

POTENSI TEH HITAM SEBAGAI PENURUN KADAR FORMALIN PADA IKAN TONGKOL SEGAR (*Auxis thazard*) SEIRING LAMA PERENDAMAN

POTENTIAL OF BLACK TEA TO REDUCE FORMALDEHYDE LEVELS IN FRESH TUNA FISH (*Auxis thazard*) DURING IMMERSION TIME

Wahyu Vera Wardani^{1*}, Hery Winarsi², Friska Citra Agustina²

¹Universitas Muhammadiyah Cirebon

²Jurusan Ilmu Gizi Universitas Jenderal Soedirman

wwardani@umc.ac.id

ABSTRACT

Saponin in black tea is predicted having potential to reduce formaldehyde level in preserved fresh tuna (*Auxis thazard*) using formaldehyde. This research used experimental design, post-test only control group. Variables examined were formaldehyde level, organoleptic values (eye appearance, gill appearance, color, smell, and texture), and soluble protein level. Formaldehyde level was analyzed using Nash reagent, organoleptic value was conducted using questionnaire by 16 panelists, soluble protein level was analyzed using Lowry reagent. Result showed significant difference between formaldehyde level in control and treatment group ($P < 0,05$), but did not significantly difference between formaldehyde level that was immersed in water and black tea solution ($P > 0,05$). Soluble protein level showed no significant difference between samples ($P > 0,05$). There were significant differences in appearance and eye color ($P < 0,05$), while there were no differences in gill appearance, smell and texture ($P > 0,05$). The best treatment was samples immersed in black tea 1,5% for 90 minutes with average levels of formaldehyde 55,76 $\mu\text{g/g}$, soluble protein content of 0,042 mg/g , eyes appearance 1,59 (slightly white orange), the appearance of gills 2,41 (less crimson), 2,78 body color appearance (slightly orange white), the smell of 2,63 (pungent), the texture of 1,69 (slightly soft).

Keyword : black tea, formaldehyde, saponin

ABSTRAK

Saponin pada teh hitam diduga memiliki potensi untuk menurunkan kadar formalin pada ikan tongkol (*Auxis thazard*) yang diawetkan dengan penyalahgunaan formalin. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, *post test only with control group*. Variabel yang diteliti kadar formalin, nilai organoleptik (kenampakan mata, kenampakan insang, kenampakan warna, bau, dan tekstur), dan kadar protein terlarut. Kadar formalin ditentukan dengan pereaksi Nash, nilai organoleptik menggunakan kuesioner dengan 16 panelis, dan kadar protein terlarut dengan pereaksi Lowry. Hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kadar formalin kontrol dengan perlakuan ($P < 0,05$), namun tidak berbeda signifikan antara kadar formalin dalam sampel yang direndam dalam air dan larutan teh hitam ($P > 0,05$). Kadar protein terlarut menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar sampel ($P > 0,05$). Perbedaan signifikan terdapat pada kenampakan mata dan warna ($P < 0,05$), sedangkan kenampakan insang, bau dan tekstur tidak ada perbedaan ($P > 0,05$). Perlakuan terbaik yaitu sampel yang direndam dalam teh hitam 1,5% selama 90 menit dengan rerata kadar formalin 55,76 $\mu\text{g/g}$, kadar protein terlarut 0,042 mg/g , kenampakan mata 1,59 (jingga keputihan), kenampakan insang 2,41 (kurang merah bata), kenampakan warna tubuh 2,78 (putih kejinggaaan), bau 2,63 (menyengat), tekstur 1,69 (agak lunak).

Kata Kunci : formalin, saponin, teh hitam

PENDAHULUAN

Penyalahgunaan formalin sebagai pengawet pada ikan masih ditemukan. Setyowati *et al.* (2020) menemukan adanya kandungan formalin pada ikan segar dan ikan pindang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tulungagung. Rata-rata kadar formalin pada ikan segar lebih tinggi dibandingkan ikan pindang, yaitu 4,54 mg/L dan 1,63 mg/L.

Ikan tongkol termasuk hasil tangkapan dominan di Cilacap (Junaidi dan Mahdiana, 2019) dan Indonesia (KKP, 2020). Penelitian pendahuluan yang dilakukan mengungkap fakta bahwa ikan tongkol segar yang didapat dari TPI Jetis, Nusawungu, Cilacap diuji kandungan formalinnya secara kualitatif di Laboratorium Kesehatan Kabupaten Pabalingga dengan nilai positif tiga (+++).

Penggunaan formalin memengaruhi sifat organoleptik ikan. Ikan yang mengandung formalin berwarna putih, kenyal, tidak berlendir bila ditekan dan bau menyengat. Ikan yang berkadar formalin tinggi, tercermin dalam kenampakan (*appearance*) dan tekstur yang lebih baik daripada ikan yang berkadar formalin rendah (Damayanti *et al.*, 2014; DKP Blitar, 2015; Dwimayasanti *et al.*, 2014; Jannah *et al.*, 2014). Formalin dalam jaringan ikan tongkol berikatan dengan gugus NH_2 pada asam amino tertentu

dalam protein hidrofilik, sehingga protein tidak terdenaturasi (Hellweg, 1971). Protein larut air dalam ikan tongkol segar yang direndam dalam larutan mengandung saponin dapat berkurang. Hal ini disebabkan larutan yang mengandung saponin memiliki kemampuan membasahi lebih baik daripada air, sehingga protein dapat larut dalam larutan saponin (James *et al.*, 2008; Showell, 2006).

Penyalahgunaan formalin dalam makanan sangat berbahaya bagi kesehatan, diantaranya sebagai pencetus kanker, *mutagenic* dan bersifat iritatif (Dinas Kesehatan Provinsi DIY, 2012; WHO, 2002). Penurunan kadar formalin sangat diperlukan untuk meminimalisir bahaya yang ditimbulkan oleh penggunaan formalin dalam makanan. *European Food Safety Authority* (EFSA) menyatakan bahwa *Acceptable Daily Intake* (ADI) formaldehid sekitar 4 mg/ kg berat badan per hari (EFSA, 2014).

