

Karakteristik dan Daya Hambat Mikroba *Edible Film* dengan Penambahan *Filler* Kulit Salak (*Salacca zalacca*) sebagai Pengemas Makanan

Characteristics and Microbial Inhibition of Edible Film in the Addition of Snakefruit Peel (Salacca zalacca) as Food Packaging

Nisaul Fadilah Dalimunthe, M. Thoriq Al Fath, M. Hendra S. Ginting, Tania Natasya, Khairunnisa Alifia Pulungan

Departemen Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Jl. Alamamater, Kampus USU, Medan, 20155, Indonesia

*Email: nisaul.fadilah@usu.ac.id

Article history:

Diterima : 5 Desember 2022
Direvisi : 5 Januari 2023
Disetujui : 9 Maret 2023
Mulai online : 24 Maret 2023

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Nisaul Fadilah Dalimunthe, M. Thoriq Al Fath, M. Hendra S. Ginting, Tania Natasya, Khairunnisa Alifia Pulungan. (2023). Karakteristik dan Daya Hambat Mikroba *Edible Film* dengan Penambahan *Filler* Kulit Salak (*Salacca zalacca*) sebagai Pengemas Makanan. Jurnal Teknik Kimia USU, 12(1), 39-45.

ABSTRAK

Edible film berperan untuk melindungi dan meningkatkan kualitas pangan. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah pektin. Namun, *edible film* berbahan dasar pektin memiliki sifat mekanik yang rapuh sehingga ditambahkan kulit buah salak sebagai *filler* untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Pada penelitian ini, *edible film* dibuat dari campuran kulit buah salak dengan variasi konsentrasi 0%, 2%, 3%, 4%, dan 6% (wt), pektin, glicerol, kalsium klorida dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan tween 80. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, dicetak dan dikeringkan di oven kemudian dilakukan uji karakteristik *edible film*. Hasil penelitian menunjukkan penambahan kulit buah salak berpengaruh terhadap ketebalan *edible film*, *swelling*, degradasi dan sifat antimikroba. Adapun ketebalan yang diperoleh yaitu 0,024 mm - 0,0172 mm. Hasil *swelling* yang diperoleh yaitu 0,0409 - 0,0137. Hasil degradasi terbaik diperoleh pada hari ke 5 yaitu dengan variasi konsentrasi kulit buah salak sebesar 6%. Hasil penelitian aktivitas antimikroba menunjukkan penghambatan terbesar dengan variasi konsentrasi kulit salak sebesar 6% dengan zona hambat 20,8 mm.

Kata kunci: antimikroba, degradasi, *edible film*, kulit buah salak, pektin

ABSTRACT

An edible film serves to protect and improve food quality. One of the ingredients that can be used is pectin. However, *edible films* made from pectin have fragile mechanical properties, so snakefruit peel is added as a filler to improve mechanical properties. Edible films were prepared with concentrations from 0%, 2%, 3%, 4%, and 6% (wt), pectin, glycerol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$), calcium chloride dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and Tween 80. It was stirred with magnetic stirrer, printed and dried in an oven to test the properties. As a result, the addition of snakefruit peel affected the thickness, swelling, degradation and antimicrobial. The thickness obtained is between 0.024 mm - 0.0172 mm. The swelling results obtained ranged from 0.0409 - 0.0137. The best degradation results were obtained on day 5th, with varying concentrations of 6% snakefruit peel. The results of the study on antimicrobial activity showed that maximal inhibition with varying concentrations of 6% snakefruit peel with an inhibition zone of 20.8 mm.

Keyword: antimicrobial, degradation, *edible film*, snakefruit peel, pectin



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v12i1.10395>

1. Pendahuluan

Proses pembungkusan makanan dengan bahan pengemas yang sesuai disebut pengemasan makanan (*packaging*) [1]. *Packaging* pada bahan pangan berfungsi untuk mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan pangan dari gangguan fisik seperti gesekan, getaran dan benturan serta bahaya pencemaran [2]. *Edible film* merupakan salah satu sifat atau keuntungan yang ingin dikaji lebih lanjut pada penelitian ini. *Edible film* sebagai *packaging* merupakan salah satu jenis kemasan yang ramah lingkungan. *Edible film* sebagai *packaging* memiliki keuntungan yaitu penampakan asli produk dapat dipertahankan, dapat melindungi produk pangan, serta aman bagi lingkungan karena bersifat *biodegradable* [3]. Pektin merupakan bahan yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* karena kemampuannya dapat membentuk gel encer pada makanan [4]. *Edible film* berbahan dasar pektin bersifat rapuh dan memiliki permukaan yang halus, sehingga perlu dilakukan penambahan kulit salak sebagai *filler* untuk memperbaiki sifat mekanik dari *edible film* tersebut [5].

