

KEMASAN PINTAR BERBASIS EKSTRAK UBI UNGU SEBAGAI INDIKATOR KESEGARAN *FILLET* IKAN PATIN PADA SUHU *CHILLER*

SMART PACKAGING BASED ON PURPLE SWEET POTATO EXTRACT AS INDICATOR OF FRESHITY OF CATFISH FILET AT CHILLER TEMPERATURE

Anisa Dewi Saraswati¹ dan Rina Ningtyas^{1*}

¹Program Studi Teknologi Industri Cetak Kemasan, Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

ABSTRAK

Ikan patin (*Pangasius* sp.) mengandung lemak dan protein tinggi sehingga rentan mengalami pembusukan. Untuk mengurangi risiko tersebut, dilakukan pendinginan pada penyimpanan serta pengemasan ikan patin dengan penambahan indikator kesegaran untuk mempermudah konsumen mengenali kualitas ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan warna indikator selama masa penyimpanan, serta mengetahui korelasi perubahan warna label indikator dengan mutu ikan patin. Label indikator dibuat menggunakan pewarna alami berupa antosianin dari ekstrak ubi ungu. Ubi ungu diekstraksi, kemudian dilakukan variasi pH pada lautan ekstrak (pH 2, 5, 8, dan 11) yang digunakan sebagai larutan indikator. Sensitivitas larutan terhadap gas amon diuji menggunakan NH_4OH yang diletakkan bersama larutan indikator di wadah tertutup selama 2 jam. Pengujian label indikator dilakukan dengan aplikasi pada ikan patin, selain itu dilakukan pengukuran nilai L^* , a^* , b^* , pH ikan, dan uji organoleptik yang dilakukan setiap 4 hari selama 12 hari dengan 2 ulangan. Hasil uji sensitivitas didapatkan bahwa larutan indikator sensitif dan menunjukkan perubahan warna terhadap uap NH_3 yang dihasilkan selama pengujian. Berdasarkan pengukuran nilai L^* , a^* , b^* , variasi pH 2 dan 5 menghasilkan perubahan warna yang signifikan dan sesuai dengan hasil pengamatan secara visual dimana warna label berubah dari merah muda dan ungu menjadi biru muda, sedangkan variasi pH 8 dan 11 tampak terjadi pemudaran warna. Hasil pengukuran pH awal $7,4 \pm 0,0$ dan pH akhir $7,7 \pm 0,28$. Hasil uji organoleptik menunjukkan ikan sudah tidak segar pada hari ke-4 berdasarkan penilaian kenampakan, bau, dan tekstur (SNI 2729:2013). Kesimpulan yang didapatkan adalah ekstrak antosianin ubi ungu dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran ikan patin.

Kata Kunci: Kemasan pintar, indikator kesegaran, ubi ungu, ikan patin

ABSTRACT

Dory fillets (Pangasius sp.) contains high fat and protein, that is prone to decay. To reduce this risk, cooling storage and packaging of dory fillets with freshness indicator to make it easier for consumers to recognize quality of the fish. This study aims to determine the color change of the indicator during the storage period, as well as to determine the correlation between the color change of the indicator label and the quality of dory fillets. Indicator labels are made using natural dyes from purple sweet potato extract. The purple sweet potato was extracted, then the pH varied (pH 2, 5, 8, and 11). The sensitivity of the solution to amine gas was tested using NH_4OH . Indicator label testing was carried out by application to dory fillets, besides that, the L^ , a^* , b^* value, fish pH, and organoleptic tests were carried out every 4 days for 12 days with 2 replications. The results of the sensitivity test showed that the indicator solution was sensitive and showed a color change to the NH_3 vapor. Based on the measurement of L^* , a^* , b^* values, variations in pH 2 and 5 produce significant color changes and accordance with the results of visual observations where the color of the label changes from pink and purple to light blue. Meanwhile, the variation in pH 8 and 11 shows a color fading. The results of measurement of the initial pH were 7.4 ± 0.0 and the final pH is 7.7 ± 0.28 . The organoleptic test results showed that the fish was not fresh on the 4th day based on the assessment of appearance, smell, and texture (SNI 2729: 2013). The conclusion was that purple sweet potato anthocyanin extract can be used to detect the freshness of dory fillets.*

Keywords: Smart packaging, freshness indicator, purple sweet potato, dory fillets

*Penulis Korespondensi:

rina.ningtyas@grafika.pnj.ac.id

PENDAHULUAN

Ikan patin adalah salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia, hal ini dikarenakan ikan patin memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap kondisi perairan yang ekstrim sehingga perkembangan budidaya tergolong cepat (Andriyani dan Sumantriyadi, 2017). Seperti komoditas makanan lainnya yang berasal dari hewan, ikan juga memiliki sifat yang mudah rusak (*perishable*) (Malelak *et al.*, 2015). Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan penyimpanan pada suhu dingin (*chiller*).