Penurunan kadar formalin berbanding lurus dengan konsentrasi dan lama perendaman dalam larutan yang mengandung saponin seperti lengkuas, lidah buaya, daun kedondong dan kunyit (Damayanti *et al.*, 2014; Dwimayasanti *et al.*, 2014; Fadhillah *et al.*, 2009; Jannah *et al.*,

2014). Saponin juga terkandung dalam teh hitam (Ramdani *et al.*, 2013).

Teh hitam merupakan jenis olahan teh yang paling banyak diproduksi di Indonesia. Indonesia merupakan pengekspor teh hitam terbesar kelima di dunia (Kementerian Pertanian, 2012). Kandungan saponin dalam teh hitam sekitar 86,1 g/kg berat kering (Ramdani *et al.*, 2013).. Namun demikian, belum ada penelitian yang mengungkap potensi teh hitam dalam menurunkan kadar formalin dan pengaruhnya terhadap nilai organoleptik dan kadar protein terlarut.

METODE

Desain Penelitian

Jenis penelitian merupakan penelitian eksperimental yang bersifat kuantitatif dengan desain penelitian *randomized post test only with control group* (Aparasu, 2011). Rancangan penelitian ini merupakan rancangan acak lengkap pola faktorial 5x3, yakni 5 faktor kadar teh hitam yang digunakan sebagai media perendaman ikan tongkol segar berformalin (0%; 1,5%; 3%; 4,5% dan 6%) dan 3 faktor lama perendaman (30 menit, 60 menit dan 90 menit), sedangkan kelompok kontrol penelitian ini merupakan ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan (Sastrosupadi,

2000). Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Uji kadar formalin dilakukan pada di Laboratorium Analisa Pangan dan Gizi. Uji organoleptik dilakukan di Laboratorium Rekayasa Industri. Uji protein dilakukan di Laboratorium Analisa Pangan dan Gizi.

Jumlah dan cara pengambilan subjek

Subjek penelitian ini merupakan ikan tongkol dengan jumlah 32 yang dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\begin{aligned}(t - 1)(r - 1) &\geq 15 \\ (16 - 1)(r - 1) &\geq 15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(r - 1) &\geq \frac{15}{15} \\ r &\geq 2\end{aligned}$$

Keterangan:

t = jumlah perlakuan
 r = jumlah ulanganMaka, jumlah ulangan pada penelitian ini adalah 2 kali (Hanafiah, 1994).

Tabel 1 berikut memetakan perlakuan dalam penelitian ini.

Tabel 1 Pemetaan Perlakuan Penelitian

Konsentrasi Teh Hitam (K)	Lama Perendaman dalam Teh Hitam (L)	L0 (0 menit)	L1 (30 menit)	L2 (60 menit)	L3 (90 menit)
K0 (Kontrol)		K0L0			
K1 (0%)			K1L1	K1L2	K1L3
K2 (1,5%)			K2L1	K2L2	K2L3
K3 (3%)			K3L1	K3L2	K3L3
K4 (4,5%)			K4L1	K4L2	K4L3
K5 (6%)			K5L1	K5L2	K5L3

Keterangan:

K0= Ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan.

K1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air (konsentrasi teh hitam 0%).

K2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 1,5%.

K3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 3%.

K4= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 4,5%.

K5= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 6%.

L1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 30 menit.

L2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.

L3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.

Ikan tongkol segar yang mengandung formalin didapatkan dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Jetis, Cilacap. Ikan segar menurut SNI 01-2729-2006 merupakan produk yang berasal dari perikanan dengan bahan baku ikan yang telah mengalami perlakuan pencucian, penyiangan atau tanpa penyiangan, pendinginan dan pengemasan. Ikan tongkol segar dipilih sebanyak 32 ekor

dengan berat dan ukuran yang relatif sama (100-125 g). Ikan tongkol segar dipilih dengan ciri-ciri seperti berikut: putih bersih dan kenyal, pupil mata berwarna putih, insang tampak berwarna merah tua, aroma spesifik ikan tidak tercium dan menimbulkan rasa gatal apabila digosokkan ke punggung tangan (DKP Blitar, 2015).

Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu gelas ukur, *shaker*, labu Erlenmeyer, termometer, tabung ulir, tabung kimia, kertas saring, timbangan digital, blender, sarung tangan disposal, masker, tabung reaksi, pipet ukur, batang pengaduk, kompor, penangas air, aluminium foil, vortek, spektrofotometer UV-Vis dan lembar penilaian organoleptik ikan tongkol segar. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ikan tongkol segar berformalin, teh

hitam Sari Wangi, air, formalin 37% (Merck), amonium asetat (Merck), asam asetat glasial (Merck), asetil aseton (Merck), asam fosfat 10% (Merck), reagen Lowry A (Merck), reagen Lowry B (Merck) dan larutan protein 0,3 mg/ml (Merck).

Langkah-langkah penelitian

Pembuatan Larutan Perendaman Ikan Tongkol Segar Berformalin

- 1) Pembuatan Larutan Teh hitam 1,5%
 - a) Teh hitam ditimbang sebanyak 12 g.
 - b) Dilarutkan dalam air mendidih hingga volume mencapai 800 ml.
 - c) Larutan diaduk dan didiamkan hingga 15 menit kemudian disaring.
 - d) Didiamkan hingga mencapai suhu ruang.
- 2) Pembuatan Larutan Teh hitam 3%
 - a) Teh hitam ditimbang sebanyak 24 g.
 - b) Dilarutkan dalam air mendidih hingga volume mencapai 800 ml.
 - c) Larutan diaduk dan didiamkan hingga 15 menit kemudian disaring.
 - d) Didiamkan hingga mencapai suhu ruang.
- 3) Pembuatan Larutan Teh hitam 4,5%
 - a) Teh hitam ditimbang sebanyak 36 g.
 - b) Dilarutkan dalam air mendidih hingga volume mencapai 800 ml.

