

Tensile Strength dan Elongation At Break Edible Film Pati Singkong dengan Variasi Bahan Tambahan

Nurgita Shelvi^{1*}, Selfi Nafita², Nurlin³, Rizqi Hidayatullah⁴

^{1,2,3,4}Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Tanjungpura Pontianak, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak, Kalimantan Barat, 78124, Indonesia
E-mail: nurgitashelvixii@gmail.com

* Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.871>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 16 May 2025

Revised: 22 May 2025

Accepted: 28 May 2025

Kata Kunci:

Edible Film, Pati Singkong, Sifat Mekanik, Beeswax, Whey Protein.

Keywords:

Edible Film, Beeswax, Cassava Starch, Mechanical Properties, Whey Protein.

ABSTRACT

Tinjauan ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat mekanik kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus dari *edible film* yang dapat dimakan berbasis pati singkong yang diberi perlakuan dengan formulasi aditif yang berbeda, dengan penekanan khusus pada formulasi protein whey dan lilin lebah. Metode tinjauan literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis data dari penelitian ilmiah terbaru. Referensi utama adalah penelitian oleh Cortés-Rodríguez et al. (2020). Berdasarkan formulasi yang dievaluasi, protein whey (1,0%) dan *beeswax* (0,25%) menunjukkan kinerja mekanik yang unggul, dengan kekuatan tarik $0,848 \pm 0,077$ MPa dan pemanjangan saat putus $78,9 \pm 15,1\%$. Komposisi ini mendekati kekuatan tarik yang dicapai oleh film berbasis asam sitrat, sambil secara signifikan mengungguli mereka dalam hal fleksibilitas. Profil mekanik yang seimbang dari formulasi ini memastikan kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan mekanik selama penanganan dan transportasi, serta fleksibilitas yang memadai untuk menyesuaikan bentuk makanan yang dikemas tanpa retak. Sebaliknya, film berbasis asam sitrat memiliki kekuatan tarik yang sedikit lebih tinggi tetapi pemanjangan yang jauh lebih rendah (25,0967%), membatasi aplikasinya dalam kemasan fleksibel.

This review aimed to evaluate the mechanical properties—tensile strength and elongation at break—of cassava starch-based edible films treated with different additive formulations, with particular emphasis on the formulation of whey protein and beeswax. A literature review method was conducted by collecting and analyzing data from recent scientific studies. The primary reference was the study by Cortés-Rodríguez et al. (2020), which utilized a face-centred composite design to test various film formulations. Among the evaluated formulations, whey protein (1.0%) and beeswax (0.25%) demonstrated superior mechanical performance, with a tensile strength of 0.848 ± 0.077 MPa and an elongation at break of $78.9 \pm 15.1\%$. This composition approached the tensile strength achieved by citric acid-based films, while significantly outperforming them in flexibility. The balanced mechanical profile of this formulation ensured sufficient strength to withstand mechanical stress during handling and transportation, as well as adequate flexibility to conform to the shape of packaged food without cracking. In contrast, citric acid-based films had slightly higher tensile strength but much lower elongation (25.0967%), limiting their application in flexible packaging.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

How to Cite: Nurgita Shelvi, et al (2025). Tensile Strength dan Elongation At Break Edible Film Pati Singkong dengan Variasi Bahan Tambahan, 3(4). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.871>

PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan pengemas makanan yang banyak digunakan karena sifatnya yang ekonomis. Namun, plastik memiliki sejumlah kelemahan, antara lain potensi terjadinya transfer senyawa

hasil degradasi polimer, residu pelarut, dan produk bio polimerisasi ke dalam bahan pangan yang dapat menimbulkan risiko toksik. Selain itu, plastik tergolong bahan yang sukar terurai secara hayati (*non biodegradable*) sehingga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya keberlanjutan lingkungan, penelitian mengenai pengembangan bahan pengemas alternatif yang *biodegradable*, aman, dan ramah lingkungan semakin mendapatkan perhatian. Salah satu inovasi yang berkembang adalah *edible film*, yaitu lapisan tipis berbasis biopolimer yang dapat dikonsumsi dan digunakan sebagai kemasan makanan (Cipta Ismaya et al., 2021).

