

# KARAKTERISASI LABEL KOLORIMETRIK DARI KARAGENAN/NANOFIBER SELULOSA DAN EKSTRAK UBI UNGU UNTUK INDIKATOR KERUSAKAN PANGAN

Bunda Amalia \*<sup>1</sup>, Tiara Mailisa<sup>1</sup>, Rizka Karima<sup>1</sup>, Sidik Herman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Kementerian Perindustrian, Indonesia*

\*e-mail: bundy.amalia@gmail.com

Received : 12 Juli 2021; revised : 15 Juli 2021; accepted : 24 Agustus 2021

## ABSTRAK

**KARAKTERISASI LABEL KOLORIMETRIK DARI KARAGENAN/NANOFIBER SELULOSA DAN EKSTRAK UBI UNGU UNTUK INDIKATOR KERUSAKAN PANGAN.** Pada penelitian ini digunakan sumber antosianin dari ekstrak ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) (EUU) dengan matriks karagenan dan nano fiber selulosa (NFC) dari serat daun nanas (*Ananas comosus*). Bahan yang digunakan merupakan bahan alam yang dapat diperbaharui dan digunakan pada industri pangan. Salah satunya adalah industri kemasan untuk digunakan sebagai kemasan aktif dan kemasan pintar, yang dapat digunakan untuk memonitor dan menginformasikan kepada konsumen terkait kondisi pangan secara langsung. Untuk mempersiapkan label indikator ini, matrik karagenan/NFC ditambahkan ekstrak zat warna dari ubi ungu dengan beberapa konsentrasi (0%,1%,3%,5% v/v), kemudian dibentuk film dengan menggunakan metode *casting*. Beberapa karakterisasi dilakukan antara lain, uji stabilitas zat warna terhadap pH, morfologi sifat mekanik dan respon warna label indikator terhadap kerusakan pangan. Hasil yang didapatkan menunjukkan label indikator tersebut sensitive terhadap perubahan pH. Perubahan warna label yaitu dari warna pink menjadi bening kehijauan. Dari hasil uji sifat mekanik label yang memiliki nilai kuat tarik paling tinggi adalah label dengan penambahan ekstrak 1% yaitu sebesar 3,01 Mpa, sedangkan untuk label dengan penambahan ekstrak diatas 1% sifat mekaniknya cenderung menurun. Begitu juga dengan hasil elongasi dan WVTR, penambahan ekstrak menyebabkan label cenderung bersifat hidrofil, dan hal ini dibutuhkan dalam mekanisme perubahan warna label. Dari hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan EUU ke dalam matrik karagenan/NFC memiliki potensi untuk dijadikan idikator kolorimetrik deteksi kerusakan pangan.

Kata kunci : Label indikator kolorimetrik, anthocyanin, karagenan, nanofiber selulosa.

## ABSTRACT

**CHARACTERIZATION OF COLORIMETRIC LABELS FROM CELLULOSE CARAGENAN/NANOFIBER AND PURPLE SWEET POTATO EXTRACT FOR FOOD SPOILAGE INDICATOR.** In this study, we has been used anthocyanin sources from purple sweet potato extract with carrageenan matrix and nanofiber cellulose (NFC) from pineapple leaf fiber. The materials that used are renewable natural materials and used in the food industry. One of them is the packaging industry such as active packaging and smart packaging, which can be used to monitor and inform consumers about food conditions directly. To prepare this indicator label, the carrageenan/NFC matrix was added dye extract from purple sweet potato with several concentrations (0%,1%,3%,5% v/v), then formed into a film using the casting method. Several characterizations were carried out, including testing the stability of the dye against pH, label morphology, mechanical properties, and label color response to food spoilage. The results obtained show that the label indicator is sensitive to pH changes. The color change of the label is from pink to clear greenish. From the results of the mechanical properties test, the label that has the highest tensile strength value is the label with the addition of 1% extract, which is 3.01 Mpa, while for the label with the addition of extract above 1%, the mechanical properties tend to decrease. Likewise with the results of elongation and WVTR, the addition of extract causes the label to tend to be hydrophilic, and this is needed in the mechanism of changing the color of the label. These results indicate that the addition of dye extract from purple sweet potato into the carrageenan/NFC matrix has the potential to be used as a colorimetric indicator for food spoilage detection, although some improvements must be made to improve the mechanical properties and WVTR value of the label.

Key words : Colorimetric indicator labels, anthocyanin, carrageenan, nanofibers cellulose.

## PENDAHULUAN

Permasalahan dalam industri pangan salah satunya adalah tentang keamanan pangan terkait kerusakan pangan yang disebabkan oleh proses penyimpanan pangan tersebut. Selama ini kemasan pangan dibuat untuk melindungi pangan terhadap pengaruh dari luar seperti mikroorganisme, oksigen, aroma, dan cahaya, serta mempertahankan kualitas dan mempertahankan umur simpan makanan secara fisik/mekanik (Yam *et al.* 2015). Namun dalam fungsinya kemasan pangan yang digunakan belum dapat memberikan informasi kerusakan pangan tersebut secara akurat kepada konsumen pangan. Maka dari itu, untuk memenuhi kebutuhan tersebut, berkembanglah teknologi baru tentang kemasan yaitu kemasan pintar (*smart packaging*). Teknologi pembuatan kemasan pintar merupakan teknologi baru yang berkembang dan memiliki berbagai fungsi, antara lain sebagai media komunikasi secara langsung terhadap konsumen sehingga dapat digunakan untuk memonitor kondisi produk dengan memberikan informasi kualitas produk selama penyimpanan dan pengangkutan (Vanderroost 2014). Penerapan kemasan pintar dapat dilakukan salah satunya dengan cara membuat label indikator, dan bertujuan untuk digunakan sebagai indikator visual untuk mendeteksi kerusakan pangan.

