalam memproduksi *edible film* serta pengental (Pektin, CMC dan Karagenan) dengan konsentrasi 2% b/v, semua bahan diaduk hingga membentuk gelatinisasi selama 15 menit, Setelah 7 jam pengeringan pada suhu 70°C, cetakan dan oven dikeluarkan dari *edible film* dan kompor dimatikan. Cetakan yang digunakan untuk adonan berukuran 15 cm × 15 cm. Langkah terakhir adalah evaluasi fisik, kimia, dan organoleptik *edible film*. **Gambar 1** menunjukkan alur proses pembuatan *edible film*.

1. Proses pembuatan *edible film*

**Gambar 1.** Diagram alir pembuatan *edible film* dimodifikasi Fatimah *et al* [20]

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kelarutan

Kelarutan *edible film* diukur dari berat kering *film* yang terlarut setelah direndam di dalam air selama 24 jam. Kelarutan merupakan tolak ukur suatu *edible film* dapat larut ketika akan dikonsumsi dan juga untuk menentukan *biodegradable film* ketika akan digunakan untuk pengemasan. Kelarutan *film* untuk menunjukkan integritas *film* dalam lingkungan cair. *Film* dengan kelarutan yang tinggi menunjukkan ketahanan air yang rendah dan juga menunjukkan sifat hidrofilisitas *edible film* [21] Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film*. Nilai rerata kelarutan *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Rerata Nilai Kelarutan *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Kelarutan (%)
A1B1 (Pati Jagung 2% : Pektin)	12,47
A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC)	6,99
A1B3 (Pati Jagung 2% : Karagenan)	9,20
A2B1 (Pati Jagung 4% : Pektin)	10,41
A2B2 (Pati Jagung 4% : CMC)	8,55
A2B3 (Pati Jagung 4% : Karagenan)	7,30
A3B1 (Pati Jagung 6% : Pektin)	8,53
A3B2 (Pati Jagung 6% : CMC)	16,96
A3B3 (Pati Jagung 6% : Karagenan)	7,58
<b>BNJ 5%</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 1** menunjukkan nilai kelarutan terendah pada perlakuan A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC) sebesar 6,99% dan nilai kelarutan tertinggi adalah perlakuan A3B2 (Pati Jagung 6% : CMC) sebesar 16,96%. Interaksi konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film* dikarenakan tidak berbedanya konsentrasi komponen yang memiliki sifat hidrofilik (larut terhadap air). Kelarutan dipengaruhi oleh komponen hidrofilik dan hidrofobik, dalam penelitian ini gliserol dan pati adalah komponen hidrofilik yang larut dalam air [22]. Kelarutan *edible film* ditentukan oleh sumber bahan dasar pembuatan film. *Edible film* dengan daya larut tinggi menunjukkan *film* tersebut mudah dikonsumsi sedangkan kelarutan *edible film* yang rendah adalah salah satu syarat penting *edible film* sebagai kemasan pangan yang bersentuhan dengan air dan berfungsi sebagai pelindung produk pangan. Hal ini sejalan dengan penelitian [23]. Jenis dan konsentrasi dari plasticizer akan berpengaruh terhadap kelarutan dari film berbasis pati. Semakin banyak penggunaan plasticizer, kelarutan juga akan semakin meningkat. Demikian pula dengan penggunaan plasticizer yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air [24]. Hasil dari penelitian tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan yang dihasilkan. Kelarutan yang didapatkan tidak beda nyata dengan semua perlakuan. Penelitian lain menunjukkan kelarutan *edible film* dalam air akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi pati jagung [25]. Kandungan amilosa dan amilopektin dalam sumber pati yang berbeda-beda. Amilosa pada jagung biasa sebesar 23% sedangkan pada pati singkong sebesar 17%. Saat amilosa dipanaskan, terbentuk endapan. Proses ini terjadi karena amilosa mengalami gelatinisasi atau penggumpalan saat dipanaskan dalam air [26].

## B. Profile Warna

Warna berperan sebagai perinci jenis, tanda-tanda kerusakan, petunjuk tingkat mutu dan pedoman proses pengolahan pada produk pangan biasanya pada *edible film* berwarna bening, kusam atau buram [27]. Pengukuran warna pada penelitian ini menggunakan alat bernama *colour reader* didasarkan pada sistem hunter dengan pengukuran nilai L\*0 (hitam) sampai 100 (putih), a\*: +100 (merah) sampai -80 (hijau) dan b\*: +70 (kuning) sampai -70 (biru).

### Nilai L\*

Berdasarkan hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa interaksi antara konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap warna L\* (*Lightness*) pada *edible film*. Rerata nilai L\* (*Lightness*) *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Rerata Nilai Warna L\* (*Lightness*) *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Warna L* ( <i>lightness</i> )
A1B1 (Pati Jagung 2% : Pektin)	79,04
A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC)	79,64
A1B3 (Pati Jagung 2% : Karagenan)	76,73
A2B1 (Pati Jagung 4% : Pektin)	72,79
A2B2 (Pati Jagung 4% : CMC)	78,99
A2B3 (Pati Jagung 4% : Karagenan)	77,95
A3B1 (Pati Jagung 6% : Pektin)	77,41
A3B2 (Pati Jagung 6% : CMC)	78,22
A3B3 (Pati Jagung 6% : Karagenan)	75,62
<b>BNJ 5%</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 2** menunjukkan nilai L\* (*Lightness*) terendah pada perlakuan A2B1 (Pati Jagung 4% : Pektin) sebesar 72,79 dan nilai L\* (*Lightness*) tertinggi adalah perlakuan A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC) sebesar 79,64. Interaksi konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film* dikarenakan tidak berbedanya konsentrasi komponen yang memiliki sifat hidrofilik (larut terhadap air). Kenampakan *edible film* dapat memberikan warna bening atau kusam. Semakin tinggi nilai L\* maka *edible film* akan semakin bening, sebaliknya semakin rendah nilai L\* maka *edible film* akan semakin kusam [28].

