

MINI REVIEW: PEMANFAATAN GLUKOMANAN UMBI PORANG SEBAGAI EDIBLE PACKAGING DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK TANAMAN SEBAGAI BIOINDIKATOR MASA SIMPAN BAHAN PANGAN

MINI REVIEW: UTILIZATION OF GLUCOMANNAN FROM PORANG TUBER AS EDIBLE PACKAGING AND ADDITION OF PLANT EXTRACT AS BIOINDICATOR FOR SHELF LIFE OF FOOD PRODUCTS

Arif Nur Sho'im*, Subur P. Pasaribu, Aman Sentosa Panggabean
Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
*Corresponding author: arifannur15@gmail.com

ABSTRACT

Edible packaging based on biopolymers offers an innovative solution to the problem of conventional plastic packaging waste that is difficult to degrade. Glucomanan from porang tuber (*Amorphophallus muelleri* Blume) is a natural biopolymer with great potential as a material for making edible packaging because it is biodegradable, safe, has good mechanical properties, and is sustainable. Glucomanan-based films can maintain the quality and extend the shelf life of food products. Further development is carried out through the integration of plant extracts containing anthocyanins as smart indicators to detect the freshness of food materials. Anthocyanins have high sensitivity to pH changes, allowing color changes in the packaging as the food quality degrades due to microbial activity. Thus, the combination of glucomanan and anthocyanins can produce smart edible packaging that is not only environmentally friendly but also capable of providing real-time visual information on the freshness of food products.

Keywords: Edible packaging, glucomanan, konjac, anthocyanin, pH indicator.

ABSTRAK

Edible packaging berbahan dasar biopolimer menjadi solusi inovatif terhadap masalah limbah kemasan plastik konvensional yang sulit terurai. Glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan biopolimer alami yang memiliki potensi besar sebagai bahan pembuatan kemasan yang dapat dimakan karena bersifat *biodegradable*, aman, memiliki karakteristik mekanik yang baik dan berkelanjutan. *Film* berbasis glukomanan mampu menjaga mutu serta memperpanjang masa simpan produk pangan. Pengembangan lebih lanjut dilakukan melalui integrasi ekstrak tanaman yang mengandung antosianin sebagai indikator cerdas untuk mendeteksi kesegaran bahan pangan. Antosianin memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan pH, yang memungkinkan terjadinya perubahan warna pada kemasan seiring degradasi kualitas makanan akibat aktivitas mikroba. Dengan demikian, kombinasi glukomanan dan antosianin dapat menghasilkan *smart edible packaging* yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mampu memberikan informasi visual secara *real-time* mengenai kesegaran produk pangan.

Kata kunci: *Edible packaging*, glukomanan, porang, antosianin, indikator pH.

PENDAHULUAN

Teknologi pengemasan yang ramah lingkungan menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan terlebih fungsinya sebagai media simpan produk pangan. Hal ini dikarenakan, keterbatasan teknologi pengemasan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dengan menghasilkan limbah yang tidak dapat terurai (*nonbiodegradable*) dan tidak ramah lingkungan (*unecofriendly*). Kemasan pangan yang dirancang dengan baik mampu mempertahankan produk pangan dari efek mekanis, kimia, fisik dan biologis dengan melindungi produk dari transpirasi air dan pertukaran gas. Selain itu, kemasan juga berperan dalam menjaga mutu produk, mengurangi beban mikrobiologis, serta menekan timbulnya limbah padat yang berpotensi mempengaruhi masa simpan pangan [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian tentang *edible packaging* berkembang pesat karena meningkatnya minat konsumen terhadap kesehatan, keamanan pangan, nutrisi dan perlindungan lingkungan terkait limbah kemasan. *Edible packaging* merupakan pendekatan baru yang dapat membantu mengoptimalkan

kualitas pangan. Perbedaan *edible packaging* dengan kemasan tradisional adalah terintegrasi kemasan dengan produk makanan yang dikemas. Jadi, konsumen bisa mengonsumsi produk makanan tanpa harus melepas kemasannya atau bisa membuang kemasan tersebut [2].

Edible packaging dapat diaplikasikan dalam bentuk lapisan tipis (*thin film*) yang ditempelkan pada permukaan makanan atau berbentuk pelapis (*coating*) yakni lapisan tipis yang terbentuk langsung di permukaan makanan [3]. *Edible packaging* dapat diproduksi dari bahan dasar polisakarida yang terdapat dalam tumbuhan [2]. Salah satu tumbuhan dapat dimanfaatkan pada pembuatan *edible packaging* ialah umbi porang dengan kandungan glukomanan yang cukup tinggi yakni sekitar 15 - 65 % basis kering. Pemanfaatan glukomanan umbi porang untuk membuat *edible packaging* dapat menghasilkan *film* yang homogen dengan biokompatibilitas yang sangat baik dan dapat terurai secara alami serta kemampuan untuk membentuk gel [4].

