

**APLIKASI METHYL RED SEBAGAI LABEL INDIKATOR KESEGERAN
IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) PADA SUHU PENYIMPANAN DINGIN YANG BERBEDA**

*Methyl Red Application as a Freshness Indicator Label of Milkfish (*Chanos chanos*)
at Different Cold Storage Temperatures*

Ihsan Fadhli*, Eko Nurcahya Dewi, Achmad Suhaeli Fahmi

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah - 50275, Telp/fax: (024) 7474698
Email: ihsanfadh98@gmail.com

ABSTRAK

Kesegaran ikan merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan keseluruhan mutu dari suatu produk perikanan. Mutu kesegaran dapat mencakup kenampakan, rasa, bau, dan juga tekstur yang secara sadar ataupun tidak sadar akan dinilai oleh pembeli atau pengguna dari produk tersebut. Penentuan kesegaran produk perikanan meliputi uji TVBN, TPC, pH dan sensori. Salah satu metode yang dikembangkan dalam penentuan kesegaran produk perikanan yaitu label indikator kesegaran pada kemasan. Label tersebut akan memudahkan konsumen dalam menentukan kualitas ikan yang dikemas. Penelitian ini menggunakan indikator pH *methyl red* sebagai indikator kolorimetri. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju kemunduran mutu ikan bandeng segar dengan perlakuan suhu 5°C dan 10 °C yang diuji secara *destructive* dan *non-destructive* melalui perubahan warna label indikator kesegaran *methyl red* yang diukur menggunakan *image digital* selama penyimpanan dingin. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, terjadi perubahan nilai pada uji kesegaran ikan dan uji perubahan warna label indikator kesegaran. Nilai TVBN dan TPC akan semakin bertambah selama penyimpanan. Nilai pH, organoleptik, kadar air dan WHC semakin turun selama penyimpanan. Warna label indikator kesegaran *methyl red* berubah dari merah menjadi kuning selama penyimpanan. Label indikator kesegaran *methyl red* menunjukkan respon yang baik selama penyimpanan. Nilai L^* , b^* , *Red* dan *Green* meningkat selama penyimpanan, sedangkan nilai a^* dan *Blue* menurun selama penyimpanan.

Kata kunci: Ikan bandeng, label indikator kesegaran, *methyl red*

ABSTRACT

Freshness of fish is very important in determining overall quality of a fisheries product. The quality of freshness can include appearance, taste, smell, and texture, whether consciously or not aware of being judged by buyers or users of the product. TVBN, TPC, pH, and sensory tests are used to determine the freshness of fisheries products. One of the methods developed in determining the freshness of fishery products is the freshness indicator label on the packaging. The label will help buyers identify the quality of the packed fish. The pH indicator methyl red is used as a colorimetric indicator in this study. The purpose of this study is to determine the rate of deterioration of fresh milkfish quality with temperature treatments of 5 °C and 10°C, which were tested destructively and non-destructively by looking the color change of the methyl red freshness indicator label, which was measured using a digital image during cold storage. Based on the results of the tests, the value of the fish freshness test and the color change test of the freshness indicator label have changed. During storage, the values of TVBN and TPC were increased while the pH value, organoleptic, moisture content, and WHC were all decreased but the color of the methyl red freshness indicator label changes from red to yellow. During storage, the methyl red freshness indicator label performed well and the values of L^ , b^* , *Red*, and *Green* increased, whereas the values of a^* and *Blue* decreased.*

Keywords: Freshness indicator labels, *methyl red* and milkfish

PENDAHULUAN

Ikan bandeng merupakan ikan yang hidup di perairan payau dan memiliki keunggulan diantaranya rasa daging yang gurih dan tidak mudah hancur saat dimasak. Pada tahun 2020, total produksi ikan bandeng di Indonesia mencapai 330.264 ton. Produksi ikan bandeng menempati posisi ketiga terbanyak setelah produksi ikan nila

sebesar 364.747 ton dan ikan lele sebesar 347.511 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2020).

Penggunaan suhu rendah merupakan salah satu cara mempertahankan kesegaran ikan. Berdasarkan Siburian *et al.*, (2012), kesegaran ikan tidak dapat ditingkatkan tetapi hanya dapat dipertahankan. Proses pengawetan ikan dengan cara pendinginan dapat bertahan selama 12-18 hari.

Proses pembusukan ikan oleh bakteri dan fungi dapat dihambat dengan penyimpanan ikan pada suhu 0 °C atau lebih rendah lagi.

Tingkat kesegaran dan keamanan produk pangan dapat dideteksi melalui label indikator kesegaran dalam kemasan. Metode ini memberi informasi kepada konsumen terkait kondisi bahan pangan yang berada di dalamnya. Berdasarkan Apriliyanti *et al.*, (2020), label indikator kesegaran adalah suatu sistem pengemasan yang mampu menjalankan fungsi seperti mendeteksi, merekam, menelusuri, dan berkomunikasi untuk menyediakan informasi dan memperingatkan kemungkinan terjadinya masalah dalam produk.

Label indikator kesegaran yang digunakan adalah kertas saring *Whatman* no. 41. Pemilihan *Whatman* no.41 dikarenakan memiliki ukuran pori yang lebih kecil sehingga pembacaan warna pada sampel uji lebih jelas. Berdasarkan Alamsyah *et al.*, (2005), perubahan warna pada alat *lovibond* menghasilkan warna terbaik dengan menggunakan kertas *Whatman* no. 41 dengan diameter 90 cm dan ukuran pori 20 µm pada pengujian kualitas minyak jarak murni.

