

PEMBUATAN EDIBLE FILM ANTIBAKTERI DARI EKSTRAK BAWANG PUTIH BERBAHAN BAKU GLUKOMANAN DENGAN KOMBINASI KITOSAN, SORBITOL, DAN GELATIN

Almas Salsabilla Maulidya, Reza Dyota Ahmad, Eko Dwi Wahyu Saputro, Mokhamad Abiyyu Bilkhaq, Dyah Ratna Wulan

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
Salsabillamaulidya20@gmail.com; [ratnawln@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Kerusakan bahan pangan akibat pengaruh fisika, kimia, dan biologi dapat diminimalisir melalui penggunaan kemasan edible film yang terbuat dari tepung glukomanan sehingga aman bagi kesehatan dan juga ramah lingkungan. Namun, *edible film* dari tepung glukomanan mudah terkontaminasi gas, kurang elastis, dan rawan sobek, sehingga perlu bahan tambahan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh bahan tambahan *edible film* dari tepung glukomanan untuk memperoleh *edible film* yang sesuai dengan standar. Penelitian ini pembuatan edible film melalui metode eksperimental yang meliputi tahapan pencampuran seluruh bahan, pemanasan suhu 80 °C, pencetakan larutan dan pengeringan suhu 60 °C. Analisis dilakukan dengan menggunakan variabel bebas berupa konsentrasi kitosan (0,5-1,5% (b/v)) dan ekstrak bawang putih (1- 3% (v/v)) serta variabel tetap berupa komposisi tepung glukomanan (2% (b/v)), sorbitol (3% (v/v)), gelatin ayam (4% (b/v)), dan minyak kelapa sawit (1% (v/v)). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kitosan dan ekstrak bawang putih berpengaruh signifikan terhadap ketebalan. Kitosan juga meningkatkan elongasi dan sifat antibakteri edible film. Kitosan sebesar 0,50% (b/v), dan konsentrasi ekstrak bawang putih sebesar 1% (v/v) menghasilkan *edible film* yang memenuhi standar *JIS Z1707, 1975* dengan nilai kuat tarik sebesar 0,5031 kgf/mm², ketebalan 0,22 mm, elongasi 102,39%, dan laju transmisi uap air 1,03 g/m²/24 jam.

Kata kunci: antibakteri, *edible film*, filler, glukomanan, *JIS Z1707*

ABSTRACT

Food damage due to physical, chemical, and biological influences can be minimized through the use of edible film packaging from glucomannan flour which is safe for health and environmentally friendly. However, edible films from glucomannan flour are easily contaminated by gas, less elastic, and prone to tearing, so they require additional materials. The purpose of this study was to analyze the effect of extra materials on edible films made from glucomannan flour, aiming to achieve edible film standards. Edible films were prepared using an experimental method consisting of mixing of all ingredients with heating at 80 °C, casting of the film-forming solution, and subsequent drying at 60 °C. The analysis was conducted using independent variables in the form of chitosan concentration (0.5-1.5% (w/v)) and garlic extract (1-3% (v/v)) and fixed variables in the form of glucomannan flour composition (2% (w/v)), sorbitol (3% (v/v)), chicken gelatin (4% (w/v)), and palm oil (1% (v/v)). The results showed that the addition of chitosan and garlic extract did not significantly affect the tensile strength or water vapor transmission rate, but did increase the thickness significantly. Chitosan also increased the elongation and antibacterial properties of edible films. Chitosan of 0.50% (w/v), and garlic extract concentration of 1% (v/v) produced an edible film that met the *JIS Z1707, 1975* standard with a tensile strength of 0.5031 kgf/mm², a thickness of 0.22 mm, an elongation of 102.39%, and a water vapor transmission rate of 1.03 g/m²/24 hours.

Keywords: antibacterial, *edible film*, filler, glucomannan, *JIS Z1707*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk dunia yang terus berlangsung secara signifikan mendorong peningkatan kebutuhan bahan pangan sebagai kebutuhan pokok manusia. Bahan Pangan yang beredar di masyarakat pada umumnya rentan mengalami akibat penurunan kualitas akibat berbagai faktor, baik secara fisika, kimia, maupun biologi, sehingga diperlukan sistem pengemasan yang mampu menjaga integritas produk masa penyimpanan. Kemasan Berbahan dasar polimer sintesis yang selama ini banyak digunakan terbukti menimbulkan dampak negative terhadap keehatan manusia sekaligus mencemari lingkungan secara berkelanjutan [1]. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan akan alternatif kemasan yang lebih aman, yaitu kemasan berbasis bahan organik yang bersifat *biodegradable*, ekonomis, tidak beracun, dan tidak merusak ekosistem [2].

Salah satu bentuk kemasan alternatif yang memenuhi kriteria tersebut adalah edible film, yakni lapisan tipis yang tersusun dari bahan-bahan alami seperti polisakarida, protein, dan lipid yang aman untuk dikonsumsi. Sebagai pelapis permukaan produk pangan, edible film memiliki sejumlah fungsi penting, antara lain menekan aktivitas air pada permukaan produk sehingga menghambat pertumbuhan mikroba, memperbaiki tekstur permukaan bahan, mengurangi kehilangan bobot akibat dehidrasi, membatasi kontak produk dengan udara, serta meningkatkan estetika tampilan produk tanpa mengubah sifat alaminya[3]. Di antara berbagai jenis bahan baku yang dapat digunakan, edible film berbasis polisakarida dinilai paling unggul karena keamanannya telah terbukti dan telah banyak dikaji secara ilmiah [4]. Salah satu sumber polisakarida yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku edible film adalah glukomanan.

Glukomanan merupakan komponen utama yang terkandung dalam umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan kadar antara 15 hingga 65 persen basis kering. Umbi porang umumnya diproses terlebih dahulu menjadi tepung sebelum dimanfaatkan lebih lanjut, mengingat konsumsi langsung umbi ini berisiko menimbulkan rasa gatal akibat kandungan kristal kalsium oksalat di dalamnya [5]; [6].Tepung glukomanan memiliki beberapa keunggulan fungsional, di antaranya kemampuannya membentuk gel ketika dilarutkan dalam air serta kemampuannya membentuk lapisan tahan air apabila dikombinasikan dengan bahan pemlastis yang sesuai, sehingga bahan ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri pangan[7]; [8].