Pemanfaatan *edible film* sebagai alternatif kemasan produk pangan merupakan salah satu strategi dalam menekan penggunaan plastik. *edible film* termasuk dalam kategori bioplastik yang berbentuk lapisan tipis dan dapat dikonsumsi, sehingga berpotensi mengurangi limbah dari kemasan plastik serta memiliki karakteristik mudah terurai secara hayati (*biodegradable*) (Erde et al., 2022). *edible film* dapat disintesis dari berbagai jenis polimer alami, salah satunya adalah pati singkong.

Pati singkong (*Amylum manihot*) merupakan jenis pati yang diperoleh dari umbi akar dan bersifat hidrokoloid, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan *edible film*. Pati singkong mengandung sekitar 87% amilopektin dan 17% amilosa. Tingginya kandungan amilopektin berkontribusi terhadap kekuatan dan fleksibilitas *edible film* yang dihasilkan. Selain itu, penggunaan pati singkong dapat mempengaruhi kualitas fisik *edible film* menjadi lebih jernih (Dewi et al., 2023). Meskipun demikian, *film* berbasis pati singkong umumnya memiliki kelemahan pada sifat mekanik, khususnya *tensile strength* (kuat tarik) yang rendah dan *elongation at break* (kemampuan mulur) yang terbatas. Hal ini disebabkan oleh sifat alami pati yang kaku dan rapuh, terutama tanpa adanya penambahan bahan tambahan (*additive*) seperti *plasticizer*, minyak atsiri, maupun nanopartikel (Kawiji et al., 2017; Alawiyah, 2024).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik *edible film* melalui variasi bahan tambahan. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan fleksibilitas *film* dan nilai elongasi, namun dapat menurunkan kekuatan tarik pada konsentrasi tertentu (Putra et al., 2023). Selain itu, asam sitrat sebagai agen *cross-linking* dilaporkan mampu meningkatkan kekuatan tarik *film* hingga titik optimum, meskipun kelenturan *film* dapat menurun pada konsentrasi tinggi (Kawija et al., 2017). Studi lainnya oleh Jamareerat et al. (2018) menunjukkan bahwa kombinasi antara minyak atsiri kayu manis dan nanoclay dalam pati singkong mampu meningkatkan sifat antimikroba sekaligus mempertahankan sifat mekanik *film*. Penambahan gum biji selasih (Alawiyah, 2024) dan kombinasi gelatin serta pektin (Pradana, 2024) juga terbukti mampu meningkatkan kekuatan tarik dan kelenturan secara signifikan.

Sejauh ini, telah banyak dilakukan studi terkait pengaruh variasi bahan tambahan terhadap karakteristik *edible film*, khususnya berbasis pati singkong. Namun, masih diperlukan kajian sistematis yang menelaah dan membandingkan hasil-hasil penelitian terkini secara menyeluruh untuk memahami hubungan antara jenis bahan tambahan, konsentrasi, dan dampaknya terhadap sifat mekanik *film*.

Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk meninjau dan menganalisis perkembangan penelitian mengenai pengaruh variasi bahan tambahan terhadap nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan saat putus (*elongation at break*) pada *edible film* berbasis pati singkong. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sebagai dasar dalam pengembangan formulasi *edible film* yang optimal serta aplikatif dalam industri pangan berkelanjutan di masa depan.

METODE

Penelitian dalam paper ini menggunakan metode kajian pustaka (*literature review*) untuk menganalisis *edible film* berbasis pati singkong dengan berbagai macam bahan tambahan. Sumber data diperoleh dari jurnal ilmiah dan literatur terpercaya, termasuk (Cortés-Rodríguez et al., 2020), (Kawijia & Lestariana, 2017), dan (Jamareerat et al., 2018). Data dikumpulkan melalui penelusuran literatur, seleksi informasi yang relevan, dan analisis hasil penelitian terdahulu.