### Warna a\* dan b\*

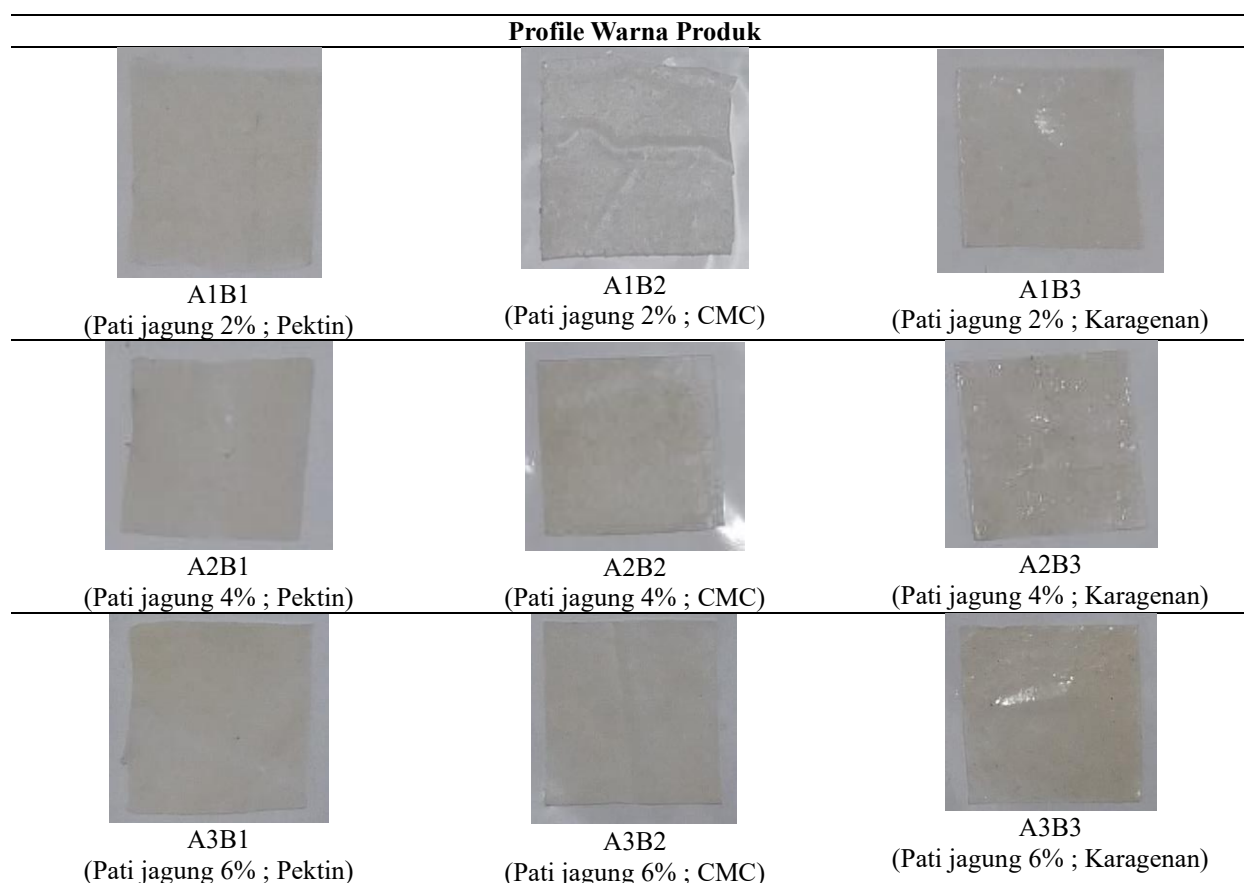
Berdasarkan hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa perlakuan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap warna a\* (*redness*) dan interaksi antara konsentrasi pati jagung dan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap warna b\* (*yellowness*) pada *edible film*. Rerata nilai warna a\* (*redness*) dan warna b\* (*yellowness*) *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Rerata Nilai Warna a\* (*Redness*) dan Warna b\* (*Yellowness*) *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Warna	
	a* ( <i>redness</i> )	b* ( <i>yellowness</i> )
A1 (Pati Jagung 2%)	2,00	1,75 a
A2 (Pati Jagung 4%)	1,93	3,26 a
A3 (Pati Jagung 6%)	2,51	5,22 b
<b>BNJ 5%</b>	<b>tn</b>	<b>1,62</b>
B1 (Pektin)	1,94 ab	3,18 ab
B2 (CMC)	1,80 a	2,60 a
B3(Karagenan)	2,71 b	4,45 b
<b>BNJ 5%</b>	<b>0,80</b>	<b>1,62</b>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Dari **Tabel 3** menunjukkan nilai a\* (*redness*) terendah pada perlakuan B2 (CMC) sebesar 1,80 dan nilai a\* (*redness*) tertinggi adalah perlakuan B3 (Karagenan) sebesar 2,71. Nilai b\* (*yellowness*) terendah pada perlakuan konsentrasi pati jagung adalah perlakuan A1 (Pati Jagung 2%) sebesar 1,75 dan nilai b\* (*yellowness*) tertinggi adalah perlakuan A3 (Pati Jagung 6%) sebesar 5,22. Sedangkan, nilai b\* (*yellowness*) terendah pada perlakuan jenis pengental adalah perlakuan B2 (CMC) sebesar 2,60 dan nilai b\* (*yellowness*) tertinggi adalah perlakuan B3 (Karagenan) sebesar 4,45. Pengaruh jenis pengental terhadap nilai warna *redness* dalam film edible dapat bervariasi tergantung pada sifat-sifat kimia dan fisika dari pengental yang digunakan. Beberapa jenis pengental, seperti karagenan atau CMC, memiliki efek yang berbeda terhadap nilai warna *redness* dibandingkan dengan pengental lainnya seperti pektin, gum atau gelatin [29]. Peningkatan konsentrasi pati menyebabkan peningkatan warna *yellowness* dalam film, terutama jika pati yang digunakan adalah pati yang sudah mengandung pigmen alami seperti  $\beta$ -karoten [30]. Jenis pengental yang digunakan juga dapat memengaruhi nilai warna *yellowness*. Pengental seperti karagenan atau CMC, yang memiliki warna yang lebih netral, tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai warna *yellowness* dibandingkan dengan pengental lain yang memiliki warna yang lebih terlihat [31]. Warna *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