Penelitian ini menggunakan indikator *methyl red* untuk menentukan tingkat kesegaran ikan bandeng. Rentang pH *methyl red* berkisar antara pH 4,4 hingga 6,2. Indikator tersebut ditempatkan pada kertas saring *Whatman*. Perubahan warna label pintar tersebut disebabkan oleh proses dekomposisi protein pada daging yang busuk (Nitiyacasari *et al.*, 2021). Pembusukan daging tersebut menghasilkan pembentukan senyawa basa mudah menguap yang akan bereaksi dengan label pintar dan menyebabkan terjadinya perubahan warna pada indikator tersebut. Beberapa penelitian untuk mendeteksi kesegaran ikan dilakukan dengan memanfaatkan indikator kolorimetri yang dapat menunjukkan perubahan pH. Indikator kolorimetri yang paling banyak dikembangkan, salah satunya adalah indikator pH yang dapat memberikan respons visual yang cepat dan sederhana. Berdasarkan Chun *et al.*, (2014), ketika ikan rusak, kenaikan pH yang disebabkan oleh produksi TVB-N tercermin dalam indikator pH yang mendeteksi komposisi kimia dalam kemasan.

Penyimpanan suhu *chilling* merupakan penyimpanan ikan yang mudah dan banyak dilakukan dalam mempertahankan kesegaran ikan. Penelitian ini menggunakan dua jenis suhu penyimpanan yang berbeda yaitu 5 °C dan 10 °C. Hal ini dimaksudkan bertujuan untuk menyesuaikan suhu kulkas rumah tangga. Penyimpanan dilakukan selama tujuh hari dengan pemantauan setiap 24 jam sekali. Berdasarkan Sitakar *et al.*, (2016), ikan dapat disimpan hingga sekitar 2-3 hari pada suhu 10 °C, pada suhu 5 °C tahan selama 5-6 hari. Sedangkan pada suhu 0 °C dapat mencapai 9-14 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola penurunan kesegaran ikan bandeng selama

penyimpanan dingin melalui perubahan warna label indikator kesegaran *methyl red* dan melalui uji kesegaran ikan seperti TVBN, pH, TPC, organoleptik, kadar air dan WHC.

METODE PENELITIAN

Bahan utama pada penelitian ini adalah ikan bandeng segar yang diperoleh dari Bandeng Presto Bu Siti. Ikan bandeng yang digunakan memiliki berat ±250 g / ekor dengan panjang total ±32 cm. Selain itu, digunakan juga bahan yang digunakan untuk membuat label indikator kesegaran adalah indikator pH *methyl red* dan etanol 96% dan kertas saring yang diperoleh Laboratorium Analisa Mutu Hasil Perikanan Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro.

Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan label indikator mengacu pada penelitian Nurfawaidi *et al.*, (2018), yaitu label indikator kesegaran dibuat dengan melarutkan 10 mg *methyl red* dalam 10 ml etanol 96%. Kertas *Whatman* kemudian direndam dalam campuran *methyl red* dan etanol selama 12 jam kemudian dikeringkan pada suhu ruangan. Label indikator kesegaran kemudian dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan.

Sampel ikan bandeng segar berukuran ±250 g) ditempatkan ke dalam kemasan *box* plastik berukuran 1000 mL. Label indikator kesegaran dipotong dengan ukuran sebesar (2 cm × 6 cm) diletakkan pada tutup kemasan dari dalam dan bagian pinggir indikator direkatkan menggunakan isolasi. Label indikator tidak kontak langsung dengan sampel. Percobaan dilakukan selama 144 jam pada suhu 5 °C dan 10 °C dan disimpan di dalam lemari pendingin. Pengujian dilakukan setiap 24 jam sekali.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah *Split Plot in Time* dengan 2 faktor, yakni perlakuan suhu berupa suhu 5 °C, dan 10 °C sebagai *main plot*, serta lama penyimpanan sebagai *sub plot*. Setiap kombinasi percobaan diujicobakan dengan 3 kali pengulangan.

Uji TVBN (SNI, 2009)

Pengujian total volatil base nitrogen (TVBN) dilakukan berdasarkan SNI No. 2354.8:2009. Sampel ditimbang sebanyak 10 g. Kemudian ditambahkan 90 ml asam perklorat 6%. Sampel dihomogenkan selama 2 menit. Sampel disaring menggunakan kertas saring kasar dan didapatkan ekstrak (filtrat). Setelah itu ekstrak sebanyak 50 ml dimasukkan ke tabung destilasi. Kemudian ditambahkan beberapa tetes indikator *phenophtalein* dan beberapa tetes silikon anti-foaming. Pasangkan tabung destilasi pada peralatan destilasi uap, lalu ditambahkan 10 ml NaOH 20%. Isi penampung erlenmeyer yang berisi 100 ml H₃BO₄ 3% dan 3-5 tetes indikator tashiro.

Kemudian dilakukan destilasi uap kurang lebih 10 menit sampai diperoleh distilat 100 ml sehingga pada volume akhir terdapat kurang lebih 200 ml larutan berwarna hijau. Dilakukan destilasi larutan blanko dengan mengganti ekstrak sampel dengan 50 ml PCA 6% yang sudah diencerkan, pengerjaan selanjutnya sama dengan contoh. Dilakukan titrasi terhadap destilat sampel dan blanko dengan menggunakan larutan HCl 0,02 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan terbentuknya warna ungu. Perhitungan kadar TVB dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{TVBN(mgN/100g)} = \frac{((V_s - V_b) \times N \times 14,007 \times 2 \times 100)}{W}$$

Keterangan :

- V_s = Volume larutan HCl pada titrasi sampel
- V_b = volume larutan HCl pada titrasi blanko
- N = Normalitas larutan HCl
- W = berat sampel (g)
- 14,007 = berat atom nitrogen
- 2 = faktor pengenceran

Uji pH (SNI, 2019)

Pengujian pH dilakukan berdasarkan SNI No. 6989-11: 2019. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan mediatec pH meter digital dengan cara dikalibrasi terlebih dahulu. Sampel sebanyak 10 g daging ikan dihancurkan dan dihomogenkan dengan 90 ml air destilat. Selanjutnya daging homogen tersebut diukur dengan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan buffer standar pH 4 dan 7.