Buah salak (*Salacca zalacca*) merupakan salah satu jenis buah-buahan tropis asli Indonesia yang tersebar di berbagai daerah dan panen terjadi sepanjang tahun [6]. Jurnal Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Sumatera Utara 2013-2017 menunjukkan bahwa produksi salak di Sumatera Utara mengalami peningkatan jumlah produksi pada tahun 2014 sebesar 354.087 ton, namun dari tahun 2014 hingga tahun 2016 mengalami penurunan jumlah produksi hingga mencapai 118.619 ton, tetapi pada tahun 2017 kembali mengalami peningkatan jumlah produksi salak Sumatera Utara sebesar 162.622 ton [7]. Pada umumnya masyarakat belum menyadari bahwa kulit salak mempunyai banyak manfaat. Selama ini kulit buah salak hanya dijadikan limbah yang tidak dimanfaatkan dan terbuang sebagai limbah.

Kulit buah salak merupakan limbah yang umumnya tidak terpakai lagi tetapi kulit buah salak mempunyai kandungan nilai gizi berupa protein, karbohidrat, air serta rendah lemak. Kulit buah salak juga memiliki senyawa yang dapat bermanfaat sebagai antimikroba. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa daging serta kulit buah salak mengandung senyawa tanin, flavonoid, dan alkaloid [8]. Ketiga senyawa tersebut berperan penting untuk memperbaiki sifat mekanik dan sebagai antimikroba dalam pembuatan *edible film*. Beberapa penelitian terdahulu tentang *edible film* yaitu berbahan dasar tepung pati dan pektin buah pedada [4], kemudian *edible film* berbahan dasar pektin albedo semangka dengan penambahan antimikroba menggunakan ekstrak bawang putih [5], akan tetapi *edible film* yang dihasilkan sifat mekanik dan ketahanan airnya masih rendah. Berdasarkan hal tersebut penelitian *edible film* berbahan pektin dengan penambahan antimikroba menggunakan kulit buah salak yang memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan air yang tinggi menjadi sebuah tantangan.

Kombinasi antimikroba dengan pengemas *film* dari pektin dengan penambahan kulit salak sebagai *filler* diharapkan dapat memperluas penggunaan bahan pengemas yang ramah lingkungan dan meningkatkan nilai fungsional produk pangan. Kombinasi perlakuan akan menghasilkan *edible film* dengan karakteristik sifat yang baik dan mampu memberikan perannya sebagai pengemas alternatif produk-produk pangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kulit salak terhadap karakteristik *edible film* seperti hasil pengujian secara mekanik (ketebalan), pengujian *swelling*, pengujian degradasi dan antimikroba pada *edible film*.

2. Metode

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah gliserol, kulit buah salak yang diperoleh dari Padang Sidempuan, pektin komersial, kalsium klorida dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), *silica gel* dan Tween 80. Peralatan utama yang digunakan adalah ayakan 230 *mesh*, blender, *magnetic stirrer*, *hot plate*, oven listrik, timbangan, termometer dan cetakan.

Kulit salak dicuci dengan air beberapa kali sampai bersih kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 70 °C sampai kering, lalu diblender sampai terbentuk serbuk, kemudian diayak dengan menggunakan *mesh* No. 230 [9]. Pembuatan *edible film* dilakukan dengan menggunakan metode solvent casting mengikuti proses yang dilakukan oleh Wirawan et al. (2012) yaitu dengan melarutkan 0,015 g/mL pektin, kulit salak dengan variasi konsentrasi sebesar 0%, 2%, 3%, 4% dan 6% (wt) dan Tween 80 (0,5% dari berat total) dalam 200 mL larutan yang telah mengandung 0,6 g *plasticizer*/g pektin pada suhu kamar sambil diaduk dengan pengaduk merkuri selama 1,5 jam agar larutan homogen. Larutan dipanaskan sampai 70 °C kemudian dimasukkan larutan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,04 g/g pektin dalam 30 mL *aquades* selama 30 menit (sedikit demi sedikit). Setelah larutan tercampur seluruhnya pengadukan dihentikan dan larutan dituang pada teflon kemudian dikeringkan dengan oven vakum pada suhu 50 °C selama 15 jam. *Film* yang sudah mengering disimpan pada desikator berisi *silica gel* selama 1 hari. Selanjutnya dilakukan analisis sifat-sifat fisik yakni meliputi ketebalan, *swelling*, degradasi dan antimikroba *escherichia coli edible film* [10].