**Gambar 2.** Profile Warna *Edible Film*

### C. Tekstur

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur *edible film*. Nilai rerata tekstur *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Rerata Nilai Tekstur *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Tekstur (N)
A1B1 (Pati Jagung 2% : Pektin)	50,18
A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC)	50,66
A1B3 (Pati Jagung 2% : Karagenan)	52,12
A2B1 (Pati Jagung 4% : Pektin)	51,07
A2B2 (Pati Jagung 4% : CMC)	51,03
A2B3 (Pati Jagung 4% : Karagenan)	51,21
A3B1 (Pati Jagung 6% : Pektin)	49,93
A3B2 (Pati Jagung 6% : CMC)	50,57
A3B3 (Pati Jagung 6% : Karagenan)	51,92
<b>BNJ 5%</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 4** menunjukkan nilai tekstur terendah pada perlakuan A3B1 (Pati Jagung 6% : Pektin) sebesar 49,93 N dan nilai tekstur tertinggi adalah perlakuan A1B3 (Pati Jagung 2% : Karagenan) sebesar 52,12 N. *Plasticizer* memainkan peran kunci dalam menentukan sifat fisik dan tekstur dari film edible. *Plasticizer* membantu meningkatkan fleksibilitas dan keuletan film, yang mempengaruhi tekstur akhirnya. Pengaruh *plasticizer* terhadap tekstur *edible film* dapat bervariasi tergantung pada jenis *plasticizer* yang digunakan, konsentrasinya, serta interaksi dengan bahan-bahan lain dalam formulasi *film* [32]. Faktor lain yang menyebabkan *film* menjadi keras karena kehilangan uap air pada produk akhir [33].

### D. Ketebalan

Ketebalan yang ada dalam lapisan *edible film* memiliki dampak signifikan terhadap ciri-ciri yang muncul pada *edible film* tersebut. Dimensi ketebalan film ini memainkan peran penting dalam mengatur seberapa mudah gas dapat melewati film tersebut. Bila *edible film* tersebut lebih tebal, maka gas akan sulit untuk menembusnya, sehingga akan memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap produk yang terbungkus di dalamnya. lebih lanjut, dimensi ketebalan ini juga memiliki pengaruh terhadap karakteristik mekanik lainnya seperti sensasi rasa dan aroma yang dapat dirasakan, daya tahan terhadap tarikan, dan tingkat perpanjangan [34]. Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*. Nilai rerata ketebalan *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Rerata Nilai Ketebalan *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Ketebalan (mm)
A1B1 (Pati Jagung 2% : Pektin)	0,20
A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC)	0,20
A1B3 (Pati Jagung 2% : Karagenan)	0,23
A2B1 (Pati Jagung 4% : Pektin)	0,20
A2B2 (Pati Jagung 4% : CMC)	0,20
A2B3 (Pati Jagung 4% : Karagenan)	0,27
A3B1 (Pati Jagung 6% : Pektin)	0,23
A3B2 (Pati Jagung 6% : CMC)	0,20
A3B3 (Pati Jagung 6% : Karagenan)	0,23
<b>BNJ 5%</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 5** menunjukkan nilai ketebalan terendah pada perlakuan A1B1 (Pati Jagung 2% : Pektin), A1B2 (Pati Jagung 2% : CMC), A2B1 (Pati Jagung 4% : Pektin), A2B2 (Pati Jagung 4% : CMC), dan A3B2 (Pati Jagung 6% : CMC), sebesar 0,20 mm dan nilai ketebalan tertinggi adalah perlakuan A2B3 (Pati Jagung 4% : Karagenan) sebesar 0,27 mm. Ketebalan *edible film* meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pati. Hal ini terjadi karena penambahan jumlah pati akan meningkatkan polimer penyusun matriks film, total padatan semakin besar sehingga film yang dihasilkan semakin tebal [35]. Penambahan pengental dengan konsentrasi yang tinggi akan meningkatkan viskositas film yang pada akhirnya menghasilkan lapisan film yang lebih tebal [36]. Hasil dari penelitian tidak berpengaruh nyata

terhadap ketebalan yang dihasilkan. Ketebalan yang didapatkan tidak beda nyata dengan semua perlakuan kemungkinan besar hal ini dikarenakan perbedaan level yang rendah.