Meskipun demikian, tepung glukomanan sebagai bahan tunggal memiliki keterbatasan dalam aplikasi edible film. Komponen hidrokoloid yang terkandung di dalamnya memiliki kemampuan terbatas dalam menahan permeasi gas seperti uap air, karbon dioksida, dan oksigen, sehingga film yang dihasilkan cenderung kurang elastis dan mudah sobek. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan penambahan bahan pendukung yang dapat memperbaiki sifat fisik, mekanik, dan fungsional edible film. Pada penelitian ini, bahan pendukung yang digunakan meliputi kitosan sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk mengatasi kerapuhan, gelatin dan sorbitol untuk meningkatkan kekuatan dan kelenturan film, minyak kelapa sawit untuk meningkatkan sifat hidrofobik sebagai pelindung terhadap kelembaban, serta ekstrak bawang putih sebagai agen antibakteri alami. Bahan tambahan diharapkan membuat karakteristik *edible film* sesuai standar yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard (JIS) Z1707, 1975* (Tabel 1).

Tabel 1. Standar *edible film* dari *Japanese Industrial Standard (JIS) Z1707 (1975)*

Karakteristik <i>edible film</i>	<i>Japanese Industrial Standard</i>
Kuat tarik	Min 40 kgf/cm ²
Ketebalan	Max 0,25 mm
Elongasi	>70%
Laju transmisi uap air	Max 7 g/m ² /24 jam

Sejumlah penelitian terdahulu yang menggunakan tepung glukomanan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* berfokus pada analisis karakteristik *edible film* yang dihasilkan dengan standar yang ditetapkan oleh *JIS Z1707, 1975*. Karakteristik *edible film* yang ditetapkan oleh *JIS Z1707, 1975* meliputi kuat, tarik, ketebalan, elongasi, dan laju transmisi uap air. Formulasi *edible film* yang terdiri dari tepung glukomanan 1 g, CMC 1 g, gelatin 2 g, gliserol 3 ml, dan minyak kelapa 0,7 ml dengan hasil pengujian ketebalan laju transmisi uap air *edible film* yang telah memenuhi standar *JIS*, namun parameter lain belum memenuhi standar [9]. *Edible film* yang terdiri dari tepung glukomanan 1% (b/v) atau 1 g, CMC 0,5% (b/v) atau 0,5 g, gelatin 2% (b/v) atau 2 g, sorbitol 1,49% (v/v) atau 1,49 ml, dan minyak kelapa 0,9% (v/v) atau 0,9 ml dengan kuat tarik, ketebalan, elongasi, dan laju transmisi uap air *edible film* yang telah memenuhi standar *JIS Z1707, 1975* [10]. Berdasarkan penelitian tersebut, sorbitol lebih baik dibanding gliserol sebagai zat pemlastis yang menyebabkan *edible film* memiliki karakteristik kuat tarik dan elongasi yang sesuai standar *JIS Z1707, 1975*. Adapun untuk memenuhi karakteristik kuat tarik dan transmisi uap air, *edible film* membutuhkan bahan tambahan berupa bahan pengisi berbentuk polimer. Bahan tambahan *edible film* yang dapat digunakan berupa CMC, pektin, dan kitosan. Jenis bahan tambahan dalam pembuatan *edible film* yaitu bahan pengisi untuk meningkatkan nilai kekuatan tarik, ketebalan serta sifat fisik/mekanik *edible film*, misalnya CMC, pektin, dan kitosan. Bahan plasticizer (pemlastis) untuk meningkatkan kelenturan, elastisitas *edible film* sehingga tidak mudah retak atau rapuh, misalnya gliserol dan sorbitol. Bahan antibakteri untuk mencegah kontaminasi bakteri patogen pada bahan pangan terutama buah-buahan, daging, dan sayuran, misalnya ekstrak bawang putih, dan kitosan. Bahan protein untuk meningkatkan kekuatan tarik sehingga tidak mudah robek, misalnya gelatin. Bahan lipid untuk meningkatkan sifat hidrofobik sehingga mampu melindungi kelembapan, misalnya minyak kelapa sawit.

Selain bahan pendukung *edible film*, *edible film* yang memiliki sifat antibakteri berpotensi menekan kontaminasi mikroba pada berbagai komoditas pangan seperti buah-buahan, daging, dan sayuran, sehingga secara langsung dapat memperpanjang masa simpan sekaligus meningkatkan mutu produk yang dikemas [4]. Ekstrak bawang putih merupakan salah satu bahan antibakteri alami yang telah terbukti efektif, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian terdahulu bahwa penggunaannya pada formulasi *edible film* mampu menghasilkan zona hambat terhadap *Escherichia coli* sebesar 27 mm, yang mengindikasikan respons penghambatan yang kuat terhadap pertumbuhan bakteri [11].

Kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar formulasi *edible film* berbahan baku glukomanan belum secara keseluruhan memenuhi parameter standar *JIS Z1707, 1975*. Untuk itu, penelitian terhadap *edible film* berbahan baku glukomanan dilakukan keterbaruan dengan menggunakan bahan tambahan kitosan, sorbitol, gelatin ayam, minyak kelapa sawit, dan ekstrak bawang putih. Kebaruan penelitian ini terletak

pada kombinasi bahan pengisi dan antibakteri yang belum pernah dikaji secara bersamaan pada formulasi berbasis glukomanan sebelumnya. *Edible film* yang dihasilkan akan diuji kuat tarik, ketebalan, elongasi, dan laju transmisi uap air sesuai standar *JIS Z1707, 1975*, serta dianalisis sifat organoleptik dan kemampuan antibakteri guna mengevaluasi kelayakan sebagai bahan pengemas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang mencakup beberapa tahapan yaitu pembuatan larutan, pencampuran seluruh bahan dan pemanasan suhu 80 °C, pencetakan larutan dan pengeringan suhu 60 °C, uji yang dilakukan meliputi kuat tarik, ketebalan, elongasi, laju transmisi uap dan antimikroba.