- c) Larutan diaduk dan didiamkan hingga 15 menit kemudian disaring.
 - d) Didiamkan hingga mencapai suhu ruang.
- 4) Pembuatan Larutan Teh hitam 6%
 - a) Teh hitam ditimbang sebanyak 48 g.
 - b) Dilarutkan dalam air mendidih hingga volume mencapai 800 ml.
 - c) Larutan diaduk dan didiamkan hingga 15 menit kemudian disaring.
 - d) Didiamkan hingga mencapai suhu ruang.

Analisa Kadar Formalin Sampel

- 1) Prosedur Penyiapan Bahan Baku dan Perekasi
 - a) Pembuatan Larutan Nash (Nash, 1953)
 - (1) Amonium asetat sebanyak 150 gram dilarutkan dengan 700 ml air.
 - (2) Asam asetat glasial sebanyak 3 ml dan asetil aseton 2 ml ditambahkan ke dalam larutan amonium asetat.
 - (3) Air ditambahkan hingga volume mencapai 1 liter.
 - b) Pembuatan Larutan Baku Induk Formalin 1000 ppm (Day dan Underwood, 2002)

- (1) Formalin 37% sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur.
 - (2) Air ditambahkan hingga mencapai volume 370 ml.
- c) Pembuatan Larutan Baku Formalin Konsentrasi 0,5-4 ppm (Day dan Underwood, 2002)
- (1) Pembuatan Larutan Baku Formalin Konsentrasi 0,5 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,05 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (2) Pembuatan Larutan Baku Formalin Konsentrasi 1 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,1 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (3) Pembuatan larutan baku formalin konsentrasi 1,5 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,15 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (4) Pembuatan larutan baku formalin konsentrasi 2 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,2 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (5) Pembuatan larutan baku formalin konsentrasi 2,5 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,25 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (6) Pembuatan larutan baku formalin konsentrasi 3 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,3 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (7) Pembuatan larutan baku formalin konsentrasi 3,5 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,35 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
 - (8) Pembuatan larutan baku formalin konsentrasi 4 ppm
Larutan formalin 1000 ppm diambil sebanyak 0,4 ml ditambah air hingga volume 100 ml.
- d) Pembuatan Larutan Asam Fosfat 10%
- (1) Asam fosfat 85% sebanyak 58,8 ml dimasukkan ke dalam labu ukur .
 - (2) Air ditambahkan hingga mencapai volume 500 ml.
- e) Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (Susanti, 2010)
- (1) Larutan formalin konsentrasi 1,5 ppm dimasukkan ke dalam

- tabung reaksi bertutup sebanyak 1 ml.
- (2) Air ditambahkan hingga volume mencapai 10 ml dan ditambahkan pereaksi Nash sebanyak 5 ml, kemudian dipanaskan dalam penangas air dengan suhu 37°C selama 30 menit.
 - (3) Dibiarkan hingga dingin.
 - (4) Setelah dingin dipindahkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan air hingga mencapai volume 25 ml, kemudian dikocok hingga homogen.
 - (5) Diamati absorbansinya pada panjang gelombang 400-500 nm, hingga didapat panjang gelombang.
- f) Pembuatan Kurva Kalibrasi dan Penentuan Linieritas (Susanti, 2010)
- (1) Formalin konsentrasi 1 ppm sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup, kemudian ditambahkan air hingga mencapai volume 10 ml.
 - (2) Pereaksi Nash sebanyak 5 ml ditambahkan ke dalam tabung reaksi tertutup.
 - (3) Tabung dipanaskan dalam penangas air dengan suhu 37°C selama 30 menit.
 - (4) Ditunggu hingga dingin, kemudian dipindahkan ke labu ukur ditambah air hingga mencapai volume 25 ml.
 - (5) Labu ukur dikocok hingga larutan homogen.
 - (6) Absorbansi diamati pada panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer uv-vis.
 - (7) Ulangi langkah (1) hingga (6) dilakukan untuk formalin dengan konsentrasi 0-4 ppm.
 - (8) Kurva kalibrasi didapatkan menggunakan persamaan linier $y = a + bx$.
- g) Analisa Sampel Secara Kuantitatif dengan Ekstraksi dan Pengukuran Sampel (modifikasi dari Susanti, 2010)
- (1) Sampel ikan diblender selama 1 menit.
 - (2) Sampel ikan diambil sebanyak 10 g.
 - (3) Air 100 ml dan asam fosfat 10% sebanyak 10 ml ditambahkan ke dalam tabung kimia A.

- (4) Dalam tabung kimia B diberi air sebanyak 10 ml. Kemudian, dilakukan penyaringan dengan kertas saring hingga volume 100 ml.
- (5) Air hasil penyaringan diambil 1 ml.
- (6) Kemudian ditambahkan hingga mencapai volume 10 ml.
- (7) Pereaksi Nash ditambahkan sebanyak 5 ml, kemudian dipanaskan dalam penangas air pada suhu 37°C selama 30 menit.
- (8) Setelah dingin dipindahkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan air hingga mencapai volume 25 ml, kemudian dikocok hingga homogen.
- (9) Diamati absorbansinya menggunakan spektrofotometer.
- c) Pada masing-masing konsentrasi ditambahkan 8 ml reagen Lowry B dan dibiarkan 10 menit.
- d) Lalu ditambahkan 1 ml reagen Lowry A, dikocok dan dibiarkan 20 menit.
- e) Kemudian absorbansi dibaca pada panjang gelombang maksimum dengan spektrofotometer.
- f) Kurva standar dibuat pada kertas grafik yang menunjukkan hubungan konsentrasi dengan absorbansi.