Penelitian ini fokus pada karakteristik fisik *edible film*, bahan tambahan, perlakuan, serta hasil uji *tensile strength* dan *elongation at break*. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil dari berbagai penelitian untuk menentukan kombinasi terbaik antara berbagai macam jenis bahan tambahan.

Langkah penelitian meliputi penelusuran literatur, pengelompokan data berdasarkan karakteristik fisik *edible film*, dan analisis komparatif untuk menyimpulkan potensi *edible film* sebagai alternatif kemasan pangan ramah lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Edible film yang berbahan dasar pati singkong memiliki karakteristik yang dapat dimodifikasi melalui penambahan bahan tambahan tertentu. Dua parameter penting yang menentukan performa mekanik dari *edible film* adalah *tensile strength* (kekuatan tarik) dan *elongation at break* (pemanjangan saat putus). *Tensile strength* mencerminkan ketahanan *film* terhadap gaya tarik sebelum putus, sedangkan *elongation at break* menggambarkan fleksibilitas atau kemampuan *film* meregang sebelum mengalami kerusakan.

Tensile Strength (Kekuatan Tarik)

Tensile strength menunjukkan kemampuan *film* untuk menahan gaya tarik sebelum putus (Handayani & Nurzanah, 2018). Nilai ini meningkat dengan adanya bahan tambahan yang dapat memperkuat ikatan antar molekul dalam matriks *film*. Pada penelitian Cortés-Rodríguez et al. (2020), penambahan *whey protein* dan *beeswax* meningkatkan *tensile strength* secara signifikan menjadi $0,848 \pm 0,077$ MPa.

Whey protein memiliki struktur globular yang memperkuat jaringan *film*, sementara *beeswax* (lilin lebah) membantu menjaga stabilitas lapisan. Kuat tarik menurun dengan meningkatnya konsentrasi *beeswax* menyebabkan *film* menjadi rapuh. Herawan (2015) menyatakan bahwa konsentrasi *beeswax* yang tinggi dapat menurunkan nilai kuat tarik dari suatu bahan. Lilin lebah merupakan lipid yang tidak larut dalam air pada saat pembuatan *film* sehingga ikatan yang terjadi tidak terbentuk dengan baik dan menurunkan nilai kuat tariknya.

Hasil serupa juga ditemukan dalam penelitian Kawijia et al. (2017), di mana penambahan 10% asam sitrat menghasilkan *tensile strength* sebesar 0,9007 MPa, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol yang hanya 0,1275 MPa. Asam sitrat bekerja sebagai *cross-linking agent* yang membentuk ikatan silang, sehingga meningkatkan kekuatan struktur *film*. Asam sitrat khususnya dapat berfungsi sebagai bahan pemlastis (*plasticizer*), memperkecil ikatan antar molekul pati, dan menurunkan nilai kuat tarik *edible film*. Sebaliknya, pada studi Iamareerat et al. (2018), *Film* yang mengandung minyak atsiri kayu manis (1,5%) dan sodium bentonite (0,75%) memiliki *tensile strength* sebesar $0,63 \pm 0,09$ MPa. Nilai ini meskipun lebih rendah dibanding perlakuan lain. Penurunan ini disebabkan oleh interaksi yang kurang serasi antara minyak atsiri dan matriks pati, yang mengganggu struktur *film* dan menurunkan kekuatan tariknya. Dari hasil ini, dapat diketahui bahwa bahan tambahan yang bersifat pengikat atau penguat (seperti *whey protein* dan asam sitrat) lebih efektif dalam meningkatkan *tensile strength* dibandingkan bahan yang bersifat pelunak seperti minyak atsiri.

