

**PEMBUATAN SENSOR KESEGERAN BAHAN PANGAN BERBASIS
IMOBILISASI EKSTRAK BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea L.*) PADA
MEMBRAN NATA DE COCO**

**DEVELOPMENT OF FOOD FRESHNESS SENSORS BASED ON
IMMOBILITATION OF BUTTERFLY PEA EXTRACT (*Clitoria ternatea L.*) ON
NATA DE COCO MEMBRANES**

BAIQ QORIATUL WAHIDA¹, DHONY HERMANTO², SRI SENO HANDAYANI³
Jurusan Kimia, Fakultas Matetamtika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram,
IndonesiaJl. Majapahit no. 62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat
83126

Email: baiqwahida03@gmail.com., dhony.hermanto@gmail.com

Abstrak. Bahan pangan segar rentan mengalami kerusakan terutama produk bahan pangan hewani yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan basa nitrogen. Oleh sebab itu perlu adanya inovasi untuk memonitoring atau memantau kondisi bahan pangan tersebut secara langsung yaitu dengan sensor kesegaran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik ekstrak bunga telang yang dimanfaatkan sebagai indikator pH alami, karakteristik membran *nata de coco* sebagai matriks dan karakteristik sensor kesegaran untuk mendeteksi kesegaran bahan pangan. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan meliputi preparasi dan ekstraksi sampel bunga telang, pembuatan dan karakterisasi membran *nata de coco*, imobilisasi, serta pengaplikasian membran sensor kesegaran pada bahan pangan yaitu *fillet* ikan nila. Karakteristik ekstrak bunga telang yang dihasilkan yaitu mempunyai trayek pH warna merah muda pada pH 2, ungu pH 3, biru pada pH 4-7, dan hijau pada pH 8-10. Ekstrak bunga telang juga memiliki rentang panjang gelombang maksimum dari 552-623 nm serta memiliki nilai *mean RGB* yang semakin rendah seiring dengan bertambahnya pH. Karakteristik membran *nata de coco* yang dihasilkan adalah memiliki ketebalan 0,036 mm, nilai uji *swelling* 285,19 %, persen biodegradabilitas 100 %, nilai kuat tarik 101,52 MPa, *elongase* 5,1134 %, hanya mempunyai nilai intensitas puncak yang berbeda untuk analisis FTIR, memiliki panjang gelombang maksimum 530-662 nm serta memiliki nilai *mean RGB* yang semakin rendah seiring bertambahnya pH. Sensor kesegaran yang dihasilkan mampu mendeteksi kesegaran bahan pangan ditandai dengan perubahan warna dengan % RSD 2,9 % untuk suhu *chiller* dan 2,2 % untuk suhu ruang serta memiliki nilai koefisien korelasi (*r*) sebesar -0,9436 untuk suhu *chiller* ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) dan nilai koefisien korelasi sebesar -0,77301 untuk suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$).

Kata Kunci : Bahan Pangan, Sensor Kesegaran, Membran *Nata De Coco*, Ekstrak Bunga Telang, dan Imobilisasi

Abstract. Fresh food ingredients are susceptible to damage, especially animal food products caused by the activity of microorganisms that produce bases nitrogen. Therefore there is a need for innovation to monitor or monitor the condition of these food ingredients directly, namely with a freshness sensor. The purpose of this study was to determine the characteristics of the butterfly pea extract which is used as a natural pH indicator, the characteristics of the *nata de coco* membrane and the characteristics of the freshness sensor to detect the freshness of food ingredients. This research consisted of several stages including preparation and extraction of butterfly pea samples, manufacture and characterization of *nata de coco* membranes, immobilization, and application of membrane freshness sensors to food ingredients is tilapia fillet. The characteristics of the butterfly pea flower extract produced are that it has a pink color at pH 2, purple at pH 3, blue at pH 4-7, and green at pH 8-10. Butterfly pea flower extract also has a maximum wavelength of 552-623 nm and has a lower mean RGB value as the pH increases. The characteristics of the resulting *nata de coco* membrane are that it has a thickness of 0.036 mm, a swelling test value of 285.19%, a percent

biodegradability of 100%, a tensile strength value of 101.52 MPa, an elongation of 5.1134%, a maximum wavelength of 530-662 nm and has a mean RGB value that decreases with increasing pH. The resulting freshness sensor is able to detect the freshness of food ingredients marked by color changes with % RSD 2,9 % for chiller temperature and 2,2 % for room temperature and has a correlation coefficient (r) of -0.9436 for chiller temperature ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) and a correlation coefficient value of -0.77301 for room temperature ($\pm 27^{\circ}\text{C}$).