2) Penentuan Kadar Protein Terlarut

Analisa Kadar Protein Terlarut (Sudarmadji *et al.*, 1984)

1) Penentuan Kurva Standar

- a) Larutan standar protein dibuat konsentrasi 0,3 mg/ml.
- b) Larutan standar protein dilakukan pengenceran hingga didapatkan kadar 0-0,3 mg/ml.
- c) Sampel ditimbang sebanyak 2 g.
- b) Sampel dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambah air hingga mencapai volume 100 ml.
- c) Larutan sampel dituang ke labu Erlenmeyer, kemudian dikocok selama 15 menit pada 157 rpm.
- d) Cairan diambil dan dimasukkan ke dalam tabung ulir lalu *disentrifuge* selama 15 menit 3000 rpm.
- e) Filtrat diambil sebanyak 1 ml dan dilakukan pengenceran 10 kali.
- f) Filtrat yang telah diencerkan diambil 1 ml.
- g) Reagen Lowry B ditambahkan sebanyak 8 ml, dihomogenkan dengan vortek dan didiamkan selama 10 menit.

- h) Reagen Lowry A ditambahkan sebanyak 1 ml, dihomogenkan dengan vortek dan didiamkan selama 20 menit.
- i) Absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum.
- j) Kadar protein terlarut diketahui dengan perhitungan rumus berikut.

Kadar Protein Terlarut

$$= \frac{X \times FP \times 100}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

X = Konsentrasi protein.

FP = Faktor pengenceran.

Uji Organoleptik (Soekarto, 1985)

- 1) Panelis diseleksi berdasarkan beberapa kriteria. Kriteria tersebut, meliputi panelis adalah mahasiswa program studi Ilmu Teknologi Pangan, Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendapatkan materi kuliah mengenai uji organoleptik, memiliki kemampuan untuk melakukan uji organoleptik dan bersedia menjadi panelis penelitian ini.
- 2) Panelis yang terlibat dalam penelitian ini minimal 15 orang.
- 3) Panelis dikumpulkan di suatu ruangan dan diberikan pengarahan.

- 4) Panelis menilai sampel yang diberi kode dan mengisi lembar penilaian uji organoleptik tanpa mengetahui penilaian antarpanelis.

Analisis data

Analisa statistik dilakukan uji univariat, uji *bivariate*, dan uji multivariat. Uji statistik menggunakan perangkat lunak komputer. Uji univariat dilakukan untuk mengetahui rata-rata dan standar deviasi.

Uji bivariat dilakukan dengan terlebih dahulu uji normalitas untuk mengetahui data distribusi normal data. Uji normalitas data untuk analisa data bivariat yang berdistribusi normal (nilai sig. > 0,05) adalah kadar formalin dan kadar protein terlarut, sedangkan uji organoleptik memiliki distribusi data tidak normal (nilai sig. < 0,05). Data yang tidak berdistribusi normal dilakukan upaya transformasi data, namun tranformasi data yang dilakukan tidak membuat data berdistribusi normal, sehingga analisa data yang dilakukan adalah analisa nonparametrik Mann-Whitney. Uji bivariat t independen dilakukan untuk analisa bivariat kadar formalin dan kadar protein terlarut karena memiliki distribusi normal, sedangkan uji organoleptik dilakukan uji Mann-Whitney karena data tidak berdistribusi normal (Dahlan, 2010).

Uji multivariat dilakukan pada kadar formalin, nilai organoleptik kenampakan mata dan warna karena memiliki beberapa kelompok perlakuan yang berbeda dengan kontrol. Kadar formalin dilakukan uji multivariat *two way anova* karena syarat distribusi normal dan homogenitas terpenuhi. Nilai organoleptik kenampakan mata dan warna dilakukan uji Kruskal-Wallis karena syarat distribusi normal dan homogenitas tidak terpenuhi. Pada nilai organoleptik kenampakan warna dilakukan uji lanjut Mann-Whitney U karena nilai sig. kurang dari 0,05 (Plichta dan Garzon, 2009;

Santjaka, 2011). Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Univariat

Analisa kadar formalin menggunakan pereaksi Nash dengan metode spektrofotometri. Kadar protein terlarut diuji dengan menggunakan pereaksi Lowry dengan metode spektrofotometri. Hasil analisa kimia terdapat pada Tabel

2.

Tabel 2. Analisa Kimia Kadar Formalin dan Protein Terlarut

Kelompok Perlakuan	Kadar Formalin ($\mu\text{g/g}$)	Kadar Protein (mg/g)
K0L0	206,82 \pm 5,32	0,066 \pm 0,011
K1L1	63,45 \pm 17,83	0,038 \pm 0,015
K1L2	56,50 \pm 7,85	0,044 \pm 0,007
K1L3	46,05 \pm 22,89	0,051 \pm 0,015
K2L1	51,92 \pm 3,43	0,047 \pm 0,012
K2L2	54,30 \pm 15,07	0,048 \pm 0,005
K2L3	55,76 \pm 33,73	0,042 \pm 0,010
K3L1	26,23 \pm 5,571	0,049 \pm 0,012
K3L2	61,27 \pm 4,13	0,059 \pm 0,004
K3L3	42,31 \pm 4,46	0,051 \pm 0,023
K4L1	97,49 \pm 23,79	0,045 \pm 0,020
K4L2	64,61 \pm 40,51	0,041 \pm 0,010
K4L3	73,25 \pm 43,08	0,041 \pm 0,015
K5L1	63,72 \pm 28,24	0,041 \pm 0,002
K5L2	60,23 \pm 3,23	0,061 \pm 0,010
K5L3	60,27 \pm 18,91	0,038 \pm 0,027

Keterangan:

K0= Ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan.

K1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air (konsentrasi teh hitam 0%).

K2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 1,5%.

K3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 3%.

K4= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 4,5%.
 K5= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 6%.
 L1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 30 menit.
 L2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.
 L3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 90 menit.

Penilaian organoleptik meliputi kenampakan mata, kenampakan insang, kenampakan warna, bau dan tekstur diuji menggunakan kuesioner. Penilaian

organoleptik dilakukan oleh 16 panelis. Tabel 3 menunjukkan rerata dan standar deviasi hasil penilaian organoleptik.