Uji TPC (SNI, 2006)

Pengujian TPC yang dilakukan berdasarkan SNI No. 01-2332.3-2006 yaitu pengujian dengan metode tuang. Pengujian *total plate count* dilakukan dengan melarutkan bubuk PCA sebanyak 22,5 g ke dalam 1000 ml aquades lalu disterilisasi dengan *autoclave* (Autoclave YX-280B 24 liter – Autoclave GEA) pada suhu 121 °C selama 15 menit. Sampel ditimbang sebanyak 10 g kemudian ditambahkan dengan 90 ml larutan KH_2PO_4 dan diletakkan ke dalam stomacher (Stomacher Model 400 Circulator Seward) hingga homogen. Larutan yang didapatkan adalah pengenceran 10^{-1} . Pengenceran 10^{-2} didapat dengan cara mengambil 1 ml larutan 10^{-1} menggunakan pipet lalu buat pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} dan seterusnya dengan cara yang sama sesuai kebutuhan. Larutan 12 ml sampai dengan 15 ml PCA ditambahkan pada masing – masing cawan kemudian masukkan sebanyak 0,1 ml dari setiap pengenceran ke dalam cawan petri. Inkubasikan pada suhu 37 °C selama 24 jam sampai dengan 48 jam dengan meletakkan cawan pada posisi terbalik.

Uji Organoleptik (SNI, 2013)

Pengujian organoleptik berdasarkan SNI No. 2729-2013. Metode pengujian yang dipakai dalam standar ini adalah uji skoring (*Scoring test*), dengan menggunakan skala 1 sebagai nilai terendah dan 9 untuk nilai tertinggi. Batas penolakan untuk produk ini adalah <7 artinya bila produk perikanan yang di uji memperoleh nilai sama atau lebih kecil dari 7 maka produk memiliki mutu yang tidak baik.

Uji Kadar Air (SNI, 2006)

Pengujian kadar air berdasarkan SNI No 01-2354.2-2006. Prosedur yang digunakan yaitu, memasukkan cawan kosong. ke dalam oven minimal 2 jam kemudian dipindahkan ke dalam desikator sekitar 30 menit sampai mencapai suhu ruang dan timbang bobot kosong (A). Contoh yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak ± 2 g kedalam cawan (B) yang kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 16– 24 jam. Cawan dipindahkan dengan menggunakan alat penjepit ke dalam desikator selama ± 30 menit kemudian ditimbang (C) hingga berat konstan Kadar air ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = Berat cawan porselen kosong (g)
- B = Berat cawan porselen dengan sampel (g) sebelum dioven
- C = Berat cawan porselen dengan sampel (g) setelah dioven

Uji WHC (Zayas, 1997)

Metode pengujian kemampuan menahan air (*water holding capacity*) dapat dilakukan dengan metode sentrifus. Sampel sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam tabung sentrifus 15 ml. Akuades sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam tabung. Setelah itu, tabung di sentrifus selama 20 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Cairan dipisahkan dari campuran dan diukur volumenya sebagai volume air yang tidak diserap. Selanjutnya dilakukan perhitungan WHC dengan rumus:

$$\text{Daya Ikat Air: } \frac{\text{Volume Supernatan (ml)}}{\text{Berat Sampe (g)}} \times 100\%$$

Uji Warna (*Image Digital Processing*) (Alim et al., 2020)

a. Pembuatan Kotak *Image Digital*

Kotak ini didesain tidak tembus cahaya dengan ukuran 24 cm x 21 cm x 39 cm. Didalamnya ditambahkan empat buah lampu LED lima watt berwarna putih, berfungsi sebagai sumber cahaya. Terdapat lubang untuk penempatan

webcam sebagai alat pengambil *image digital* diatas *coolbox*.

b. Mengambil Data *Image*

Label indikator kesegaran *methyl red* yang sudah disiapkan kemudian ditempatkan pada kotak yang sudah disediakan yang telah ditambahkan lampu dan kamera, pengambilan data *image* setiap 24 jam sekali dengan menggunakan *webcam*.

c. *Cropping*

Proses selanjutnya adalah memotong atau *cropping* yang merupakan proses yang dilakukan agar *image* yang terbentuk hanya fokus kepada sampel saja

d. Konversi *Image* dari RGB ke HSV dan $L^*a^*b^*$

Pengambilan sampel model warna RGB pada penelitian ini menggunakan titik yang sama tiap pengambilan gambar. Pengambilan pada titik yang sama dilakukan agar data yang didapatkan bersifat homogen serta bertujuan untuk menghindari bias pada data. Hasil dari pengambilan sampel tersebut kemudian dikonversi ke dalam model warna HSV dan $L^*a^*b^*$.

e. Ekstraksi Fitur Warna

Proses selanjutnya yaitu ekstraksi fitur warna yang diolah menggunakan MATLAB R2014b. Ekstraksi fitur warna yang dimaksud adalah dengan mengambil nilai rata-rata $L^*a^*b^*$ dari daerah *cropping image* label indikator kesegaran *methyl red*. Hasil dari ekstraksi fitur warna yang telah didapat dalam bentuk angka disimpan ke dalam penyimpanan di komputer dalam format .txt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Volatile Base Nitrogen (TVBN)