Key words: *Foodstuffs, Freshness Sensors, Nata De Coco Membranes, Butterfly Pea Extract, and Immobilization*

PENDAHULUAN

Bahan pangan segar seperti daging atau buah-buahan mudah mengalami kerusakan terutama bahan pangan hewani karena memiliki kandungan protein yang tergolong dalam *high perishable food* atau bahan pangan sangat mudah rusak (Siswati, dkk., 2022). Produk bahan pangan hewani maupun nabati rentan mengalami kerusakan dan memiliki masa simpan yang pendek (Pacquit, dkk., 2008). Bahan pangan hewani dapat mengalami kerusakan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang memproduksi senyawa-senyawa basa nitrogen, senyawa ini yang akan digunakan untuk mengetahui kesegaran bahan pangan (Bhadra, dkk., 2015).

Kesegaran bahan pangan merupakan indikasi paling mendasar dalam penentuan kualitas bahan pangan sebelum dikonsumsi (Du, dkk., 2015). Saat ini penilaian kesegaran bahan pangan masih menggunakan cara-cara sederhana, seperti melihat penampilan atau warna, mencium aroma, dan meraba tekstur bahan pangan (Kim, dkk., 2009). Maka mulai banyak dikembangkan sensor kimia melalui label indikator kolorimetri yang secara langsung terintegrasi dengan kemasan. Label indikator dalam pengembangannya membutuhkan media pembawa reagen berupa membran untuk mendeteksi kesegaran (Kuswandi, 2010). Sensor kesegaran akan digunakan untuk mendeteksi tingkat kesegaran bahan pangan, oleh karena itu bahan baku pembentuk membran juga harus berasal dari bahan alami yang tidak beracun dan tidak memiliki efek samping yang membahayakan kesehatan (Othman, dkk., 2018).

Membran telah banyak dikembangkan sebagai film pembungkus makanan pada kemasan cerdas dan sebagai membran indikator pada sensor kesegaran (Otoni dkk., 2017). Salah satu biopolimer yang sering digunakan yaitu *nata de coco* yang memiliki

kandungan utama yaitu selulosa. Pemanfaatan membran *nata de coco* sebagai matriks pembawa reagen juga telah banyak dikembangkan yaitu sebagai sensor *edible* mendeteksi udang (Imami, 2019; Septiana, 2019). Membran ini dapat memantau interaksi antara produk yang dikemas dengan lingkungan dengan menambahkan indikator (Fuertes, dkk., 2016). Salah satu indikator kolorimetri yang dikembangkan adalah indikator pH. Indikator pH secara fundamental akan berubah jika terjadi perubahan pH lingkungan.

Pengembangan indikator pH telah banyak dilakukan dengan beberapa pewarna sintesis seperti bromkresol hijau (Chun, dkk., 2014) dan metil merah (Nurfawaidi, dkk., 2018). Menurut Saati (2014) penggunaan pewarna sintesis pada makanan dapat membahayakan kesehatan karena bersifat karsinogenik dan beracun. Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan indikator pH menggunakan pewarna alami yang ramah lingkungan dan aman untuk bahan pangan. Salah satu pewarna alami yang banyak digunakan sebagai pewarna pada makanan adalah antosianin. Salah satu antosianin yang dapat digunakan adalah antosianin bunga telang (*Clitoria ternatea*). Ekstrak bunga telang digunakan karena menurut penelitian dari Fu, dkk. (2021) memiliki trayek pH yang luas yaitu pH dibawah 3 menunjukkan warna merah muda, pH 4 warna ungu, pH 5-8 menunjukkan warna biru sedangkan pH di atas 9 akan menunjukkan warna hijau dan pH 13 menunjukkan warna kuning.