3. Hasil

Ketebalan *Edible Film*

Tebal *film* diukur untuk mengetahui rentangan perubahan tebal *film* karena adanya penambahan *filler* kulit buah salak. Ketebalan suatu *film* akan mempengaruhi sifat mekanik dari *film* yang dihasilkan, seperti kuat tarik dan persen pemanjangan. Jika suatu *film* semakin tipis maka kemampuannya untuk meregang akan semakin besar sehingga akan mudah rusak saat digunakan [11]. *Film* yang dihasilkan pada pengemas makanan diharapkan dapat setipis mungkin agar nyaman saat digunakan namun tetap mempunyai kekuatan mekanis yang baik.

Tabel 1. Hasil pengukuran ketebalan *film*

No	Filler (%)	Ketebalan <i>Edible Film</i> (mm)					
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Rata – Rata
1	0	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,028
2	2	0,03	0,05	0,06	0,03	0,04	0,042
3	3	0,05	0,05	0,06	0,07	0,04	0,054
4	4	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,064
5	6	0,04	0,04	0,11	0,12	0,05	0,072

Pada Tabel 1 dapat dilihat jika hasil nilai ketebalan *edible film* mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi *filler* kulit salak pada *edible film*. Data yang diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perlakuan, bila terdapat perbedaan antar perlakuan akan dirumuskan dengan nilai $p < 0,05$ sedangkan jika tidak terdapat perbedaan akan dirumuskan dengan nilai $p > 0,05$. Berdasarkan hasil ANOVA yang diperoleh, diperoleh kesimpulan jika kulit buah salak memiliki pengaruh sebagai *filler* terhadap ketebalan *edible film* dengan nilai p sebesar 0,020 ($p < 0,05$).

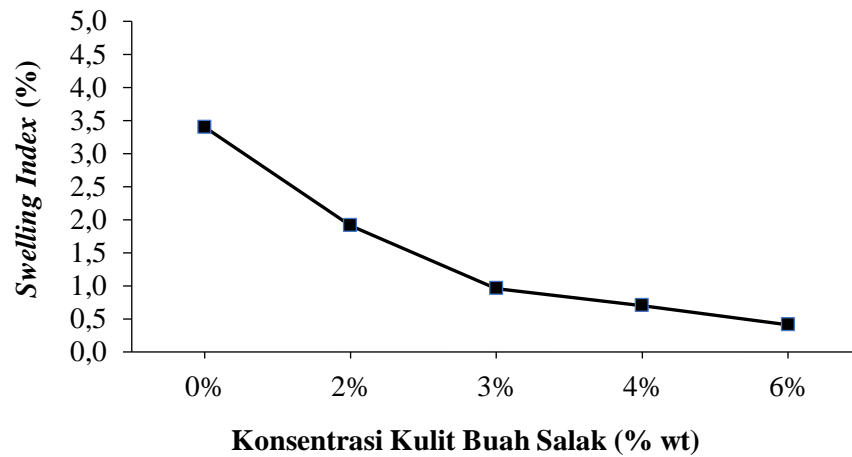
Secara teoritis, semakin tingginya konsentrasi komponen penyusun *edible film* maka akan meningkatkan total padatan sehingga meningkatkan ketebalan *edible film*. Peningkatan konsentrasi bahan *filler* yang digunakan, akan meningkatkan total padatan yang terdapat dalam *edible film* setelah dikeringkan, sehingga akan menghasilkan *film* yang semakin tebal [9]. Oleh karena itu, dapat disimpulkan jika kulit buah salak sebagai *filler* dengan variasi konsentrasi 0%, 2%, 3%, 4% dan 6% sangat berpengaruh terhadap ketebalan *edible film*. Perannya yang memiliki bahan aktif (tanin, protein, karbohidrat, vitamin C dan kandungan serat) dan bahan antimikroba (flavonoid) juga yang akan membangun interaksi yang kuat dengan matriks *edible film* dan dapat terdispersi dengan baik di dalam matriks *edible film* [12].