2.1 Alat dan bahan

Alat yang diperlukan dalam pembuatan *edible film* yaitu neraca analitik, pemanas/*hotplate*, wadah/baskom, batang pengaduk, cetakan film, cawan petri, Micrometer scrup, force tester MCT-2150. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tepung glukomanan, kitosan, asam asetat, gelatin tulang sapi, minyak kelapa sawit, ekstrak bawang putih, dan akuades.

2.2 Pembuatan *Edible Film*

Tahapan pembuatan *edible film* dimulai dengan persiapan bahan baku. Sebanyak 25 mL larutan asam asetat 1% (v/v) ditambahkan kitosan (0,5%, 1%, dan 1,5% (b/v)), dipanaskan dengan suhu 80°C, dan diaduk selama 60 menit untuk melarutkan kitosan. *Edible film* dibuat dengan cara mencampurkan 25 mL kitosan yang telah disiapkan dengan 25 mL larutan tepung glukomanan 2% (b/v) dalam akuades. Bahan tambahan berupa gelatin sapi (5% (b/v)), sorbitol (2% (v/v)), minyak kelapa sawit (1% (v/v)), dan ekstrak bawang putih (1%, 2%, dan 3% (v/v)) ditambahkan dalam 50 mL campuran tepung glukomanan dengan kitosan kemudian diaduk dan dipanaskan selama 10 menit pada suhu 80°C. Selanjutnya, campuran dituangkan ke dalam cetakan *edible film* dan dikeringkan selama 8 jam dengan suhu 60°C. Kode edible film dan komposisi bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kode sampel dan komposisi bahan *edible film*

Kode sampel	Keterangan
C0,25 BP 1	Kitosan berkonsentrasi 0,25 % (b/v) dan bawang putih 1 % (v/v)
C0,25 BP 2	Kitosan berkonsentrasi 0,25 % (b/v) dan bawang putih 2% (v/v)
C0,25 BP 3	Kitosan berkonsentrasi 0,25 % (b/v) dan bawang putih 3% (v/v)
C0,5 BP 1	Kitosan berkonsentrasi 0,5 % (b/v) dan bawang putih 1% (v/v)
C0,5 BP 2	Kitosan berkonsentrasi 0,5 % (b/v) dan bawang putih 2% (v/v)
C0,5 BP 3	Kitosan berkonsentrasi 0,5% (b/v) dan bawang putih 3% (v/v)
C0,75 BP 1	Kitosab berkonsentrasi 0,75% (b/v) dan bawang putih 1% (v/v)
C0,75 BP 2	Kitosan berkonsentrasi 0,75% (b/v) dan bawang putih 2% (v/v)
C0,75 BP 3	Kitosan berkonsentrasi 0,75% (b/v) dan bawang putih 3% (v/v)

Edible film dilakukan Pengujian karakteristik berdasarkan *JIS* (kuat tarik, ketebalan, elongasi, laju transmisi). Pengujian kuat tarik dan elongasi menggunakan *Universal testing machine*, pengujian ketebalan menggunakan mikrometer sekrup digital, dan pengujian

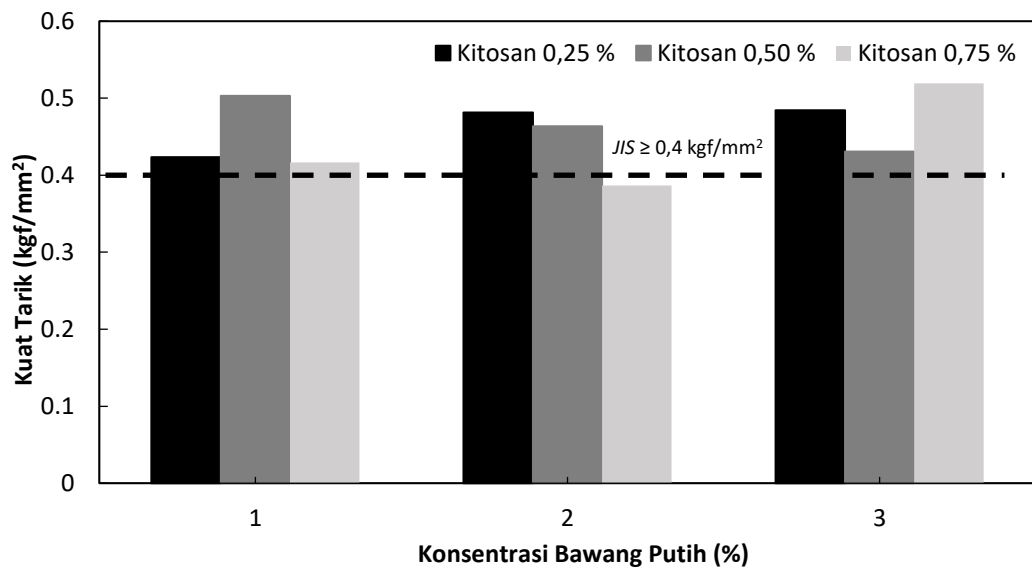
edible film dalam menghambat pertumbuhan *E. Coli* menggunakan metode cakram. Pengujian organoleptik juga dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan masyarakat terhadap produk dengan penelis sejumlah 20 orang. Berdasarkan data hasil pengamatan yang telah diperoleh dianalisis menggunakan pendekatan statistik. Pada pengujian karakteristik *edible film* yang mengacu pada *JIS Z1707, 1975* dilakukan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui bagaimana signifikansi pengaruh masing-masing variasi variabel dan interaksi antar variabel terhadap hasil pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Variasi *Filler* terhadap Karakteristik *Edible Film*

3.1.1 Pengaruh Variasi *Filler* terhadap Kuat Tarik *Edible Film*

Pengujian karakteristik kuat tarik *edible film* penting dilakukan untuk mengetahui ketahanan atau kekuatan *film* dalam melindungi produk yang dikemas dari gangguan mekanis [11]. Kuat tarik yang semakin tinggi menunjukkan bahwa *edible film* semakin baik dalam menahan kerusakan mekanis. Kuat tarik menunjukkan nilai tegangan tertinggi dari *edible film* yang mampu ditarik oleh *Force Tester MCT-2150* [12]. Nilai kuat tarik dari variasi *filler* berupa kitosan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh variasi *filler* dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih terhadap kuat tarik *edible film*