Edible packaging digunakan pada bahan pangan untuk memperpanjang masa simpan dan dapat dikonsumsi bersamaan dengan bahan pangan tersebut [3]. Selama masa simpan, perubahan kualitas bahan pangan dapat diamati melalui perubahan pH produk yang diakibatkan degradasi protein oleh mikroba. Aktivitas mikroba ini menyebabkan pembusukan pada bahan pangan selama masa simpan serta peningkatan pH yang diduga disebabkan oleh peningkatan nilai TVB-N (*Total Volatile Basic Nitrogen*) [5]. Sehingga, diperlukan modifikasi sistem kemasan untuk menghasilkan kemasan yang dapat memberi informasi terkait perubahan kualitas bahan pangan selama masa simpannya dengan cara mendeteksi dan menganalisis kesegaran (*freshness*) [6].

Sistem kemasan pintar dapat menampilkan tingkat kesegaran produk secara *real-time* melalui perubahan pH produk yang diindikasikan dengan perubahan warna pada *film*. Inovasi ini biayanya murah, kemampuan pemantauan secara *real-time*, dan sifat yang *biodegradable* [7]. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan menambahkan bahan aktif seperti antosianin yang dapat mengalami perubahan warna sesuai dengan perubahan kondisi lingkungannya [6]. Antosianin adalah pigmen warna yang dapat diperoleh dari ekstrak tanaman seperti dari bagian bunga, kulit buah, buah, biji, daun dan sebagainya [7]. Antosianin bertanggungjawab atas warna merah, oranye, biru, dan ungu. Karakteristik antosianin yang sensitif terhadap perubahan pH dan tidak toksik membuatnya berpotensi dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada *edible packaging* [5]. Berdasarkan studi literatur tersebut, pemanfaatan *edible packaging* berbahan dasar glukomanan umbi porang dengan penambahan ekstrak tanaman sebagai penyedia antosianin untuk mengindikasikan kesegaran bahan pangan perlu dikaji lebih lanjut untuk menciptakan sistem kemasan yang dapat mengindikasikan kualitas bahan pangan selama masa simpannya

PEMBAHASAN

Edible packaging merupakan alternatif yang berkelanjutan dan *biodegradable* dalam bidang kemasan pangan aktif serta memberikan optimisasi kualitas pangan dibandingkan dengan kemasan konvensional. Kegunaan dari *edible packaging* terlihat dari kemampuannya untuk mempertahankan kualitas pangan, memperpanjang masa simpan, mengurangi limbah dan berkontribusi pada efisiensi ekonomi bahan kemasan [8]. *Edible packaging* adalah jenis “kemasan hijau” yang dibuat dari sumber daya berkelanjutan. Kemasan ini sangat mudah terurai dan dapat dikonsumsi oleh hewan atau manusia tanpa risiko apa pun. Kemasan ini mencakup pelapis (*coatings*), *film*, dan kantong (*pouches*) yang ramah lingkungan dan lebih aman bagi konsumen. Namun, karakteristik sensorik dari kemasan tersebut harus sesuai dengan karakteristik makanan yang dikemas [9].

Edible packaging dapat dibentuk dari polisakarida dan jika dibandingkan dengan bahan kemasan tradisional (seperti kertas, plastik, logam, dan kaca), bahan kemasan berbasis polisakarida memiliki dua keunggulan utama yakni dapat dimakan dan ramah lingkungan. Polisakarida ini dapat diperoleh dari sumber-sumber berikut [10]:

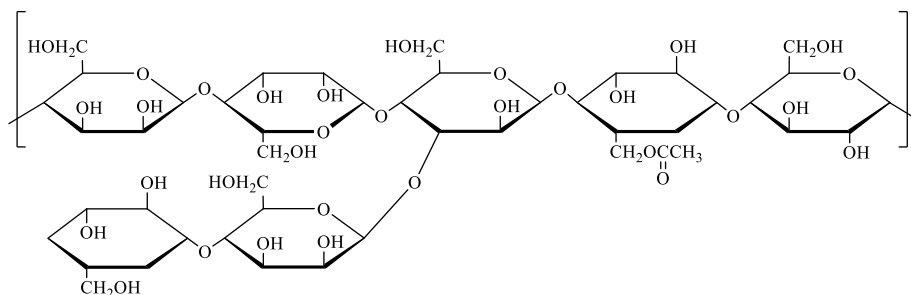
Tabel 1. Sumber-sumber Polisakarida

Polisakarida	
Jenis Polisakarida	Sumber
Selulosa	Utama: kayu dan kapas.
	Tambahan: beberapa jenis kulit (buah/sayur), sekam, ampas tebu, alga, sayuran, tunikat (hewan laut berkulit lunak), jamur, invertebrata dan bakteri.
Hemiselulosa	Xilan
	Utama: kayu keras, tanaman berumput (seperti padi-padian).