Waktu simpan ikan pada suhu dingin akan lebih lama dibandingkan suhu ruang karena pendinginan akan memperpanjang masa simpan ikan (Sitakar *et al.*, 2016). Selain suhu penyimpanan, pengemasan ikan dalam bentuk *fillet* dapat memperpanjang umur simpan, keuntungan *fillet* adalah penanganannya mudah dan dapat diolah menjadi berbagai produk (Afrianto *et al.*, 2014). Kelemahan dilakukannya pengemasan pada *fillet* ikan patin adalah sulitnya mengetahui penurunan kualitas ikan karena konsumen tidak dapat mengetahui tekstur dan aroma dari *fillet* ikan patin. Salah satu alternatif untuk hal tersebut adalah digunakannya kemasan pintar (*smart packaging*) untuk memudahkan konsumen dalam menentukan kualitas ikan *fillet* dalam kemasan. Baru-baru ini, beberapa penelitian telah menyatakan potensi indikator warna alami menggunakan sensor pH yang diterapkan pada kemasan cerdas (Pavai, 2015).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) berpotensi sebagai salah satu sumber antosianin yang dapat berfungsi sebagai pewarna alami, antioksidan, *antimutagenic*, dan *anticarcinogen* (Armanzah *et al.*, 2016). Ubi ungu adalah bahan alam yang banyak mengandung senyawa antosianin dan memiliki warna yang sangat sensitif terhadap perubahan pH (Choi *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian sebelumnya, ubi ungu telah digunakan untuk membuat indikator kolorimetrik kesegaran susu. Menurut hasil penelitian tersebut, label indikator yang dibuat dari kertas selulosa dan ekstrak ubi ungu dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran susu dengan cara mengamati perubahan warna label (Imawan *et al.*, 2018).

Ikan mengeluarkan limbah dari sisa pakan dan metabolisme yang banyak mengandung amonia (Norjanna *et al.*, 2015).

Senyawa volatil *amin* yang akan menguap seiring dengan penurunan kualitas ikan ini bersifat basa dan dapat terakumulasi di dalam udara kemasan ikan. Menurut Mahmudatussa'adah *et al.* (2014), antosianin berubah warna pada rentang pH 1–14, pada pH 4–6 (asam lemah) ekstrak antosianin berwarna ungu muda dan pada pH 7 berwarna kebiruan. Antosianin dapat digunakan sebagai indikator perubahan pH pada produk pangan karena adanya beberapa senyawa penyusun seperti kation flavilium yang mempunyai respon yang baik terhadap perubahan pH.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Pembuatan ekstrak ubi ungu

Ubi ungu dicuci kemudian dipotong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 120 g. Potongan ubi dilarutkan dengan 150 mL pelarut alkohol 70%. Setelah itu, larutan HCl (asal klorida) ditambahkan hingga didapatkan campuran dengan pH 2. Larutan didiamkan selama 24 jam dengan suhu 5°C (Imawan *et al.*, 2018). Setelah didiamkan 24 jam, larutan dipanaskan dengan suhu 50°C selama 2 jam kemudian larutan ekstrak disaring menggunakan kertas saring. Supernatan yang dihasilkan dari hasil penyaringan adalah sebanyak 150 mL. Supernatan kemudian disimpan dalam botol gelap dan digunakan sebagai larutan indikator untuk kemasan pintar. Dilakukan variasi pH pada larutan indikator (pH 2, 5, 8, dan 11) dengan menambahkan larutan NaOH 1% dan NaOH 30% untuk menaikkan pH larutan.

