

# **BIOSENSOR PENDETEKSI KESEGARAN IKAN BERBASIS INDIKATOR WARNA *BROMOCRESOL PURPLE***

Iwanto\*, R. Marwita Sari Putri, Jumsurizal  
Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Universitas Maritim Raja Ali Haji  
\*Korespondensi: iwanto1397@gmail.com

## **ABSTRAK**

Biosensor pendeteksi kesegaran ikan merupakan suatu alat sederhana yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan secara cepat dan praktis. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat biosensor indikator warna *bromocresol purple* sebagai pendeteksi kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) dan mempelajari pengaruh serta hubungan perubahan warna biosensor indikator warna *bromocresol purple* terhadap TVB (*Total Volatile Bases*), TPC (*Total Plate Count*), dan pH. Penelitian diawali dengan menentukan matriks biosensor terbaik. Matriks terbaik dipilih berdasarkan perubahan warna yang terlihat jelas dan merata. Kemudian matriks terbaik yang dihasilkan diaplikasikan pada pengujian tingkat kebusukan ikan tongkol segar. Biosensor yang dihasilkan mampu mendeteksi tingkat kesegaran ikan dan mengalami perubahan warna dari kuning menjadi ungu. Penurunan kualitas ikan tongkol segar dapat dilihat dari meningkatnya nilai TVB, nilai TPC, dan perubahan pH selama waktu pengamatan. Nilai °Hue pada waktu pengamatan jam ke-0 dan jam ke-3 termasuk dalam kategori kromis kuning, sedangkan waktu pengamatan jam ke-6 termasuk dalam kategori kromis merah-kuning, waktu pengamatan jam ke-9 dan jam ke-12 berturut-turut termasuk dalam kategori kromis merah dan ungu.

Kata kunci : biosensor, kesegaran ikan, indikator warna, *bromocresol purple*

## **PENDAHULUAN**

Kesadaran masyarakat akan keamanan pangan yang semakin meningkat menuntut adanya jaminan mutu dan keamanan produk yang beredar di pasaran. Keamanan pangan (*food safety*) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2004 Tentang Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Produk perikanan merupakan salah satu jenis pangan yang perlu mendapatkan perhatian khusus terkait keamanan pangan. Ikan memiliki sifat mudah mengalami kerusakan (*perishable food*). Hal ini disebabkan tubuh ikan mengandung protein dan air yang cukup tinggi, sehingga menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu beberapa produk perikanan jika disimpan lama akan menghasilkan racun yang dapat membahayakan kesehatan manusia.

Pada umumnya, penilaian terhadap kesegaran ikan secara luas masih menggunakan penilaian secara sensori seperti penampakan, tekstur, bau, dan warna. Teknik lain yang digunakan untuk melihat kesegaran ikan dari aspek mikrobiologi yaitu dengan menggunakan metode TPC (*Total Plate Counts*). Sedangkan secara kimia dengan metode TVB-N (*Total Volatile Basic Nitrogen*). Namun demikian, cara penilaian tidak langsung ini membutuhkan waktu yang lama dan ilmu khusus untuk melakukannya. Selain itu dibutuhkan juga laboratorium yang memadai serta alat dan bahan yang tidak dimiliki oleh setiap orang, sehingga seiring dengan perkembangan teknologi diperlukan suatu alat yang praktis untuk mendeteksi kesegaran ikan secara mudah dan cepat. Tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan biosensor indikator warna *bromocresol purple* sebagai pendeteksi kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan terdiri dari tusuk gigi, stik es (3cm x 0,5cm) dan *bromocresol purple*. Bahan lain yang digunakan terdiri dari garam fisiologis, *Plate Count Agar* (PCA), *aquades*, larutan TCA 7%, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh, dan HCl 0,0191 N, H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> 2%, dan ikan tongkol segar (*Euthynnus affinis*) yang diperoleh dari Pasar Pelantar 2 Tanjungpinang.