Gambar 1 menunjukkan kecenderungan *edible film* dengan konsentrasi *filler* 0,25% (b/v) memiliki nilai kuat tarik yang rendah, kemudian pada konsentrasi *filler* 0,50% (b/v) memperlihatkan nilai kuat tarik tertinggi. Hal ini dikarenakan dengan peningkatan konsentrasi kitosan, sebanding dengan peningkatan ikatan hidrogen dalam *film* sehingga ikatan kimia pada *film* semakin kuat, strukturnya rapat, dan sulit untuk diputus [13]. Sedangkan, *edible film* dengan konsentrasi kitosan tertinggi sebesar 0,75% (b/v) nilai kuat tarik cenderung menurun karena konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi memiliki struktur rantai polimer linier yang cenderung membentuk fasa kristalin yang memberikan kekuatan, kekakuan, dan kekerasan sehingga film menjadi lebih mudah putus [14].

Nilai kuat tarik *edible film*, selain dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi *filler* juga dipengaruhi oleh penambahan gelatin. Dalam gelatin terdapat gaya intermolekuler yang saling berikatan dengan kuat pada rantai-rantai polimer protein yang menyusun gelatin [15]. Selain itu, gelatin juga berperan sebagai emulsifier yang mampu meningkatkan kestabilan fisik pada *edible film*. Gelatin memiliki bagian yang bersifat nonpolar dan mudah larut dalam lapisan minyak, sementara bagian yang bersifat polar akan berikatan dengan air. Dengan larutnya gugus nonpolar dan polar pada *edible film* mengakibatkan *edible film* lebih stabil serta menghasilkan sifat fisika-kimia yang diinginkan pada emulsi minyak dalam air [16].

Tabel 3. Hasil uji ANOVA kuat tarik *edible film*

Variabel	<i>p-value</i>	Pengaruh
Kitosan	0,712	tidak signifikan
Ekstrak bawang putih	0,535	tidak signifikan
Interaksi dua variabel	0,148	tidak signifikan

Hasil pengujian ANOVA dua faktor *filler* kitosan dengan ekstrak bawang putih terhadap nilai kuat tarik *edible film* (Tabel 3) dapat dilihat bahwa *p-value filler* kitosan yang didapatkan sebesar 0,712 dan ekstrak bawang putih sebesar 0,535. Hal ini menandakan nilai *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi yang digunakan ($\alpha = 0,05$) sehingga variasi *filler* yang digunakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kuat tarik *edible film*.

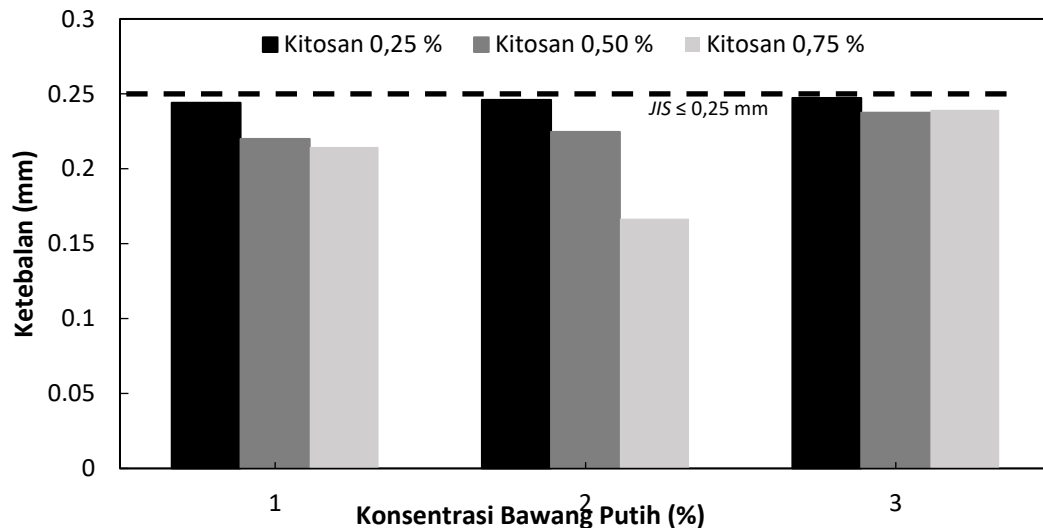
3.1.2 Pengaruh Variasi *Filler* terhadap Ketebalan *Edible Film*

Pengujian ketebalan *edible film* dilakukan dengan meletakkan sampel *film* di antara rahang micrometer scrup. Ketebalan film diukur pada lima titik sampel yang berbeda, kemudian dihitung nilai rata-rata ketebalan [3]. Pengukuran ketebalan *film* penting dilakukan karena mempengaruhi karakteristik *film* yang lain seperti kuat tarik, elongasi, serta laju transmisi uap air, gas dan senyawa volatil. Tingkat ketebalan sangat mempengaruhi kemudahan *edible film* untuk dibentuk. *Film* yang tebal mampu memberikan perlindungan mekanis yang baik, namun *film* memiliki tekstur yang kaku dan sulit dibentuk [11]. Pengaruh kitosan dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih terhadap ketebalan *edible film* ditampilkan pada Gambar 2.

Gambar 2. menunjukkan nilai ketebalan *film* dengan variasi *filler* kitosan. Konsentrasi *filler* maupun ekstrak bawang putih yang meningkat cenderung meningkatkan ketebalan *edible film* kecuali pada kitosan 0,75% (b/v) dan ekstrak bawang putih 3% (v/v). Hal ini disebabkan jumlah total padatan terlarut mempengaruhi ketebalan *film*. Melalui cetakan *film* yang sama, *film* semakin tebal apabila volume larutan yang ditambahkan ke dalam cetakan semakin banyak [17].