Elongation at Break (Pemanjangan Saat Putus)

Elongation at break menggambarkan sejauh mana *film* dapat meregang sebelum putus, yang berkaitan dengan fleksibilitas dan elastisitas *film* (Handayani & Nurzanah, 2018). Penelitian oleh Iamareerat et al. (2018) menunjukkan nilai *elongation* tertinggi, yaitu $108,85 \pm 7,29\%$, setelah penambahan minyak atsiri dan nanoclay. Kandungan minyak atsiri yang bersifat plastis membantu meningkatkan kelenturan *film*, sehingga *film* lebih tahan regangan. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan *film* kontrol yang hanya 92,38%.

Pada penelitian Cortés-Rodríguez et al. (2020), penambahan *whey protein* dan *beeswax* meningkatkan *elongation at break* dari 7,8% (kontrol) menjadi $78,9 \pm 15,1\%$. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan tersebut juga memberi kontribusi terhadap kelenturan *film*, meskipun tidak sekuat efek yang diberikan oleh minyak atsiri.

Hasil berbeda diperoleh dari penelitian Kawijia et al. (2017). Setelah penambahan asam sitrat, nilai *elongation* justru menurun dari 145,99% (kontrol) menjadi 25,0967%. Hal ini terjadi karena pembentukan ikatan silang menyebabkan matriks *film* menjadi lebih kaku, sehingga mengurangi kemampuannya untuk meregang. dihasilakan akan semakin rendah. Sebagai crosslinking agent asam sitrat akan membentuk ikatan hidrogen antarmolekul yang memunculkan gugus ester, namun karena konsentrasi penambahan asam sitrat yang berlebihan menyebabkan penurunan nilai persen *elongation at break*. Dengan demikian, *elongation at break* cenderung meningkat bila bahan tambahan yang

digunakan bersifat pelunak (*plasticizer*) dan menurun apabila bahan bersifat penguat (mengikat struktur *film*).

Tabel 1. Perbandingan *Tensile Strength* dan *Elongation Edible Film* Berdasarkan Bahan Tambahan

Bahan Tambahan	Mechanical Properties	
	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	<i>Elongation at Break</i> (%)
	JIS (>0,329)	JIS (70%)
EO Kayu Manis (1.5%), Sodium Bentonit (0.75%)	0.63 ± 0.09	108.85 ± 7.29
Whey Protein (1.0%), Beeswax (0.25%)	0.848 ± 0.077	78.9 ± 15.1
Asam Sitrat (10%)	0.9007	25.0967

SIMPULAN

Edible film berbahan dasar pati singkong memiliki karakteristik mekanik yang dapat dimodifikasi melalui penambahan bahan tambahan tertentu. *Tensile strength* dan *elongation at break* merupakan dua parameter utama yang menentukan performa mekanik *film* tersebut. Secara umum, *tensile strength* dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan pengikat atau penguat seperti *whey protein* dan asam sitrat, meskipun konsentrasi lilin lebah (*beeswax*) yang tinggi dapat menurunkan nilai kuat tarik karena sifatnya yang tidak larut air sehingga ikatan tidak terbentuk dengan baik.

Penambahan asam sitrat meningkatkan *tensile strength* berkat fungsinya sebagai *cross-linking agent*, sementara minyak atsiri kayu manis dan sodium bentonit menghasilkan *tensile strength* yang lebih rendah akibat interaksi yang kurang serasi dengan matriks pati. Di sisi lain, *elongation at break* menunjukkan tren yang berlawanan, di mana bahan yang bersifat *plasticizer* seperti minyak atsiri meningkatkan nilai pemanjangan saat putus. Penambahan *whey protein* dan *beeswax* juga meningkatkan *elongation at break*, sedangkan penambahan asam sitrat justru menurunkan *elongation* karena membuat *film* menjadi lebih kaku. Studi-studi ini mengindikasikan bahwa *edible film* berbasis pati singkong memiliki potensi besar sebagai alternatif kemasan pangan yang ramah lingkungan, namun untuk mengatasi kelemahan mekanisnya seperti kerapuhan, diperlukan penambahan bahan aditif tertentu.