Polisakarida	
Jenis Polisakarida	Sumber
	Tambahan: beberapa jenis tanaman pertanian dan hasil samping dari pengolahannya.
	Glukomanan
	Kayu lunak, umbi, dan biji dari tanaman <i>Amorphophallus konjac</i> .
	Amilosa dan Amilopektin
Pati	Utama: jagung, beras, gandum, singkong dan kentang. Tambahan: pisang, mangga, sukun, oca (umbi khas Andes), nangka, biji teratai dan batang nanas.
Kitosan	Utama: cangkang krustasea seperti udang, kepiting dan serangga. Tambahan: dinding sel dari tumbuhan tingkat rendah, bakteri dan jamur.
	Pektin
	Utama: sisa pengolahan buah dan sayuran seperti kulit jeruk, kulit apel, ampas ubi jalar dan ampas bit. Tambahan: kulit buah markisa, jeruk nipis, buah naga, ara, jeruk bali, delima, lemon, dan hawthorn; serta kepala bunga matahari tanpa biji, daun <i>Premna microphylla Turcz</i> dan biji <i>Creeping fig</i> (ara merambat).
	Alginat
Getah Polisakarida	Utama: dinding sel dan lendir antarsel dari alga coklat seperti <i>Laminaria</i> , <i>Kelp</i> , <i>Durvillaea potatorum</i> dan <i>Sargassum</i> . Tambahan: beberapa jenis <i>Pseudomonas</i> , bakteri pengikat nitrogen dan bakteri lain yang dapat menghasilkan kapsul lendir.
	Karagenan
	Dinding sel alga merah laut, seperti <i>Eucheuma</i> , <i>Chondrus</i> , <i>Gigartina</i> , <i>Gelidium</i> dan <i>Hypnea</i> .
	Agar
	Alga merah laut, seperti paku laut, asparagus laut, <i>laver</i> , <i>Gelidium</i> dan <i>Gracilaria</i> .

Glukomanan Umbi Porang

Glukomanan adalah polisakarida dari famili mannan yang sangat melimpah di alam, khususnya terdapat pada kayu lunak, akar dan banyak umbi [11]. Glukomanan terdapat dalam bentuk komponen hemiselulosa di dinding sel beberapa spesies tumbuhan. Glukomanan terdiri atas residu manosa yang diekstraksi dari umbi, umbi lapis, kayu lunak, akar, dan sebagainya dari berbagai tumbuhan. Strukturnya terdiri atas rantai linier dari residu campuran 1,4 D-manosa dan monomer D-glukosa yang tersusun berurutan. Residu manosa mungkin dihubungkan oleh satu atau dua residu glukosa. Glukomanan dari berbagai sumber bervariasi dalam rasio manosa terhadap glukosanya; misalnya, glukomanan yang diekstraksi dari umbi konjak memiliki rasio molar 1,6:1 atau 1,4:1 (rasio berbeda menurut varietas konjak) sedangkan yang diekstraksi dari umbi orchis dan pinus Scotch memiliki rasio molar berturut-turut 2,1:1 [12]. Struktur glukomanan umbi porang sebagai berikut [13].



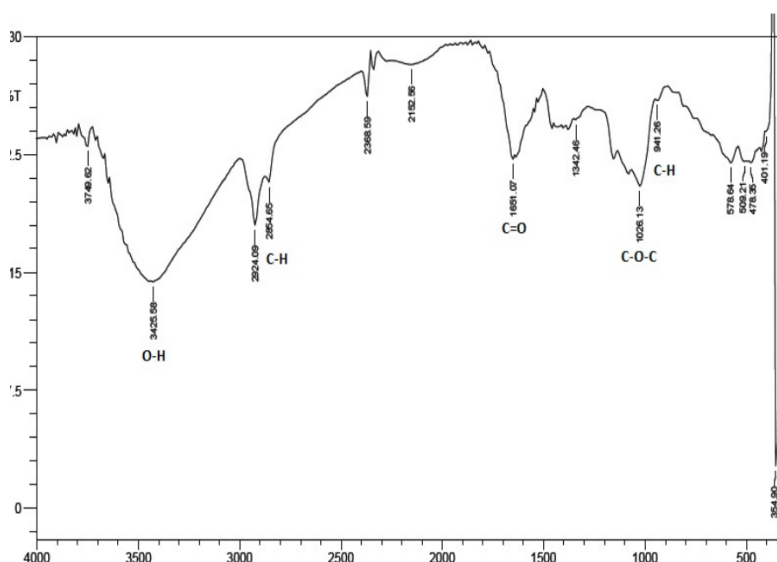
Gambar 1. Struktur Glukomanan

Umbi Porang merupakan salah satu dari marga *Amorphallus* yang termasuk dalam suku talas-talasan (*araceae*) [14]. Umbi porang mengandung glukomanan yang cukup tinggi yakni sekitar 15 hingga 65 % basis kering [4]. Adapun klasifikasi tanaman Porang sebagai berikut [15]:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Sub Kelas : Arales
Famili : Araceae
Genus : *Amorphopallus*
Spesies : *Amorphopallus muelleri* Blume