Hasil pengujian ketebalan *edible film* didapatkan rentang ketebalan *film* antara $0,167 \pm 0,02$ – $0,247 \pm 0,01$ mm. Berdasarkan perhitungan statistik, nilai standar deviasi relatif untuk pengukuran ketebalan secara keseluruhan sebesar 15,49% yang menunjukkan rata-rata ketebalan *edible film* secara keseluruhan sudah baik. Pada penelitian ini, rentang ketebalan yang diperoleh memiliki rentang yang lebih rendah dibandingkan dengan *edible film* berbahan baku glukomanan dengan campuran minyak cengkeh (0,14 – 0,35 mm) [10].

Namun ketebalan *edible film* pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian *edible film* dengan bahan baku berbasis glukomanan dengan rentang antara 0,06 – 0,22 mm [9]. Meskipun demikian, ketebalan *film* yang diperoleh pada penelitian ini sebagian besar sampel masih memenuhi standar karakteristik ketebalan film *JIS Z1707, 1975* sebesar $\leq 0,25$ mm. Pengujian pengaruh variasi *filler* dan ekstrak bawang putih terhadap nilai ketebalan *edible film* dapat dilakukan melalui pengujian ANOVA dua faktor sebagaimana dipaparkan pada Tabel 4.



Gambar 2. Pengaruh variasi *filler* dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih terhadap ketebalan *edible film*

Tabel 4. Hasil uji ANOVA ketebalan *edible film*

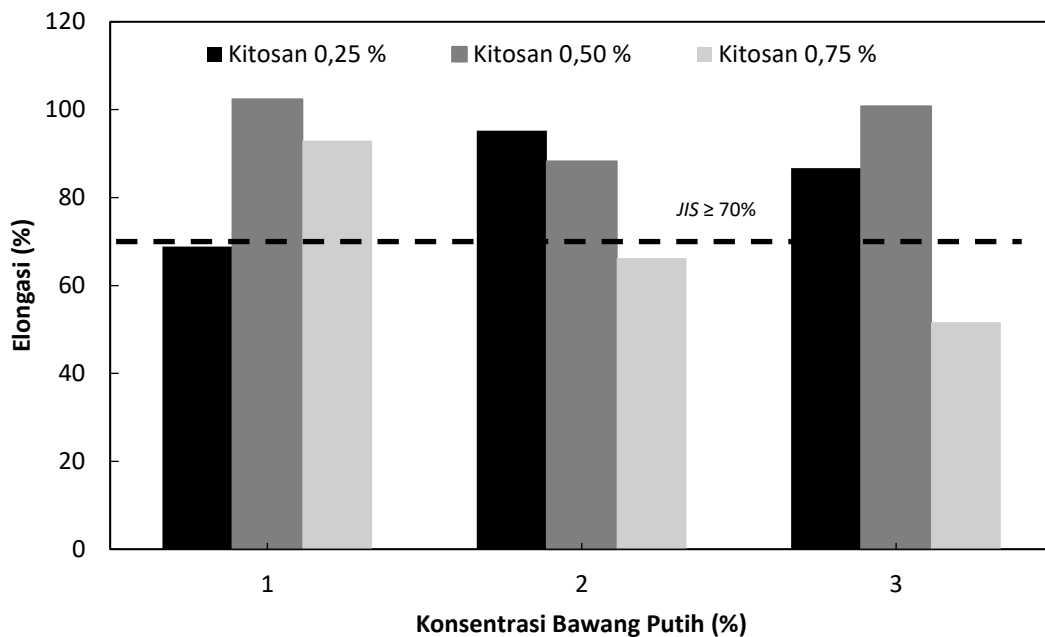
Variabel	<i>p-value</i>	Pengaruh
Kitosan	0,001	signifikan
Ekstrak bawang putih	0,003	signifikan
Interaksi dua variabel	1,5E-0,9	signifikan

Berdasarkan hasil pengujian hasil pengujian ANOVA dua faktor *filler* kitosan dengan ekstrak bawang putih terhadap ketebalan *edible film* (Tabel 4), dapat dilihat bahwa *p-value filler* kitosan sebesar 0,001 maupun *p-value* ekstrak bawang putih sebesar 0,003 yang didapatkan lebih kecil dari taraf signifikansi yang digunakan ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan variasi *filler* maupun ekstrak bawangputih yang digunakan mempengaruhi ketebalan *edible film* secara signifikan. Hal ini sesuai dengan data eksperimen variasi *filler* dan ekstrak bawang putih menghasilkan nilai ketebalan *edible film* yang yang hampir sama.

3.1.3 Pengaruh Variasi *Filler* terhadap Elongasi *Edible Film*

Pengukuran elongasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemanjangan *film* saat *film* ditarik hingga putus. Nilai elongasi yang tinggi menunjukkan sifat bahan *edible film* yang fleksibel dan elastis. Persentase elongasi diukur menggunakan alat *Force Tester MCT-2150*. *Edible film* terlebih dahulu dipotong mengikuti sesuai spesifikasi alat lalu dipasang pada pengait untuk mengukur pertambahan panjang yang terjadi pada *film*. Besarnya

pemanjangan *film* akan terdeteksi melalui alat. Pengaruh penambahan *filler* terhadap persentase elongasi *edible film* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh variasi *filler* dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih terhadap nilai elongasi *edible film*

Pada Gambar 3, peningkatan konsentrasi *filler* cenderung meningkatkan persentase elongasi *film*. Hal ini dikarenakan pada *edible film* terdapat *plasticizer sorbitol* (2% (b/v)) yang berinteraksi dengan *filler* sehingga memberikan persentase elongasi yang baik. Interaksi antara sorbitol dengan *filler* dapat menurunkan gaya antar molekul sehingga mobilitas molekul meningkat. Selain itu, interaksi sorbitol dengan *filler* dapat menurunkan ikatan kohesi antar polimer sehingga meningkatkan persentase elongasi *edible film* [18].