Peralatan yang digunakan adalah gelas piala (*pyrex*), gelas ukur (*pyrex*), Erlenmeyer (*pyrex*), spatula, neraca analitik (OHOUS CP214), pipet volumetric (*pyrex*), tabung ulir, batang pengaduk, cawan petri, autoklaf, pH meter (HI8424), kertas saring, *quebec coloni counter*, *chromameter*, cawan conway, *waterbath* dan buret.

### Metode Penelitian

#### *Pembuatan Biosensor*

Biosensor dibuat menggunakan stik es (3 cm x 0,5 cm) berwarna dasar putih yang kemudian ditempel *biofilm* berbasis agar dan tapioka dengan tambahan warna *bromocresol purple*. Pembuatan *biofilm* mengacu pada penelitian yang dilakukan Ramadhani (2016), *biofilm* dibuat dengan cara melarutkan 2 g agar bubuk, 0,5 g tapioka, dan 0,01 g *bromocresol purple* dengan 100 ml *aquades*. Campuran dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 80 °C selama 15 menit. Setelah homogen campuran dituang ke cawan petri dan didinginkan. Selanjutnya *biofilm* dicetak dengan ukuran 5,5 mm dan ditempelkan pada stik es.

#### *Skema Pengujian Sampel*

Ikan tongkol segar dengan berat rata-rata 500 g per ekor didapatkan dari Pasar Pelantar 2 Tanjungpinang, Kepulauan Riau. Selama pengangkutan ke tempat penelitian ikan dimasukkan ke dalam *cool box* dan diberi es yang cukup. Selanjutnya sebanyak 100 g ikan dilakukan uji warna (*L a b Value*) (Hutching 1999), (pada waktu pengamatan jam ke- 0, 3, 6, 9, dan 12) dengan cara menusukkan biosensor indikator warna ke daging ikan lalu diukur perubahan warna dengan *chromameter*. Kemudian dari sampel ikan tongkol yang sama diambil 500 g (Masing-masing 100 g diamati pada jam ke- 0, 3, 6, 9, dan 12) untuk uji *Total Volatil Bases* (TVB) (AOAC 1995).

### Analisis Data











Data yang diperoleh diolah menggunakan *software Microsoft Excel* dan disajikan dalam bentuk grafik regresi polinomial. Kemudian data dinamika respon perubahan warna biosensor dibandingkan dengan data setiap parameter tingkat kesegaran ikan tongkol (TVB).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

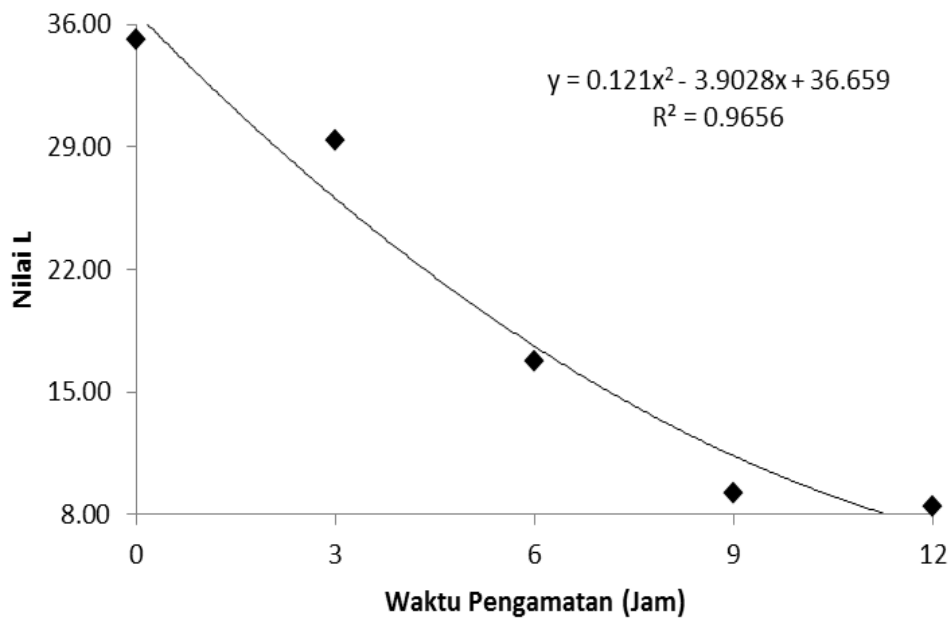
### Respon Perubahan Warna Biosensor Selama Pengamatan