Pemanfaatan Glukomanan Umbi Porang Sebagai Bahan Dasar *Edible Packaging*

Penelitian mengenai pemanfaatan *edible packaging* berbentuk *film* sudah dilakukan oleh penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Avitri *et al.* [16] pada penelitiannya dilakukan isolasi glukomanan menggunakan metode etanol bertingkat (40, 60 dan 80 %). Konsentrasi tersebut digunakan untuk menghilangkan zat pengotor hingga diperoleh tepung glukomanan murni yang dapat digunakan untuk membuat *edible packaging*. Etanol 40 % digunakan untuk melarutkan gula dan protein yang merupakan senyawa yang cenderung lebih polar. Etanol 60 % digunakan untuk melarutkan pati dan etanol 80 % digunakan untuk melarutkan senyawa yang kepolarannya cenderung lebih rendah seperti kalsium oksalat, abu dan lemak. Metode ini digunakan untuk memaksimalkan proses ekstraksi agar diperoleh glukomanan dengan kemurniaan tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh glukomanan dengan kadar 10 %. Sedangkan, pada penelitian yang dilakukan oleh Nurlela *et al.* [17] diperoleh kadar glukomanan sebesar 62,20 %. Berdasarkan karakterisasi tepung glukomanan murni diperoleh data spektra sebagai berikut [16]:



Gambar 2. Spektra FT-IR Glukomanan Umbi Porang

Satriadi *et al.* [18] dalam penelitiannya menyebutkan bahwa glukomanan sebagai bahan dasar *edible packaging* dapat menurunkan laju transmisi uap air dari *film* tersebut karena meningkatnya jumlah matriks yang terbentuk di dalamnya. Semakin banyak matriks yang terbentuk, maka jaringan *edible film* akan semakin padat dan kuat, sehingga meningkatkan kekuatan *film* dalam menahan uap air akibat struktur ikatan yang lebih rapat. Peningkatan jumlah padatan butiran dalam suatu polimer yang disebabkan oleh penggunaan konsentrasi tepung yang lebih tinggi dalam batas tertentu, akan membuat *film* menjadi lebih tebal dan mampu meminimalkan rongga antar sel pada gel yang terbentuk. Peningkatan jumlah butiran padatan dalam polimer juga akan menyebabkan *film* menjadi lebih rapat karena interaksi yang lebih kuat antar rantai (*chain-to-chain interaction*) molekul polimer, sehingga sulit ditembus oleh uap air. Jumlah tepung konjak yang lebih besar menyebabkan peningkatan sifat adhesif dari *edible packaging*. Meningkatnya gaya ikatan antar molekul glukomanan akan menurunkan transmisi uap air dari *edible packaging* terhadap gas, uap, dan porositas, sehingga *film* berfungsi sebagai penghalang terhadap masuknya uap air. Namun, terjadi peningkatan laju transmisi uap air pada variabel dengan penggunaan 7 g dan 9 g.

Pada pembuatan *edible packaging* berbentuk *film* perlu mematuhi standar *JIS (Japanese Industrial Standart)* seperti pada Tabel 2 [19].

Tabel 2. Standar *JIS (Japanese Industrial Standart) 1707: edible packaging (1975)*

No.	Sifat	Nilai
1.	Ketebalan	Maksimal 0,25 mm
2.	Kuat Tarik	Minimal 0,392 Mpa (4 kgf/cm ²)
3.	Elongasi	Buruk < 10 % Baik > 50 %
4.	Laju Transmisi Uap Air	Maksimal 10 g.m ² /day atau 0,417 g.m ² /hour

Pada penelitian yang dilakukan oleh Arisyida *et al.* [20] diperoleh karakteristik *edible packaging* berbasis tepung glukomanan dengan ketebalan tidak melebihi standar, kuat tarik diatas standar, elongasi yang cukup baik meski belum melebihi 50 % dan nilai laju transmisi masih belum sesuai dengan standar namun diketahui pula nilai *water uptake* yang menunjukkan *edible film* glukomanan memiliki daya serap air yang tinggi, sehingga cocok digunakan sebagai *edible* atau pembungkus yang dapat langsung dimakan bersamaan dengan produknya. Berdasarkan penelitian tersebut juga dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi glukomanan, maka nilai ketebalan dan kuat tariknya akan semakin meningkat, serta elongasinya menurun. Sedangkan, pada perlakuan variasi volume cetak, semakin banyak volume larutan pada pembuatan *edible film*, maka nilai ketebalan dan kuat tariknya meningkat, sedangkan nilai elongasinya menurun. Menurut Gregori *et al.* [6] Glukomanan yang terdapat pada tepung umbi porang memiliki gugus hidroksil yang dapat memerangkap air didalamnya dan membentuk struktur jaringan *edible film*. Keunggulan pemanfaatan umbi porang pada pembuatan *edible film* ialah dapat diperoleh *film* yang stabil terhadap asam dan tahan terhadap garam meskipun pada kadar yang tinggi.