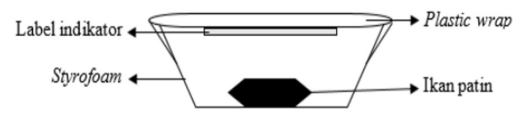
Uji sensitivitas larutan indikator

Uji sensitivitas menggunakan masing-masing 5 mL larutan indikator dengan variasi pH 2, 5, 8, dan 11 yang diletakkan bersama dengan 5 mL NH₄OH di wadah kedap (desikator). Pengamatan dilakukan setiap 15 menit selama 2 jam. NH₄OH akan menghasilkan uap berupa NH₃ yang terakumulasi di dalam wadah dan bereaksi dengan larutan indikator. Jika cukup sensitif, larutan indikator akan berubah warna (Riyanto *et al.*, 2014).

Aplikasi label indikator pada ikan patin

Kertas whatman digunakan sebagai bahan label indikator. 10 mL larutan indikator yang dituang pada cawan petri, kemudian kertas whatman direndam pada larutan indikator selama 20 menit.

Setelah itu, dikeringkan dengan suhu ruang dan label indikator indikator dipotong dengan ukuran 3x3 cm untuk diaplikasikan pada kemasan ikan patin. Ikan patin dicuci menggunakan akuades dan ditimbang sebanyak 50 g kemudian diletakkan pada *styrofoam*. Label indikator dengan variasi pH 2, 5, 8, dan 11 ditempelkan pada *plastic wrap* kemudian diaplikasikan pada kemasan (Riyanto *et al.*, 2014).



Gambar 1. Ilustrasi aplikasi label pada kemasan ikan patin

Pengujian dan pengukuran

Pengujian yang dilakukan berupa uji pH ikan, pengukuran nilai L^* , a^* , b^* , dan uji organoleptik. Pengujian dilakukan setiap 4 hari selama 12 hari dan dilakukan dengan 2 kali ulangan. Penyimpanan ikan dilakukan pada suhu *chiller*.

Pengujian pH menggunakan ikan patin yang telah dihaluskan sebanyak 10 g yang dilarutkan dengan 20 mL akuades. Larutan kemudian didiamkan selama 10 menit untuk kemudian diuji menggunakan pH meter. Uji organoleptik dilakukan dengan menilai ikan patin berdasarkan kenampakan, bau, dan tekstur (SNI 2729:2013) yang dilakukan terhadap 15 panelis tidak terlatih yang telah mengetahui dan memahami tentang uji organoleptik. Metode yang dipakai adalah uji sensori dengan angka 1 sebagai nilai terendah dan angka 9 sebagai nilai tertinggi. Analisis dan perhitungan data organoleptik dilakukan menurut SNI 2346:2015.

Pengukuran warna dilakukan menggunakan *TECHKON SpectroDens*. Sistem warna yang digunakan adalah sistem L^* , a^* , b^* dengan nilai L (*lightness*/kecerahan) dari hitam (0) hingga putih (100), nilai a^* dimana ($-a^*$) adalah hijau dan ($+a^*$) adalah merah, serta nilai b^* yaitu warna biru ($-b^*$) dan kuning ($+b^*$), kemudian dihitung nilai *chroma* dan *hue*. Nilai *chroma* didapatkan dari perhitungan akar a^2 ditambah b^2 . sedangkan nilai *hue* adalah merupakan hasil perhitungan *invers tangen* perbandingan nilai b dengan nilai a .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji sensitivitas larutan indikator hasil uji sensitivitas disajikan dalam Tabel 1.

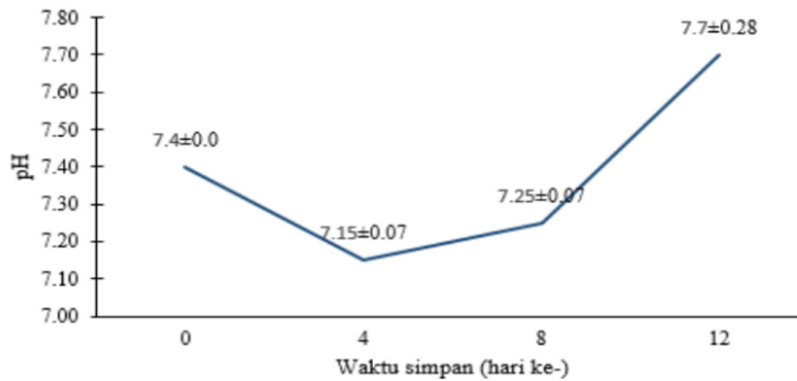
Tabel 1. Hasil uji sensitivitas

pH	Warna awal (jam ke-0)	Warna akhir (jam ke-2)
2	 Merah muda	 Hijau kehitaman
5	 Ungu	 Hijau kehitaman
8	 Biru	 Hijau kehitaman
11	 Hijau	 Hijau kehitaman