Senyawa antosianin diperoleh dalam bentuk ekstrak larutan tunggal yang biasanya tidak tahan lama dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Lestari, 2016). Hal ini tentunya akan mempengaruhi tingkat keakuratan jika digunakan sebagai indikator kesegaran (Marwati, 2010). Untuk itu perlu metode untuk menghubungkan matriks (membran) dengan senyawa antosianin yang disebut dengan metode imobilisasi. Proses imobilisasi reagen kimia yang digunakan harus bisa terhubung baik dengan matriks, hal ini bertujuan agar suatu sensor kimia bisa bekerja dengan baik (Kuswandi, 2010). Metode imobilisasi juga digunakan karena dapat digunakan secara berulang. Pada penelitian ini akan dikembangkan sensor kesegaran bahan pangan dengan memanfaatkan indikator pH alami ekstrak bunga telang sebagai alternatif reagen kimia dan menggunakan membran biopolimer *nata de coco* sebagai matriks untuk mendeteksi kesegaran bahan pangan pada

suhu *chiller* ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) dan suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$).

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analitik dan Laboratorium Kimia Lanjut, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram.

Prosedur Kerja

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu pertama, preparasi dan ekstraksi sampel ekstrak bunga telang segar yang dicuci bersih dan dikeringkan. Bunga telang selanjutnya dimasukkan kedalam mortar kemudian dihaluskan. Ditimbang 100 g kemudian dimasukkan 400 mL etanol 96 % dan HCl 1 %. Dihomogenkan setelah itu dimaserasi selama 1×24 jam, kemudian dipekatkan dengan evaporator dan ekstrak yang didapatkan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dan aplikasi *ImageJ*.

Ditimbang sebanyak 100 gram *nata de coco* lalu dicuci dengan air mengalir dan direndam menggunakan aquades selama ± 30 menit. Selanjutnya dicuci dengan NaOH 2 % selama 1 jam pada suhu $80-90^{\circ}\text{C}$ dan dicuci kembali dengan aquades sampai pH netral. *Nata de coco* dihaluskan hingga membentuk bubur kertas kemudian disaring menggunakan corong kaca. Hasil yang didapatkan kemudian ditimbang sebanyak 30 gram dan dicetak di atas plat akrilik dan dikeringkan. Membran yang didapatkan dikarakterisasi dengan spektroskopi FTIR, uji *swelling*, uji ketebalan, uji kuat tarik, elongase, dan biodegradabilitas.

Proses imobilisasi ekstrak dilakukan dengan metode *adsorpsi* yaitu membran direndam di dalam ekstrak bunga telang dan didiamkan 24 jam dan dikeringkan. Metode ini digabungkan dengan metode *dropping* yaitu setelah kering ditetaskan ekstrak bunga telang di atas membran kemudian didiamkan hingga kering, perlakuan diulangi hingga membran mempunyai warna yang cukup pekat. Setelah kering dikarakterisasi dengan spektrofotometer FTIR. Membran yang belum di imobilisasi dipotong sebesar kuvet yaitu 1×5 cm dan dicelupkan ke dalam larutan *buffer* pH 2-10 yang sudah dimasukkan ekstrak bunga telang dan diukur panjang gelombang dengan spektrofotometer UV-Vis

dan dilihat nilai *mean* RGB dengan aplikasi *ImageJ*.

Dibuat larutan amoniak dengan variasi konsentrasi (10, 20, 30, 40, dan 50) ppm, setelah itu diukur pH masing-masing konsentrasi. Kemudian dimasukkan ke dalam botol vial hingga jarak antara permukaan larutan dengan bagian permukaan botol vial berjarak 3 cm. tutup botol vial dengan sensor hingga botol vial tertutup rapat.

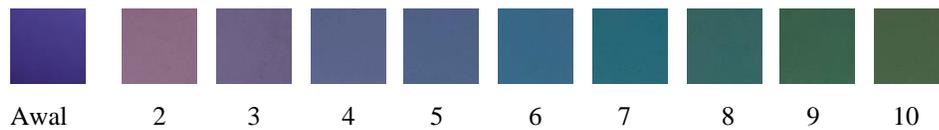
Fillet ikan nila dipotong dengan berat ± 10 gram dan di uji pH awal *fillet* ikan nila setelah itu dibungkus dengan plastik *wrapping*. Sampel disimpan pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) dan suhu *chiller* ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) dengan variasi lama penyimpanan (1,3,5,7, dan 15) hari untuk suhu *chiller* dan (1,3,5,7, dan 24) jam untuk suhu ruang. Daging akan diambil kembali pada variasi waktu penyimpanan untuk ditempelkan sensor kesegaran dan diukur kembali pH nya. Sensor kesegaran dianalisis perubahan warnanya dengan ditentukan nilai *RGB* menggunakan *software ImageJ* dan ditentukan repeatibilitasnya. Untuk bahan pangan yang digunakan diuji susut bobot, organoleptik, dan diuji nilai TVB-N.