Tabel 3. Penilaian Organoleptik

Kelompok Perlakuan	K.Mata	K. Insang	K. Warna	Bau	Tekstur
K0L0	2,40±0,98	2,25±0,95	3,72±0,63	2,44±0,95	1,69±0,78
K1L1	2,03± 0,97	2,19±1,03	3,44±0,88	2,63±0,87	1,53±0,67
K1L2	1,94±1,11	2,03±0,97	3,75±0,67	2,78±0,97	1,59±0,76
K1L3	1,84±0,95	1,88±0,91	3,66±0,79	2,72±0,89	1,47±0,57
K2L1	1,53±0,72	2,03±0,90	3,22±1,07	2,31±0,82	1,47±0,57
K2L2	1,63±0,79	2,06±0,98	3,09±0,96	2,78±0,94	1,91±0,78
K2L3	1,59±0,87	2,41±1,10	2,78±0,75	2,63±0,87	1,69±0,78
K3L1	1,69±0,97	2,44±1,16	2,59±0,98	2,38±0,94	2,00±0,67
K3L2	1,50±0,76	2,22±1,13	2,31±1,15	2,59±1,04	1,44±0,67
K3L3	1,38±0,75	2,00±1,14	2,31±0,90	2,53±0,76	2,00±0,92
K4L1	1,50±0,62	2,34±1,00	2,32±0,70	2,44±0,98	1,88±0,75
K4L2	1,66±0,75	2,50±1,02	2,28±0,99	2,63±0,87	1,66±0,79
K4L3	1,59±0,80	2,34±1,04	2,22±0,91	2,66±0,87	1,59±0,71
K5L1	1,50±0,72	2,09±1,09	2,44±1,01	2,69±0,97	1,53±0,67
K5L2	1,78±0,97	2,34±1,07	2,38±0,83	2,69±0,78	2,06±0,80
K5L3	1,47±0,88	2,34±1,15	2,22±0,83	2,72±0,81	1,91±0,69

Keterangan:

K0= Ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan.
 K1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air (konsentrasi teh hitam 0%).
 K2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 1,5%.
 K3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 3%.
 K4= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 4,5%.
 K5= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 6%.
 L1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 30 menit.
 L2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.
 L3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 90 menit

2. Uji Bivariat

Uji bivariat membandingkan kelompok perlakuan dengan K0L0

(kelompok tanpa perlakuan). Uji bivariat yang digunakan untuk analisa kimia adalah uji T-independen karena

berdistribusi normal. Hasil uji T-independen analisa kimia terdapat pada

Tabel 4. Perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $p < 0,05$.

Tabel 4. Uji Bivariat Analisa Kimia

Kelompok Perlakuan	Kadar Formalin	Kadar Protein
K1L1	0,008	0,175
K1L2	0,002	0,141
K1L3	0,011	0,376
K2L1	0,001	0,248
K2L2	0,005	0,164
K2L3	0,025	0,152
K3L1	0,001	0,262
K3L2	0,001	0,474
K3L3	0,001	0,485
K4L1	0,024	0,330
K4L2	0,039	0,138
K4L3	0,049	0,204
K5L1	0,002	0,081
K5L2	0,001	0,673
K5L3	0,009	0,307

Keterangan:

K0= Ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan.

K1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air (konsentrasi teh hitam 0%).

K2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 1,5%.

K3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 3%.

K4= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 4,5%.

K5= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 6%.

L1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 30 menit.

L2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.

L3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 90 menit.

Uji bivariat yang digunakan untuk penilaian organoleptik adalah uji Mann Whitney karena tidak berdistribusi normal. Tabel 5 menunjukkan nilai signifikansi dari uji Mann Whitney

penilaian organoleptik. Perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $p < 0,05$.

Tabel 5. Uji Bivariat Penilaian Organoleptik

Kelompok Perlakuan	K.Mata	K. Insang	K. Warna	Bau	Tekstur
K1L1	0,128	0,747	0,114	0,380	0,456

K1L2	0,058	0,321	0,744	0,156	0,614
K1L3	0,021	0,099	0,781	0,230	0,323
K2L1	0,000	0,341	0,028	0,712	0,323
K2L2	0,001	0,399	0,002	0,163	0,243
K2L3	0,001	0,563	0,000	0,426	1,000
K3L1	0,003	0,540	0,000	0,755	0,071
K3L2	0,000	0,785	0,000	0,546	0,177
K3L3	0,000	0,233	0,000	0,558	0,170
K4L1	0,000	0,700	0,000	0,978	0,289
K4L2	0,002	0,327	0,000	0,380	0,848
K4L3	0,001	0,689	0,000	0,302	0,668
K5L1	0,000	0,429	0,000	0,274	0,456
K5L2	0,013	0,785	0,000	0,254	0,060
K5L3	0,000	0,807	0,000	0,187	0,187

Keterangan:

K0= Ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan.

K1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air (konsentrasi teh hitam 0%).

K2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 1,5%.

K3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 3%.

K4= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 4,5%.

K5= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 6%.

L1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 30 menit.

L2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.

L3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 90 menit.

3. Uji Multivariat

a. Uji Multivariat Kadar Formalin

Kadar Formalin dilakukan uji normalitas sebelum dilakukan uji multivariat dengan menggunakan uji Shapiro Wilk. Hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal karena nilai sig. 0,332 lebih dari alfa (0,05) dan homogen. Hasil uji *Anova Two Way* menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antarperlakuan. Lama perendaman, konsentrasi dan interaksi keduanya tidak berhubungan dengan kadar formalin.

b. Uji Multivariat Organoleptik

1) Kenampakan Mata

Data yang memiliki perbedaan signifikan dalam uji bivariat dilakukan uji normalitas. Nilai sig. 0,000, sehingga data tidak berdistribusi normal karena kurang dari 0,05. Data yang tidak berdistribusi normal dapat dilakukan transformasi data agar data berdistribusi normal. Transformasi data dilakukan dengan transformasi data invers dan ln, namun ketika diuji normalitas masing-masing data yang telah diuji memiliki nilai sig. 0,000,

sehingga data tidak berdistribusi normal. Upaya transformasi data tidak menghasilkan data berdistribusi normal, maka analisa dilakukan dengan analisa nonparametrik. Analisa nonparametrik yang dilakukan adalah uji Kruskal Wallis. Uji Kruskal Wallis menunjukkan nilai asymp. sig. 0,614 sehingga tidak ada perbedaan bermakna antara pengamatan organoleptik mata pada kelompok perlakuan.