Tabel 1. menunjukkan nilai TVBN ikan bandeng segar pada jam ke-0 masih tergolong segar dan aman untuk dikonsumsi. Ikan bandeng sepada suhu 10 °C mengalami peningkatan yang signifikan dari jam ke-0 hingga jam ke- 144 dibandingkan ikan bandeng segar dengan perlakuan penyimpanan 5 °C. Nilai TVBN ikan bandeng segar untuk perlakuan penyimpanan 5 °C mulai ditolak setelah penyimpanan 144 jam nilai 33,06 mgN/100 g dimana nilai TVBN sudah berada di atas batas persyaratan layak dikonsumsi yakni ≤ 30 mgN/ 100 g. Ikan bandeng segar penyimpanan 10 °C jam ke-72 menunjukkan nilai TVBN sebesar 32,12 mgN/100 g dimana sudah melewati batas layak konsumsi. Berdasarkan Annisah *et al.*, (2019), ikan termasuk dalam kategori sangat segar bila nilai TVBN kurang dari 10 mgN/100g. Nilai TVBN ikan antara 10-20 mgN/100g masuk kriteria segar. Nilai TVBN antara 20-30 mgN/100g merupakan batas penerimaan ikan untuk dikonsumsi, sedangkan jika nilai TVBN lebih dari 30 mgN/100g ikan dikategorikan busuk. Berdasarkan Sitakar *et al.*, (2016), semakin rendah suhu penyimpanan, masa simpan ikan semakin panjang. Ikan dapat disimpan

hingga 2-3 hari pada suhu 10 °C, sedangkan pada suhu 5 °C tahan selama 5-6 hari, dan mencapai 9-14 hari apabila disimpan pada suhu 0°C.

Tabel 1. Nilai TVBN Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	11,21 ± 0,56 ^{Aa}	11,07 ± 0,32 ^{Aa}
24	14,19 ± 0,65 ^{Ab}	18,49 ± 0,56 ^{Bb}
48	17,37 ± 0,56 ^{Ac}	26,33 ± 1,12 ^{Bc}
72	20,73 ± 0,97 ^{Ad}	32,12 ± 0,65 ^{Bd}
96	24,84 ± 0,86 ^{Ae}	38,10 ± 0,97 ^{Be}
120	29,32 ± 1,29 ^{Af}	41,65 ± 0,32 ^{Bf}
144	33,06 ± 0,56 ^{Ag}	46,13 ± 1,17 ^{Bg}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Derajat Keasaman (pH)

Hasil derajat keasaman ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2. menunjukkan nilai pH ikan bandeng segar dengan perlakuan suhu 5 °C dan 10 °C pada jam ke-0 mempunyai rata – rata nilai pH sebesar 6,50 – 6,51. Nilai pH pada penelitian jam ke-0 yang didapat masih tergolong segar. Berdasarkan Nurqaderianie *et al.*, (2016), nilai pH ikan segar berada pada kisaran di bawah netral hingga pH netral. Nilai pH untuk ikan hidup sekitar 7,0 dan setelah ikan mati pH tersebut menurun mencapai 5,8 - 6,2.

Tabel 2. Nilai pH Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil pH	
	5 °C	10 °C
0	6,50 ± 0,04 ^{Ac}	6,51 ± 0,03 ^{Ac}
24	6,37 ± 0,10 ^{Abc}	6,20 ± 0,03 ^{Ba}
48	6,21 ± 0,05 ^{Aa}	6,38 ± 0,01 ^{Bb}
72	6,28 ± 0,03 ^{Aab}	6,52 ± 0,02 ^{Bcd}
96	6,36 ± 0,04 ^{Abc}	6,59 ± 0,03 ^{Bde}
120	6,44 ± 0,03 ^{Ac}	6,67 ± 0,05 ^{Bef}
144	6,52 ± 0,04 ^{Ad}	6,74 ± 0,04 ^{Bg}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Nilai pH ikan bandeng segar yang disimpan pada suhu 10 °C lebih cepat turun dan naik kembali dibandingkan penyimpanan pada suhu 5 °C. Semakin rendah suhu penyimpanan semakin lama masa simpannya. Sehingga nilai pH lebih lambat turun. Berdasarkan Suprayitno (2020), perubahan pH daging ikan, besar peranannya karena berpengaruh terhadap proses autolisis dan penyerangan bakteri. Semakin rendah suhu yang digunakan maka aktivitas enzim semakin terhambat. Pada proses glikolisis, enzim sangat berperan sampai terbentuknya asam laktat. Hal ini

menyebabkan akumulasi asam laktat berjalan lebih lambat sehingga penurunan pH ikan juga berlangsung lebih lambat.

Total Plate Count (TPC)

Hasil pengukuran TPC disajikan pada Tabel 3. Tabel 3. menunjukkan kedua perlakuan pada awal penyimpanan terus mengalami peningkatan hingga akhir penyimpanan. Nilai log TPC daging ikan bandeng segar pada perlakuan 5 °C dan 10 °C penyimpanan jam ke-144 masih layak konsumsi. Pada jam tersebut memiliki jumlah bakteri 2,33 x 10⁴ CFU/g dan 7,19 x 10⁴ CFU/g atau setara dengan 3,66 CFU/g dan 4,86 CFU/g pada log TPC. Nilai tersebut masih dibawah batas persyaratan yang diperbolehkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia). Berdasarkan SNI No. 2729:2013 jumlah mikroba atau TPC yang diperbolehkan terdapat pada ikan segar yaitu maksimal sebesar 5,00 x 10⁵ CFU/g atau setara dengan 5,70 CFU/g pada log TPC.

Tabel 3. Nilai TPC Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TPC	
	5 °C	10 °C
0	4,26 x 10 ³ ± 0,02 ^{Aa}	4,61 x 10 ³ ± 0,02 ^{Aa}
114	2,33 x 10 ⁴ ± 0,82 ^{Ab}	7,19 x 10 ⁴ ± 0,95 ^{Bb}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Peningkatan nilai TPC berbanding lurus dengan kenaikan nilai TVBN dan nilai pH. Berdasarkan Afrianto *et al.* (2014), nilai TPC dan pH semakin meningkat seiring lama penyimpanan. Disebabkan karena selama autolisis, protein akan dirombak menjadi asam amino. Bakteri pembusuk akan memanfaatkan asam amino dan merombaknya menjadi senyawa amonia yang bersifat basa. Senyawa basa yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri pembusuk akan mengakibatkan nilai pH meningkat.