Persentase elongasi pada *filler* kitosan dengan konsentrasi 0,5 (b/v) dengan ekstrak bawang putih 1% (v/v) didapatkan persentase tertinggi sebesar 102,39%. Persentase elongasi tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian *edible film* berbahan baku glukomanan lainnya [19] dengan persentase elongasi tertinggi sebesar 91,16%. Nilai persentase elongasi *film* yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar karakteristik elongasi *film* JIS Z1707, 1975 sebesar $\geq 70\%$. Untuk mengetahui dampak variasi *filler* dan ekstrak bawang putih terhadap persentase elongasi *edible film* dapat dilakukan dengan pengujian ANOVA dua faktor.

Tabel 5. Hasil uji ANOVA elongasi *edible film*

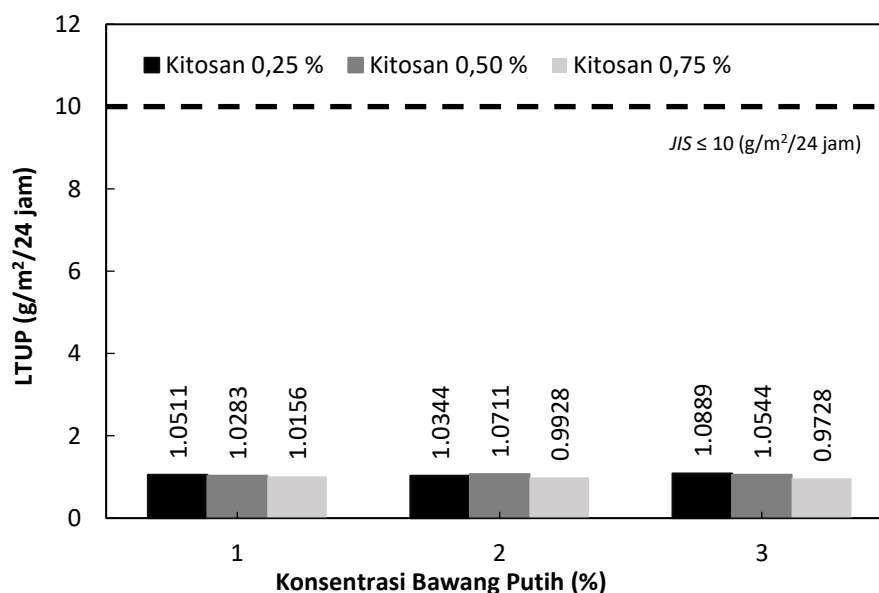
Variabel	<i>p-value</i>	Pengaruh
Kitosan	0,024	signifikan
Ekstrak bawang putih	0,645	tidak signifikan
Interaksi dua variabel	0,065	tidak signifikan

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa *p-value filler* kitosan sebesar 0,024 yang lebih besar dari taraf signifikansi yang digunakan ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan variasi

filler yang digunakan mempengaruhi elongasi *edible film* secara signifikan. Sedangkan *p-value* ekstrak bawang putih sebesar 0,645 yang lebih kecil dari taraf signifikansi yang digunakan ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan variasi *filler* maupun ekstrak kulit delima yang digunakan tidak mempengaruhi elongasi *edible film* secara signifikan.

3.1.4 Pengaruh Variasi *Filler* terhadap Laju Transmisi Uap Air *Edible Film*

Uji laju transmisi uap air (LTUP) pada *edible film* bertujuan untuk mengetahui jumlah uap air yang dapat terlewat pada *edible film*. Laju transmisi uap air ($\text{g/m}^2/24 \text{ jam}$) dilaporkan sebagai jumlah uap air yang hilang (g) dari luas penampang *edible film* (m^2) selama 24 jam. *Edible film* yang baik harus memiliki laju transmisi uap air yang rendah agar dapat menghambat penguapan uap air yang melewati *edible film* [18]. Pengaruh variasi *filler* terhadap laju transmisi uap air *edible film* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh variasi *filler* dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih terhadap laju transmisi uap air *edible film*

Gambar 4. menunjukkan bahwa kitosan sebagai agen *filler* dalam menahan penguapan air pada *edible film*. Ikatan hidrogen yang terbentuk pada kitosan dalam *film* menyebabkan *film* membuatnya lebih kuat dan strukturnya rapat sehingga lebih banyak uap air dapat terikat pada *film* [13]. Laju transmisi uap air pada *filler* kitosan 0,75% (b/v) dengan ekstrak bawang putih 3% (b/v) diperoleh nilai terendah sebesar $0,97 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}$. Nilai laju transmisi uap air yang diperoleh dalam penelitian ini hampir sama jika dibandingkan dengan penelitian *edible film* lain dengan nilai sebesar $1 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}$ [20]. Laju transmisi uap air *film* yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar karakteristik elongasi *film* JIS Z1707, 1975 sebesar $\geq 70\%$. Lebih lanjut, pengaruh kitosan dan ekstrak bawang putih terhadap laju transmisi uap air *edible film* diuji menggunakan ANOVA dua faktor (Tabel 6).

Hasil pengujian ANOVA dua faktor *filler* kitosan dengan ekstrak bawang putih terhadap nilai laju transmisi uap air melewati *edible film* dapat dilihat bahwa *p-value* kitosan yang

didapatkan sebesar 0,879 dan ekstrak bawang putih sebesar 0,999 (Tabel 6). Hal ini menandakan nilai *p-value* melebihi batas dari taraf signifikansi yang digunakan ($\alpha = 0,05$) sehingga variasi *filler* yang digunakan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap laju transmisi uap air *edible film*.