Biosensor pendeteksi tingkat kesegaran ikan telah diaplikasikan pada ikan tongkol segar. Biosensor mengalami perubahan warna seiring lamanya waktu pengamatan dari warna kuning hingga menjadi ungu. Warna merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk memberikan informasi kepada konsumen mengenai kondisi suatu bahan pangan. Kelayakan biosensor yang digunakan untuk mendeteksi kesegaran ikan ditentukan oleh respon perubahan warnanya. Perubahan warna yang signifikan akan lebih mudah untuk menginformasikan kepada konsumen tentang kondisi suatu bahan. Alat yang digunakan dalam mengukur warna adalah *chromameter* yang akan menunjukkan nilai L, a, dan b. Ketiga nilai tersebut merupakan standar internasional pengukuran warna yang diterbitkan oleh *Hunterlab Assocation Laboratory*. Berdasarkan hasil pengamatan perubahan warna didapatkan nilai L, a, b, *chroma* dan °Hue yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai L, a, b, *chroma* dan °Hue selama waktu pengamatan.

Waktu Pengamatan (Jam)	L	A	b	Chroma	°Hue	Warna RGB	Foto
0	35,16	-9,28	34,67	35,89	105		
3	29,32	-3,22	21,41	21,65	98,6		
6	16,75	4,27	12,72	13,42	71,4		
9	9,18	7,16	5,11	8,80	35,5		
12	8,46	26,72	23,16	35,36	319,1		

Nilai L merupakan nilai yang menunjukkan tingkat kecerahan warna. Nilai L berkisar antara 0 (hitam) hingga 100 (putih). Semakin tinggi nilai L maka sampel tersebut memiliki warna yang semakin terang. Grafik nilai L selama 12 jam waktu pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



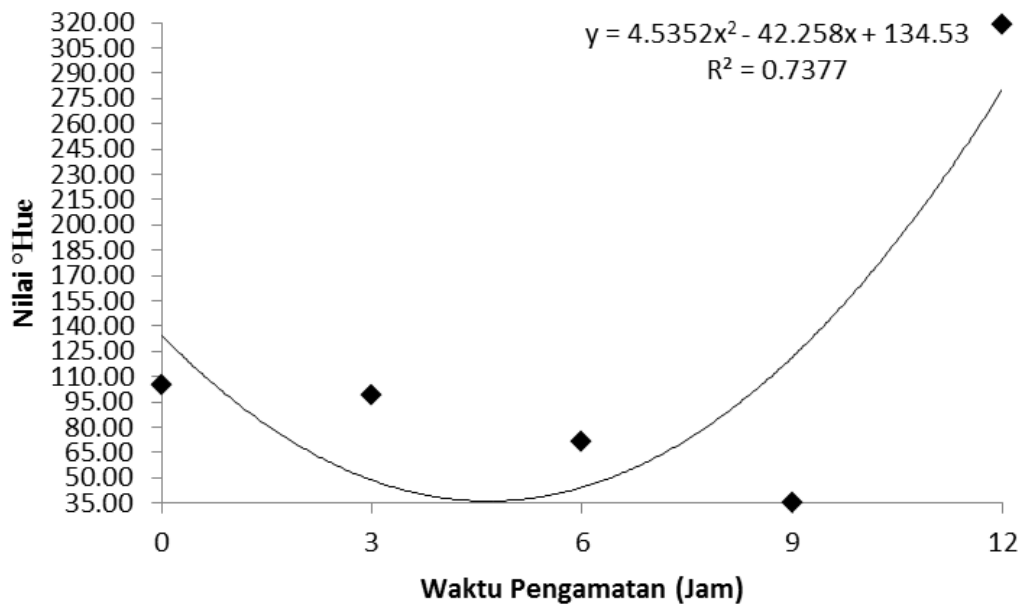
Gambar 1. Grafik perubahan nilai L selama proses pembersukan ikan tongkol pada waktu pengamatan 12 jam.