### E. Kadar Air

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap kadar air *edible film*. Nilai rerata kadar air *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Rerata Nilai Kadar Air *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Kadar Air (%)
A1 (Pati Jagung 2%)	13,47 b
A2 (Pati Jagung 4%)	12,55 ab
A3 (Pati Jagung 6%)	10,73 a
<b>BNJ 5%</b>	<b>2,21</b>
B1 (Pektin)	10,64 a
B2 (CMC)	13,17 b
B3 (Karagenan)	12,94 b
<b>BNJ 5%</b>	<b>2,21</b>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Dari **Tabel 6** menunjukkan nilai kadar air terendah pada perlakuan konsentrasi pati jagung adalah A3 (Pati Jagung 6%) sebesar 10,73% dan nilai kadar air tertinggi adalah A1 (Pati Jagung 2%) sebesar 13,47 %. Nilai kadar air terendah pada perlakuan jenis pengental adalah B1 (Pektin) sebesar 10,64 % dan nilai kadar air tertinggi adalah B2 (CMC) sebesar 13,17 %. Kadar air maksimum *edible film* berdasarkan SNI adalah 15% [37]. Berdasarkan nilai kadar air yang didapat pada penelitian kali ini, *edible film* dengan kombinasi konsentrasi pati jagung dan jenis pengental memenuhi standar SNI. Peningkatan kandungan air dalam bahan pangan akan meningkatkan laju pertumbuhan mikroorganisme pengurai dalam bahan tersebut. Banyak faktor yang mempengaruhi tingginya kadar air diantaranya penyimpanan yang kurang tepat, sifat dan jenis bahan yang digunakan. Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah pati jagung, gliserol, dan jenis pengental (pektin, CMC dan karagenan). Semua komponen memiliki kemampuan larut dalam air, yang mengakibatkan interaksi antara bahan-bahan ini untuk mengikat air. Dengan bertambahnya komponen penyusun yang memiliki afinitas terhadap air dalam larutan film, jumlah gugus hidroksil yang bebas juga meningkat, memungkinkan ikatan yang lebih kuat dengan air [38]. Pati memiliki kandungan amilosa dan amilopektin dengan kandungan gugus hidroksil yang memiliki sifat hidrofilik dan berfungsi untuk mengikat air serta mempertahankan air yang lebih tinggi [39]. Pengental seperti CMC, gum, karagenan, dan pektin memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi. Semakin banyak konsentrasi pengental yang ditambahkan maka semakin besar pula jumlah air yang terikat [40]. Kadar air dalam *edible film* berkaitan dengan ketebalan; semakin besar ketebalan film, semakin tinggi kandungan airnya [41]. Semakin tebal *edible film* akan meningkatkan kuat tariknya, namun daya larut dalam air dan nilai pemanjangan akan menurun [42].

### F. Gula Reduksi

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap gula reduksi *edible film*. Nilai rerata gula reduksi *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Rerata Nilai Gula Reduksi *Edible Film* Akibat Pengaruh Faktor Konsentrasi Pati Jagung dan Jenis Pengental

Perlakuan	Gula Reduksi
A1 (Pati Jagung 2%)	4,72
A2 (Pati Jagung 4%)	4,12
A3 (Pati Jagung 6%)	4,10
<b>BNJ 5%</b>	<b>tn</b>
B1 (Pektin)	4,07 ab
B2 (CMC)	2,86 a
B3 (Karagenan)	6,00 b
<b>BNJ 5%</b>	<b>1,95</b>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Dari **Tabel 7** menunjukkan nilai gula reduksi terendah pada perlakuan jenis pengental adalah B2 (CMC) sebesar 2,86 % dan nilai gula reduksi tertinggi adalah B3 (Karagenan) sebesar 6,00 %. Pengaruh jenis pengental terhadap nilai gula reduksi dalam film edible dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sifat kimia dan fisik dari pengental, interaksi antara pengental dan bahan-bahan lain dalam formulasi film, serta proses pembuatan film itu sendiri. Pengental dapat berperan dalam menstabilkan formulasi film, mempengaruhi viskositas, dan interaksi antar bahan dalam matriks film [43]. Beberapa pengental seperti karagenan atau pektin memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan gel yang dapat menahan atau mengurangi pergerakan molekul gula dalam film edible, yang dapat mempengaruhi nilai gula reduksi. Sebaliknya, pengental lain seperti gellan gum atau agar-agar memiliki efek yang berbeda tergantung pada karakteristik gel yang terbentuk [44]. *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) merupakan kopolimer dua unit  $\beta$ -D glukosa dan  $\beta$ -D glukopiranosida 2-O- (karboksilmetil)-garam monosodium yang terikat melalui ikatan  $\beta$ -1,4-glikosidik. [45]. Pektin adalah polimer rantai panjang asam  $\alpha$ -D-galakturonat yang merupakan asam yang berasal dari gula galaktosa sederhana. [46]. Karagenan terbuat dari polisakarida linier tersulfasi dari D-galaktosa dan 3, 6-anhidro-D-galaktosa yang diekstraksi secara komersial dari rumput laut merah kelas Rhodophyceae [47].

### G. Organoleptik Aroma

Aroma dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati dengan indra pembau (hidung). Aroma dapat berpengaruh pada penilaian konsumen terhadap suatu produk [48]. Senyawa aroma yang dihasilkan akan berbeda-beda, tergantung pada proses pembuatannya [49]. Berdasarkan hasil analisis uji friedman yang dilakukan pada sekelompok 30 panelis bahwa perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis terhadap aroma *edible film*. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Aroma *Edible Film*

Perlakuan	Rerata	Rangking
A1B1 (Pati jagung 2% : Pektin)	3,23	143,50
A1B2 (Pati jagung 2% : CMC)	3,37	180,00
A1B3 (Pati jagung 2% : Karagenan)	3,07	154,50
A2B1 (Pati jagung 4% : Pektin)	3,70	141,00
A2B2 (Pati jagung 4% : CMC)	3,43	151,00
A2B3 (Pati jagung 4% : Karagenan)	3,20	129,50
A3B1 (Pati jagung 6% : Pektin)	3,23	142,50
A3B2 (Pati jagung 6% : CMC)	3,33	144,50
A3B3 (Pati jagung 6% : Karagenan)	3,17	163,50
<b>Titik kritis</b>		<b>tn</b>

Keterangan: tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 8** menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *edible film* berkisar antara 3,07 hingga 3,70 (netral-suka). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan A2B1 (Pati jagung 4% : Pektin) *Edible film* dari pati jagung biasanya tidak memiliki aroma karena pati jagung itu sendiri cenderung netral dalam aromanya. Selain itu, dalam proses pembuatan *edible film* dapat menghilangkan atau mengurangi aroma dari bahan-bahan lain yang digunakan [50].