Berdasarkan Tabel 1, larutan indikator dengan variasi pH asam lebih sensitif terhadap uap NH_3 yang dihasilkan dari larutan NH_4OH . Larutan indikator dengan pH 2 berubah dari merah menjadi hijau lalu menggelap menjadi hijau kehitaman seiring waktu pengujian, hal yang sama terjadi pada larutan pH 5 dengan warna awal ungu dan pH 8 dengan warna awal biru, sedangkan larutan dengan pH 11 dengan warna awal hijau tidak berubah warna tetapi semakin gelap dari warna awal. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa antosianin dapat digunakan sebagai indikator asam basa selain pewarna alami (Imawan *et al.*, 2018).

Pengukuran pH Ikan

Perubahan pH ikan patin yang diamati selama 12 hari pada suhu *chiller* disajikan dalam Gambar 2. Nilai pH dari hari ke-0 sampai hari ke-4 mengalami penurunan dengan nilai awal $7,4 \pm 0,0$ menjadi $7,15 \pm 0,07$. Ketika memasuki fase pre-rigor, ikan akan mengalami penurunan pH lebih lama pada waktu penyimpanan dikarenakan terjadinya proses glikolisis anaerob yang menyebabkan pembentukan asam laktat masih terus terjadi sehingga pH masih rendah (Fauzi *et al.*, 2016).



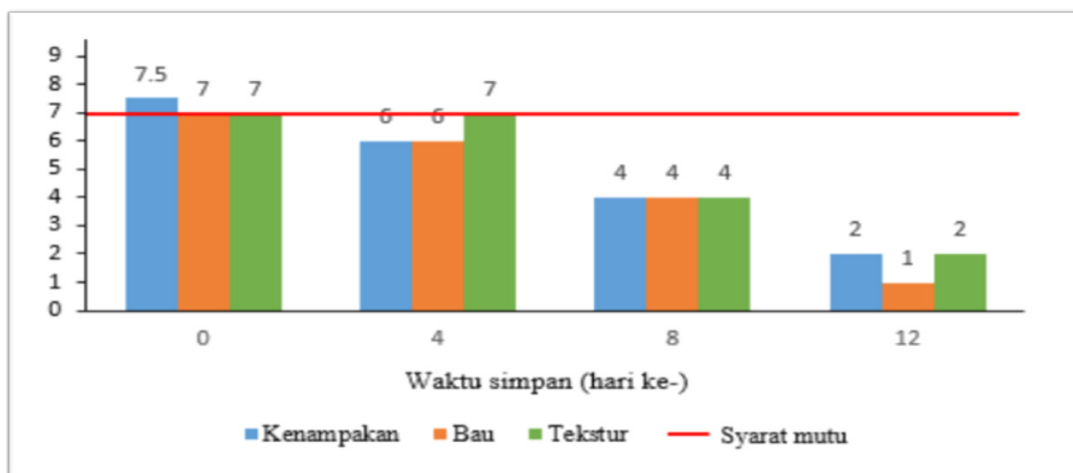
Gambar 2. Grafik perubahan pH

Ikan mulai mengalami proses pembusukan mulai dari hari ke-4 hingga hari ke-12, pH ikan terus meningkat dengan nilai $7,25\pm 0,07$ pada hari ke-8 hingga mencapai pH $7,7\pm 0,28$ pada hari ke-12. Kenaikan nilai pH selama penyimpanan berkaitan dengan adanya akumulasi komponen basa yaitu amonia yang dihasilkan dari aktivitas mikrobia selama proses kebusukan jaringan otot ikan (Sardar *et al.*, 2015).

Saat ikan mengalami kebusukan, perubahan pH daging sangat berpengaruh terhadap proses autolisis dan aktivitas bakteri. Semakin rendah suhu yang digunakan, aktivitas enzim semakin terhambat (Wally *et al.*, 2015). Uji organoleptik hasil pengujian organoleptik ikan patin disajikan dalam Gambar 3. Syarat mutu SNI 2729:2013 menetapkan nilai pengujian organoleptik adalah minimal 7 untuk ikan segar.