Swelling *Edible Film*

Sifat ketahanan *film* terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu persentase pembengkakan *film* oleh adanya air. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui persentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air [13]. Pada penelitian ini, uji *swelling* dilakukan untuk melihat kemampuan *swelling* dari *edible film* sebagai packaging dengan variasi konsentrasi *filler* yang digunakan.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi *filler* maka nilai *swelling* akan semakin rendah. Selulosa yang terdapat dalam kulit buah salak sukar larut dalam air dan sulit terdispersi. Selain itu, dengan penambahan konsentrasi kulit buah salak ke dalam larutan *film* akan mengakibatkan kemampuan *film* untuk menyerap air akan terhalang oleh partikel kulit buah salak dan mengakibatkan kemampuan penyerapan air semakin rendah [14]. Dalam hal ini pengamatan yang dilakukan sebanyak tiga kali celup dan terdapat perubahan dengan nilai; konsentrasi *filler* 0%, 2%, 3%, 4% dan 6% berturut-turut yaitu 0,0409; 0,0303; 0,0234; 0,0201; 0,0137.

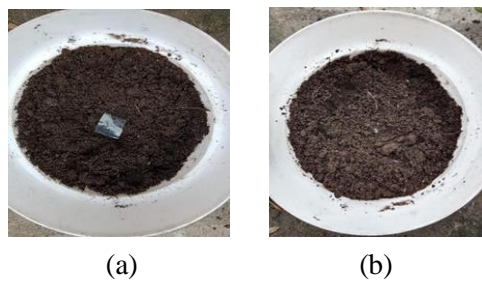
Sifat ketahanan *film* terhadap air dapat ditentukan dengan uji *swelling*. Semakin rendah nilai penyerapan air maka sifat *film* akan semakin baik sedangkan semakin tinggi penyerapan air maka sifat *film* akan mudah rusak [13]. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa dengan penyerapan kadar air pada *edible film* pada konsentrasi 0%, 2%, 3%, 4% dan 6% mengalami penurunan, sehingga *edible film* dengan adanya *filler* mengalami penyerapan air dengan baik.



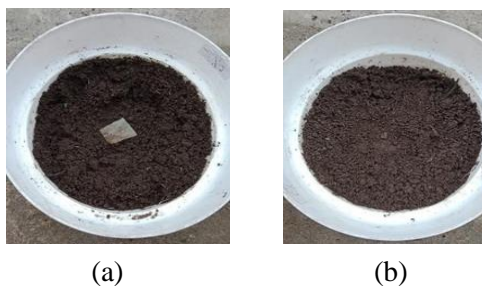
Gambar 1. Pengaruh penambahan konsentrasi *filler* kulit buah salak terhadap sifat *swelling edible film*

Uji Degradasi *Edible Film*

Uji degradasi merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui kemampuan *edible film* terurai dengan baik di lingkungan. Pada penelitian ini menggunakan uji degradasi yaitu *soil burial test* (metode penguburan). Uji degradasi merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui kemampuan *edible film* terurai dengan baik di lingkungan [15]. Pengaruh penambahan kulit buah salak terhadap degradasi *edible film* ditunjukkan pada Gambar 2-6.



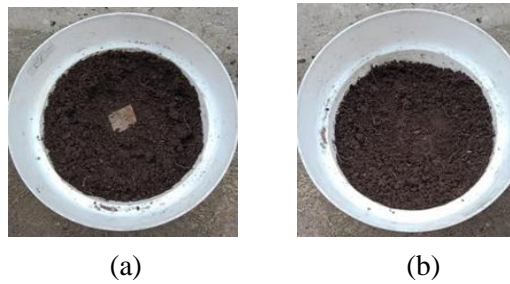
Gambar 2. Hasil analisis degradasi *edible film* konsentrasi *filler* 0% (a) Hari pertama (b) Hari kesembilan