### H. Organoleptik Rasa

Rasa dapat ditentukan dengan cecapan, dan rangsangan mulut. Tekstur dan konsistensi suatu bahan akan mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan oleh bahan tersebut, dan rasa memiliki peran yang penting dalam mutu suatu bahan pangan. Perubahan tekstur atau viskositas bahan pangan dapat mengubah rasa yang timbul karena dapat mempengaruhi rangsangan terhadap sel aseptor olfaktori dan kelenjar air liur [51]. Berdasarkan hasil analisis uji friedman yang dilakukan pada sekelompok 30 panelis bahwa perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada rasa *edible film*. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 9**.



**Tabel 9.** Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Rasa *Edible Film*

Perlakuan	Rerata	Rangking	
A1B1 (Pati jagung 2% : Pektin)	3,43	112,50	ab
A1B2 (Pati jagung 2% : CMC)	3,27	185,00	c
A1B3 (Pati jagung 2% : Karagenan)	2,00	162,00	c
A2B1 (Pati jagung 4% : Pektin)	3,57	123,00	b
A2B2 (Pati jagung 4% : CMC)	3,80	164,00	c
A2B3 (Pati jagung 4% : Karagenan)	2,77	80,50	a
A3B1 (Pati jagung 6% : Pektin)	3,27	168,00	c
A3B2 (Pati jagung 6% : CMC)	3,23	163,50	c
A3B3 (Pati jagung 6% : Karagenan)	2,53	191,50	c
<b>Titik kritis</b>		<b>34,90</b>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Friedman ( $\alpha = 0,05$ )

Dari **Tabel 9** menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *edible film* berkisar antara 2,00 hingga 3,80 (tidak suka-netral). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan A2B2 (Pati jagung 4% : CMC). Adanya hasil nyata dikarenakan ketebalan *edible film* yang tidak sama. Ketika ketebalan pada *edible film* menjadi berlebihan, hal ini akan mempengaruhi tampilan visual, sensasi rasa, serta tekstur produk yang diaplikasikan ketika dikonsumsi [52].

### I. Organoleptik Warna

Warna memiliki peran penting dalam memengaruhi pandangan konsumen terhadap produk pangan. Kualitas produk pangan dapat tercermin dari warnanya, yang juga bisa berfungsi sebagai penanda kesegaran atau kematangan bahan pangan. Warna yang tidak menyimpang dari warna seharusnya akan memberikan kesan penilaian yang khusus oleh para panelis [53]. Berdasarkan hasil analisis uji Friedman yang dilakukan pada sekelompok 30 panelis bahwa perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada warna *edible film*. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 10**.

**Tabel 10.** Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Warna *Edible Film*

Perlakuan	Rerata	Rangking	
A1B1 (Pati jagung 2% : Pektin)	3,80	108,00	a
A1B2 (Pati jagung 2% : CMC)	3,80	163,00	bc
A1B3 (Pati jagung 2% : Karagenan)	3,17	179,50	c
A2B1 (Pati jagung 4% : Pektin )	3,67	136,00	ab
A2B2 (Pati jagung 4% : CMC)	4,03	170,00	bc
A2B3 (Pati jagung 4% : Karagenan)	3,17	127,00	a
A3B1 (Pati jagung 6% : Pektin)	2,70	180,00	c
A3B2 (Pati jagung 6% : CMC)	3,70	103,50	a
A3B3 (Pati jagung 6% : Karagenan)	2,73	183,00	c
<b>Titik kritis</b>		<b>34,90</b>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Friedman ( $\alpha = 0,05$ )

Dari **Tabel 10** menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna *edible film* berkisar antara 2,70 hingga 4,03 (netral-suka). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan A2B2 (Pati jagung 4% : CMC). Konsentrasi pati dalam formulasi film dapat mempengaruhi warna akhirnya. Konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan warna yang lebih gelap atau lebih terang tergantung pada jenis pati yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh efek optik dan perubahan transparansi yang terjadi dengan peningkatan konsentrasi pati [54]. Pengental yang berbeda seperti karagenan, pektin, atau gellan gum memiliki karakteristik kimia dan fisika yang berbeda yang dapat mempengaruhi warna film. Pektin memberikan film yang lebih transparan atau lebih jernih menghasilkan warna yang lebih jelas, sementara CMC memberikan film yang lebih keruh atau buram, menghasilkan warna yang lebih kabur [55]. Terdapat reaksi pencoklatan yang terjadi saat gugus gula dipanaskan dalam kondisi tertentu. Reaksi ini dikenal sebagai reaksi Maillard, Reaksi Maillard adalah reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino dengan adanya pemanasan [56].

## J. Organoleptik Tekstur

Tekstur pangan merupakan salah satu atribut fisik dan sensori yang digunakan konsumen untuk menilai mutu produk pangan. Tekstur bersifat krusial, berperan sebagai penciri utama dan menentukan keseluruhan mutu produk pangan [57]. Berdasarkan hasil analisis uji friedman yang dilakukan pada sekelompok 30 panelis bahwa perlakuan konsentrasi pati jagung dan jenis pengental berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada tekstur *edible film*. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 11**.