2) Kenampakan Warna

Data yang memiliki perbedaan signifikan dalam uji bivariat dilakukan uji normalitas. Nilai sig. 0,000, sehingga data tidak berdistribusi normal karena kurang dari 0,05. Data yang tidak berdistribusi normal dapat dilakukan transformasi data agar data berdistribusi normal. Transformasi data dilakukan dengan transformasi data invers dan ln, namun ketika diuji normalitas masing-masing data yang telah diuji memiliki nilai sig. 0,000, sehingga data tidak berdistribusi normal. Upaya transformasi data tidak menghasilkan data berdistribusi normal, maka analisa dilakukan dengan analisa nonparametrik.

Analisa nonparametrik yang dilakukan adalah uji Kruskal Wallis. Uji Kruskal Wallis menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara pengamatan organoleptik kenampakan mata pada kelompok perlakuan. Uji lanjut *Mann-Whitney U* dilakukan karena terdapat perbedaan yang signifikan.

B. Pembahasan

1. Kadar Formalin Ikan Tongkol Segar

a. Uji Univariat Kadar Formalin

Ikan Tongkol Segar

Formalin dalam ikan dapat berasal dari tubuh ikan (alami), tetapi dapat pula secara sengaja ditambahkan dari luar. *Trimethylamine-N-oxide* (TMAO) diubah oleh enzim *trimethylamine oxide demethylase* (TMAOase) menjadi *dimethylamin* dan formaldehid. Selama penyimpanan beku, formalin berinteraksi dengan protein untuk meningkatkan kepadatan ikan (Gaonkar dan McPherson, 2006). Murtini *et al.* (2014) meneliti formalin alami dalam ikan laut dengan hasil kadar formalin berkisar 0,954 ppm hingga 1,572 ppm. Hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa

kadar formalin sampel berkisar antara $26,23 \pm 5,57 \mu\text{g/g}$ hingga $206,82 \pm 5,32 \mu\text{g/g}$ ($\mu\text{g/g}$ setara dengan mg/kg) melebihi dari batas kandungan formalin alami.

Menurut *European Food Safety Authority* (EFSA), *Acceptable Daily Intake* (ADI) formaldehid sekitar 4 mg/kg berat badan per hari (EFSA, 2014). Apabila seseorang dengan berat badan 50 kg , asupan maksimal formaldehid dalam 1 hari adalah 200 mg . Kandungan formalin ikan tongkol kontrol adalah $206,82 \pm 5,32 \mu\text{g/g}$ setara dengan $206,82 \pm 5,32 \text{ mg/kg}$, sehingga asupan maksimal ikan tongkol dalam 1 hari adalah $0,967 \text{ kg}$. Kadar formalin paling rendah terdapat pada ikan tongkol yang direndam dalam larutan teh hitam dengan konsentrasi 3% selama 30 menit, yaitu $26,23 \pm 5,571 \mu\text{g/g}$ setara dengan $26,23 \pm 5,571 \text{ mg/kg}$. Asupan maksimal ikan tongkol yang telah direndam dalam larutan teh hitam 3% selama 30 menit adalah $7,626 \text{ kg}$ bagi seseorang dengan berat badan 50 kg .

b. Uji Bivariat Kadar Formalin Ikan Tongkol Segar

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan perendaman baik menggunakan air maupun larutan teh hitam memiliki perbedaan yang signifikan. Air memiliki kemampuan melarutkan senyawa organik yang memiliki gugus karboksil/amino dan gugus fungsional polar. Formalin merupakan senyawa organik yang bersifat polar/ larut air, sehingga ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air berbeda secara signifikan dibandingkan dengan kontrol (Gerig, 1974). Air memiliki kemampuan untuk menurunkan kandungan formalin dalam bahan makanan dibuktikan oleh Sari (2011). Penelitian Sari (2011) membuktikan bahwa mi tiaw berformalin yang direndam dalam air dapat menurunkan kadar formalin 38,83% hingga 42,66%. Kadar formalin paling rendah terdapat pada sampel yang direndam dalam larutan teh hitam konsentrasi 3% selama 30 menit (Tabel 2), yaitu $26,23 \pm 5,57 \mu\text{g/g}$ atau 87,32% lebih rendah dibandingkan kontrol. Kadar formalin pada sampel yang

direndam pada air selama 30 menit, yaitu $63,44 \pm 17,83 \mu\text{g/g}$ atau 69,32% lebih rendah dibandingkan kontrol. Perbedaan kadar formalin pada sampel tersaji pada Tabel 2. Ada perbedaan kadar formalin pada kontrol dan perlakuan, namun tidak ada perbedaan kadar formalin antara sampel yang direndam pada air dan teh hitam.

1) Konsentrasi Larutan

Konsentrasi larutan teh hitam memberikan dua faktor yang memengaruhi kadar formalin dalam sampel, yaitu saponin dan osmosis. Teh hitam memiliki kandungan saponin sebanyak $86,1 \pm 3,69 \text{ g/kg}$ bahan kering (Ramdani *et al.*, 2013). Zat terlarut dalam cairan meningkatkan konsentrasi larutan tersebut, sehingga perbedaan konsentrasi di dalam tubuh ikan dan di luar ikan menjadi lebih kecil. Perbedaan yang tidak terlalu signifikan akan menurunkan kecepatan osmosis (Asmadi, 2008; dan Hademenos, 2011).