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa selama proses pembersukan ikan tongkol segar pada waktu pengamatan 12 jam terjadinya penurunan nilai L pada biosensor seiring dengan lamanya waktu pengamatan. Hasil pengamatan pada jam ke- 0, nilai L biosensor adalah sebesar 35,16 (kuning). Nilai L biosensor tersebut terus mengalami penurunan, dimana pada pengamatan jam ke- 3 adalah sebesar 29,32 (kuning). Pada pengamatan jam ke- 6, nilai L biosensor turun menjadi sebesar 16,75 (merah-kuning). Pada pengamatan jam ke- 9, nilai L biosensor sebesar 9,18 (merah) dan pada pengamatan jam ke- 12 nilai L biosensor turun menjadi 8,46 (ungu).

Penurunan nilai L biosensor pada penelitian ini terjadi disebabkan karena biosensor mengalami perubahan warna dari kuning menjadi ungu yang tingkat kecerahannya lebih rendah. Penurunan nilai L ini sejalan dengan penelitian Ramadhani (2016), label indikator warna *bromocresol purple* pada *smart packaging* mengalami perubahan warna dari coklat muda ke warna ungu yang memiliki tingkat kecerahan yang lebih rendah.

Riyanto *et al.* (2014), Terjadi perubahan warna indikator BCG dari kuning menjadi biru. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kecerahan atau nilai L akan semakin menurun ketika warna sampel semakin pekat, dan nilai L akan semakin meningkat ketika warna sampel semakin memudar mendekati putih.

Nilai  $^{\circ}$ Hue merupakan hasil perhitungan invers tangen perbandingan nilai b dengan nilai a. Nilai  $^{\circ}$ Hue dapat digunakan untuk menunjukkan derajat visual warna yang terlihat.  $^{\circ}$ Hue merupakan gambaran dari sumbu  $360^{\circ}$  dan terbagi menjadi 4 kuadran, daerah kuadran I menunjukkan nilai kemerahan, daerah kuadran II menunjukkan warna kuning hijau, daerah kuadran III menunjukkan warna hijau biru, dan daerah kuadran IV menunjukkan warna ungu (MacDougall 2002). Grafik nilai  $^{\circ}$ Hue biosensor selama 12 jam waktu pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2.

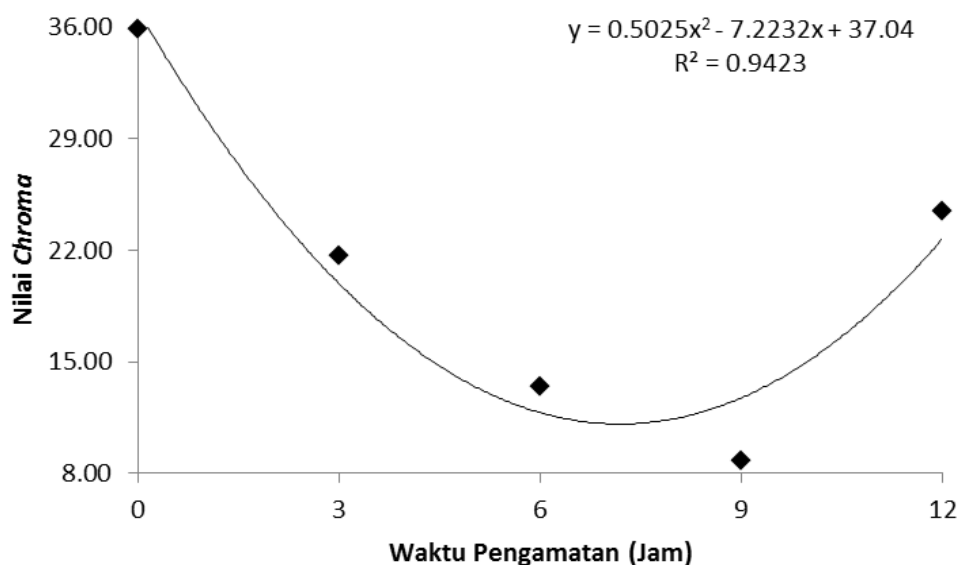


Gambar 2. Grafik perubahan nilai °Hue selama proses pembusukan ikan tongkol pada waktu pengamatan 12 jam.