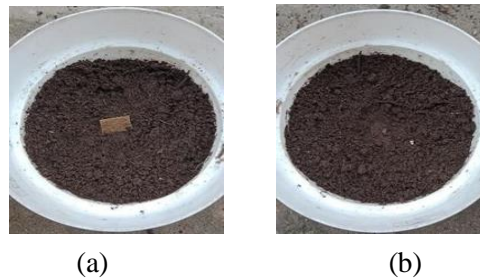
Gambar 3. Hasil analisis degradasi *edible film* konsentrasi *filler* 2% (a) Hari pertama (b) Hari ketujuh



Gambar 4. Hasil analisis degradasi *edible film* konsentrasi *filler* 3% (a) Hari pertama (b) Hari ketujuh



Gambar 5. Hasil analisis degradasi *edible film* konsentrasi *filler* 4% (a) Hari pertama (b) Hari keenam



Gambar 6. Hasil analisis degradasi *edible film* konsentrasi *filler* 6% (a) Hari pertama (b) Hari kelima

Gambar 2 sampai dengan Gambar 6 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0% membutuhkan waktu 9 hari agar dapat terdegradasi secara sempurna. Hal ini dikarenakan *edible film* tanpa *filler* tidak memiliki kandungan selulosa seperti yang terdapat pada kulit buah salak, sehingga *edible film* tanpa *filler* akan lebih lama terdegradasi. Sedangkan *edible film* penambahan kulit buah salak 6% memiliki kemampuan terdegradasi yang paling cepat yakni 5 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *filler* kulit buah salak dapat mempengaruhi laju degradasi *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi *filler*, maka semakin sedikit waktu yang dibutuhkan mikroorganisme untuk memutuskan ikatan-ikatan pada hidrokoloid dan *plasticizer* [14].

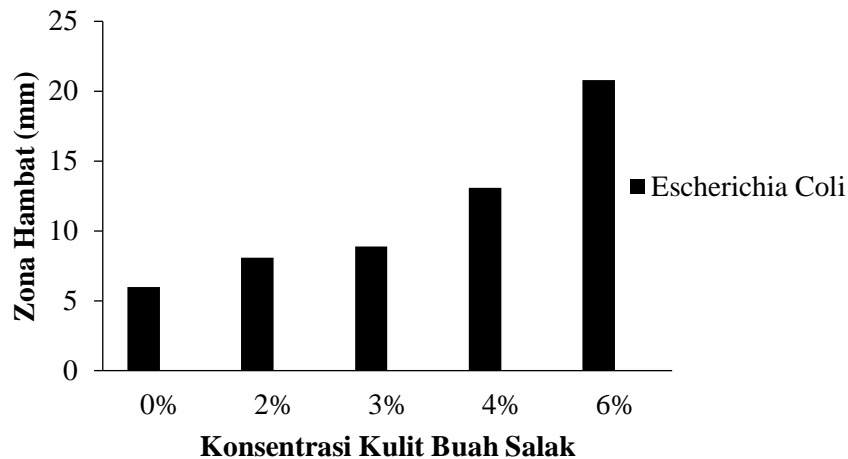
Berdasarkan teori tersebut, hasil yang didapat telah sesuai dengan teori. Kulit buah salak sebagai *filler* memiliki pengaruh yang besar terhadap *edible film*. Penambahan bahan pengisi yang kaku seperti selulosa akan meningkatkan kerapuhan suatu material komposit yang dapat mempercepat laju degradasi *edible film*.

Sifat Antimikroba *Edible Film*

Pengujian aktivitas antimikroba *edible film* dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi *filler* kulit buah salak dalam menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk (*escherichia coli*). Analisis aktivitas mikroba *edible film* dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram. Isolat bakteri yang digunakan ialah *escherichia coli*. Sampel yang diuji hanya memiliki perbedaan komposisi pada kulit buah salak, hal ini dilakukan untuk mempermudah pengamatan dan melihat pengaruh kulit buah salak terhadap aktivitas antimikroba *edible film*. Pengaruh penambahan kulit buah salak terhadap aktivitas antimikroba *edible film* ditunjukkan pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 menunjukkan adanya aktivitas antimikroba pada semua variasi sampel yang ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar sampel. Hal ini menunjukkan bahwa kulit buah salak yang diaplikasikan pada *edible film* mampu menghambat pertumbuhan mikroba [16]. Diameter zona hambat paling besar diperoleh pada sampel dengan komposisi 6% kulit buah salak yaitu 20,8 mm, sedangkan diameter zona hambat paling kecil diperoleh pada sampel dengan komposisi 0% kulit buah salak yaitu 6,0 mm.