Inovasi Edible Packaging

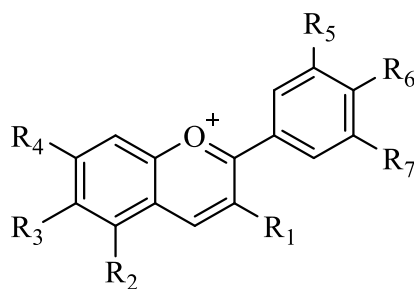
Edible packaging dapat dimodifikasi menjadi *smart packaging* berbentuk *film*. *Smart packaging* adalah kombinasi dari *intelligent packaging* (kemasan cerdas) dan *active packaging* (kemasan aktif) [6]. *Intelligent packaging* adalah kemasan yang dapat dijadikan sebagai indikator eksternal dan internal yang memberikan indikasi seperti penurunan kualitas, kondisi gas atmosfer, kelembaban, suhu dan lainnya. Sedangkan, *active packaging* ialah kemasan yang ke dalamnya ditambahkan dengan sengaja bahan yang dapat meningkatkan kinerja sistem kemasan tersebut. Kinerja sistem ini diantaranya mempertahankan atau meningkatkan aspek sensoris, keamanan dan kualitas makanan [21]. *Smart packaging* merupakan kemasan yang dapat memberi informasi terkait kondisi dan kualitas produk yang dikemas. Kualitas produk dapat menurun akibat terkontaminasi produk dengan bakteri pembusuk dengan memberikan respon berupa muncul lendir, warna dan bau berubah serta perubahan pH yang membuat rasa menjadi lebih masam [22].

Pada kemasan cerdas dapat ditambahkan indikator cerdas yang dapat membantu menunjukkan perubahan kualitas produk dengan ditandai dengan perubahan warna sehingga mudah dibaca dan diinterpretasikan oleh konsumen. Indikator pH yang sering digunakan pada *smart packaging* adalah zat warna alami seperti antosianin yang cukup sensitif terhadap perubahan pH. Sehingga, antosianin berpotensi digunakan dalam berbagai penelitian terkait *smart packaging* yang mengindikasikan perubahan kualitas produk berdasarkan perubahan pH [21].

Antosianin

Antosianin merupakan salah satu dari senyawa fenolik dan bioaktif. Peran antosianin ialah pemberi warna merah, ungu dan biru pada sayuran dan bunga serta dapat dijadikan pewarna alami. Struktur antosianin cenderung kurang stabil dan mudah terdegradasi dipengaruhi oleh perubahan pH dan suhu. Perubahan warna secara *reversible* terjadi pada struktur antosianin akibat perubahan pH. Pada pH sangat rendah berbentuk oxonium yang berwarna. Perubahan warna menyebabkan perubahan absorbansi pada pola spektra yang muncul pada spektrofotometer *Visible* [23]. Antosianin banyak dimanfaatkan dalam *smart packaging* karena memiliki aktivitas yang tergolong dalam *active packaging* (aktivitas antioksidan dan antimikroba) dan *intelligent packaging* karena sifatnya yang sensitif terhadap perubahan pH [21]. Kemampuan perubahan warna antosianin ini banyak dimanfaatkan dalam produksi *film* pintar untuk memonitor kesegaran makanan yang berhubungan dengan perubahan pH yang berbeda. Selain itu, antosianin juga dapat meningkatkan sifat mekanik serta stabilitas termal *film* pintar karena pembentukan ikatan silang antarmolekul yang baik, misalnya melalui

interaksi ikatan hidrogen [7]. Struktur antosianin dapat dilihat pada **Gambar 3** [5].



Jenis	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
Cyanidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	H
Delphinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH
Malvidin	OH	OH	H	OH	Ome	OH	Ome
Pelarogonidin	OH	OH	H	OH	H	OH	H
Peonidin	OH	OH	H	OH	Ome	OH	H
Petunidin	OH	OH	H	OH	Ome	OH	OH

Gambar 3. Struktur Antosianin

Antosianin dapat mengindikasikan kerusakan bahan pangan melalui perubahan pH yang diakibatkan oleh aktivitas mikroba. Bahan pangan tinggi protein rentan rusak akibat bakteri proteolitik, bahan pangan tinggi karbohidrat rentan rusak akibat mikroba fermentatif sedangkan bahan pangan tinggi lemak rentan rusak akibat bakteri lipolitik. Kerusakan yang terjadi menimbulkan bau tak sedap yang diakibatkan terbentuknya TVB-N. TVB-N rendah mengindikasikan kesegaran daging yang baik dan tingkat proteolisis yang rendah. Proteolisis adalah reaksi pemecahan asam amino menjadi komponen yang lebih sederhana. TVB-N atau *total volatile basic nitrogen* merupakan hasil degradasi protein oleh mikroba. Seiring dengan peningkatan masa simpan bahan pangan tinggi protein, konsentrasi TVB-N cenderung meningkat dengan diikuti peningkatan nilai pH. Perubahan pH ini dapat diindikasikan dengan memanfaatkan senyawa antosianin dari ekstrak tanaman yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan pH ditandai dengan perubahan warna [5].