HASIL DAN DISKUSI

Ekstrak bunga telang yang diperoleh pada penelitian ini ekstrak berwarna biru. Uji perubahan warna yang dilakukan dengan larutan *buffer* pada variasi pH 2-10. Uji warna pada beberapa pH ini dilakukan untuk mengetahui rentang pH pada beberapa variasi pH dari ekstrak bunga telang dan perubahan warna dari ekstrak bunga telang yang akan dijadikan indikator pada sensor kesegaran. Perubahan warna pada ekstrak bunga telang dapat dilihat pada gambar 1 yaitu pada pH 2 sampai pH 10 menghasilkan warna merah muda, ungu, biru, dan hijau. Pada penelitian Castaneda-Ovando, dkk. (2009) bahwa pada pH 1 antosianin berbentuk kation flavinium yang memberikan warna merah muda. Pada pH 2-4 antosianin berbentuk campuran kation flavinium dan kuinoidal. Pada pH yang lebih tinggi terdapat dua senyawa yang tidak berwarna yaitu basa karbinol pseudobasa dan kalkon.

Panjang gelombang maksimum ekstrak bunga telang didapatkan pada 552-632 nm dan pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 400-800 nm. Spektrum ekstrak antosianin bunga telang bergeser ke arah kanan, dimana pada pH 2 berwarna merah

muda dengan panjang gelombang maksimum 552 nm. Pada pH 3 berwarna ungu dengan panjang gelombang maksimum 571 nm. Pada pH 4 sampai 7 menunjukkan warna biru dengan masing masing puncak serapan, untuk pH 4 memiliki dua puncak serapan 574 dan 621 nm, pH 5 dan pH 6 juga memiliki 2 puncak serapan yaitu 575 nm dan 620 nm pada pH 5 dan 581 nm dan 623 nm pada pH 6. Untuk puncak serapan pH 7 yaitu pada 628 nm. Dari warna biru berubah menjadi warna hijau pada pH 8 sampai 10 dengan masing-masing mempunyai puncak serapan 632, 631, dan 619 nm.



Gambar 1. Perubahan warna ekstrak bunga telang pada buffer pH 2-10

Berdasarkan hasil puncak serapan dapat diketahui bahwa dari pH 2 sampai dengan pH 8 memiliki pergeseran batokromik yang jelas yaitu bergeser ke daerah panjang gelombang yang lebih tinggi, namun pada pH 9 dan pH 10 terjadi pergeseran hipsokromik yaitu bergeser ke daerah yang lebih rendah panjang gelombangnya. Berdasarkan perubahan warna dan spektrum UV-Vis bunga telang pada penelitian ini yang mirip dengan penelitian Fu, dkk. (2021) sehingga dipastikan bahwa pada ekstrak bunga telang mengandung senyawa antosianin. Kemudian nilai *RGB* dari ekstrak bunga telang dari pH 2 sampai pH 9 mengalami penurunan dan pada pH 10 mengalami kenaikan.