Sifat antimikroba *edible film* dipengaruhi oleh penambahan kulit buah salak dan pemlastis gliserol. Kulit buah salak memiliki senyawa yang dapat bermanfaat sebagai antimikroba. Dapat dilihat dari hasil uji fitokimia bahwa kulit buah salak mengandung senyawa alkaloid yang berperan sebagai senyawa yang bersifat sebagai antimikroba [8]. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kulit buah salak sebagai *filler* mampu menunjukkan penghambatan yang kuat pada bakteri (*Escherichia coli*). Semakin tinggi konsentrasi *filler*, maka semakin besar zona hambat pada *edible film*.



Gambar 7. Pengaruh penambahan kulit buah salak terhadap aktivitas antibakteri *edible film*

4. Kesimpulan

Secara teoritis, semakin tingginya konsentrasi komponen penyusun *edible film* maka akan meningkatkan total padatan sehingga meningkatkan ketebalan *edible film*. Peningkatan konsentrasi bahan *filler* yang digunakan, akan meningkatkan total padatan yang terdapat dalam *edible film* setelah dikeringkan, sehingga akan menghasilkan *film* yang semakin tebal. Ketebalan *film* yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu berkisar 0,024 mm - 0,0172 mm. Sifat ketahanan *film* terhadap air dapat ditentukan dengan uji *swelling*, semakin rendah nilai penyerapan air maka sifat *film* akan semakin baik sedangkan semakin tinggi penyerapan air maka sifat *film* akan mudah rusak. Hasil uji *swelling edible film* pada konsentrasi *filler* sebesar 0%, 2%, 3%, 4% dan 6% mengalami kenaikan, sehingga *edible film* dengan adanya *filler* mengalami penyerapan air dengan baik. Sifat antimikroba *edible film* dipengaruhi oleh penambahan kulit buah salak dan pemlastis gliserol. Kulit buah salak memiliki senyawa yang dapat bermanfaat sebagai antimikroba. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa kulit buah salak mengandung senyawa alkaloid. Hasil penelitian aktivitas antimikroba kulit buah salak menunjukkan kulit buah salak mampu menunjukkan penghambatan yang kuat pada bakteri (*Escherichia coli*). Penghambatan terbesar ditunjukkan sampel *edible film* dengan variasi konsentrasi *filler* kulit salak sebesar 6% dengan zona hambat 20,8 mm. Degradasi dipengaruhi oleh gliserol dan selulosa. Semakin banyak selulosa dan gliserol yang ditambahkan maka sampel *edible film* akan semakin mudah terdegradasi. Hasil degradasi terbaik pada konsentrasi 0% membutuhkan waktu 9 hari agar dapat terdegradasi secara sempurna. Sedangkan *edible film* penambahan kulit buah salak 6% memiliki kemampuan terdegradasi yang paling cepat yakni 5 hari. Dari hal ini dapat dilihat bahwa dengan penambahan *filler* dapat mempengaruhi laju degradasi pada *edible film*. Semakin besar konsentrasi *filler* yang ditambahkan, maka semakin cepat waktu yang diperlukan oleh mikroba untuk memutuskan ikatan-ikatan pada struktur hidrokoloid dan *plasticizer*.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, Laboratorium Kimia Analisa dan Laboratorium Penelitian, Program Studi Teknik Kimia FT USU, Laboratorium Tekstil Universitas Islam Indonesia, Laboratorium *Nanomaterial for Renewable Energy Research Center*, dan Laboratorium Kimia Universitas Padjajaran.

6. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] S. H. Siregar dan W. Irma, "Pemanfaatan kulit singkong sebagai alternatif bahan baku edible film," *Phot. J. Sain dan Kesehat.*, vol. 3, no. 1, hal. 15–21, 2012, doi: 10.37859/jp.v3i1.144.
- [2] I. N. Sucipta, K. Suriasih, dan P. K. D. Kenacana, *Pengemasan pangan kajian pengemasan yang aman, nyaman, efektif dan efisien*. 2017.
- [3] M. Murdinah, M. Darmawan, dan D. Fransiska, "Karakteristik edible film dari komposit alginat, gluten dan lilin lebah (beeswax)," *J. Pascapanen dan Bioteknol. Kelaut. dan Perikan.*, vol. 2, no. 1, hal. 19, 2014, doi: 10.15578/jpbkp.v2i1.30.