Organoleptik

Hasil pengukuran organoleptik disajikan pada Tabel 4. Nilai organoleptik ikan bandeng segar yang disimpan selama kurun waktu tersebut mengalami penurunan. Semakin lama waktu penyimpanan maka semakin menurun pula nilai organoleptik. Berdasarkan Tabel 4. sampel ikan bandeng segar penyimpanan 5 °C masih diterima panelis sampai jam ke-48 dengan nilai 7,39. Sedangkan untuk penyimpanan 10 °C masih diterima panelis sampai jam ke-24 dengan nilai 7,49. Berdasarkan Nurjannah *et al.*, (2011), nilai organoleptik semakin menurun dengan semakin lamanya waktu penyimpanan.

Tabel 4. Nilai Organoleptik Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Nilai Organoleptik	
	5 °C	10 °C
0	8,92 ± 0,03 ^{Ae}	8,89 ± 0,05 ^{Af}
24	8,32 ± 0,15 ^{Ae}	7,47 ± 0,13 ^{Be}
48	7,39 ± 0,13 ^{Ad}	6,41 ± 0,12 ^{Bd}
72	6,76 ± 0,08 ^{Ac}	5,81 ± 0,12 ^{Bc}
96	6,36 ± 0,14 ^{Ac}	5,03 ± 0,07 ^{Bc}
120	5,84 ± 0,16 ^{Ab}	4,47 ± 0,31 ^{Bb}
144	5,14 ± 0,03 ^{Aa}	3,89 ± 0,22 ^{Ba}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Nilai organoleptik ikan bandeng segar dengan penyimpanan 5 °C lebih baik dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 10 °C. Dimana semakin tinggi suhu, semakin cepat penurunan mutu kesegaran. Selain suhu penyimpanan, aktivitas bakteri dalam tubuh ikan juga mempengaruhi kondisi fisik ikan. Perubahan yang terjadi dipicu oleh aktivitas enzim dan bakteri. Berdasarkan Rozi, A. (2018), proses perubahan pada ikan setelah mati terjadi karena aktivitas enzim dan mikroorganisme, kedua hal itu menyebabkan tingkat kesegaran ikan menurun. Penurunan tingkat kesegaran ikan ini terlihat dengan adanya perubahan kimia, fisik, dan organoleptik pada ikan.

Kadar Air

Tabel 5. menunjukkan nilai kadar air penyimpanan jam ke-0 dari dua perlakuan mempunyai nilai yang sama yaitu sekitar 77%. Selama penyimpanan berlangsung nilai kadar air turun. Hal ini disebabkan degradasi protein oleh bakteri, sehingga kemampuan daging untuk mengikat air akan menurun. Penurunan kemampuan daya ikat air akan menyebabkan air keluar dari daging sehingga kadar air akan menurun. Berdasarkan Nento dan Ibrahim (2017), semakin lama waktu penyimpanan, daya ikat air akan semakin menurun yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah air. Menurunnya kadar air disebabkan oleh terjadinya degradasi protein miofibril (aktin dan miosin) sehingga protein tidak dapat mengikat air lagi dengan baik.

Tabel 5. Nilai Kadar Air Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil Kadar Air	
	5 °C	10 °C
0	77,07 ± 0,44 ^{Ab}	77,67 ± 0,30 ^{Ab}
144	72,70 ± 0,32 ^{Aa}	69,71 ± 0,56 ^{Ba}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Faktor yang mempengaruhi menurunnya kadar air bahan pangan salah satunya adalah suhu penyimpanan. Hal ini disebabkan akibat penguapan dari bahan pangan karena pengaruh suhu dan kelembapan sekitar lebih rendah daripada kelembapan bahan pangan. Berdasarkan Asgar (2017), bahwa penurunan suhu berakibat pada penurunan uap air. Pada ruang dengan kadar air udara lebih rendah, energi H₂O nya lebih kecil. Dengan asumsi kadar air bahan yang disimpan sama maka penurunan suhu dapat menyebabkan peningkatan selisih energi H₂O antara bahan dengan udara. Peningkatan selisih ini akan mengakibatkan pada peningkatan air yang hilang dari bahan. Oleh karena itu kadar air yang hilang semakin banyak seiring dengan penurunan suhu penyimpanan.

Water Holding Capacity (WHC)

Hasil pengukuran WHC disajikan pada Tabel 6. Semakin lama waktu penyimpanan, daya ikat air akan semakin menurun yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah air. Protein daging berperan dalam pengikatan air daging. Kadar protein daging yang tinggi menyebabkan meningkatnya kemampuan menahan air daging sehingga menurunkan kandungan air bebas, dan begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi jumlah air yang keluar, maka daya mengikat airnya semakin rendah. Berdasarkan Ansharullah *et al.*, (2018), degradasi dari protein miofibril selama penyimpanan menyebabkan ruang diantara jaringan akan semakin sempit sehingga jumlah air yang terikat (terperangkap) akan semakin berkurang.

Tabel 6. Nilai WHC Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil WHC	
	5 °C	10 °C
0	75,67 ± 1,53 ^{Ab}	76,67 ± 1,53 ^{Ab}
24	0 ± 0,00 ^{Aa}	0 ± 0,00 ^{Aa}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Turunnya nilai WHC surimi akibat proses kemunduran mutu miofibril daging lumat menyebabkan kekuatan gel surimi ikut menurun karena dalam proses pembentukan gel, reaksi antar protein – air akan semakin berkurang seiring dengan lamanya penyimpanan.

Warna Label Indikator Kesegaran

Hasil analisa perubahan warna digambarkan dengan perubahan nilai model warna L*a*b, *red*, *green* dan *blue*.