Kandungan saponin pada larutan teh hitam meningkatkan

kemampuan membasahi larutan dengan menurunkan tegangan permukaan (Buchanan, 1999 dan Effendi, 2003). Kandungan formalin pada sampel yang direndam pada larutan teh hitam konsentrasi 1,5% dan 3% lebih rendah daripada kandungan formalin yang ikan tongkol yang direndam dalam air (tidak berbeda signifikan) karena saponin yang terkandung dalam teh hitam. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fadhillah *et al.* (2013), Jannah *et al.* (2014), Dwimayasanti *et al.* (2014), Damayanti *et al.* (2014). Penelitian tersebut membuktikan bahwa lidah buaya, lengkuas, daun kedondong, kunyit mampu menurunkan kadar formalin pada ikan laut. Lidah buaya, lengkuas, daun kedondong dan kunyit diketahui mengandung saponin.

Teh hitam memengaruhi osmosis larutan, sehingga pada konsentrasi 4,5% dan 6% memiliki kandungan formalin

yang lebih tinggi daripada kandungan formalin yang ikan tongkol yang direndam dalam air (tidak berbeda signifikan). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sanger dan Montolalu (2008). Menurut Sanger dan Montolalu (2008), perendaman daging ikan cakalang segar berformalin pada air, lemon cui 5% dan asam asetat 5% dengan kadar formalin yang keluar dari dalam daging ikan masing-masing 72,31%; 68,40%; dan 67,75%. Proses penurunan kadar formalin ikan tongkol segar dalam larutan teh hitam dipengaruhi oleh osmosis cairan dan saponin.

2) Lama Perendaman

Uji *Two Way Anova* menyatakan bahwa lama perendaman tidak memberikan pengaruh terhadap kadar formalin sampel ($P= 0,91$). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purawisastra dan Sahara (2011) yang

menyatakan bahwa penurunan kadar formalin tidak berbanding lurus dengan lama perendaman bahan makanan. Sampel daging dada ayam yang telah direndam formalin 1% selama 6 jam (kadar formalin awal 4,37 mg/g), kemudian direndam dalam air panas selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, memiliki kadar formalin masing-masing 4 mg/g, 4,6 mg/g dan 4,3 mg/g.

2. Kadar Protein Terlarut

Kadar protein terlarut sampel berkisar antara $0,038 \pm 0,027$ mg/g hingga $0,066 \pm 0,011$ mg/g (Tabel 2). Penelitian yang dilakukan oleh Apituley (2009) menyatakan bahwa konsentrasi formaldehid memberikan pengaruh yang nyata terhadap protein terlarut pada daging merah dan daging putih ikan tuna putih (*Thunus sp*). Semakin tinggi konsentrasi formaldehid, maka semakin besar penurunan protein terlarut pada daging merah dan daging putih ikan tuna putih (*Thunus sp*).

Tabel 4 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara

sampel kontrol dan sampel yang direndam dalam larutan air maupun larutan teh hitam. Formalin merupakan senyawa reaktif yang dapat membentuk ikatan kovalen *cross link* polipeptida yang menyebabkan deformasi struktur protein, hilangnya fungsi dan pengerasan jaringan ikan. Kelompok rantai samping protein yang dapat bereaksi dengan formalin termasuk amina, amido, guanido, thiol, fenolik, imiadazole dan residu *indolyl* (Erickson dan Hung, 2001). Kadar protein terlarut pada sampel penelitian tidak berbeda signifikan disebabkan stuktur protein yang berikatan dengan formalin telah rusak, namun terdapat protein terlarut yang terdeteksi ini disebabkan tidak semua protein terlarut berikatan dengan formalin.

3. Uji Organoleptik

a. Kenampakan Mata

Kenampakan mata sampel berkisar antara $1,38 \pm 0,75$ hingga $2,40 \pm 0,98$ (kenampakan mata jingga hingga jingga keputihan). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman memberikan efek

pada kenampakan warna mata sampel. Perubahan warna mata ikan ini disebabkan adanya zat warna *theaflavin* dan *thearubigin* yang terdapat pada teh hitam (Syah, 2006).

Tabel 5 memperlihatkan nilai organoleptik kenampakan mata tidak berbeda signifikan antara kontrol dengan sampel yang direndam dalam air selama 30 menit dan 60 menit. Nilai kenampakan mata berbeda signifikan antara kontrol dengan sampel yang direndam pada air selama 90 menit dan sampel yang direndam dalam larutan teh hitam. Nilai kenampakan mata antara kontrol dengan sampel yang direndam dalam air selama 90 menit memiliki perbedaan yang signifikan karena tubuh ikan memiliki tekanan osmosis lebih rendah dibandingkan dengan air, sehingga cairan dalam ikan akan keluar dari tubuh ikan termasuk darah yang membuat kenampakan mata lebih jingga (Oktarina, 2009). Nilai kenampakan mata berbeda signifikan antara kontrol dengan sampel yang direndam dalam

larutan teh hitam disebabkan adanya *theaflavin* (0,3-2% bahan kering) yang memberikan warna jingga dan *thearubugin* (10-20% bahan kering) yang memberikan efek warna kecoklatan (Syah, 2006). Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suratman (2014). Penelitian Suratman (2014) menyatakan bahwa teh hitam lebih dominan dalam memengaruhi perubahan warna resin komposit dibandingkan teh hijau dan air.

Beberapa sampel berbeda signifikan dengan kontrol, sehingga dilakukan uji multivariat. Uji multivariat menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara pengamatan organoleptik mata pada kelompok perlakuan. Hal ini besarnya kadar zat warna *theaflavin* dan *thearubugin* yang terdapat dalam mata ikan tidak dapat dibedakan dengan indera penglihatan manusia.

b. Kenampakan Insang

Kenampakan insang sampel berkisar antara $2,00 \pm 1,14$ hingga $2,44 \pm 1,16$ (kurang merah bata) pada Tabel 3. Warna kenampakan

insang kurang merah bata ini menunjukkan bahwa insang ikan mengandung formalin (DKP Kab. Blitar, 2015)

Tabel 5 menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kontrol dengan sampel yang direndam dalam air maupun larutan teh hitam. *Theaflavin* dan *thearubugin* yang terdapat pada teh hitam tidak memberikan perubahan kenampakan pada insang ikan (Syah, 2006). Hal ini dapat disebabkan pengamatan karena terbatasnya ketelitian membedakan gradasi warna manusia.

c. Kenampakan Warna Badan

Kenampakan warna sampel berkisar antara $2,22 \pm 0,91$ hingga $3,75 \pm 0,67$ (kenampakan jingga keputihan hingga putih keperakan) pada Tabel 3. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman memberikan efek pada kenampakan warna sampel. Perubahan warna badan ikan ini disebabkan adanya zat warna *theaflavin* dan *thearubugin* yang terdapat pada teh hitam (Syah, 2006).