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa selama proses kebusukan ikan tongkol segar pada waktu pengamatan 12 jam nilai °Hue pada biosensor cenderung berfluktuasi. Hasil pengamatan pada jam ke- 0, nilai °Hue biosensor adalah sebesar 105 kisaran warna kuning. Nilai °Hue biosensor tersebut terus mengalami penurunan, dimana pada pengamatan jam ke- 3 adalah sebesar 98,6 kisaran warna kuning. Pada pengamatan jam ke- 6, nilai °Hue biosensor turun sebesar 71,4 kisaran warna merah kuning. Pada pengamatan jam ke- 9, nilai °Hue biosensor sebesar 35,5 kisaran warna merah dan pada pengamatan jam ke- 12 nilai °Hue biosensor naik menjadi 319,1 kisaran warna ungu.

Perubahan kuadran akan menghasilkan perubahan warna yang signifikan. Berdasarkan hasil nilai °Hue biosensor pada pengamatan proses kebusukan ikan tongkol segar selama 12 jam dapat dilihat bahwa warna biosensor mengalami pergerakan dari kuadran I menuju kuadran IV. Hal ini sesuai dengan nilai °Hue yang diperoleh, dimana nilai °Hue biosensor pada jam ke-0 hingga jam ke-9 berada pada kuadran I dan pada jam ke-12 pindah ke kuadran IV.

*Chroma* merupakan kemurnian warna yang menunjukkan adanya perubahan warna dari pekat menjadi putih (Hariyanto 2009). Nilai *chroma* juga dapat digunakan untuk melihat tingkat saturasi warna yang dihasilkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengamatan kebusukan ikan tongkol segar selama 12 jam dapat dilihat bahwa nilai *chroma* biosensor mengalami penurunan dari waktu pengamatan jam ke- 0 sebesar 35,89 hingga pada waktu pengamatan jam ke-9 sebesar 8,80 dan kembali meningkat pada waktu pengamatan jam ke- 12 sebesar 24,41. Hal tersebut menunjukkan bahwa biosensor mengalami penurunan saturasi warna selama waktu pengamatan jam ke- 0 hingga pada waktu pengamatan jam ke- 9 dan mengalami peningkatan saturasi warna dari waktu pengamatan jam ke- 9 hingga pada waktu pengamatan jam ke- 12. Grafik perubahan nilai *chroma* biosensor selama 12 jam waktu pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perubahan nilai *chroma* selama proses pembusukan ikan tongkol pada waktu pengamatan 12 jam.