Pemanfaatan Antosianin Ekstrak Tanaman Pada *Edible Packaging*

Ekstrak tanaman dengan kandungan antosianin didalamnya banyak dimanfaatkan pada edible packaging untuk memantau kesegaran bahan pangan seperti yang terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Antosianin sebagai indikator masa simpan bahan pangan

No.	Bahan Dasar	Aplikasi
1.	Sumber Antosianin: Kol ungu Polimer : <i>Polyvinyl alcohol</i> (PVA)	Mendeteksi perubahan pH dan TVB-N (<i>Total Volatile Basic Nitrogen</i>) yang menandakan pembusukan pada daging sapi mentah [24].
2.	Sumber Antosianin: Blueberry Polimer : komposit <i>hydroxypropyl methylcellulose-κ-carrageenan-gelatin</i> (H-K-G)	Memantau kesegaran daging ikan salmon melalui perubahan pH, TVB-N (<i>Total Volatile Basic Nitrogen</i>) dan TBARS (<i>Thiobarbituric Acid Reactive Substances</i>) [25].
3.	Sumber Antosianin: Daun Miana (<i>Coleus scutellarioides</i>) Polimer : Gelatin ikan	Memantau kesegaran pada <i>fillet</i> ikan rainbow trout melalui perubahan pH dan TVB-N (<i>Total Volatile Basic Nitrogen</i>) [26].
4.	Sumber Antosianin:	

No.	Bahan Dasar	Aplikasi
	Kubis merah Polimer : Makromolekul getah biji kemangi dan kitosan	Memantau perubahan pH, sensitifitas ammonia dan TVB-N (<i>Total Volatile Basic Nitrogen</i>) untuk mengindikasikan penurunan mutu potongan ikan [27].
5.	Sumber Antosianin: Kubis ungu (<i>Brassica oleracea</i> L.) Polimer : κ - <i>Carrageenan/Carboxymethyl</i> <i>Cellulose</i>	Mendeteksi perubahan pH dan TVB-N (<i>Total Volatile Basic Nitrogen</i>) yang menandakan pembusukan pada ikan layur (<i>Trichiurus lepturus</i>) [28].

Pemanfaatan Antosianin Pada *Edible Packaging* Berbahan Dasar Glukomanan

Pemanfaatan antosianin dari ekstrak tanaman kedalam matriks *film* berbahan dasar glukomanan umbi porang sebelumnya telah dilakukan oleh Suryadi *et al.* [29] dimana pada penelitiannya digunakan antosianin yang bersumber dari ekstrak bunga telang. Penggunaan ekstrak bunga telang ini membuat *edible packaging* yang diciptakan dapat menjadi indikator masa simpan bahan pangan melalui perubahan pH bahan pangan. Perubahan pH ini terjadi akibat selama masa simpan amina akan terbentuk hasil proses dekarboksilasi asam amino yang menghasilkan amina volatil seperti amonia, hidrogen sulfat dan dimetilamin. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya, penambahan ekstrak tanaman ini mampu mendeteksi kualitas bahan pangan yang dikemas. Pada penelitiannya dilakukan uji pada daging ayam kukus. Penggunaan *edible packaging* ini efektif mendeteksi penurunan kesegaran melalui perubahan warna, aroma tidak sedap, dan pH. *Film* mampu mempertahankan kualitas daging dengan mengurangi intensitas coklat dan aroma busuk, namun sensitivitasnya lebih tinggi pada daging daripada ikan. Antosianin bunga telang memiliki stabilitas warna baik selama penyimpanan daging, dengan perubahan yang konsisten. Kekurangan bunga kencana ungu ini ialah respons pH kurang luas hanya fokus pada pH basa dan potensi lengket pada konsentrasi tinggi.

Penelitian lain terkait penggunaan ekstrak tanaman sebagai penyedia antosianin yang ditambahkan ke dalam matriks *film* glukomanan yakni dilakukan oleh Zhou *et al.* [30] dimana pada penelitiannya menggunakan antosianin yang bersumber dari buah murbei dan *film* yang berbahan dasar glukomanan umbi porang dan *hydroxypropyl methyl cellulose*. *Film* komposit yang mengandung ekstrak murbei menunjukkan reaksi perubahan warna yang baik, dan hasilnya konsisten dengan perilaku bubuk ekstrak murbei murni dalam larutan penyangga pH. Pada pH yang sama, ketika konsentrasi ekstrak meningkat dari 5% menjadi 20%, warna *film* menjadi semakin pekat. Hasil ini menunjukkan bahwa *film* yang dihasilkan memiliki respons pH yang sangat baik. Pada penelitian ini dilakukan uji pada ikan segar dan menunjukkan hasil yang efektif memantau kesegaran secara real-time dengan perubahan warna yang stabil, menunjukkan degradasi dalam waktu singkat. Lebih unggul dalam aplikasi pada produk laut dengan deteksi yang lebih akurat untuk pH tinggi akibat pembusukan.