Nilai kenampakan hasil uji organoleptik 7,5 pada awal pengujian (jam ke-0) sedangkan pada hari ke-4 sudah berada dibawah syarat mutu SNI dengan nilai 6. Nilai organoleptik parameter bau sudah berada di batas syarat pada awal pengujian dan pada hari ke-4 menjadi tidak memenuhi syarat karena nilai bau sudah dibawah syarat mutu. Nilai parameter bau terus berkurang selama masa penyimpanan suhu *chiller* dengan nilai akhir 1 pada hari ke-12. Bau ikan timbul akibat adanya amoniak (NH_3) pada degradasi protein dan gas H_2S pada protein yang mengandung unsur sulfur oleh bakteri pembentuk gas H_2S (Patty *et al.*, 2015).

Nilai tekstur tetap pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-4 dengan nilai 7 atau sesuai batas syarat minimal SNI. Nilai tekstur mulai tidak memenuhi syarat pada hari ke-8 dengan nilai organoleptik 4.



Gambar 3. Grafik nilai organoleptik ikan patin

Perubahan warna label indikator

Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan warna, nilai L akan semakin menurun ketika warna sampel semakin pekat, dan nilai L akan semakin meningkat ketika warna sampel semakin memudar mendekati putih. Nilai *chroma* meningkat maka warna akan terang, sedangkan jika nilai *chroma* turun menunjukkan warna pudar (Swandari *et al.*, 2017). $^{\circ}\text{Hue}$ menunjukkan hasil pengukuran sudut warna yang membedakan apakah objek tersebut merah, kuning, biru, hijau, atau ungu yang disusun dalam lingkaran dengan nol sudut (0° , 360°) berwarna merah (Agustini, 2017).

Tabel 2. Nilai $^{\circ}\text{hue}$ dan daerah kisaran warna kromatis

Nilai $^{\circ}\text{Hue}$	Daerah Kisaran Warna
342 – 18 $^{\circ}$	Ungu - Merah
18 – 54 $^{\circ}$	Merah
54 – 90 $^{\circ}$	Merah-Kuning
90 – 126 $^{\circ}$	Kuning
126 – 162 $^{\circ}$	Kuning - Hijau
162 – 198 $^{\circ}$	Hijau
198 – 234 $^{\circ}$	Biru-Hijau
234 – 270 $^{\circ}$	Biru
270 – 306 $^{\circ}$	Biru - Ungu
306 – 342 $^{\circ}$	Ungu

(Hutchings, 1999)

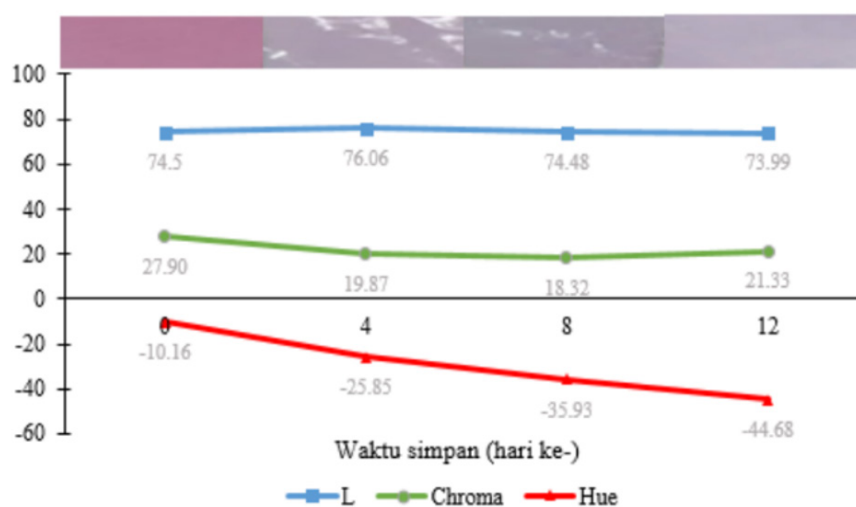
Label Indikator pH 2

Hasil pengukuran warna label indikator pH 2 selama penyimpanan pada suhu *chiller* ditunjukkan pada Gambar 4. Label indikator pH 2 menunjukkan perubahan warna terhadap penurunan kualitas ikan patin baik menurut pengukuran menggunakan *SpectroDens* maupun pengamatan secara visual. Nilai L^* cenderung tetap dari hari ke-0 pengamatan sampai hari ke-12. Hal ini menunjukkan kecerahan label cenderung tetap. Nilai *chroma* mengalami sedikit penurunan dari 27,90 pada hari ke-0 menjadi 21,33 pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan label mengalami sedikit pemudaran warna. Nilai $^{\circ}\text{hue}$ mengalami penurunan dengan nilai awal -10,16 dengan kisaran warna ungu-merah menjadi -44,68 pada akhir pengamatan dengan kisaran warna ungu.