Saat ini penelitian tentang pembuatan label indikator untuk kemasan pintar sudah banyak dikembangkan baik menggunakan indikator pewarna sintetik maupun pewarna alam. Indikator sintetik yang digunakan seperti chlorophenol, cresol and methyl red, bromocresol green bromocresol blue dan xylenol (Bhargava *et al.* 2020). Komponen ini memiliki potensi bahaya dan bermigrasi dari kemasan ke pangan. Oleh karena itu saat ini banyak dikembangkan indikator yang berbasis bahan alam antara lain menggunakan zat warna alam seperti antosianin, curcumin, carmin, chloropylin, carotenoid, brazilin, dll (Mohammadian Alizadeh-Sani, and Jafari 2020). Pada penelitian ini dikembangkan metode pembuatan label pendeteksi kerusakan pangan yang dibuat dari antosianin sebagai sumber zat warna alami yang digunakan, penggunaan zat warna alami digunakan untuk meminimalisir efek samping yang berbahaya bagi tubuh jika terjadi kontaminasi antara label yang dibuat dengan makanan yang dikemas. Salah satu sumber antosianin yang murah dan banyak terdapat di Indonesia adalah pada ubi jalar ungu karena pada ubi jalar ungu memiliki kandungan antosianin yang lebih besar dari pada ubi jalar dengan varietas yang lain yaitu sebesar 11,051 mg/100 gr (Winarti and Sarofa 2008). Antosianin juga merupakan zat warna alami yang sangat sensitif terhadap perubahan pH, sehingga dapat memberikan warna yang berbeda-beda dalam

kondisi pH yang berbeda (Singh, Gaikwad, and Lee 2018). Matrik atau media yang digunakan sebagai perantara interaksi antara bahan pangan yang dikemas dengan zat warna (indikator) yang digunakan dalam penelitian ini adalah karagenan yang digabungkan dengan nanofiber selulosa dari serat daun nanas. Karagenan merupakan polimer alami yang dapat berfungsi sebagai pengstabil komponen antosianin yang digunakan, karagenan bersifat mudah larut dalam air dan stabil dalam asam, sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan antosianin (Rusli *et al.* 2017). Setelah label dibuat dilakukan pengujian terhadap karakterisasi label yaitu *Scanning Electron Microscopy* (SEM), uji sifat mekanik, uji *Water Vapour Transmission Rate* (WVTR) dan uji kolometri terhadap kerusakan produk pangan olahan.

Penggunaan antosianin dan matrik dari polimer alam telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain dengan menggabungkan ekstrak ubi ungu dengan tepung tapioka (Ananta, Budi, and Kusuma 2017), ekstrak ubi ungu dengan kertas (Imawan *et al.* 2018). Tetapi belum ada yang mencoba menggabungkan antara ekstrak ubi ungu dengan karagenan yang telah ditambahkan nanofiberselulosa dari serat daun nanas. Penambahan nanofiberselulosa dapat memperbaiki sifat kenaikan kelarutan dan penguat dari matrik yang dibuat.

Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pembuatan label kolorimetrik sebagai indikator dan melakukan karakterisasi label kolometrik tersebut sehingga dapat digunakan sebagai indikator kerusakan pangan yang berasal dari antosianin dari ekstrak ubi ungu dengan matrik karagenan yang ditambahkan nanofiberselulosa dari serat daun nanas sebagai penguat matrik film.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Balai Besar kimia dan Kemasan.

### Bahan

Bahan dalam penelitian ini adalah ubi ungu dibeli dari PT. Lion Super Indo dan semi refined carrageenan (SRC) dibeli dari PT. Garlic Artabahari. Bahan tambahan untuk pembuatan film yaitu Nanofiber selulosa NFC adalah hasil dari penelitian (Amalia, Imawan, and Listyarini 2019). Gliserol sebagai plasticizer dipesan dari PT. Brataco dan asam Sitrat dibeli dari PT. Merck. Produk uji yang digunakan adalah ikan yang dibeli dari swalayan.

## Metode

### 1. Ekstraksi Zat warna Antosianin dari Ubi Ungu

Ekstraksi zat warna alami antosianin dari ubi ungu disiapkan berdasarkan metode yang telah dilakukan oleh Yunilawati *et al.* (2018) dengan modifikasi. Ekstraksi dimulai dengan mencuci ubi ungu dan kemudian dipotong-potong kecil. Potongan ubi ungu direndam dalam aquades dengan ubi ungu : aquades (1 : 3, w/v) pada suhu 90 °C selama 10 menit. Setelah direndam, larutan ekstrak didinginkan sampai suhu ruang dan disaring. Hasil dari penyaringan didiamkan dalam lemari pendingin dalam keadaan tertutup dari cahaya selama 24 jam. Setelah 24 jam, larutan ekstrak disentrifuge untuk memisahkan suspensi dari larutan ekstrak. Kemudian Ekstrak zat warna diatur menjadi pH 2 menggunakan asam sitrat. Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan penangas air hingga didapatkan volume filtrat sebesar setengah dari volume awal filtrat, kemudian disimpan pada wadah gelap dan di lemari pendingin pada suhu 4 °C.