Tabel 6. Hasil uji ANOVA laju transmisi uap air *edible film*

Variabel	<i>p-value</i>	Pengaruh
Kitosan	0,879	tidak signifikan
Ekstrak bawang putih	0,999	tidak signifikan
Interaksi dua variabel	0,148	tidak signifikan

3.2 Pengujian Organoleptik *Edible Film*

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan masyarakat terhadap sampel *edible film* yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan terhadap *edible film* sebanyak 9 sampel dengan meninjau aroma, warna, tekstur, dan rasa menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 20 orang yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Organoleptik

Kode Sampel	Nilai Rataan Uji			
	Aroma	Tekstur	Warna	Rasa
C0,25 BP1	3,25	2,2	4,25	4,25
C0,25 BP2	3,15	2,8	3,4	3,4
C0,25 BP3	2,8	2,9	3,65	3,65
C0,5 BP1	3,4	2,7	3,5	3,5
C0,5 BP2	3,2	2,7	3,1	3,1
C0,5 BP3	2,95	3,45	4,15	4,15
C0,75 BP1	3,25	3,25	3,55	3,55
C0,75 BP2	2,75	3,4	3,2	3,2
C0,75 BP3	2,65	3,45	2,95	2,95

Keterangan: C = kitosan; BP = ekstrak bawang putih; 1 = sangat baik; 2 = baik; 3 = agak baik; 4 = agak tidak baik; 5 = tidak baik; 6 = sangat tidak baik

Dalam pengujian organoleptik, parameter aroma menunjukkan kepekatan dari aroma *edible film*, parameter tekstur menunjukkan tingkat kehalusan *edible film*, parameter warna menunjukkan kepekatan *edible film*, dan parameter rasa menunjukkan tingkat kesukaan pengamat terhadap rasa *edible film*. Pada parameter aroma *edible film* dengan ekstrak bawang putih yang tinggi cenderung memberikan aroma yang lebih pekat. Pada parameter tekstur, *edible film* menunjukkan kecenderungan peningkatan kitosan dan ekstrak bawang putih memberikan tekstur yang lebih kasar. Pada parameter warna *edible film* menunjukkan kecenderungan peningkatan kitosan (tidak berwarna) dan ekstrak bawang putih (kekuningan) memberikan warna yang lebih pekat. Dan pada parameter rasa cenderung menyukai variabel penambahan kitosan dan ekstrak bawang putih yang sama. Bahan pembuat *edible film* seperti glukomanan dengan rasa cenderung manis, gelatin tidak memiliki rasa, sortibol tidak memiliki rasa, dan minyak kelapa tidak memiliki

rasa sehingga memberikan penilaian rasa yang beragam (perpaduan manis, gurih, dan asin) dengan tingkat kesukaan tergantung selera panelis.

Dari keseluruhan hasil pengujian diatas dapat ditarik kesimpulan, *edible film* dengan kode sampel C0,50BP1 yang yang paling digemari oleh para panelis dengan formulasi tepung glukomanan (2% (b/v)), sorbitol (2% (v/v)), gelatin sapi (5% (b/v)), minyak kelapa sawit (1% (v/v)), kitosan sebesar 0,50% (b/v), dan ekstrak bawang putih 1% (v/v) yang menghasilkan indikator aroma 3,4 agak pekat, tekstur 2,7 halus, warna 3,5 agak pekat, dan rasa 2,8 suka.

3.3 Pengujian Sifat Antibakteri *Edible Film*

Pengujian aktivitas antibakteri pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati tingkat ketahanan *edible film* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. Coli*. Variasi konsentrasi kitosan dan ekstrak bawang putih menunjukkan adanya zona bening (dalam mm) di sekeliling *edible film* yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata zona bening antibakteri dari berbagai variasi kitosan dan ekstrak bawang putih dari *edible film*

Kode Sampel	Dareah (mm)				Rerata (mm)
	1	2	3	4	
C0,25 BP1	2,11	2,13	1,87	2,61	2,18
C0,25 BP2	2,22	2,82	2,78	2,74	2,64
C0,25 BP3	4,02	6,34	7,54	5,92	5,96
C0,5 BP1	3,12	3,09	2,84	2,81	2,97
C0,5 BP2	4,41	4,09	3,27	5,06	4,21
C0,5 BP3	5,54	4,42	4,55	3,49	4,5
C0,75 BP1	6,75	5,47	5,75	10,1	7,02
C0,75 BP2	4,41	4,09	5,25	5,27	4,58
C0,75 BP3	3,73	3,9	3,72	4,45	4,21

Keterangan: C = kitosan; BP = ekstrak bawang putih

Berdasarkan Tabel 8, penambahan konsentrasi kitosan dan ekstrak bawang putih cenderung menunjukkan peningkatan ketahanan *edible film* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. Coli*. Namun, pada kitosan dengan konsentrasi 0,75 (b/v) kemampuan dalam menghambat bakteri cenderung menurun. Hal ini dikarenakan setelah mencapai konsentrasi tertentu, volume ekstrak yang dapat dihantarkan oleh pelarut semakin menurun sehingga kemampuan ekstrak berdifusi menurun [21]. Kemampuan kitosan dalam menghambat pertumbuhan bakteri disebabkan oleh gugus amin yang terdapat pada struktur polimer yang mempunyai bermuatan positif. Muatan positif ini apabila berinteraksi dengan molekul protein dari bakteri yang bermuatan negatif akan melubangi protein dan struktur intraseluler dari mikroba. Selain itu, interaksi kitosan dengan ekstrak bawang putih yang mengandung minyak atsiri dan senyawa-senyawa thiosulfinat yang memiliki sifat antibakteri menambah kemampuan *edible film* dalam menghambat pertumbuhan bakteri. *Edible film* dengan kode sampel C0,75BP1 memiliki daya hambat tertinggi sebesar 7,02 mm.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik *edible film* terbaik adalah pada variabel kitosan 0,5% (b/v) dan ekstrak bawang putih 1% (v/v) dengan hasil pengujian ketebalan: 0,22 mm; elongasi: 102,39%; kuat tarik: 0,5031 kgf/mm²; dan laju transmisi uap air: 1,03 g/m²/24 jam dimana telah memenuhi standar *JIS Z1707, 1975*. Berdasarkan hasil uji ANOVA terkait keterpengaruh dapat dijelaskan bawa: kitosan, ekstrak bawang putih, dan interaksi dua variabel berpengaruh signifikan terhadap ketebalan *edible film*, kitosan signifikan mempengaruhi nilai elongasi *edible film*, dan tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap kuat tarik dan laju transmisi *edible film*.