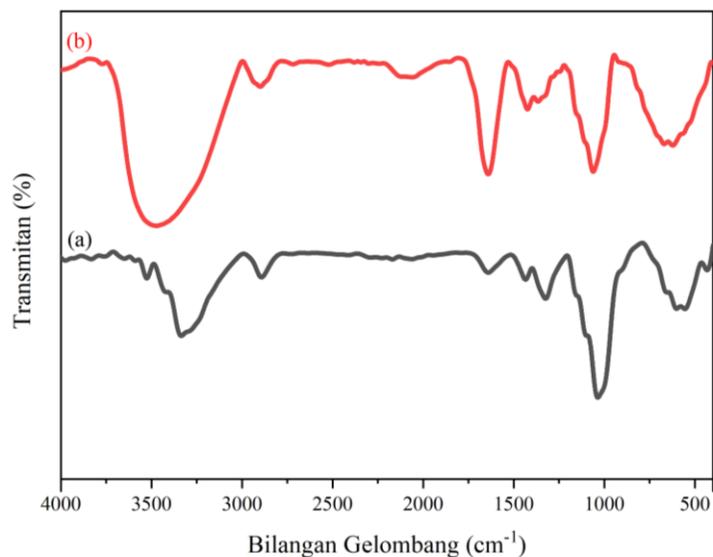
Tabel 1. Hasil uji karakteristik membran

Parameter	Hasil uji
Uji <i>swelling</i>	285,19 %
Uji ketebalan	0,036 mm
Uji biodegradabilitas	100 %
Uji kuat tarik	101,52 Mpa
Elongase	5,1134 %

Hasil membran yang didapatkan kemudian diuji fisik dan mekaniknya. Karakterisasi meliputi uji *swelling*, uji ketebalan, uji biodegradabilitas, uji kuat tarik dan elongase. Sifat fisik dan mekanik film berkaitan dengan proses pencetakan, jenis dan

sifat bahan yang digunakan untuk membentuk membran terutama sifat kohesi dari larutan bahan. Sifat kohesi bahan akan mempengaruhi kemampuan polimer, terutama ikatan molekul antar rantai polimer (Nofrida, dkk., 2013). Hasil uji membran dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil daya serap yang didapatkan sebesar 285,19 %, tingginya nilai daya serap menunjukkan nilai berat jenis yang rendah. Berat jenis yang rendah menunjukkan struktur yang renggang, sehingga proses difusi air ke dalam membran *nata de coco* lebih mudah. Hal ini ditunjukkan pada nilai derajat pengembangan yang rendah (Piluharto, 2003). Ketebalan rata-rata membran yang didapatkan sebesar 0,036 mm. Menurut Lagana, dkk. (2000) ketebalan optimum membran berada pada rentang 30-60 μm (0,03-0,06 mm). Hasil biodegradasi pada penelitian 100 % sehingga membran *nata de coco* mampu terurai melebihi dari standar plastik dan membran dapat terurai. Nilai kuat tarik yang didapatkan nilai yang baik namun masih rendah. Elongasi merupakan hasil persentase perbandingan nilai panjang awal dan akhir membran setelah ditarik. Pada penelitian ini elongase yang dihasilkan sebesar 5,1134 %.



Gambar 2. Spektrum FTIR membran (a) sebelum imobilisasi dan (b) sesudah imobilisasi

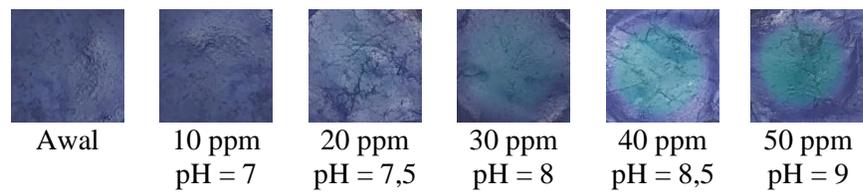
Proses imobilisasi dilakukan dengan metode adsorpsi, metode ini dipilih karena proses pengikatan lebih cepat, mudah dilakukan. Berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR membran sesudah imobilisasi dan sebelum

imobilisasi tidak terjadi perubahan pergeseran yang signifikan dan hanya berbeda intensitas pada puncaknya hal ini terjadi karena hanya ada interaksi fisikal. Menurut Kuswandi (2010) pada banyak metode adsorpsi yang digunakan dalam sensor kimia untuk imobilisasi reagen biasanya hanya melibatkan ikatan *Van der Waals* atau ikatan hidrogen antara reagen dengan material pendukungnya sehingga terjadi interaksi yang lemah, dapat dibuktikan dengan pemakaian yang sekian kali sensor kesegaran mengalami *leaching*.