### 2. Pembuatan Label Dengan Penambahan Nanoselulosa dan zat warna Antosianin

Matriks film dibuat dengan melarutkan 3 % SRC dan 1% NFC (wt%) dalam 100 ml aquades distirrer dengan magnetic stirrer selama 15 menit. Larutan dipanaskan dengan suhu 90 °C selama 30 menit, kemudian ditambahkan gliserol sambil distirrer selama 15 menit. Kemudian ditambahkan zat warna antosianin dengan variasi konsentrasi 0%, 1%, 3%, 5% (v/v). Larutan film sebanyak 20 ml dicetak dalam kaca cetak (20 cm x 20 cm) dan didiamkan selama 2 jam pada suhu ruangan lalu dioven pada suhu 40 °C selama 24 jam. Diamkan di suhu ruangan selama 1 jam dan setelah itu film dilepaskan dari cetakan.

### 3. Karakterisasi

#### a. Karakterisasi Zat Warna

#### Uji Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap pengaruh pH

Uji stabilitas merupakan suatu uji yang dilakukan untuk mengetahui kestabilan suatu pigmen atau zat warna dalam berbagai kondisi lingkungan. Dalam kegiatan ini adalah melihat stabilitas zat warna terhadap pH, dimana pH merupakan salah satu faktor yang terjadi pada saat proses kerusakan pangan. Ekstrak zat warna yang dihasilkan kemudian ditambahkan larutan buffer dengan variasi pH 2 sampai dengan pH 11, kemudian diukur panjang

gelombang 400 nm – 800 nm dengan menggunakan UV-Vis *Spectrophotometer* merk Shimadzu UV-2450.

#### b. Karakterisasi Label

#### Scanning Electron Microscopy (SEM)

Karakterisasi film komposit menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat morfologi label film. Morfologi permukaan label dikarakterisasi menggunakan SEM, merek ZEISS, tool type EVOIMA 10. Sampel ukuran 5 mm x 5 mm dilapisi emas menggunakan Sputter Coater, merek Quorum, tipe Q150R ES dengan pengaturan arus 20 (mA) dan waktu sputter 60 detik.

#### Uji Sifat Mekanik

Metode pengujian kekuatan mekanik dari film meliputi uji kuat tarik, dan persen pemanjangan (elongasi). Metode yang dilakukan dengan menggunakan ASTM D 882 - *Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*. Pemeriksaan ketebalan sampel plastik diukur 5 kali menggunakan mikrometer pada titik yang berbeda. Sampel kemudian diuji sifat mekaniknya dengan mengukur kuat tarik dan elongasi menggunakan *Universal Testing Machine* merk zwick roell Z010 dengan kapasitas load cell sebesar 500 N. Kecepatan yang diterapkan adalah 50 mm/menit.

#### Uji Water Vapour Transmission Rate (WVTR)

Metode pengujian permeabilitas uap air dari film menggunakan ASTM E96 / E96M - *Standard Test Methods for Water Vapour Transmission of Materials*. Preparasi film sampel dilakukan dengan cara memotong film menjadi bentuk lingkaran dengan diameter 4 cm. Sampel ini kemudian diaplikasikan pada wadah yang berisi silika gel untuk ditimbang kemudian. Setelah penimbangan pertama, wadah diletakkan pada ruang yang telah dikondisikan dengan natrium klorida sehingga memiliki  $T = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $\text{RH} = (75 \pm 2)\%$ . Setelah itu, bobot tambahan wadah diukur berdasarkan fungsi waktu.

#### Uji Analisis Warna Label

#### Analisa Kolorimetri Label terhadap kerusakan produk pangan olahan

Label dengan konsentrasi 3% ekstrak antosianin dipotong dengan ukuran 1,5 cm x 4 cm, kemudian label tersebut ditempelkan pada di dalam kemasan yang di dalamnya sudah disimpan pangan ikan segar dan disimpan selama 24 jam. Perubahan warna label kemudian diamati dan dilakukan karakterisasi dengan menggunakan menggunakan flatbed

scanner Epson Perfection V370 Photo dan intensitas komponen RGB yang terdiri atas Merah (R), Hijau (G), dan Biru (B) dianalisis dengan menggunakan aplikasi ImageJ. Nilai RGB Total dihitung dengan menggunakan persamaan :

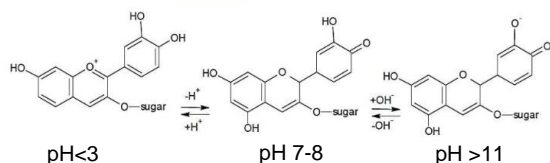
$$RGB\ Total = \sqrt{0.299 (R^2) + 0.587 (G^2) + 0.114(B^2)}$$

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

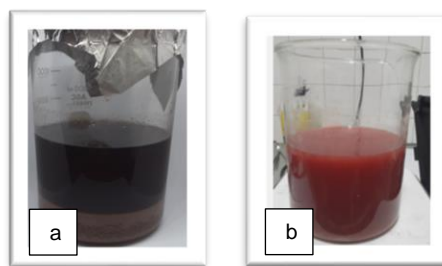
##### Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap pengaruh pH

Ekstrak antosianin yang berasal dari bahan alam kestabilan warnanya dapat dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah terhadap perubahan pH. Antosianin yang dihasilkan dari ekstrak ubi ungu ini dapat dengan mudah terdegradasi seperti ditampilkan pada gambar 1.