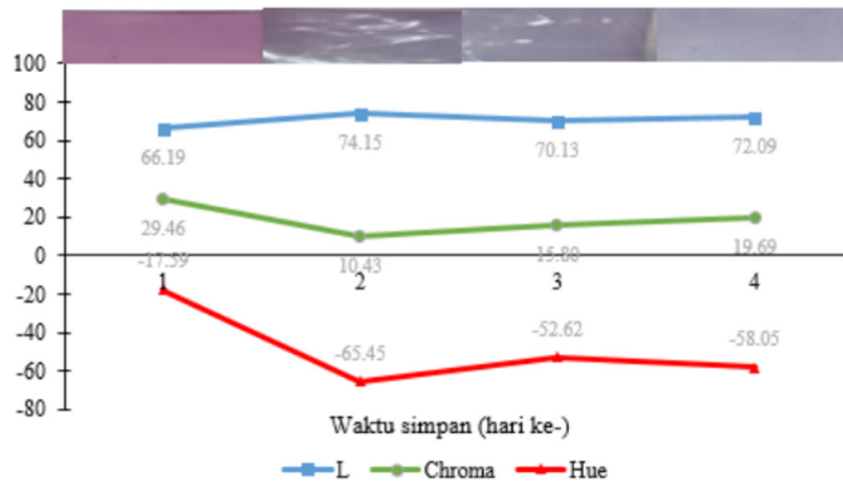
Hasil pengukuran warna sesuai dengan pengamatan secara visual. Berdasarkan hasil pengukuran kecerahan warna, tetap terjadi sedikit pemudaran warna dan warna berubah dari merah keunguan menjadi ungu, sedangkan menurut pengamatan visual, warna awal label adalah merah muda dan berubah menjadi ungu kebiruan diakhir pengamatan.

Label Indikator pH 5

Hasil pengukuran warna label indikator pH 5 selama penyimpanan pada suhu *chiller* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Hasil pengukuran warna label indikator pH 2



Gambar 5. Hasil pengukuran warna label indikator pH 5

Berdasarkan Gambar 5, nilai L* cenderung mengalami peningkatan terutama dari hari ke-0 dengan nilai L* 66,19 menjadi 74,15 pada hari ke-4. Nilai L* yang meningkat mengindikasikan adanya peningkatan kecerahan warna (menuju putih). Nilai *chroma* mengalami penurunan menandakan warna label yang memudar selama penyimpanan suhu *chiller*. Nilai *hue* menurun seiring waktu penyimpanan dengan nilai awal -17,59 pada hari ke-0 menjadi -58,05 pada hari ke-12), hasil pengukuran *hue* menunjukkan warna berubah dari kisaran warna ungu-merah menjadi biru-ungu (Tabel 2).

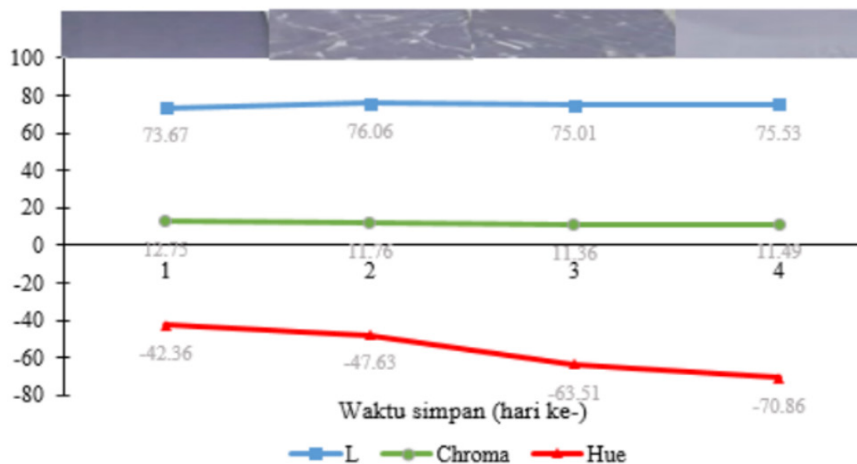
Secara keseluruhan, hasil pengukuran warna menunjukkan label pH 5 berubah dari warna merah keunguan menjadi ungu kebiruan, warna lebih cerah, dan memudar. Hasil pengukuran ini sesuai dengan pengamatan visual dimana warna label berubah warna dari ungu menjadi biru muda.