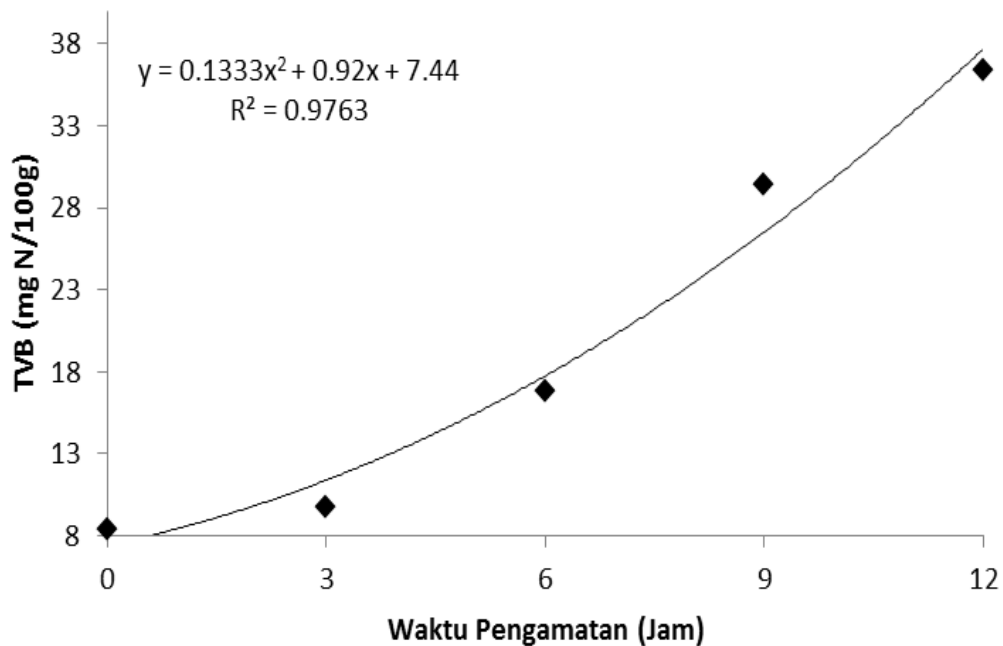
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa selama proses kebusukan ikan tongkol segar pada waktu pengamatan 12 jam nilai *chroma* pada biosensor cenderung berfluktuasi. Hasil pengamatan pada jam ke- 0, nilai *chroma* biosensor adalah sebesar 35,89. Nilai *chroma* biosensor tersebut terus mengalami penurunan, dimana pada pengamatan jam ke- 3 adalah sebesar 21,65. Pada pengamatan jam ke- 6, nilai *chroma* biosensor kembali mengalami penurunan menjadi 13,42. Pada pengamatan jam ke- 9, nilai *chroma* biosensor turun menjadi 8,80. Namun, pada pengamatan jam ke- 12 nilai *chroma* biosensor mengalami kenaikan menjadi 35,36.

### **Pengujian Tingkat Kesegaran Ikan Tongkol (*Euthynus affinis*) Total Volatile Bases**

Kemunduran mutu hasil perikanan dapat diketahui melalui kandungan TVB. Adapun perubahan nilai TVB selama 12 jam waktu pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan nilai TVB selama proses pembusukan ikan tongkol.

<b>Waktu Pengamatan (Jam)</b>	<b>TVB (mg N/100g)</b>
0	8,4 ± 4
3	9,8 ± 2
6	16,8 ± 3
9	29,4 ± 2
12	36,4 ± 4



Gambar 4. Grafik perubahan nilai TVB selama proses pembusukan ikan tongkol pada waktu pengamatan 12 jam.

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa selama proses kebusukan ikan tongkol segar pada waktu pengamatan 12 jam terjadinya peningkatan nilai TVB seiring dengan lamanya waktu pengamatan. Hasil pengamatan pada jam ke- 0, nilai TVB ikan tongkol adalah sebesar  $8,40 \pm 4$  mg N/100g. Nilai TVB tersebut terus cenderung mengalami peningkatan, dimana pada pengamatan jam ke- 3 adalah sebesar  $9,8 \pm 2$  mg N/100g. Pada pengamatan jam ke- 6, nilai TVB sebesar  $16,8 \pm 3$  mg N/100 g. Pada pengamatan jam ke- 9, nilai TVB sebesar  $29,4 \pm 2$  mg N/100g dan pada pengamatan jam ke- 12 adalah sebesar  $36,4 \pm 4$  mg N/100g.











Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani (2016), nilai TVB *fillet* ikan mas juga mengalami peningkatan selama penyimpanan yaitu pada jam ke- 0, ke- 3, ke- 6, ke- 9, ke- 12, dan ke- 15 berturut-turut sebesar 7,41 mg N/100g, 15,57 mg N/100g, 22,27 mg N/100g, 28,41 mg N/100g, 42,65 mg N/100g, dan 51,65 mg N/100g. Penelitian yang dilakukan oleh Riyanto *et.al* (2014), nilai TVB *fillet* ikan kurisi juga mengalami peningkatan selama penyimpanan yaitu pada jam ke- 0, ke- 3, ke- 6, ke- 9, dan ke- 12 berturut-turut sebesar 25,28 mg N/100g, 33,29 mg N/100g, 51,41 mg N/100g, 53,30 mg N/100g, dan 53,81 mg N/100g.