Antosianin yang diekstrak dari ubi jalar ungu lebih stabil terhadap suhu dan cahaya (Singh, Gaikwad, and Lee 2018). Antosianin merupakan ekstrak zat warna alami yang tidak berbahaya, pigmen yang larut dalam air, dan tersedia dalam jenis warna dari ungu, biru, merah dengan jenis tumbuhan yang berbeda. Perubahan struktur antosianin berhubungan dengan perubahan warna karena pengaruh pH. Pada ekstrak ubi jalar ungu terdapat 2 jenis antosianin yaitu Cyanidin and Peonidin (Singh, Gaikwad, and Lee 2018). Warna ekstrak ubi jalar ungu awalnya adalah berwarna ungu dengan pH 6 seperti ditunjukkan pada gambar 2 (a) dan warna merah pada pH 2 seperti ditunjukkan pada gambar 2 (b). Warna merah yang dihasilkan karena pada pH 2, senyawa yang dominan terdapat pada antosianin adalah dalam bentuk flavylium cation yang stabil (Singh, Gaikwad, and Lee 2018). Dalam medium cair, antosianin mengalami perubahan struktur antosianin yang terdapat dalam kondisi kesetimbangan adalah basa quinodal (biru), kation flavilium (merah), karbinol (tidak berwarna) dan kalkon (tidak berwarna). Pada medium sangat asam (pH 2 ke bawah), kation flavium yang berwarna merah mendominasi, sedangkan pada kondisi tingkat keasaman lemah, netral dan basa maka karbinol dan basa quinodal mendominasi kation flavium sehingga warna menjadi memudar (tidak berwarna) dan warna merah berubah ke biru hijau.



Gambar 1. Skema reaksi degradasi antosianin



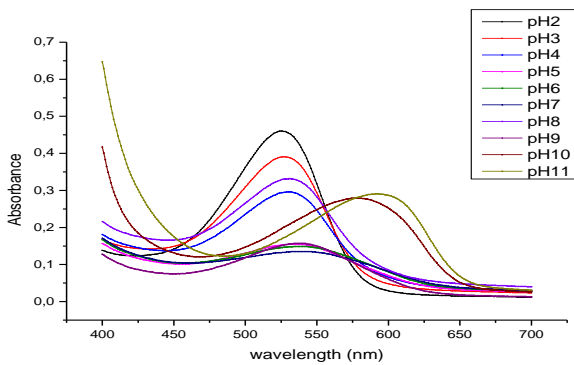
Gambar 2. Ekstrak ubi jalar ungu (a) pH 6 (b) pH 2

Warna larutan ekstrak ubi jalar ungu (EUU) yang mengandung zat warna alami antosianin berubah dengan perbedaan pH seperti terlihat pada gambar 3. Ketika larutan pH 6 ke bawah, warna larutan cenderung berwarna merah muda, selanjutnya warna berubah menjadi ungu pada sekitar pH 6-8. Kemudian pada pH 9-11 perubahan warna cenderung menjadi biru kehijauan. Penelitian lain juga menunjukkan hasil yang sama oleh Wahyuningsih *et al.* (2017) dengan mengekstrak bunga mawar. Antosianin yang dihasilkan mengalami perubahan warna di berbagai pH.



Gambar 3. Warna ekstrak ubi jalar ungu pada berbagai larutan buffer pH

Spektrum UV-Vis larutan ubi jalar ungu pada pH 2 – 11 juga diperiksa dan hasil terlihat pada gambar 3. Pada pH sekitar 2-5, puncak serapan tertinggi terdapat pada panjang gelombang sekitar 528 nm. Pada pH lebih tinggi intensitasnya cenderung menurun, dan puncaknya hampir menghilang pada sekitar pH 6. Selanjutnya pada pH sekitar 7 dan pH 8, puncak serapan tertinggi bergeser di sekitar 570 nm dan pada pH lebih tinggi yaitu pH 9-11, intensitas dari serapan terus meningkat dan juga puncak serapan bergeser ke panjang gelombang sekitar 600, hal ini ditandai juga dengan perubahan warna dari warna ungu menjadi biru kehijauan.



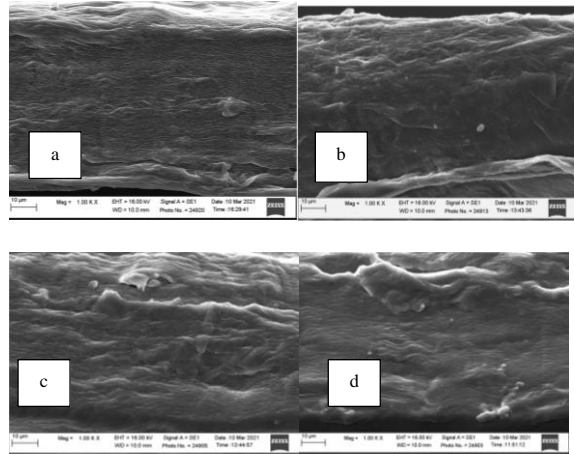
Gambar 4. Spektrum UV-Vis ekstrak ubi ungu pada larutan buffer pH 2 – 11

Antosianin merupakan senyawa yang stabil pada pH rendah. Faktor pH merupakan faktor penting dalam pembentukan warna pada antosianin. Pada pH rendah molekul cyanidin terprotonasi dan membentuk ion positif ( $H^+$ ) atau kation, saat pH meningkat terjadi deprotonasi molekul, dan pada saat pH tinggi struktur molekul membentuk ion negatif atau anion (Wahyuningsih *et al.* 2017).