Tabel 7. Nilai Warna L* Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	50,92 ± 0,94 ^{Aa}	50,34 ± 0,89 ^{Aa}
24	55,58 ± 0,57 ^{Ab}	59,74 ± 0,72 ^{Bb}
48	57,10 ± 0,89 ^{Ab}	62,69 ± 0,84 ^{Bc}
72	60,50 ± 0,82 ^{Ac}	66,46 ± 0,76 ^{Bd}
96	64,03 ± 0,57 ^{Ad}	68,48 ± 0,42 ^{Bde}
120	66,80 ± 0,94 ^{Af}	69,81 ± 0,67 ^{Be}
144	68,83 ± 0,85 ^{Af}	72,42 ± 0,96 ^{Bf}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Tabel 7. menunjukkan Nilai L* ikan bandeng segar perlakuan 5 °C dan 10 °C pada jam ke-0 menunjukkan hasil 50,92 dan 50,34. Sedangkan pada penyimpanan jam ke-144 menunjukkan hasil sebesar 68,83 dan 72,24. Hasil tersebut menunjukkan penyimpanan suhu 5 °C dan 10 °C nilai L* mengalami peningkatan. Nofrida *et al.* (2013), dalam penelitiannya menyatakan bahwa sampel film indikator warna daun erpa yang disimpan pada suhu dingin terjadi peningkatan nilai L dari 39,67 pada hari ke-0 menjadi 53,91 pada hari ke-12. Semakin memudar warna sampel atau warna sampel mendekati putih, maka nilai L* sampel akan semakin meningkat.

Tabel 8. Nilai Warna a* Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	13,25 ± 0,95 ^{Ac}	14,07 ± 0,96 ^{Be}
24	9,23 ± 0,93 ^{Ad}	11,27 ± 0,45 ^{Bd}
48	6,77 ± 0,83 ^{Ac}	3,00 ± 0,23 ^{Bc}
72	3,47 ± 0,80 ^{Ab}	2,59 ± 0,19 ^{Abc}
96	2,98 ± 0,69 ^{Ab}	1,56 ± 0,18 ^{Bab}
120	1,51 ± 0,51 ^{Aab}	1,17 ± 0,15 ^{Aa}
144	0,68 ± 0,12 ^{Aa}	0,60 ± 0,33 ^{Aa}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Tabel 8 menunjukkan Nilai a* pada penyimpanan suhu 5 °C dan 10 °C pada jam ke-0 menunjukkan hasil 13,25 dan 16,07. Sedangkan pada penyimpanan jam ke-144 menunjukkan hasil sebesar 0,68 dan 0,60. Berdasarkan Nofrida *et al.*, (2013), bahwa sampel film indikator yang disimpan pada suhu dingin terjadi penurunan nilai a* dari 37,89 menjadi 15,18. Pada penyimpanan suhu beku terjadi sedikit penurunan nilai a* yaitu dari 37,62 menjadi 31,01. Penurunan nilai a menunjukkan terjadinya penurunan derajat kemerahan sampel film yang juga berimplikasi pada perubahan warna film secara visualisasi dari merah menjadi kekuningan.

Tabel 9. Nilai Warna b* Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	13,89 ± 0,43 ^{Aa}	14,05 ± 0,26 ^{Ab}
24	14,39 ± 0,45 ^{Aab}	11,10 ± 0,5 ^{Ba}
48	16,45 ± 0,89 ^{Ab}	19,14 ± 0,73 ^{Bc}
72	19,23 ± 0,64 ^{Ac}	24,75 ± 0,93 ^{Bd}
96	21,21 ± 0,96 ^{Acd}	31,09 ± 0,96 ^{Be}
120	22,70 ± 0,98 ^{Ade}	34,04 ± 0,42 ^{Bf}
144	24,42 ± 0,94 ^{Ae}	35,43 ± 0,92 ^{Bf}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Nilai b* mengalami peningkatan selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan bandeng segar selama penyimpanan mengalami perubahan warna menjadi kuning. Nilai b* pada penyimpanan suhu 5 °C dan 10 °C pada jam ke-0 menunjukkan hasil 13,89 dan 14,05. Sedangkan pada penyimpanan jam ke-144 menunjukkan hasil sebesar 24,42 dan 35,43. Berdasarkan Nofrida *et al.* (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa sampel film indikator yang disimpan pada suhu dingin terjadi peningkatan nilai b* dari 12,42 pada hari ke-0 menjadi 37,605 pada hari ke-12. Berdasarkan Syahrul *et al.*, (2017), nilai b menyatakan warna kromatik campuran biru sampai kuning dengan nilai +b (positif) dari 0 sampai 70 untuk warna kuning dan nilai -b (negatif) dari -70 sampai 0 untuk warna biru.

Tabel 10. Nilai Red Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	150,15 ± 0,99 ^{Aa}	151,11 ± 0,71 ^{Aa}
24	153,10 ± 0,78 ^{Ab}	158,56 ± 0,80 ^{Bb}
48	158,16 ± 0,57 ^{Ac}	162,95 ± 0,86 ^{Bc}
72	160,75 ± 0,84 ^{Ad}	167,67 ± 0,79 ^{Bd}
96	164,59 ± 0,71 ^{Ae}	171,68 ± 0,82 ^{Be}
120	167,37 ± 0,91 ^{Af}	175,40 ± 0,90 ^{Bf}
144	171,47 ± 1,26 ^{Ag}	178,78 ± 0,53 ^{Bg}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Berdasarkan Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12. pola perubahan warna RGB dengan perlakuan penyimpanan dingin memiliki pola R naik, G naik, B turun. Adapun nilai R berkisar 171,47 ± 1,26 sampai 151,11 ± 0,71, nilai G berkisar 143,28 ± 0,63 sampai 117,71 ± 0,47 dan nilai B berkisar 6,77 ± 0,65 sampai 32,98 ± 0,68. Semakin lama penyimpanan, perubahan warna yang terjadi dari merah muda menjadi kuning sempurna. Berdasarkan Yudha *et al.*, (2016), adapun rentang intensitas warna RGB pada warna

primer dan sekunder untuk warna kuning adalah R (102-255), G (102-255) dan B (0-55).