Peningkatan kadar TVB selama penyimpanan terjadi akibat adanya perombakan protein atau asam-asam amino sehingga menghasilkan sejumlah basa yang mudah menguap, antara lain amonia ( $\text{NH}_3$ ), dimetilamin (DMA), monometilamin (MMA), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan trimetilamin (TMA) karena adanya perombakan trimetilamin oksida (TMAO). Nukleotida utama yang berperan dalam mentransfer energi yaitu ATP, juga berperan dalam penambahan jumlah amonia pada volatil amin setelah kematian ikan. Peningkatan kadar TVB disebabkan oleh aktivitas enzim dan mikroorganisme yang memecah protein menjadi senyawa sederhana yang mengandung basa menguap (Santoso *et al.* 2008).

**Hubungan Warna Biosensor Dengan Parameter Pengujian Tingkat Kesegaran Ikan Tongkol (*Euthynus affinis*)**

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa terjadi gradasi warna saat perubahan warna pada label. perubahan warna yang terjadi yaitu dari kuning menjadi ungu. Semakin lama waktu pengamatan ikan mengalami peningkatan nilai TVB yang berarti mutu ikan semakin menurun.

Tabel 3. Hubungan warna biosensor dengan parameter tingkat kesegaran ikan tongkol (*Euthynus affinis*).

Waktu Pengamatan (Jam)	TVB (mg N/100g)	Warna RGB	Foto
0	8,4		
3	9,8		
6	16,8		
9	29,4		
12	36,4		

Berdasarkan nilai TVB ikan tongkol masih menunjukkan mutu segar pada waktu pengamatan jam ke- 0 dan jam ke- 3. Pada waktu pengamatan jam ke- 6 dan ke- 9 biosensor mengalami perubahan menjadi warna merah kecoklatan dengan nilai TVB 16,8 mg N/ 100g dan 29,4 mg N/ 100g yang berarti ikan harus segera dilakukan pengolahan. Sedangkan pada waktu pengamatan jam ke- 12 biosensor telah berubah menjadi ungu dengan nilai TVB 36,4 mg N/ 100g yang berarti ikan telah busuk. Menurut Farber (1965), ikan sudah mengalami kerusakan dan tidak bisa dikonsumsi lagi ditandai dengan nilai TVB >30 mg N/ 100g. Standar mutu kesegaran ikan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Standar mutu kesegaran ikan

Mutu Ikan	Nilai TVB (mg N/ 100g)
Sangat segar	<10
Segar	10-20
Batas dapat dikonsumsi	20-30
Busuk	>30

Sumber: Farber (1965)

Berdasarkan Tabel standar mutu diatas dapat diketahui tingkat kesegaran ikan dengan menghubungkan hasil uji TVB ikan tongkol selama 12 jam. Tingkat kesegaran ikan berdasarkan hasil analisis TVB dapat dilihat pada Tabel 6.