## b. Karakterisasi Label

### Scanning Electron Microscopy (SEM)

Gambar 5 menunjukkan kenampakan label indikator sebelum dan sesudah penambahan EUU yang diamati menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Semua film menunjukkan permukaan yang kompak meskipun tidak halus karena adanya penambahan nanofiber selulosa. Sedangkan untuk label karagenan/NFC dan label karagenan/NFC dengan penambahan antosinin dari zat warna EUU tidak menunjukkan perubahan yang signifikan dan hanya terlihat sedikit ketidakteraturan pada saat penambahan konsentrasi antosianin semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak zat warna EUU tersebar secara merata di dalam karagenan dan tidak memberikan efek yang signifikan terhadap mikrostruktur label. Hasil yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan (Ma, Du, and Wang 2017) yang membuat label dengan menggabungkan Tara gum/nanoselulosa dengan ekstrak kulit anggur dan (Roy and Rhim 2021) yang menggabungkan gelatin/karagenan dengan shikonin dan propolis untuk label indikator.

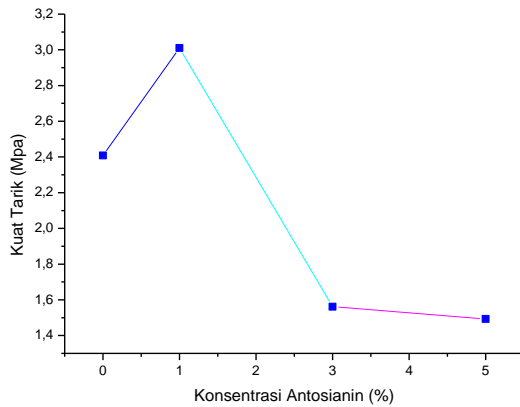


Gambar 5. Kenampakan label menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* a) Tanpa penambahan antosianin b) antosianin 1% c) antosianin 3% d) antosianin 5%

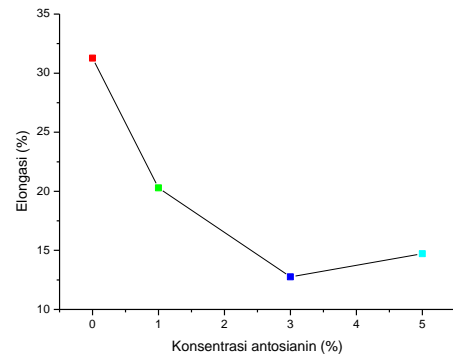
### Analisis Sifat Mekanik

Sifat mekanik dari label karagenan/nanoselulosa yang dianalisis meliputi kuat tarik dan *elongasi*. Hasil analisis kuat tarik pada Gambar 6. menunjukkan bahwa pada penambahan ekstrak zat warna antosianin 1% terjadi kenaikan nilai kuat tarik pada label karagenan/nanoselulosa. Penelitian yang telah dilakukan oleh Siripatrawan and Vitchayakitti (2016) menunjukkan bahwa film kitosan sebagai kemasan aktif yang ditambahkan ekstrak propolis mengalami peningkatan sifat mekanik. Peningkatan ini dikaitkan dengan interaksi antara komponen propolis yang mengandung polifenol, memiliki karakteristik polar dengan kelompok hidrofilik dari molekul kitosan. Interaksi ini dapat mengakibatkan adhesi antarmuka yang lebih kuat antara molekul kitosan dan ekstrak propolis dalam matriks film dan memperkuat interaksi rantai-ke-rantai polimer yang mengarah ke resistensi dan lebih efektif terhadap tekanan mekanis.

Namun grafik nilai kuat tarik menitik turunkan setelah label ditambahkan konsentrasi ekstrak zat warna antosianin yang lebih tinggi yaitu 3%. Pada penambahan ekstrak zat warna antosianin 5%, label karagenan/nanoselulosa kembali mengalami sedikit penurunan nilai kuat tarik. Penurunan nilai kuat tarik pada film indikator juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Rawdkuen *et al.* (2020), hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak antosianin dari bunga telang secara nyata menurunkan nilai kuat tarik film gelatin dibandingkan dengan film gelatin tanpa penambahan indikator warna. Adanya kelompok gugus hidroksil dalam antosianin yang mendukung interaksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen sehingga mempengaruhi sifat mekanik film.