Variasi *edible film* terbaik berdasarkan uji organoleptik adalah pada variabel kitosan 0,5% (b/v) dan ekstrak bawang putih 1% (v/v) dengan aroma yang tidak pekat, tekstur yang agak tidak halus, warna yang tidak pekat, dan rasa yang sangat disukai. Variasi *edible film* dengan daya hambat anti bakteri tertinggi dihasilkan pada variabel kitosan 0,75% (b/v) dan ekstrak bawang putih 1% (v/v) dengan nilai rerata sebesar 7,02 mm. *Edible film* dengan formulasi tersebut berpotensi dijadikan bahan pengemas.

REFERENSI

- [1] C. R. Cook dan R. U. Halden, "Ecological and health issues of plastic waste," *Plast. Waste Recycl. Environ. Impact, Soc. Issues, Prev. Solut.*, hal. 513–527, Jan 2020.
- [2] T. D. Moshood, G. Nawanir, F. Mahmud, F. Mohamad, M. H. Ahmad, dan A. AbdulGhani, "Sustainability of biodegradable plastics: New problem or solution to solve the global plastic pollution?," *Curr. Res. Green Sustain. Chem.*, vol. 5, hal. 100273, Jan 2022.
- [3] P. D. Ramadhani, Supriyadi, H. K. Hendrasty, E. M. B. Laksana, dan U. Santoso, "Karakteristik Edible Film Aktif Berbasis Kitosan dengan Penambahan Ekstrak Daun Jati," *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 34, no. 1, hal. 1–12, Jun 2023.
- [4] A. B. Pati dan C. Winarti, "Teknologi produksi dan aplikasi pengemas," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 31, no. 3, 2012.
- [5] S. Koswara, "Teknologi Pengolahan Umbi - Umbian Bagian 6 : Pengolahan Singkong," *Trop. Plant Curric. Proj.*, vol. 1, no. 1, hal. 1–26, 2013.
- [6] W. Zhang dan J. W. Rhim, "Recent progress in konjac glucomannan-based active food packaging films and property enhancement strategies," *Food Hydrocoll.*, vol. 128, Jul 2022.
- [7] Z. K. Falah, S. Suryati, N. Sylvia, M. Meriatna, dan S. Bahri, "Pemanfaatan Tepung Glukomanan Dari Pati Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri* Blume) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film," *Chem. Eng. J. Storage*, vol. 1, no. 3, hal. 50–62, Des 2021.
- [8] S. M. B. Hashemi dan D. Jafarpour, "The efficacy of edible film from Konjac glucomannan and saffron petal extract to improve shelf life of fresh-cut cucumber," *Food Sci. Nutr.*, vol. 8, no. 7, hal. 3128–3137, 2020.
- [9] N. Aminah, H. Faizin, D. Moentamaria, dan Z. Irfin, "Pembuatan Edible Film Berbasis Glukomanan," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 1, hal. 29–41, Mar 2023.
- [10] N. Kusumaningsih, "Pembuatan Edible Film Berbahan Baku Tepung Glukomanan dengan Penambahan Gelatin, Sorbitol, Minyak Kelapa, dan Minyak Cengkeh Sebagai Antimikroba," Politeknik Negeri Malang, 2022.
- [11] Yandriani dan A. M. Jannah, "Characterization of durian peel edible film with addition

- of antibacterial from garlic extract," *J. Tek. Kim.*, vol. 27, no. 1, hal. 10–19, 2022.
- [12] K. B. Narayanan, R. Bhaskar, H. Kim, dan S. S. Han, "In Vitro Cytocompatibility Assessment of Novel 3D Chitin/Glucan- and Cellulose-Based Decellularized Scaffolds for Skin Tissue Engineering," *Sustain.*, vol. 15, no. 21, Nov 2023.
- [13] N. I. Sari, M. Syahrir, dan D. E. Pratiwi, "Pengaruh Penambahan Filler Kitosan dan CaCO₃ Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Densst)," *Chem. J. Ilm. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 23, no. 1, 2022.
- [14] A. El Kadib. et al., "Functional bio-based chitosan films: From material design to biological properties," *Funct. Mater. Biomed. Appl.*, hal. 1–50, Jun 2023.
- [15] K. D. Wijayani, Y. S. Darmanto, dan E. Susanto, "Karakteristik Edible Film Dari Gelatin Kulit Ikan Yang Berbeda," *J. Ilmu dan Teknol. Perikan.*, vol. 3, no. 1, hal. 59–64, Jun 2021.
- [16] Y. Xu. et al., "Effects of zein stabilized clove essential oil Pickering emulsion on the structure and properties of chitosan-based edible films," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 156, hal. 111–119, Agu 2020.
- [17] L. A. S. PALAYUKAN, "Sifat Fisik Mekanik Dan Daya Hambat Mikroba Edible Film Sodium Alginate/Gum Arabic Dengan Penambahan Gluten Dan Minyak Oregano," *Skripsi thesis*, Universitas Hasanuddin, 2021.
- [18] Y. H. dan L. Katherina, "Karakteristik Edible Film Dari Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Dan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)," *FaST - J. Sains dan Teknologi*, no. Vol. 2 No. 2, 2019.
- [19] M. F. Widyono, "Optimalisasi Formula Edible Film Umbi Porang (*Amorphophallus Blumei*) dengan Isolated Soy Protein, Filler CaCO₃, Lipid Minyak Kedelai, dan Antimikroba Atsiri Sereh," *Lap. Skripsi D4 Teknol. Kim. Ind.*, 2021.
- [20] A. Arifa, "Optimasi Pembuatan Edible Film dari Tepung Glukomanan dengan Penambahan CaCO₃, Gelatin, Gliserol, Minyak Kelapa, dan Tea Tree Oil sebagai Antimikroba," *Skripsi D4 Teknologi Kimia Industri*, Politeknik Negeri Malang, 2021.
- [21] R. Farahmandfar, R. Esmaeilzadeh Kenari, M. Asnaashari, D. Shahrapour, dan T. Bakhshandeh, "Bioactive compounds, antioxidant and antimicrobial activities of *Arum maculatum* leaves extracts as affected by various solvents and extraction methods," *Food Sci. Nutr.*, vol. 7, no. 2, hal. 465–475, Feb 2019.