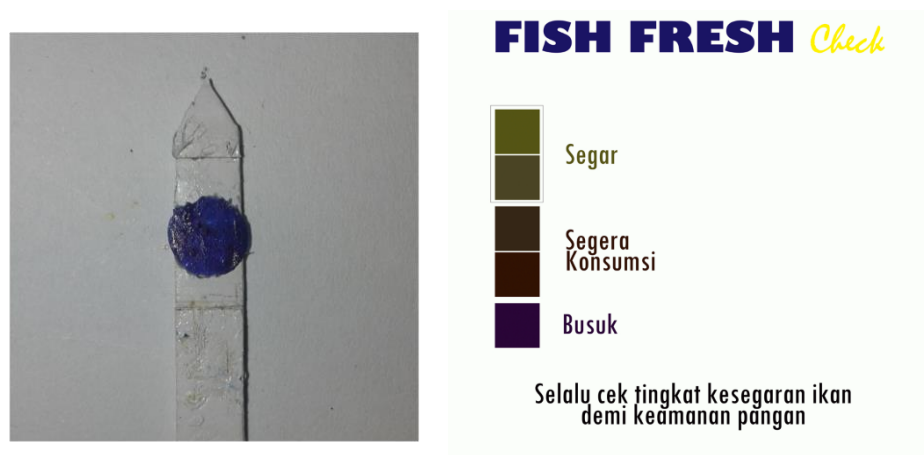


Tabel 5. Tingkat kesegaran ikan tongkol berdasarkan nilai TVB

Waktu Pengamatan (Jam)	Nilai TVB (mg N/ 100g)	Keterangan
0	8,4	Sangat segar
3	9,8	Sangat segar
6	16,8	Segar
9	29,4	Batas dapat dikonsumsi
12	36,4	Busuk

### Aplikasi Biosensor Pendeteksi Kesegaran Ikan

Berdasarkan hasil tersebut dapat dirancang biosensor dengan gradasi warna sesuai dengan tingkat kesegaran ikan tongkol. Aplikasi biosensor dilakukan dengan cara menempelkan biosensor pada ikan tongkol yang akan dilakukan pengujian, tunggu beberapa detik kemudian cocokkan biosensor pada pedoman warna yang ada pada kemasan Pedoman warna dapat digunakan konsumen untuk melihat tingkat kesegaran ikan tongkol hanya dengan melihat perubahan warna pada biosensor dan mencocokkan dengan warna yang ada pada pedoman. Gambar biosensor dan pedoman warna dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Biosensor dan Pedoman Warna

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian respon biosensor dalam mendeteksi kesegaran ikan tongkol segar ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi ungu. Nilai L, a, b, *chroma*, dan °Hue biosensor berubah secara signifikan selama waktu pengamatan. Nilai °Hue pada waktu pengamatan jam ke- 0 dan jam ke- 3 termasuk dalam kategori kromis kuning, sedangkan waktu pengamatan jam ke- 6 termasuk dalam kategori kromis merah-kuning, waktu pengamatan jam ke- 9 dan jam ke- 12 berturut-turut termasuk dalam kategori kromis merah dan ungu.

Biosensor mengalami perubahan warna menjadi ungu pada waktu pengamatan jam ke- 12 ketika ikan tongkol telah rusak, ditandai dengan nilai TVB lebih dari 30 mg N/ 100g. Selama waktu pengamatan nilai TVB ikan tongkol terus meningkat seiring semakin lama waktu pengamatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemist. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Arlington, Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Farber, L. 1965. Freshness Test. Borgstorm G, editor. Di Dalam: *Fish as Food Vol IV*. New York: Academic Press.
- Hariyanto, D. 2009. Studi penentuan nilai resistor menggunakan seleksi warna model HSI pada citra 2D. *Jurnal Telkomnika*. 7(1): 13-22.
- Indonesia. Peraturan Pemerintah Tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan, PP No. 28 Tahun 2004.
- MacDougall, D.B. 2002. *Colour in Food: Improving Quality*. Washington: CRC Press.
- Ramadhani, K. 2016. Label cerdas pendeteksi kesegaran ikan berbasis indikator warna *bromocresol purple*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Riyanto. R., Hermana. I., Wibowo, S. 2014. Karakteristik plastik indikator sebagai tanda peringatan dini tingkat kesegaran ikan dalam kemasan plastik. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 9(2): 153-163.
- Santoso, Joko., Liang, Fie., Handayani, R. 2011. Pengaruh pengkomposisian dan penyimpanan dingin terhadap perubahan karakteristik surimi ikan pari (*Trigon sp.*) dan ikan kembung (*Rastrelliger sp.*). *Jurnal Akuatika*. 2(2): 146-159.