Gambar 6. Efek Penambahan ekstrak zat warna antosianin terhadap kuat tarik label



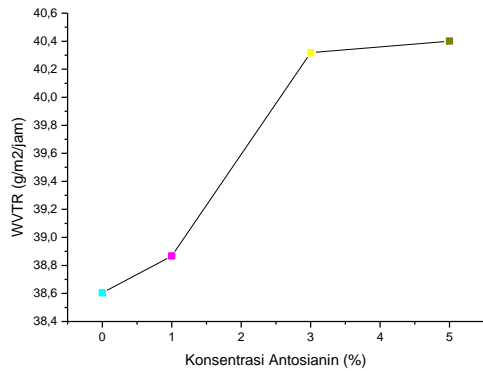
Gambar 7. Efek Penambahan ekstrak zat warna antosianin terhadap nilai *elongasi* label

Pada Gambar 7. menunjukkan bahwa nilai *elongasi* untuk label karagenan/nanoselulosa semakin menurun dengan adanya penambahan ekstrak zat warna antosianin, yaitu pada konsentrasi 1% dan 3%. Namun kembali terjadi kenaikan nilai *elongasi* pada konsentrasi ekstrak zat warna antosianin 5%. Penelitian lain juga telah dilakukan (Pastor *et al.* 2013) dengan menambahkan *resveratrol* ke dalam matriks film kitosan. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi *reservanol*, menyebabkan matriks lebih mudah putus sehingga persen *elongasi* cenderung menurun.

Penambahan zat warna antosianin menyebabkan penurunan kekuatan tarik dan deformasi saat putus, yang selanjutnya juga menyebabkan film kurang elastis dan tahan pecah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi zat warna alami yang ditambahkan, maka semakin banyak senyawa yang tidak terikat dengan polimer sehingga terjadi perubahan struktural polimer menjadi lebih heterogen. Penggabungan senyawa yang tidak dapat bercampur menyebabkan diskontinuitas struktural dalam jaringan polimer dan pengurangan gaya kohesi keseluruhan matriks (Sánchez-González *et al.* 2011). Adanya indikator warna menyebabkan terjadi peningkatan mobilitas matriks film yang dapat melemahkan interaksi antarmolekul dan dengan demikian mempengaruhi sifat mekanik film (Ciannamea, Stefani, and Ruseckaite 2016). Fenomena ini diperkuat dengan hasil analisis *SEM* yang menunjukkan sedikit ketidakteraturan saat penambahan zat warna antosianin.

### **Water Vapour Transmission Rate (WVTR)**

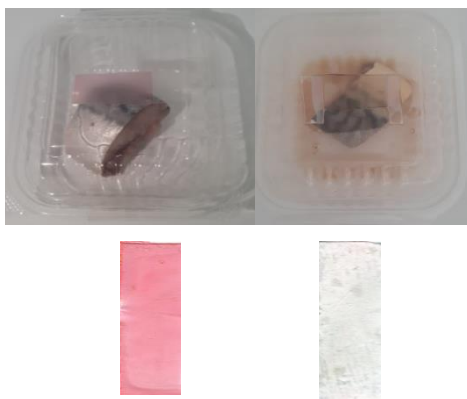
Pengujian *Water Vapour Transmission Rate (WVTR)* dilakukan sebagai salah satu parameter yang dapat menggambarkan kemampuan suatu kemasan dalam menahan keluar masuknya uap air dari dan ke dalam suatu produk terkemas. Efek penambahan ekstrak zat warna terhadap nilai WVTR dapat dilihat pada gambar 8. Nilai WVTR dari label karagenan/NC tanpa penambahan ekstrak zat warna antosianin sebesar 38,6037 g/m<sup>2</sup>/jam. Nilai WVTR terlihat konstan hanya mengalami sedikit peningkatan hingga pada penambahan 3% ekstrak zat warna yaitu dengan nilai WVTR sebesar 40,3180 g/m<sup>2</sup>/jam dan kemudian menurun drastis pada saat penambahan zat warna 5% hingga mencapai 32,56508 g/m<sup>2</sup>/jam. Selanjutnya nilai perubahan WVTR yang tidak signifikan juga dihasilkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Silva-Pereira *et al.* 2015) yaitu dengan menggabungkan antara kitosan/pati dengan ekstrak kol merah (*Brassica Oleraceae*). Karagenan adalah salah satu koloid hidrofilik yang mudah larut dalam air, sehingga cenderung sensitive terhadap uap air. Dengan penambahan ekstrak zat warna anosinin yang mengandung air, mengakibatkan meningkatnya nilai WVTR. Hal ini dibutuhkan dalam mekanisme perubahan warna antosianin dalam mendeteksi kerusakan pangan. Perubahan warna antosianin dikarenakan kondisi lingkungan yang berubah. Amonia yang dihasilkan dari kerusakan pangan bereaksi dengan uap air yang masuk ke dalam kemasan menjadi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup>. Karena lingkungannya menjadi bersifat basa, sehingga warna antosianin dapat berubah.



Gambar 8. Efek Penambahan ekstrak zat warna antosianin terhadap nilai *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR)

### Analisis Warna

Berdasarkan observasi secara visual terhadap perubahan warna label dapat dilihat pada gambar 9. Analisis warna dilakukan pada label dengan penambahan ekstrak sebesar 1%. Pada gambar tersebut dapat dilihat terjadi perubahan warna dari merah muda menjadi bening kehijauan. Perubahan warna label yang terjadi dikarenakan adanya komponen organik yang mudah menguap seperti amine, yang menyebabkan meningkatnya pH pada *headspace* kemasan yang dihasilkan dari aktivitas enzimatik dari proses pembusukan ikan (Morsy *et al.* 2016). Perubahan warna ini sesuai dengan perubahan zat warna antosianin yang telah dijelaskan bahwa pada kondisi tingkat keasaman lemah, netral dan basa maka karbinol dan basa quinidol mendominasi kation flavium sehingga warna menjadi memudar (tidak berwarna).