Kombinasi *whey protein* dan *beeswax* memberikan sifat mekanik terbaik dengan kategori paling seimbang, dengan *tensile strength* dan *elongation at break* yang sesuai untuk aplikasi pengemasan. Dengan demikian, keberhasilan pengembangan *edible film* sangat ditentukan oleh komposisi formulasi bahan aditif yang tepat guna mencapai sifat fungsional dan mekanik yang optimal

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses penelitian, penyusunan dan pembuatan artikel ini.

REFERENSI

- Alawiyah, A. (2024). Pengembangan edible film Berbasis Pati Singkong dengan Penambahan Gum Biji Selasih.
- Putra, O. A., Mulyazmi, & Firdaus. (2023). Pembuatan edible film dari Pati Singkong Karet dengan Menggunakan Gliserol sebagai Plasticizer. *Jurnal Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*, 24(1).
- Cipta Ismaya, F., Fithriyah, N. H., & Hendrawati, T. Y. (2021). Pembuatan Dan Karakterisasi *edible film* Dari Nata De Coco Dan Gliserol. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 81.
- Dewi, S. R., Widyasanti, A., & Putri, S. H. (2023). Pengaruh Konsentrasi Pati Singkong Terhadap Karakteristik *edible film* Berbahan Pati Singkong dengan Penambahan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 11(2), 158-167.
- Erde, A. R., Julianti, E., & Sinaga, H. (2022). Optimasi *edible film* dari Pati Singkong dan Gelatin Tulang Ayam dengan Penambahan Ekstrak Andaliman. *Agrointek*, 16(4), 485-498.

- Fahrullah, F., Kisworo, D., & Noersidiq, A. (2023). Edible Film Based on Whey-Chia Seed: Physical Characterization with Addition of Different Plasticizers. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8554–8562. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4978>
- Handayani, R., & Nurzanah, H. (2018). Karakteristik edible film pati talas dengan penambahan antimikroba dari minyak atsiri lengkuas. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 1-11.
- Herawan, C. D. (2015). Sintesis dan Karakteristik Edible Film dari Pati Kulit Pisang dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax). Skripsi. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Iamareerat, B., Singh, M., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2018). Reinforced cassava starch based edible film incorporated with essential oil and sodium bentonite nanoclay as food packaging material. *Journal of food science and technology*, 55, 1953-1959.
- Kandasamy, S., Yoo, J., Yun, J., Kang, H. B., Seol, K. H., Kim, H. W., & Ham, J. S. (2021). Application of *whey protein*-based edible films and coatings in food industries: An updated overview. *Coatings*, 11(9), 1056.
- Kawijia, W. A., & Lestariana, S. (2017). Studi karakteristik pati singkong utuh berbasis edible film dengan modifikasi cross-linking asam sitrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 143-152.
- Nabila, S. D. P., Kusdarwati, R., & Agustono, A. (2018). Pengaruh Penambahan Beeswax Sebagai Plasticizer Terhadap Karakteristik Fisik Edible Film Kitosan [The Effect of Using Beeswax as Plasticizer Against Physical Characteristics of Chitosan Edible Film]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(1), 34-39.
- Pannico, A., Schouten, R. E., Basile, B., Romano, R., Waltering, E. J., & Cirillo, C. (2015). Non-destructive detection of flawed hazelnut kernels and lipid oxidation assessment using NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*. 160: 42–48
- PRADANA, D. A. (2024). Karakteristik Sifat Fisik dan Mekanik *edible film* dari Campuran Pektin, Pati Singkong, dan Gelatin.
- Cortés-Rodríguez, M., Villegas-Yépez, C., González, J. H. G., Rodríguez, P. E., & Ortega-Toro, R. (2020). Development and evaluation of edible films based on cassava starch, *whey protein*, and bees wax. *Heliyon*, 6(9).
- Sucianti, A. S., Rosiana, U., & Bagus, S. (2020). Pengaruh substitusi tepung bekatul terhadap sifat fisik dan kimia dari mie basah. *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian*. 2(2),1-11.