Panjang gelombang maksimum membran *nata de coco* terimobilisasi ekstrak bunga telang didapatkan pada 530-622 nm dan pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 400-800 nm. Spektra membran *nata de coco* terimobilisasi ekstrak antosianin bunga telang bergeser ke arah kanan yang mirip dengan pergeseran ekstrak bunga telang. Panjang gelombang maksimum yang didapat ini dipengaruhi oleh membran *nata de coco*, sehingga jika dibandingkan dengan spektrum UV-Vis ekstrak bunga telang akan berbeda. Nilai *mean* RGB pada membran terimobilisasi ekstrak bunga telang didapatkan bahwa semakin tinggi pH maka nilai *mean* RGB semakin rendah.

Aktifitas mikroba selama penyimpanan mengakibatkan terjadinya dekomposisi senyawa kimia yang dikandung daging, khususnya protein akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan apabila proses ini berlanjut terus akan menghasilkan senyawa yang berbau busuk, seperti indol, skatol, merkaptan, amonia, trimetilamin dan H₂S. Diantara senyawa-senyawa tersebut, yang akan digunakan untuk uji sensitivitas sensor adalah gas amonia (NH₃) yang termasuk basa lemah. Pengujian sensitivitas ini menggunakan larutan amoniak (NH₄OH) yang akan menguap menjadi gas amonia (NH₃) (Silvia, dkk., 2022). Gas tersebut yang akan dideteksi oleh membran sensor kesegaran ditandai dengan perubahan warna sensor kesegaran. Perubahan sensor kesegaran dapat dilihat pada gambar, sensor kesegaran mengalami perubahan warna pada konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm setelah terpapar uap amonia (NH₃). Tiga sensor kesegaran memberikan reaksi perubahan warna yang jelas dan mudah dikenali secara visual yaitu pada konsentrasi 30,40, dan 50 ppm. Namun pada setiap konsentrasi memerlukan waktu yang berbeda untuk berubah warna dikarenakan pada setiap konsentrasi mempunyai nilai pH yang berbeda sehingga diperlukan waktu lebih lama untuk merespon perubahan pH

akibat uap amonia (NH_3) dari larutan amoniak (NH_4OH).



Gambar 3. Perubahan warna sensor untuk uji sensitifitas pada larutan amonia

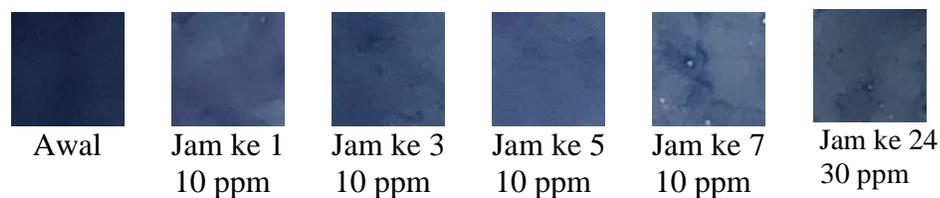
Kandungan air yang terlihat setelah beberapa masa penyimpanan akan berpengaruh pada nilai susut bobotnya. Pada penelitian ini susut bobot pada daging semakin tinggi seiring dengan lama penyimpanannya. Semakin lama penyimpanan pada suhu ruang akan semakin banyak basa yang dihasilkan akibat semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya pembusukan dan dapat diamati pada keadaan fisiknya. Perubahan fisik yang terjadi dapat dinilai berdasarkan uji organoleptik daging segar meliputi warna, tekstur dan bau pada daging. Untuk warna daging dari warna putih ketika masih segar berubah warna menjadi kuning kemerah-merahan, terasa lembek, lunak, mengeluarkan lendir, serta mengeluarkan bau amis dan tengik. Didapatkan nilai *TVB-N* sebesar 58,83 mgN/100g pada suhu *chiller* dan 33,62 mgN/100g pada suhu ruang, nilai ini menurut standar kadar *TVB-N* menurut SNI 2354.8:2009 yaitu daging yang tidak layak dikonsumsi memiliki kadar *TVB-N* > 30 mgN/100g hal ini menandakan bahwa daging ini sudah tidak segar atau mengalami proses pembusukan.