KESIMPULAN

Glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki potensi besar sebagai bahan dasar pembuatan *edible packaging* yang ramah lingkungan, *biodegradable* serta mampu mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan bahan pangan. Sifat fisik dan mekaniknya yang baik, seperti kekuatan tarik tinggi, ketebalan sesuai standar, serta daya tahan terhadap air dan asam, menjadikan glukomanan kompetitif dibandingkan biopolimer lain.

Inovasi lebih lanjut dengan menambahkan ekstrak tanaman yang mengandung antosianin pada matriks *film* glukomanan dapat menghasilkan smart *edible packaging* yang berfungsi sebagai bioindikator masa simpan. Antosianin sensitif terhadap perubahan pH dan mampu menunjukkan penurunan kualitas bahan pangan melalui perubahan warna yang mudah diamati secara visual. Kombinasi glukomanan dan antosianin ini membuka peluang pengembangan sistem kemasan cerdas yang tidak hanya aman dan ramah lingkungan, tetapi juga mampu memberikan informasi *real-time* mengenai kesegaran produk pangan.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan formulasi, kestabilan warna antosianin, serta ketahanan mekanik dan termal *film* agar dapat diterapkan secara luas dalam industri pangan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akilie MS. Tren Kemasan Edible Sebagai Kemasan Pangan Terkini dan Masa Depan. *Jurnal Agricultural Review*. 2024;3(1):49–60.
- [2] Nair SS, Trafialek J, Kolanowski W. Edible Packaging: A Technological Update for the Sustainable Future of the Food Industry. *Applied Sciences*. 2023;13(14):1–23. doi:10.3390/app13148234
- [3] Barbosa CH, Andrade MA, Vilarinho F, Fernando AL, Silva AS. Active Edible Packaging. *Encyclopedia*. 2021;1(2):360–370. doi:10.3390/encyclopedia1020030
- [4] Putra IGNTM, Kusuma IMGGA, Kurniadinata IPB, Wulandari NMW, Dewi NKGL, Astuti NMW. Analisis Kadar Glukomanan dan Evaluasi Biopolimer Edible Film Umbi Porang Sebagai Pengemasan Pangan Fungsional. *Jurnal Farmasi Udayana*. 2024;13(1):38. <https://doi.org/10.24843/JFU.2024.v13.i01.p07>. doi:10.24843/JFU.2024.v13.i01.p07
- [5] Yessica. Pemanfaatan Antosianin Sebagai Indikator Pada Smart Film Packaging Untuk Mendeteksi Kesegaran Produk Pangan. *Zigma*. 2023;38(2):60–72.
- [6] Gregory S, Setijawaty E, Ignasius Radix A.P. Jati. Pengembangan smart edible film packaging berbahan konjac dengan ekstrak bunga rosella dan cangkang telur ayam sebagai bahan aktif. *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 2024;15(1):95–111. doi:10.35891/tp.v15i1.4612
- [7] Hamidah S, Abdillah AA, Sulmartiwi L. Fisheries Product Spoiled Monitoring Using Smart Packaging Contain Anthocyanin: A Review. *Jurnal Perikanan Unram*. 2025;15(1):256–268. doi:10.29303/jp.v15i1.1342
- [8] Petkoska AT, Daniloski D, D’Cunha NM, Naumovski N, Broach AT. Edible packaging : Sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*. 2021;140:109981. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109981>. doi:10.1016/j.foodres.2020.109981
- [9] Leya B, Franklin RS, Pragalyaashree MM, Monicka AA, Tiroutchelvame D, Blessy C, Blessie RF. Biopolymer-based edible packaging : a critical review on the biomaterials , formation , and applications on food products. 2024;12(6):42–57. doi:10.7324/JABB.2024.145531
- [10] Zhao L, Liu Y, Zhao L, Wang Y. Anthocyanin-based pH-sensitive smart packaging films for monitoring food freshness. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022;9(July):100340. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100340>. doi:10.1016/j.jafr.2022.100340
- [11] Nurlela, Ariesta N, Laksono DS, Santosa E, Muhandri T. Characterization of Glucomannan Extracted from Fresh Porang Tubers Using Ethanol Technical grade. *Molekul*. 2021;16(1):1–8. doi:10.20884/1.jm.2021.16.1.632
- [12] Sharma S, Wadhwa N. Application of Glucomannan. *J. Pharm. Res*. 2022;21(1):1–5. <https://doi.org/10.18579/jopcr/v21i1.glucomannan>. doi:10.18579/jopcr/v21i1.glucomannan
- [13] Sun Y, Xu X, Zhang Q, Zhang D, Xie X, Zhou H, Wu Z, Liu R, Pang J. Review of Konjac Glucomannan Structure, Properties, Gelation Mechanism, and Application in Medical Biology. *Polymers*. 2023;15(8):1–21. doi:10.3390/polym15081852
- [14] Falah ZK, Sylvia N. Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Pati Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* blume) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film. *Chemical Engineering Journal Storage*. 2021;1(3):50–62.
- [15] Isnaini H, Yuhana TM, Sholehah W, Jannah A. Pharmacological Benefits of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): A Review. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 2025;10:169–180. doi:10.24002/biota.v10i2.10308
- [16] Avitri AR, Pasaribu SP, Astuti W. Pembuatan Edible Film Yang Bersifat Antibakteri Dari Glukomanan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) Yang Diinkorporasi Dengan Ekstrak Etanol Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine Bulbosa* (Mill.) Urb.). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 2022;20(1):9–16. doi:10.30872/jkm.v20i1.1073
- [17] Nurlela, Andriani D, Arizal R. EKSTRAKSI GLUKOMANAN DARI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN ETANOL. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 2020;14(2):88–98. doi:10.20527/jstk.v14i2.8330
- [18] Satriadi H, Widayat, Jonfita BV, Listyawijayanti NS. Characterization of Edible Film Made from Glucomannan Konjac Flour Modified Polyvinyl Alcohol (PVA) and Sorbitol as Plasticizer. *Journal of Bioresources and Environmental Sciences*. 2025;4(1):46–54. doi:10.14710/jbes.2025.19946
- [19] JIS (Japanesse Industrial Standard) 2 1707. Japanese Standards Association. .J J-PAL 6 NO. 1(ISSN:2087-3522 DAN E- ISSN:2338-1671).; 1975.