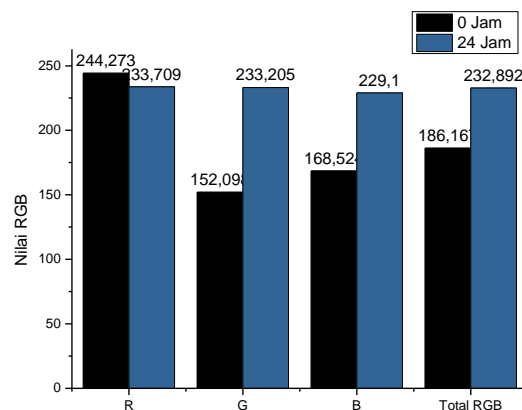
Gambar 9. Perubahan warna label films secara visual selama 24 jam 30 °C

Warna label selanjutnya dianalisis untuk mengkuantifikasi perubahan warna menggunakan program ImageJ. Secara umum intensitas RGB (*Red, Green, Blue*) total perubahan warna label setelah 24 jam kontak dengan produk ikan ditunjukkan pada gambar 10.

**Karakterisasi Label Kolorimetrik... ..Bunda Amalia et al.**

Teknik Metode RGB adalah salah satu metode modern yang berdasarkan prinsip analisis kolorimetrik dari gambar yang biasa digunakan untuk analisis penginderaan visual dan representasi warna dari suatu objek. Metode ini didasarkan pada deteksi perubahan intensitas.

RGB total mengalami kenaikan sebelum dan sesudah mendeteksi kerusakan pada ikan dari 186,167 ke 232,892. Hasil ini bersesuaian dengan warna label yang semakin memudar setelah 24 jam. Pada warna R (merah) terlihat terjadi penurunan nilai, sedangkan untuk nilai warna G (hijau) dan B (biru) mengalami peningkatan signifikan sebesar 81,113 dan 60,576. Berdasarkan gambar 13, komponen warna hijau yang lebih dominan dan peningkatan nilai total RGB sebesar 48,73 dapat digunakan sebagai indikasi meningkatkan proses pembusukan dari ikan (Listyarini, Sholihah, and Imawan 2018). Penelitian lain yang sama juga telah dilakukan untuk proses pembusukan daging sapi dimana perubahan intensitas warna seiring dengan terjadinya peningkatan TVBN (%N) yang berkaitan dengan kesegaran daging sapi (Nurfawaidi, Kuswandi, and Wulandari 2018) dan juga untuk indikator kesegaran untuk produk olahan siomay (Mailisa *et al.* 2021).



Gambar 10. Histogram RGB dari perubahan warna label indikator

### KESIMPULAN

Hasil yang disajikan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa label indikator kolorimetrik yang dibuat menggunakan antosianin dari ekstrak ubi ungu yang digabungkan dengan matrik karagenan/nanofiber selulosa sensitif terhadap perubahan pH telah berhasil dibuat. Label indikator yang dihasilkan dapat menunjukkan perubahan warna saat terjadi kerusakan pada pangan yang disimpan selama 24 jam pada suhu 30 °C. Selanjutnya, film indikator dengan konsentrasi ekstrak yang berbeda memiliki morfologi seragam didalam matrik polimer. Sifat mekanik yaitu nilai kuat tarik yang paling besar didapatkan pada konsentrasi

penambahan ekstrak 1% yaitu sebesar 3,01 Mpa dibandingkan dengan label tanpa penambahan dan penambahan ekstrak diatas 1%. Semakin banyak penambahan ekstrak akan membuat label film tersebut semakin bersifat hidrofilik. Sehingga, dengan demikian label ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai indicator visual untuk mendeteksi kerusakan pangan dengan penambahan konsentrasi ekstrak yang optimum.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan pendanaan riset melalui Program PRN Tahun Anggaran 2020 dengan no kontrak 145/E1/PRN/202 dan Laboratorium Riset Balai Besar Kimia dan Kemasan