**Tabel 11.** Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Tekstur *Edible Film*

Perlakuan	Rerata	Rangking	
A1B1 (Pati jagung 2% : Pektin)	3,33	122,00	abc
A1B2 (Pati jagung 2% : CMC)	3,53	185,00	e
A1B3 (Pati jagung 2% : Karagenan)	2,40	175,50	de
A2B1 (Pati jagung 4% : Pektin)	3,60	117,00	ab
A2B2 (Pati jagung 4% : CMC)	3,67	144,50	bcd
A2B3 (Pati jagung 4% : Karagenan)	2,53	108,50	a
A3B1 (Pati jagung 6% : Pektin)	3,20	165,00	de
A3B2 (Pati jagung 6% : CMC)	3,13	155,50	cde
A3B3 (Pati jagung 6% : Karagenan)	2,67	184,00	e
<b>Titik kritis</b>		<b>34,90</b>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Friedman ( $\alpha = 0,05$ )

Dari **Tabel 11** menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *edible film* berkisar antara 2,40 hingga 3,67 (tidak suka-netral). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan A2B2 (Pati jagung 4% : CMC). Menurut pendapat yang diberikan panelis, penyebab panelis memberikan nilai tertinggi pada kombinasi perlakuan A2B2 (Pati jagung 4% : CMC) dikarenakan tekstur yang dihasilkan cenderung keras yang stabil, sehingga tekstur yang dihasilkan berpengaruh nyata. Tekstur yang keras pada *edible film* disebabkan oleh proses retrogradasi yang terjadi saat proses pendinginan setelah dilakukan pengeringan. Saat proses pendinginan terjadi, maka proses retrogradasi pada pati akan terjadi. Molekulmolekul amilosa memisahkan diri dari granula pati yang pecah akibat penurunan suhu akan kembali terikat menjadi satu, sehingga tekstur pati kembali mengeras [58].

## K. Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik *edible film* dapat ditentukan berdasarkan perhitungan nilai efektifitas melalui prosedur pembobotan, yang berlandaskan pada analisis urutan kepentingan. Hasil yang didapatkan dikali dengan nilai rerata hasil analisis fisik (kelarutan, tekstur, ketebalan dan warna), kimia (gula reduksi dan kadar air), dan organoleptik (warna, rasa, aroma dan tekstur) pada setiap perlakuan.

Nilai pembobotan tiap parameter yang diperoleh dari rerata nilai yang diberikan oleh panelis, yakni kelarutan (1), ketebalan (1), tekstur (1), warna  $L^*$  (1), warna  $a^*$  (1), warna  $b^*$  (1), gula reduksi (0,9), kadar air (0,9), organoleptik aroma (1), organoleptik warna (1), organoleptik tekstur (1), dan organoleptik rasa (1) yang telah disesuaikan dengan fungsi dari masing-masing variabel pada kualitas *edible film* yang diinginkan. Rerata nilai masing-masing perlakuan berdasarkan hasil perhitungan untuk mencari perlakuan terbaik *edible film* disajikan pada **Tabel 12**.

**Tabel 12.** Rerata Nilai Masing-masing Perlakuan Berdasarkan Hasil Perhitungan untuk Mencari Perlakuan Terbaik *Edible Film*

Parameter	Perlakuan Terbaik								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	B3B2	A3B3
Kelarutan	14,47	6,99	9,20	10,41	8,55	7,30	8,53	16,96	7,58
Ketebalan	0,20	0,20	0,23	0,20	0,20	0,27	0,23	0,20	0,23
Tekstur	50,18	50,66	52,12	51,07	51,03	51,21	49,93	50,57	51,92
Gula Reduksi	5,78	1,98	6,40	3,06	4,07	5,22	3,36	2,54	6,39
Kadar Air	11,72	14,54	14,16	10,69	12,35	14,62	9,52	12,63	10,03
Warna L*	79,04	79,64	76,73	72,79	78,99	77,95	77,41	78,22	75,62
Warna a*	1,62	1,43	2,94	1,90	1,74	2,14	2,29	2,21	3,04
Warna b*	1,78	0,68	2,78	3,05	2,89	3,83	4,72	4,23	6,73
Organoleptik Aroma	3,17	3,70	3,37	3,20	3,33	3,07	3,23	3,23	3,43
Organoleptik Warna	2,73	3,67	3,80	3,17	3,70	3,17	3,80	2,70	4,03
Organoleptik Tekstur	2,67	3,60	3,53	2,53	3,13	2,40	3,33	3,20	3,67
Organoleptik Rasa	2,53	3,57	3,27	2,77	3,23	2,00	3,43	3,27	3,80
<b>Total</b>	<b>0,48</b>	<b>0,75**</b>	<b>0,52</b>	<b>0,48</b>	<b>0,62</b>	<b>0,26</b>	<b>0,54</b>	<b>0,58</b>	<b>0,54</b>

Keterangan: \*\* perlakuan terbaik

Dari **Tabel 12** dapat diperoleh *edible film* dengan perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan konsentrasi pati jagung 2% dan jenis pengental CMC (A1B2) yang menunjukkan kelarutan 6,99%; ketebalan 0,20 mm; tekstur 50,66 N; warna L\* (*Lightness*) 79,64; warna a\* (*redness*) 1,43; warna b\* (*yellowness*) 0,68; gula reduksi 1,98%; kadar air 14,54%; organoleptik aroma 3,70 (netral-suka); organoleptik warna 3,67 (netral-suka); organoleptik tekstur 3,60 (netral-suka); dan organoleptik rasa 3,57 (netral-suka).

## V. SIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing faktor baik konsentrasi pati jagung maupun jenis pengental berpengaruh nyata ( $\alpha < 0,05$ ) terhadap warna b\* (*yellowness*), kadar air, organoleptik warna, organoleptik tekstur, dan organoleptik rasa. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan, warna L\* (*lightness*), tekstur, ketebalan dan organoleptik aroma. Perlakuan jenis pengental berpengaruh nyata ( $\alpha < 0,05$ ) terhadap warna a\* (*redness*) dan gula reduksi. *Edible film* yang memiliki perlakuan terbaik diperoleh dari perlakuan A1B2 (pati jagung 2%; CMC) dengan kelarutan 6,99%; ketebalan 0,20 mm; tekstur 50,66 N; warna L\* (*Lightness*) 79,64; warna a\* (*redness*) 1,43; warna b\* (*yellowness*) 0,68; gula reduksi 1,98%; kadar air 14,54%; organoleptik aroma 3,70 (netral-suka); organoleptik warna 3,67 (netral-suka); organoleptik tekstur 3,60 (netral-suka); dan organoleptik rasa 3,57 (netral-suka).