- [20] Arisyida CP, Sholichah E, Budiati T. Karakterisasi Edible Film Berbasis Tepung Glukomanan. *JOFE : Journal of Food Engineering* | E-ISSN. 2024;3(4):155–164. doi:10.25047/jofe.v3i4.4729
- [21] Febora V, Jati IRAP. Kajian Aplikasi Pigmen Antosianin dalam Smart Packaging Study on The Application of Anthocyanin Pigments in Smart Packaging. *Zigma*. 2024;39(1):76–88.
- [22] Aprilliani F, Putri Ayuningtyas L, Adila Lestari H. Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Indikator pH dalam Sistem Kemasan Pintar. *Agroteknika*. 2022;5(2):87–97. doi:10.55043/agroteknika.v5i2.133
- [23] Dewi AOT, Yusri DR. Analisis Kadar Antosianin Pada Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Segar dan Kering dengan Metode pH Diferensial. *Jurnal FARMASINDO*. 2023;7(2):11–8.
- [24] Kwak M, Min SC. Monitoring Meat Freshness with Intelligent Colorimetric Labels Containing Red Cabbage Anthocyanins Copigmented with Gelatin and Gallic Acid. *Foods*. 2024;13(21). doi:10.3390/foods13213464
- [25] Mu L, Bi J, Zhao H, Li J, Hou H-M, Zhang G-L, Hao H, Zhou L. Intelligent pH-responsive films based on natural blueberry anthocyanins: A non-destructive monitoring system for the freshness of aquatic products with prospective smartphone compatibility. *Food Chemistry: X*. 2025;28:10287. doi:10.1016/j.fochx.2025.102587
- [26] Hematian F, Baghaei H, Nafchi AM, Bolandi M. Preparation and characterization of an intelligent film based on fish gelatin and *Coleus scutellarioides* anthocyanin to monitor the freshness of rainbow trout fish fillet. *Food Science and Nutrition*. 2023;11(1):379–389. doi:10.1002/fsn3.3068
- [27] Nadi M, Razavi SMA, Shahrapour D. Fabrication of green colorimetric smart packaging based on basil seed gum/chitosan/red cabbage anthocyanin for real-time monitoring of fish freshness. *Food Science and Nutrition*. 2023;11(10):6360–6375. doi:10.1002/fsn3.3574
- [28] Ren M, Wang N, Lu Y, Wang C. Preparation and Characterization of Antioxidative and pH-Sensitive Films Based on κ -Carrageenan/Carboxymethyl Cellulose Blended with Purple Cabbage Anthocyanin for Monitoring Hairtail Freshness. *Foods*. 2025;14(4). doi:10.3390/foods14040694
- [29] Suryadi CKA, Setijawaty E, Utomo AR, Jati IRAP. The utilization of Konjac as Smart Biodegradable Film Packaging with Butterfly Pea Flower Extract and Eggshell Flour as Active Agent Pemanfaatan Konjac sebagai Smart Biodegradable Film Packaging dengan Bahan Aktif Ekstrak Bunga Telang dan Tepung Cangkang. *Jitipari: Jurnal Teknologi dan Industri Pangan UNSRI*. 2024;9(2):189–204. <http://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/jtpr/index>
- [30] Zhou N, Wang L, You P, Wang L, Mu RJ, Pang J. Preparation of pH-sensitive food packaging film based on konjac glucomannan and hydroxypropyl methyl cellulose incorporated with mulberry extract. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021;172:515–523. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.01.047>. doi:10.1016/j.ijbiomac.2021.01.047