Gambar 4. Perubahan warna aplikasi sensor pada suhu *chiller* ($\pm 10^\circ\text{C}$)

Amonia yang dihasilkan akan berinteraksi dengan sensor kesegaran dan mengalami perubahan warna. Hasil pengujian warna pada sensor kesegaran untuk suhu *chiller* menunjukkan bahwa pada hari 1,3,5, dan 7 berwarna biru yang sesuai dengan perubahan warna ketika sensor kesegaran diuji kesensitifannya pada larutan amonia yaitu

pada konsentrasi 10 ppm pada hari 1,3, dan 5 serta 20 ppm pada hari ke 7. Pada hari ke 15 sensor kesegaran akan berwarna hijau yang sesuai dengan perubahan warna sensor kesegaran saat diuji kesensitifannya pada larutan amonia dengan rentang konsentrasi dari 50 ppm. Perubahan warna pada sensor kesegaran di suhu ruang pada jam ke 1,3,5,7, dan 24 berwarna biru yang sesuai dengan perubahan warna sensor kesegaran ketika diuji kesensitifannya pada larutan amonia yaitu pada konsentrasi 10 ppm pada jam ke 1,3,5 dan 7 serta 30 ppm pada jam ke 24. Semakin lama penyimpanan maka semakin kecil nilai *mean RGB* nya.



Gambar 5. Perubahan warna aplikasi sensor pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$)

Nilai *mean RGB* sensor kesegaran juga di lihat repeatibilitasnya yang bertujuan untuk mengetahui kedekatan hasil uji sensor kesegaran selama penyimpanan pada dua suhu. Hasil RSD yang didapatkan untuk suhu *chiller* sebesar 2,9 % dan 2,2 % untuk suhu ruang. Menurut Asmariyani dkk. (2017), nilai RSD yang baik adalah $< 5\%$, sehingga data ini menandakan bahwa kemampuan dari sensor kesegaran sudah bekerja dengan optimal dikarenakan nilai RSD lebih kecil dari 5 %. Sehingga sensor kesegaran yang dibuat dari membran *nata de coco* terimobilisasi ekstrak bunga telang dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran bahan pangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa :

- a. Warna ekstrak bunga telang yang didapatkan berwarna biru dan memiliki perubahan warna yang signifikan pada masing-masing pH. Warna merah muda pada pH 2, ungu pH 3, biru pada pH 4-7, dan hijau pada pH 8-10. Ekstrak bunga telang juga memiliki panjang gelombang maksimum yaitu 552-623 nm serta mengalami penurunan nilai

mean RGB pada pH 2-9.

- b. Membran *nata de coco* yang didapatkan memiliki ketebalan 0,036 mm, nilai uji *swelling* 285,19 %, persen biodegradabilitas 100 %, nilai kuat tarik 101,52 MPa, elongase 5,1134 %, hanya mempunyai nilai intensitas puncak yang berbeda untuk analisis FTIR, memiliki panjang gelombang maksimum 530-662 nm serta mengalami penurunan nilai *mean RGB* pada pH 2-8.
- c. Sensor kesegaran yang sudah dibuat dengan membran *nata de coco* terimobilisasi ekstrak bunga telang dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran bahan pangan yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna saat diaplikasikan pada bahan pangan dan mempunyai nilai % RSD 2,9 % untuk suhu *chiller* dan 2,2 % untuk suhu ruang serta memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,9436 untuk suhu *chiller* dan -0,77301 untuk suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmariyani, Amriai, dan Haslianti, 2017, Verifikasi Metode Uji Lemak Pakan Buatan, Jurnal Teknologi Hasil Pangan, 1(6) : 92-9.
- Bhadra, S., Narvaez, C., Thomson, D., dan Bridges, G., 2015, Non-destructive detection of fish spoilage using a wireless basic volatile sensor, Talanta, 134: 718–723.
- Castaneda-Ovando, A., Pacheo-Hernandez, M., Paez-Hernandez, M., Rodriguez, J., dan Galan-Vidal, A., 2009, Chemical Studies of Anthocyanin A Review, Food Chem, 113: 859-871.
- Chun, H., Kim, B., dan Shin, H., 2014, Evaluation of a freshness indicator for quality of fish products during storage, Food Science and Biotechnology, 23(5) :1719–1725.
- Du, L., Chai, C., Guo, M., dan Lu, X., 2015, A Model for Discrimination Freshness of Shrimp, Sensing and Bio-Sensing Research, 6: 28-32.
- Fu, X., Wu, Q., Wang, J., Chen, Y., Zhu, G., dan Zhu, Z., 2021, Spectral Characteristic, Storage Stability and Antioxidant Properties of Anthocyanin Extracts from Flowers of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea L.*), Molecules, 26 (7): 1-12.
- Fuertes, G., Soto, I., Carrasco, R., Vargas, M., Sabattin, J., dan Lagos, C., 2016, Intelligent packaging systems: sensors and nanosensors to monitor food quality and safety, Journal of Sensors, 3(1): 1-9.
- Imami, A. R., 2019, Pengembangan Sensor Edible Kesegaran Udang dalam Kemasan Berbasis Indikator Antosianin Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis L.*), Skripsi, Bagian Kimia dan Biosensor, Fakultas Farmasi, Universitas Jember, Jember.
- Kim, M., Mah, J., dan Hwang, H., 2009, Biogenic Amine Formation and Bacterial Contribution in Fish, Squid and Shellfish, Food chemistry 1, 87-95.
- Kuswandi, B., 2010, Sensor Kimia Teori, Praktek, Dan Aplikasi, Jember University Press, Jember.