Label indikator pH 8

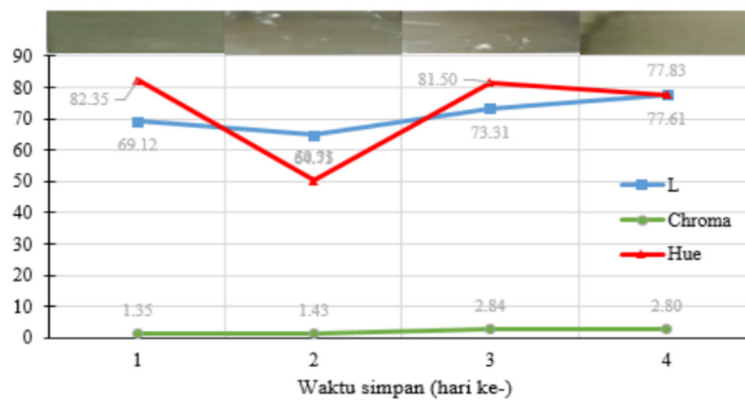
Hasil pengukuran warna label indikator pH 8 selama penyimpanan pada suhu *chiller* ditunjukkan pada Gambar 6. Nilai L pada label indikator pH 8 hanya mengalami sedikit peningkatan, hal ini menunjukkan warna label menjadi lebih cerah. Nilai *chroma* cenderung tetap berdasarkan pengukuran selama masa simpan (12 hari). Label indikator menunjukkan tidak menjadi lebih pudar maupun menjadi lebih pekat, sedangkan nilai *hue* mengalami penurunan dengan nilai awal -42,36 pada hari ke-0 dengan kisaran warna ungu menjadi -70,86 dengan kisaran warna biru-ungu.

Label indikator pH 11

Hasil pengukuran warna label indikator pH 11 selama penyimpanan pada suhu *chiller* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Hasil pengukuran warna label indikator pH 8



Gambar 7. Hasil pengukuran warna label indikator pH 11

Hasil pengukuran perubahan warna pada label pH 11, nilai L cenderung naik menandakan label menjadi lebih cerah mendekati putih. Nilai *chroma* sedikit mengalami peningkatan selama masa simpan mengindikasikan label mengalami pemudaran warna, sedangkan nilai *hue* fluktuatif naik turun disebabkan label indikator pH 11 terkena uap air hasil penyimpanan pada *chiller*, hal ini mengakibatkan pengukuran warna menjadi tidak konsisten karena warna label tidak rata. Berdasarkan pengamatan secara visual, label indikator pH 11 memiliki warna awal hijau, dan berubah menjadi sedikit pudar pada akhir pengamatan (hari ke-12).

Hubungan perubahan warna label indikator dengan penurunan kualitas ikan patin

Hubungan perubahan warna label indikator dengan penurunan kualitas ikan patin disajikan dalam Tabel 3. Ikan patin menunjukkan sudah tidak memenuhi persyaratan mutu menurut SNI 2729:2013 pada hari ke-4 dengan nilai parameter pengujian sudah dibawah 7. Berdasarkan pengamatan secara visual, warna indikator pH 2 berubah dari merah muda menjadi biru muda sedangkan warna indikator pH 5 berubah dari ungu (hari ke-0) menjadi biru muda pada hari ke-4. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran warna bahwa label dengan pH asam lebih sensitif terhadap penurunan mutu ikan patin.

Tabel 3. Perubahan Warna Label

pH	Warna indikator (hari ke-)			
	0	4	8	12
2				
5				
8				
11				

Kesimpulan

Ikan patin mulai mengalami proses pembusukan sejak hari ke-4 penyimpanan suhu *chiller* ditandai dengan adanya kenaikan pH. Ikan patin tidak memenuhi syarat mutu SNI pada hari ke-4 penyimpanan suhu *chiller* menurut pengujian organoleptik. Berdasarkan hasil aplikasi label indikator pada ikan patin pada hari ke-4, terdapat perubahan warna secara visual maupun hasil pengukuran pada label pH 2 dan 5. Ekstrak antosianin ubi ungu dapat digunakan sebagai label indikator kemasan pintar untuk mendeteksi penurunan mutu ikan patin. Adapun pH label indikator yang dapat merespon positif yaitu pH asam (2 dan 5) sedangkan label pH 9 dan 11 kurang sensitif terhadap penurunan mutu ikan.