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui daya simpan *edible film*.

## REFERENSI

- [1] Budi Santoso, *Edible Film Teknologi dan Aplikasinya*. Palembang: NoerFikri, 2020.
- [2] Sandhu, Singh,. Some Properties of Corn Starches II: Physicochemical, Gelatinization, Retrogradation, Pasting And Gel Textural Properties. *Food Chem.* 101:1499-1507, 2007.
- [3] Palviainen, Haeinamaki, Myllarinen, Lahtinen, Ylirussi, and Forsell. Corn Starches As Film Formers In Aqueous-Based Film Coating. *Pharmaceutical Development and Technology* 6:351-359, 2001.
- [4] Avena-Bustillos, Chiou, Olsen, & Bechtel. Physical And Antimicrobial Properties Of B-Carotene *Edible Films* Containing Antimicrobials And The Inhibitory Astion Of Cinnamaldehyde On *Listeria Monocytogenes*. *Journal of Food Science*, 73(7), M390-M397, 2008.
- [5] Garna, Fiedler, & Ritthiruandej. Pectin in *edible films* and coating. *Handbook Of Food Chemistry* (pp. 1-26), 2017.
- [6] Rachmawati, Baskoro, & Jatimanuhara. Ekstraksi dan Karakteristik Pektin pada Cincau Hijau (*Premna oblongifolia*) untuk Pembuatan *Edible Film*. (Skripsi). Surakarta (ID): Universitas Negeri Sebelas Maret, 2009.
- [7] Putri, Setiawan, & Anggraini. Physical Properties of Edible Sorgum Starch Film Added with Carboxymethyl Cellulose. *Journal Of Physical Science*. 29(2), 185-194. 2018.
- [8] Hidayat, Mantini, & Sedyawati. Penggunaan Carboxymethyl Cellulose dan Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Gembili. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 2(2252). 2013.

- [9] Skurtys, Acevedo, Pedreschi, Enrione, Osorio, & Aguilera. Food Hydrocolloid: *Edible films* and Coatings. Department of Food Science and Technology, Universidad de Santiago de Chile. 2010.
- [10] Soma, Williams, & Lo. Advancements in non-starch polysaccharides research for frozen foods and microencapsulation of probiotic. *Frontiers of Chemical Engineering in China*. 3(4): 413-426, 2009.
- [11] Prihatiningsih. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Asam Palmitat Terhadap Ketebalan Film dan Sifat Mekanik *Edible Film* dari Zein. *Artikel*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2000.
- [12] Harumarani, Shara, dan Widodo Farid Ma'ruf Romadhon, Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Gliserol Pada Karakteristik *Edible film* Komposit Semirefined Karagenan Eucheuma Cottoni dan Beeswax. *Jurnal Peng. & Biotek*. 5(1):101-105, 2016.
- [13] Mulyadi, Pulungan, & Qiyyum. Pembuatan *Edible Film* Maizena dan Uji Aktifitas Antibakteri (Kajian Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica L.*)), *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 149-158, 2016.
- [14] Indiarto, Hurhadi, and Subroto, Kajian Karakteristik Teksture (Texture Profile Analysis) dan Organoleptik Daging Asap Berbasis Teknologi Asap Cair Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 5, no. 2, 2012.
- [15] Akesowan. Quality Characteristics of Light Pork Burgers Fortified with Soy Protein Isolate. *Food Science and Biotechnology*. 19(5): 1143-1149. 2010
- [16] Novfiandi, Ningsih, & Putri, Pembuatan dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Polivinil Alkohol dengan Propilengkol sebagai *Plasticizer*. *Jurnal Katalisator*, 1(2), 1-12. <https://doi.org/10.22216/jk.v1i2.1113>, 2016.
- [17] Sudarmadji, Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty, 1997.
- [18] Setyaningsih, Dwi, Apriyantono, dan Sari, Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Argo. Bogor: IPB Press, 2010.
- [19] DeGarmo, Sullivan, and Canada, Engineering Economy, 7<sup>th</sup> ed. London: Macmillan Publishing Company, 1984.
- [20] Soraya. Pemanfaatan Limbah Biji Durian Sebagai Plastik Biodegradable Dengan Variasi Suhu Gelatinasi Dan Penambahan Caco3. *Jurnal Atmosphere*, 1(1), 1-7. 2020
- [21] Fardhyanti, dan Syara. Karakteristik *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan (JBAT)*, 4(2)68-73. 2015.
- [22] Zulferiyenni, Marniza, & Erli. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Tapioka Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Ampas Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(3). 2014.
- [23] Yudiandani, Efendi. dan Ibrahim. Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea americana Mill.*) Untuk Pembuatan *Edible Film*. *Jom FAPERTA*. Vol 3 (2): 1-10. 2016.
- [24] Coniawati, Linda, & Mardiyah. Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(20). 2014.
- [25] Lismawati. Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible Film* Pati Kentang (*Solanum tuberosum L.*). Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. 97 hal. 2017.
- [26] Chen, Yao, Gao, Zheng, Wang, Cao, & Zhang. Physicochemical properties comparative analysis of corn starch and cassava starch, and comparative analysis as adhesive. *Journal of Renewable materials*, 9(5), 979-992. 2021.
- [27] Ulfayanti, Ulyarti, & Mursyid. Pengaruh Konsentrasi Pati Uwi Ungu (*Dioscorea alata*) Modifikasi Terhadap Karakteristik *Edible Film*. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi. 2020.
- [28] Ulfayanti, Ulyarti, & Mursyid. Pengaruh Konsentrasi Pati Uwi Ungu (*Dioscorea alata*) Modifikasi Terhadap Karakteristik *Edible Film*. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi. 2020.
- [29] Yanti. Pengaruh penambahan kopi robusta bubuk (*Coffea canephora L.*) dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan cookies. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 253–263. 2022.
- [30] Karolina, Ulfa, & Setyawan. Pengaruh Variasi Penambahan Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr.*) Dan Pati Jagung Terhadap Karakteristik *Edible film* The Effect Of Additional Variations Of Durian Seed Starch (*Durio Zibethinus Murr.*) and Corn Starch on the Characteristics of Edible. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 1–6. 2022.
- [31] Yanti. Pengaruh penambahan kopi robusta bubuk (*Coffea canephora L.*) dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan cookies. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 253–263. 2022.