- Lagana, F., Barbieri, G., dan Drioli, E., 2000, Direct Contact Membrane Distillation: Modelling and Concentration Experiments, *Journal of Membrane Science*, 166(1): 1–11.
- Lestari, P., 2016, Kertas Indikator Bunga Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) untuk Uji Larutan Asam Basa, *Jurnal Pendidikan Madarasah*, 1(1): 1-7.
- Marwati, S., 2010, Kajian Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu (*Brassica oleracea L*) Sebagai Indikator Alami Titrasi Asam Basa, *Seminar Nasional Kimia*, 1(1): 14-19.
- Nurfawaidi, A., Kuswandi, B., dan Wulandari, L., 2018, Pengembangan Label Pintar untuk Indikator Kesegaran Daging Sapi pada Kemasan, *Pustaka Kesehatan*, 6(2) : 199-204.
- Nofrida, R., Warsiki, E., dan Yuliasih, I., 2013, Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Perubahan Warna Label Cerdas Indikator Warna Dari daun Erpa (*Aerva sanguinolenta*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23(3) : 232-241.
- Othman, M., Yusup, A., Zakaria, N., dan Khalid, K., 2018, Bio-polymer Chitosan and Corn Starch with Extract of Hibiscus Rosa-sinensis (*hibiscus*) as pH Indicator for Visually-smart Food Packaging. *AIP Conference Proceedings*.
- Otoni, C., Avena-Bustillos, R., dan Azer, H., 2017, Recent Advances on Edible Films Based on Fruits and Vegetables—A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1151–1169.
- Pacquit, A., Crowley, K., dan Diamond, D., 2008, Smart Packaging Technologies for Fish and Seafood Products. *Smart Packag, Technol. Fast Mov. Consum. Goods*, 75–98.
- Piluharto, B., 2001, Studi Awal Penggunaan *Nata De Coco* Sebagai Membran Ultrafiltrasi, Tesis, ITB, Bandung.
- Saati, E., 2014, Anthocyanin Pigments Exploration of Local Biological Materials to Substitute Rodhamin b and Effectiveness test for Some Industry Product/Food. *Food*, 9(2) :1–12.
- Septiana, D. R., 2019, Pengembangan Sensor Kesegaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Berbasis Indikator Alami Ekstrak Daun Perahu Adam Hawa (*Rhoeo discolor*), Skripsi, Fakultas farmasi, Universitas Jember, Jember.
- Silvia, D., Ishaq, A. N., dan Prastiwinarti, W., 2021, Label Cerdas Berbasis Ekstrak Kubis Merah (*Brassica oleracea*) sebagai Indikator Kesegaran Filet Ikan Tuna (*Thunnus sp*) pada Suhu 4°C, *Jurnal Fishtech*, 10(2): 86-94.
- Siswati, T., Sa'diyah, A., K Permatasari, A., Rismaya, R., Sulistiana, D., Mardiyah, U., dan Rahmawati, 2022, *Kimia Analisis Bahan Pangan*, PT. Global eksekutif Teknologi, Padang, Sumatera Barat.