Tabel 11. Nilai Green Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	116,12 ± 0,56 ^{Aa}	117,71 ± 0,47 ^{Ba}
24	120,50 ± 0,93 ^{Ab}	124,06 ± 0,70 ^{Bb}
48	125,51 ± 0,81 ^{Ac}	129,63 ± 0,84 ^{Bc}
72	129,87 ± 0,66 ^{Ad}	134,88 ± 0,83 ^{Bd}
96	133,22 ± 0,75 ^{Ae}	139,74 ± 0,85 ^{Be}
120	138,06 ± 0,57 ^{Af}	144,22 ± 0,94 ^{Bf}
144	143,28 ± 0,63 ^{Ag}	150,42 ± 0,90 ^{Bg}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Tabel 12. Nilai Blue Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Hasil TVBN	
	5 °C	10 °C
0	31,13 ± 0,44 ^{Ag}	32,98 ± 0,68 ^{Bf}
24	27,75 ± 0,73 ^{Af}	25,57 ± 0,70 ^{Be}
48	24,12 ± 0,51 ^{Ae}	20,38 ± 0,90 ^{Bd}
72	20,03 ± 0,90 ^{Ad}	15,68 ± 0,95 ^{Bc}
96	16,21 ± 0,48 ^{Ac}	11,68 ± 0,42 ^{Bb}
120	12,70 ± 0,93 ^{Ab}	9,81 ± 0,36 ^{Bb}
144	9,31 ± 1,05 ^{Aa}	6,77 ± 0,65 ^{Ba}

*Data merupakan hasil rata-rata dari tiga kali ulangan ± standar deviasi

Perubahan warna label dari merah muda menjadi kuning dibuktikan dengan nilai a* yang semakin menurun dan nilai b* yang semakin meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Berdasarkan Yolanda *et al.*, (2020), mekanisme perubahan warna dari label indikator pintar dimulai dari komponen volatil amonia (NH₃) bereaksi dengan H₂O dari penguapan hasil ketika ikan disimpan, sehingga akan menghasilkan NH₄⁺ dan OH⁻ yang akan menjadi dilepaskan dan ditangkap oleh indikator. Oleh karena itu, label indikator pintar akan berubah kuning ketika ikan telah rusak.

Penyimpanan pada jam ke-72 suhu 5 °C dikategorikan dalam keadaan segar disebabkan warna sensor *methyl red* belum berubah menjadi warna kuning melainkan merah muda, Sedangkan penyimpanan 10 °C pada jam ke-48 mengalami kemunduran mutu dibuktikan dengan warna sensor yang berubah warna menjadi merah kekuningan. Bahan dasar pembuatan sensor kesegaran adalah menggunakan indikator pH *methyl red*, dimana apabila dalam keadaan asam sensor berwarna merah dan dalam keadaan basa sensor berwarna kuning. Berdasarkan Beryman (2014), label pintar mampu mendeteksi analit kesegaran dari kemasan makanan meliputi senyawa volatil nitrogen seperti

amonia, dimetilamin, juga kadaverin dan putresin. Label pintar dapat digunakan untuk deteksi kesegaran dari ikan.

Tabel 13. Perubahan Secara Visual Label Indikator Kesegaran Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Jam)	Perlakuan	
	5 °C	10 °C
0		
24		
48		
72		
96		
120		
144		

Korelasi Perubahan Warna Label Indikator Kesegaran dengan Parameter Uji Kesegaran Ikan

Analisis korelasi Pearson (*Correlate Bivariate*) digunakan untuk mengetahui hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain secara linier (Tabel 14). Nilai korelasi (r) adalah -1 sampai 1, semakin mendekati -1 atau 1 menunjukkan bahwa hubungan yang terjadi semakin kuat atau berkorelasi sempurna. Sebaliknya, nilai yang mendekati 0 maka hubungan yang terjadi semakin lemah menunjukkan bahwa tidak adanya korelasi.

Tabel 14. Hasil Korelasi Perubahan Warna Label Indikator Kesegaran Dengan Parameter Uji Kesegaran

Suhu	Perubahan Warna	TVBN	pH
5 °C	Nilai L*	.991**	.217
	Nilai a*	.941**	.006
	Nilai b*	.991**	.279
	Nilai R	.993**	.205
	Nilai G	.996**	.229
	Nilai B	-.995**	.247
10 °C	Nilai L*	.974**	.580
	Nilai a*	-.929**	-.069
	Nilai b*	.961**	.888**
	Nilai R	.998**	.715
	Nilai G	.994**	.761*
	Nilai B	-.997**	-.693

Keterangan :

* Berkorelasi (p < 5%)

** Sangat berkorelasi (p < 1%)

Tanda minus (-) menunjukkan bahwa korelasi yang terbentuk merupakan korelasi negatif. Model warna label indikator kesegaran berkorelasi dengan uji kesegaran ikan pada suhu 5 °C yaitu nilai L*, a*, b*, R dan G berkorelasi positif terhadap TVBN dan pH. Sedangkan untuk nilai B berkorelasi positif dengan pH dan berkorelasi negatif dengan TVBN. Sedangkan model warna label indikator kesegaran berkorelasi dengan uji kesegaran ikan pada suhu 10 °C yaitu nilai L*, b*, R dan G berkorelasi positif terhadap TVBN dan pH. Sedangkan untuk nilai a* dan nilai B berkorelasi negatif dengan TVBN dan pH.