- [32] Purwiyatno. Tekstur: tantangan reformulasi pangan olahan. Departemen ilmu dan teknologi pangan. Ipb. Voll XVII/ No.7 (23). 2022.
- [33] Estiningtyas. Aplikasi *Edible film* maizena dengan penambahan ekstrak jahe sebagai antioksidan alami pada coating sosis sapi. In Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2010.
- [34] Karolina, Ulfa, & Setyawan. Pengaruh Variasi Penambahan Pati Biji Durian ( Durio Zibethinus Murr.) Dan Pati Jagung Terhadap Karakteristik *Edible film* The Effect Of Additional Variations Of Durian Seed Starch (Durio Zibethinus Murr. ) and Corn Starch on the Characteristics of Edible. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 1–6. 2022.
- [35] Ulyarti, Indriyani, Nursela, Rahmayani, & Nazarudin. Peningkatan Kualitas Edible Film Menggunakan Pati Uwi (*Dioscorea Alata L*) Hasil Modifikasi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 24-32. 2022
- [36] Zhang, & Han. Plasticization of pea starch film using monosaccharides and polyols. *Journal of Food Science*, 71(6), E253-E261. 2006
- [37] Nurdiani, Yufidasari, & Sherani. Effect of Pectin on the Characteristics of Edible Film from Skin Gelatin of Red Snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 174-186. 2019
- [38] Karolina, Ulfa, & Setyawan. Pengaruh Variasi Penambahan Pati Biji Durian ( Durio Zibethinus Murr.) Dan Pati Jagung Terhadap Karakteristik *Edible film* The Effect Of Additional Variations Of Durian Seed Starch (Durio Zibethinus Murr. ) and Corn Starch on the Characteristics of Edible. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 1–6. 2022.
- [39] Rahman dan Mardesci. Pengaruh Perbandingan Tepung Beras dan Tepung Tapioka terhadap Penerimaan Konsumen pada Cendol. *Jurnal Teknologi Pertanian*, UNISI. vol 4 No.1, hal 18-28. 2015
- [40] Gozaly. Pengaruh Konsentrasi Cmc Dan Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Packaging Kopi Instan Dari Pati Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*). *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, 7(1), 1-9. 2020.
- [41] Khoiriyah, Kurniawati, Liviawaty, & Junianto. Concentration Addition of Plasticizer Sorbitol To the Characteristics of Carrageenan *Edible Film*. *Global Scientific Journals*, 6(10), 1–33. 2018.
- [42] Deden, Rahim, & Asrawaty. Sifat Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Umbi Gadung pada Berbagai Konsentrasi. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(1), 26-33. 2020.
- [43] Coniawati, Linda, & Mardiyah. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(20). 2014.
- [44] Estiningtyas. Aplikasi *Edible film* Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe sebagai Antioksidan Alami pada Coating Sosis Sapi. In Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2010.
- [44] Masfufatun. Produksi Etanol dari hidrolisat Carboxy Methyl Cellulose (CMC). *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 2(1), 42-48. 2011.
- [46] Husni, Ikhrom, & Hasanah. Uji dan Karakterisasi Serbuk Pektin dari Albedo Durian sebagai Kandidat Eksipien Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 202-212. 2021.
- [47] Prihastuti & Abdassah. Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasetika. *Majalah Farmasetika*, 4(5), 146-154. 2019.
- [48] Yanti. Pengaruh penambahan kopi robusta bubuk (*Coffea canephora L.*) dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan cookies. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 253–263. 2022.
- [49] Ho, Zheng, & Li. Tea aroma formation. *Food science and human wellness*, 4(1), 9-27. 2015.
- [50] Olivera, Ramos, Ferreira, Nunes, Coimbra, & Ferreira. Development of *Edible Films* and Coating From Algae Polysaccharides and Packaging: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 173, 167-177. 2017.
- [51] Hasani, Kongoli, dan Beli. Organoleptic analysis of different composition of fruit juices containing wheatgrass. *Food Research* 2(3) : 294-298. 2018.
- [52] Widyayanti. Karakteristik Fisik Dan Aktivitas Antioksidan *Edible film* Pati Umbi Bentul (*Colocasia Esculenta (L.) Schott*) Dengan Penambahan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*). Thesis. Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang. 2023.
- [53] Yanti. Pengaruh penambahan kopi robusta bubuk (*Coffea canephora L.*) dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan cookies. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 253–263. 2022.
- [54] Khoiriyah, Kurniawati, Liviawaty, & Junianto. Concentration Addition of Plasticizer Sorbitol To the Characteristics of Carrageenan *Edible Film*. *Global Scientific Journals*, 6(10), 1–33. 2018.
- [55] Widyayanti. Karakteristik Fisik Dan Aktivitas Antioksidan *Edible film* Pati Umbi Bentul (*Colocasia Esculenta (L.) Schott*) Dengan Penambahan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*). Thesis. Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang. 2023.
- [56] Hustiany. Reaksi maillard pembentuk citarasa dan warna pada produk pangan. 2016.

- [57] Purwiyatno. Tekstur: tantangan reformulasi pangan olahan. Departemen ilmu dan teknologi pangan. Ipb. Vol XVII/ No.7 (23). 2022.
- [58] Yanti. Pengaruh penambahan kopi robusta bubuk (*Coffea canephora* L.) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan cookies. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 253–263. 2022.

***Conflict of Interest Statement:***

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*