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, B., C. Imawan, and A. Listyarini. 2019. "Fabrication and Characterization of Thick Films Made of Chitosan and Nanofibrillar Cellulose Derived from Pineapple Leaf." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 496 (1): 4–9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/496/1/012021>.
- Ananta, R., S. Budi, and W. Kusuma. 2017. "Film Berbasis Ekstrak Antosianin Ubi Jalar Ungu Sebagai Bioindikator Kerusakan Daging Ayam." *Indonesian Journal of Chemical Science* 6 (1): 84–90.
- Bhargava, Nitya, Vijay Singh Sharanagat, Rahul S. Mor, and Kshitiz Kumar. 2020. "Active and Intelligent Biodegradable Packaging Films Using Food and Food Waste-Derived Bioactive Compounds: A Review." *Trends in Food Science and Technology* 105: 385–401. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.015>.
- Ciannamea, E. M., P. M. Stefani, and R. A. Ruseckaite. 2016. "Properties and Antioxidant Activity of Soy Protein Concentrate Films Incorporated with Red Grape Extract Processed by Casting and Compression Molding." *LWT - Food Science and Technology* 74: 353–62. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.073>.
- Imawan, C., R. Fitriana, A. Listyarini, W. Sholihah, and W. Pudjiastuti. 2018. "Kertas Label Kolorimetrik Dengan Ekstrak Ubi Ungu Mendeteksi Kesegaran Susu" 40 (1): 25–32.
- Listyarini, A., W. Sholihah, and C. Imawan. 2018. "A Paper-Based Colorimetric Indicator Label Using Natural Dye for Monitoring Shrimp Spoilage." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 367 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/367/1/012045>.
- Ma, Q., L. Du, and L. Wang. 2017. "Tara Gum/Polyvinyl Alcohol-Based Colorimetric NH<sub>3</sub> Indicator Films Incorporating Curcumin for Intelligent Packaging." *Sensors and Actuators, B: Chemical* 244: 759–66. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.01.035>.
- Mailisa, T., B. Amalia, R. Karima, and A. A. Cahyaningtyas. 2021. "The Visual Sensing Film Based on Carrageenan and Anthocyanin Pigment as An Indicator Label for Fish Product Spoilage." *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3868205>.
- Mohammadian, E., M. Alizadeh-Sani, and S. M. Jafari. 2020. "Smart Monitoring of Gas/Temperature Changes within Food Packaging Based on Natural Colorants." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 19 (6): 2885–2931. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12635>.
- Morsy, M. K., K. Zór, N. Kostesha, T. S. Alstrøm, A. Heiskanen, H. El-Tanahi, A. Sharoba, et al. 2016. "Development and Validation of a Colorimetric Sensor Array for Fish Spoilage Monitoring." *Food Control* 60: 346–52. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.07.038>.
- Nurfawaidi, A., B. Kuswandi, and L. Wulandari. 2018. "Pengembangan Label Pintar Untuk Indikator Kesegaran Daging Sapi Pada Kemasan ( Development of Smart Label for Beef Freshness Indicator in Package )." *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 6 (2): 199–204.
- Pastor, C., L. Sánchez-González, A. Chiralt, M. Cháfer, and C. González-Martínez. 2013. "Physical and Antioxidant Properties of Chitosan and Methylcellulose Based Films Containing Resveratrol." *Food Hydrocolloids* 30 (1): 272–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.05.026>.
- Rawdkuen, S., A. Faseha, S. Benjakul, and P. Kaewprachu. 2020. "Application of Anthocyanin as a Color Indicator in Gelatin Films." *Food Bioscience* 36 (April): 100603. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100603>.
- Roy, S., and J. W. Rhim. 2021. "Preparation of Gelatin/Carrageenan-Based Color-Indicator Film Integrated with Shikonin and Propolis for Smart Food Packaging Applications." *ACS Applied Bio Materials* 4 (1): 770–79. <https://doi.org/10.1021/acsabm.0c01353>.
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, and M. M. Tahir. 2017. "Karakterisasi Edible Film Karagenan Dengan Pemlastis Gliserol." *Jphpi* 20 (2): 219–29.
- Sánchez-González, L., A. Chiralt, C. González-Martínez, and M. Cháfer. 2011. "Effect of Essential Oils on Properties of Film Forming Emulsions and Films Based on



- Hydroxypropylmethylcellulose and Chitosan." *Journal of Food Engineering* 105 (2): 246–53. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.02.028>.
- Silva-Pereira, M. C., J. A. Teixeira, V. A. Pereira-Júnior, and R. Stefani. 2015. "Chitosan/Corn Starch Blend Films with Extract from Brassica Oleraceae (Red Cabbage) as a Visual Indicator of Fish Deterioration." *LWT - Food Science and Technology* 61: 258–62. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.041>.
- Singh, S., K. K. Gaikwad, and Y. S. Lee. 2018. "Anthocyanin – A Natural Dye for Smart Food Packaging Systems." *Korean Journal of Packaging Science and Technology* 24 (3): 167–80. <https://doi.org/10.20909/kopast.2018.24.3.167>.
- Siripatrawan, U., and W. Vitchayakitti. 2016. "Improving Functional Properties of Chitosan Films as Active Food Packaging by Incorporating with Propolis." *Food Hydrocolloids* 61: 695–702. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.001>.
- Vanderroost, et al. 2014. "Intelligent Food Packaging: The Next Trends in Food Sciences and Technology." In , 47–62.
- Wahyuningsih, S., L. Wulandari, M. W. Wartono, H. Munawaroh, and A. H. Ramelan. 2017. "The Effect of PH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 193 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012047>.
- Winarti, S., and U. Sarofa. 2008. "Ekstraksi Dan Stabilitas Warna Ubi Jalar Ungu ( Ipomoea Batatas L .,) Sebagai Pewarna Alami" 3 (1): 207–14.
- Yam, K. L, T. T. Paul, and M. Joseph. 2015. "Intellegent Packaging: Concepts and Applications." *Journal of Food Science and Technology* 1 (7).
- Yunilawati, R., Y. Yemirta, A. A. Cahyaningtyas, S. A. Aviandharie, N. Hidayati, and D. Rahmi. 2018. "Optimasi Proses Spray Drying Pada Enkapsulasi Antosianin Ubi Ungu." *Jurnal Kimia Dan Kemasan* 40 (1): 17. <https://doi.org/10.24817/jkk.v40i1.3761>.