Daftar Pusaka

- Afrianto, E, E. Liviawaty, O. Suhara dan H. Hamdani. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Blansing terhadap Penurunan Kesegaran *Fillet* Tagih Selama Penyimpanan pada Suhu Rendah. *Jurnal Akuatika*. 5(1): 45-54.
- Agustini, S. 2017. Color Development in Complex Model System on Various TIME and Temperature. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 28(1): 1-9.
- Andriyani, W., Sumantriyadi. 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) terhadap Salinitas yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 12(1): 48-55.
- Armanzah, R. S., Hendrawati, T, Y. 2016. Pengaruh Waktu Maserasi Zat Antosianin sebagai Pewarna Alami dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi UMJ 8 November 2016*, Jakarta.
- Choi, I., Lee, J, Y., Lacroix, M., Han, J. 2017. Intelligent pH Indicator Film Compose of Agar/Potato Starch and Anthocyanin Extracts from Purple Sweet Potato. *Journal Food Chemistry*. 218: 122-128.
- Fauzi, A., Surti, T., & Rianingsih, L. 2016. Efektivitas daun teh (*Camellia sinensis*) sebagai antioksidan pada *fillet* ikan bandeng (*Chanos chanos Forsk*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 5(4): 1-10.
- Hutchings JB. 1999. Food Colour and Appearance. Second Edition. Bedford (UK): Springer Science+Business Media BV.
- Imawan, C., Fitriana, R., Listyarini, A., Sholihah, W., Pudjiastuti, W. 2018. Kertas Label Kolorimetrik dengan Ekstrak Ubi Ungu sebagai Indikator pada Kemasan Pintar untuk Mendeteksi Kesegaran Susu. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 40(1), 25-32.
- Mahmudatussa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. 2014. Karakteristik Warna dan Aktivitas Antioksidan Antosianin Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(2): 176-176.
- Malelak, M. C. C., Wuri, D. A., Tangkonda. 2015. Tingkat Cemaran *Staphylococcus aureus* pada Ikan Asin di Pasar Tradisional Kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*. 3(2): 147-164.
- Norjanna, F., Efendi, E., Hasani, Q. 2015. Reduksi Amonia pada Sistem Resirkulasi dengan Penggunaan Filter yang Berbeda. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 4(1): 427-432.
- Patty, C. N., Dotulong, V., & Suwetja, I. K. 2015. Mutu Ikan Roa (*Hemirhamphus* sp.) Asap yang Ada di Pasar Tradisional di Kota Manado yang disimpan pada Suhu Ruang. *Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(2).
- Pavai, M., Mihaly, J., Paszternak, A. 2015. pH and CO₂ Sensing by Curcumin-Coloured Cellophane Test Strip. *Food Analytical Methods*. 8(9): 2243-2249.
- Riyanto, R., Hermana I, Wibowo S. 2014. Karakteristik Plastik Indikator sebagai Tanda Peringatan Dini Tingkat Kesegaran Ikan dalam Kemasan Plastik. *JPB Perikanan*. 9(2): 153-163.
- Sardar R, Khan SH, Tanveer Z. 2015. Sensory and histamine assessment of the freshness of Sardine (*Sardine sindensis*) during different storage conditions. *Journal of Life Science*. 3(1):9-15.
- Sitakar, N. M., Nurliana, Jamin, F., Abrar, M., Manaf, Z. H., Sugito. 2016. Pengaruh Suhu Pemeliharaan dan Masa Simpan Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Penyimpanan Suhu 20°C terhadap Jumlah Total Bakteri. *Jurnal Medika Veterinaria*. 162-165.

- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 2729:2013 tentang ikan segar. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 2346:2015 tentang pedoman pengujian sensori pada produk perikanan. Jakarta
- Swandari, T., Basunanda, P., Purwantoro, A. 2017. Penggunaan Alat Sensor Warna untuk Menduga Derajat Dominansi Gen Penyandi Karakter Warna Buah Cabai Hasil Persilangan. *Jurnal Agroteknologi*. 1(1): 41-49.
- Wally, E., Mentang, F., Montolalu, R. I. 2015. Kajian mutu kimiawi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) asap (FUFU) selama penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin. *Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(1): 7-12.