- [4] G. W. Pradana, A. M. Jacob, dan S. Ruddy, “Karakteristik tepung pati dan pektin buah pedada serta aplikasinya sebagai bahan baku pembuatan edible film,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 20, no. 3, hal. 609–619, 2017, [Daring]. Tersedia pada: journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi
- [5] F. Yulistiani, D. R. D. Kurnia, M. Agustina, dan Y. Istiqlaliyah, “Pembuatan edible film antibakteri berbahan dasar pektin albedo semangka, sagu, dan ekstrak bawang putih,” *Fluida*, vol. 12, no. 1, hal. 29–34, 2019, doi: 10.35313/fluida.v12i1.1621.
- [6] E. Zubaidah, Austin, dan F. H. Sriheryna, “Studi aktivitas antioksidan cuka salak dari berbagai varietas buah salak (*Salacca zalacca*),” *J. Teknol. Pertan.*, vol. 16, no. 2, hal. 89–96, 2015.
- [7] N. A. S. Nasution, “Strategi pengembangan usaha tani tanaman salak Sidempuan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat (Studi Kasus : Desa Parsalakan, Kecamatan Angkola Barat, Kabupaten Tapanuli Selatan),” Skripsi, Universitas Medan Area, Medan, 2019.
- [8] E. S. Shabir, A. Rahmadani, L. Meylina, dan H. Kuncoro, “Uji fitokimia ekstrak kulit buah salak (*Salacca zalacca*) dan pengaruh ekstrak terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan jamur *Candida albicans*,” *Proceeding Mulawarman Pharm. Conf.*, vol. 8, no. November, hal. 314–320, 2018, doi: 10.25026/mpc.v8i1.346.
- [9] H. N. Hanifah, G. Hadisoebroto, R. Apriani, dan M. Apriani, “Efektivitas kulit salak dan biji salak (*Salacca zalacca*) sebagai bioadsorben logam Pb dari limbah cair laboratorium farmasi,” *J. sabdarripharma*, vol. 8(2), no. 100, hal. 7–14, 2020.
- [10] S. K. Wirawan dan A. Prasetya, “Pengaruh plasticizer pada karakteristik edible film dari pektin,” vol. 14, no. 1, hal. 61–67, 2012.
- [11] N. F. Dalimunthe, “Pengaruh penambahan Karbonat Hidrosiapatit (CHA) terhadap karakteristik edible film dari pektin,” Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2019.
- [12] A. Sulistyowati, E. Sedyadi, dan S. Yunita Prabawati, “Pengaruh penambahan ekstrak jahe (*Zingiber officinale*) sebagai antioksidan pada edible film pati ganyong (*Canna edulis*) dan lidah buaya (*Aloe vera* .L) terhadap masa simpan buah tomat (*Lycopersicum esculentum*),” *Anal. Environ. Chem.*, vol. 4, no. 01, hal. 1–12, 2019, doi: 10.23960/aec.v4.i1.2019.p01-12.
- [13] J. Budiman, R. Nopianti, dan S. D. Lestari, “Karakteristik bioplastik dari pati buah lindur (*Bruguiera gymnorizha*),” *J. FishtechH*, vol. 7, no. 1, hal. 49–59, 2018, doi: 10.36706/fishtech.v7i1.5980.
- [14] D. A. Setiawan, B. D. Argo, dan Y. Hendrawan, “Pengaruh konsentrasi dan preparasi membran terhadap karakterisasi membran kitosan,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 3, no. 1, hal. 95–99, 2015.
- [15] I. Zuwana dan H. Meilina, “Pengemas makanan ramah lingkungan berbasis limbah cair tahu (whey) sebagai edible film,” *Pros. Semin. Nas. Pascasarj. Unsyiah*, vol. 1, no. 1, hal. 77–87, 2017.
- [16] M. K. Putri, M. Karyantina, dan N. Suhartatik, “Aktivitas antimikrobia edible film pati kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan variasi jenis dan konsentrasi ekstrak jahe (*Zingiber officinale*),” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 15, no. 1, hal. 15–24, 2021.