KESIMPULAN

Pola penurunan kesegaran ikan bandeng segar selama penyimpanan ditandai dengan adanya perubahan warna label indikator kesegaran *methyl red* dari merah menjadi kuning. Hasil pengamatan tingkat kebusukan ikan bandeng segar dengan parameter uji TVBN pada suhu 5 °C dan 10 °C masing – masing telah melebihi batas persyaratan setelah penyimpanan jam ke- 144 dan 72. Nilai dari uji TPC pada perlakuan suhu 5 °C dan 10 °C selama penyimpanan 144 jam dibawah batas 5×10^5 koloni/gr. Nilai kadar air dan WHC selama penyimpanan mengalami penurunan, sedangkan untuk nilai pH cenderung berfluktuatif. Hasil tersebut sesuai dengan nilai organoleptik yang ditolak oleh panelis atau nilai berada di bawah batas persyaratan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E., Liviawaty, E., Suhara. O., dan Hamdani, H. 2014. Pengaruh suhu dan lama blansing terhadap penurunan kesegaran filet tagih selama penyimpanan pada suhu rendah. *Jurnal Akuatika* 5(1): 45-54.
- Alamsyah, R., Isyanti, M., Yuniarti, Sudrajat, D., dan Fitriati, V. 2005. Pengaruh penggunaan arang aktif dan bentonit sebagai bahan pemucat dan kerapatan kertas saring terhadap mutu minyak jarak murni (*Refined-bleached Castor Oil*). *Journal of Agro-Based Industry* 22(2): 1 – 8.
- Alim, M. B., Fahmi, A. S., Purnamayati, L., dan Agustini, T. W. 2020. Non-destructive freshness assessment of cyprinus carpio based on image analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 530: 1 – 7.
- Ansharullah, M. N., Ibrahim dan Wiranty, E. 2018. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik surimi berbasis ikan gabus-tepung sagu pada penyimpanan dingin. *Jurnal Teknologi Pangan* 12(1): 47-54.
- Apriliyanti, M. W., Ardiansyah, M., dan Wahidah, N. 2020. Evaluasi kinerja dari indikator bunga belimbing wuluh dan indikator *bromocresol green* pada kemasan pintar

- untuk ikan gurami. *Jurnal Ilmiah Inovasi* 1(2): 42-46.
- Asgar, Ali. 2017. The effect of storage temperatures and perforations on physical and chemical characteristics of fresh-cut broccoli (*Brassica oleracea* var. Royal G). *J. Hortikultura* 27(1): 127 – 136.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020. Produksi Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01-2332.3-2006. Prosedur Pengujian TPC (*Total Plate Count*). Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Penentuan kadar *Total Volatile Base Nitrogen* (TVB-N) dan *Trimetil Amin Nitrogen* (TMA-N) pada produk perikanan No. 2354.8: 2009. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Persyaratan Mutu Ikan Segar. No. 2729:2013. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia. 2354.2:2006. Cara Uji Kimia-Bagian 2: Pengujian Kadar Air pada Produk Perikanan. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Standarisasi Nasional Indonesia No. 06- 6989.11-2019. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Berryman, P. 2014. *Advances in Food and Beverage Labelling*. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Chun, H. N., B. Kim, dan H. S. Shin. 2014. Evaluation of a freshness indicator for quality of fish products during storage. *Food Science Biotechnology*, 23(5): 1719-1725.
- Nento, W. R. dan Ibrahim, P. S. 2017. Analisa kualitas nugget ikan tuna (*Thunnus* sp.) selama penyimpanan beku. *Journal of Agritech Science*, 1(2): 75 – 81.
- Nitiyacassari, N., Kuswandi, B., dan Pangaribowo, D. A. 2021. Label pintar untuk pemantauan kesegaran daging ayam pada kemasan. *Pustaka Kesehatan* 9(2): 123 - 128.
- Nofrida, R., Warsiki, E., dan Tip, I. Y. 2013. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap perubahan warna label cerdas indikator warna dari daun erpa (*Aerva sanguinolenta*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23(3): 232 – 241.
- Nurfawaidi, A., Kuswandi, D., dan Wulandari, L. 2018. Pengembangan label pintar untuk indikator kesegaran daging sapi pada kemasan. *Jurnal Pustaka Kesehatan* 6(2): 199-204.
- Nurjanah, Nurhayati, T., dan Zakaria, R. 2011. Kemunduran mutu ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) pasca kematian pada penyimpanan suhu *chilling*. *Jurnal Akuatik Sumberdaya Perairan* 5 (2): 11 – 18.
- Nurqaderanie, A. S., Metusalach, dan Fahrul. 2016. Tingkat kesegaran ikan kembung lele (*Rastrelliger kanagurta*) yang dijual eceran keliling di Kota Makassar. *Jurnal IPTEKS PSP* 3 (6): 528 – 543.
- Rozi, A. 2018. Laju kemunduran mutu ikan lele (*Clarias* sp.) pada penyimpanan suhu *chilling*. *Jurnal Perikanan Tropis* 5 (2): 169 – 182.
- Siburian, E.T.P., Dewi, P., dan Martuti, N. K. T. 2012. Pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap pertumbuhan bakteri dan fungi ikan bandeng. *Life Science*, 1(2): 102 – 105.
- Sitakar, N. M., Nurliana, Jamin, F., Abrar, M., Manaf, S. H., dan Sugito. 2016. Pengaruh suhu pemeliharaan dan masa simpan daging ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) pada penyimpanan suhu -20°C terhadap jumlah total bakteri. *Jurna Medika Veterinaria* 10(2): 162 – 165.
- Suprayitno. E. 2020. Kajian segar di pasar tradisional dan modern kota Malang. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(2): 289 – 295.
- Syahrul, R., Syarief, J., Hermanianto dan Nurtama, B. 2017. Optimasi proses penggorengan tumpi-tumpi dari ikan bandeng menggunakan *response surface methodology*. *JPHPI* 20(3): 432-445.
- Yolanda, D.S., Dirpan, A., Rahman, A.N.F., Djalal and Hidayat, D. H. 2020. The potential combination osmart and active packaging in one packaging system in improving and maintaining the quality of fish. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 3(2): 74-86.
- Yudha, Y., Ardhiyanta, D., Haris, L., dan Widiarti, A. R. 2016. Aplikasi pengenalan citra warna dasar. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik* 15(1): 54 – 57.
- Zayas, J. F. 1997. *Funcionality of Protein in Food*. Springer, Berlin.