Tabel 5 menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kontrol dengan sampel yang direndam dalam air selama 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Sampel yang direndam dalam larutan teh hitam memiliki perbedaan yang signifikan dengan kontrol, hal ini disebabkan adanya *theaflavin* dan *thearubugin* dalam teh yang membuat warna sampel mengalami perubahan warna (Syah, 2006).

Lama perendaman dan konsentrasi teh hitam memengaruhi gradasi kenampakan warna sampel. Selisih lama perendaman 60 menit menyebabkan perubahan kenampakan warna yang nyata pada sampel. Sampel yang direndam dalam konsentrasi 1,5% selama 30 menit memiliki kenampakan yang berbeda dengan sampel yang direndam selama 90 menit, namun tidak berbeda dengan yang direndam selama 60 menit. Konsentrasi yang berbeda dengan waktu yang sama menghasilkan kenampakan warna yang berbeda.

Sampel yang direndam dalam konsentrasi 3% selama 30 menit memiliki kenampakan warna yang tidak berbeda dengan konsentrasi yang lebih pekat dan waktu perendaman lebih lama. *Theaflavin* dan *thearubugin* yang terserap pada tubuh ikan menghasilkan warna yang hampir sama. Perubahan warna yang dihasilkan dapat berpengaruh pada kesukaan konsumen, sehingga pada pertimbangan perlakuan terbaik kenampakan warna sangat diperhitungkan.

d. Bau

Nilai organoleptik bau sampel berkisar antara $2,31 \pm 0,82$ hingga $2,78 \pm 0,97$ (kurang menyengat hingga menyengat) pada Tabel 3. Ikan mengandung protein tinggi, sehingga mudah mengalami kerusakan akibat bakteri. Bakteri akan mengubah protein menjadi senyawa-senyawa sederhana seperti *cadaverin*, *putrescin*, skatol, H_2S dan NH_3 yang menyebabkan bau. Akumulasi senyawa-senyawa sederhana tersebut dan formalin yang terdapat pada ikan menimbulkan

bau menyengat (Purnawijayanti, 2001).

Tabel 5 menyatakan tidak ada perbedaan antara kontrol dengan sampel yang direndam dalam air dan teh hitam. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa perendaman *fillet* ikan bandeng dalam larutan lidah buaya tidak menyebabkan perbedaan bau yang signifikan. Sampel kontrol, sampel yang direndam pada konsentrasi lidah buaya 15%, 20% dan 20% masing-masing 6,33; 7,33; 7,27 dan 6,77 (skala 0-10). Hal ini menunjukkan perendaman sampel *fillet* ikan bandeng dalam larutan dan konsentrasi berbeda tidak berpengaruh pada bau sampel pada hari pertama.

Penelitian lain mengungkapkan hal sama bahwa bau tidak berubah pada hari pertama perlakuan. Penelitian mengenai perendaman udang putih berformalin dalam lengkuas 20% menyatakan bahwa bau yang dihasilkan sampel berupa bau menyengat formalin. Pada penyimpanan dingin dari 0-3 hari

bau tidak berubah, namun pada penyimpanan lebih dari 6 hari bau mulai berubah. Pada hari ke-9 bau formalin mulai tergantikan oleh bau indol dari udang. Senyawa aldehid melalui oksidasi lemak menghasilkan asam-asam lemak bebas yang menyebabkan bau tengik (Jannah *et al.*, 2014).

Penelitian mengenai perendaman *fillet* bandeng dalam larutan daun kedondong 6 % selama 30 menit menyatakan bahwa bau yang dihasilkan sampel berupa bau menyengat formalin. Penyimpanan dingin pada hari ke-0 bau tidak berubah, namun pada hari ke-3 dan 6 bau mulai berubah menjadi tengik (Dwimayasanti *et al.*, 2014).

e. Tekstur

Nilai organoleptik tekstur sampel berkisar antara $1,44 \pm 0,67$ hingga $2,06 \pm 0,80$ (lunak hingga agak lunak) pada Tabel 3. Hal ini disebabkan oleh protein yang terdenaturasi selama proses penyimpanan beku, meskipun terdapat formalin, proses denaturasi protein tetap terjadi sehingga

tekstur menjadi lunak (Erickson dan Hung, 2001).

Tabel 5 menyatakan bahwa tidak ada perbedaan antara sampel yang direndam dalam air dan larutan teh hitam dengan kontrol. Penelitian mengenai perendaman udang putih berformalin dalam lengkuas 20% menyatakan bahwa perbedaan tekstur tidak terdeteksi pada hari ke-0 hingga 3 penyimpanan suhu dingin. Tekstur sampel pada penyimpanan dingin dari 0-3 hari tekstur baik, namun pada penyimpanan mulai dari 6 hari kekompakan tekstur berkurang (Jannah *et al.*, 2014).

Hasil penelitian ini mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Fadhillah *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa perendaman *fillet* ikan bandeng berformalin tidak mengakibatkan perbedaan nyata pada tekstur. Sampel kontrol, sampel yang direndam pada konsentrasi lidah buaya 15%, 20% dan 20% masing-masing 7,57; 7,73; 7,70 dan 7,60 (skala 1-10). Penelitian mengenai perendaman *fillet* bandeng dalam larutan daun kedondong 6 %

selama 30 menit menyatakan bahwa tekstur yang dihasilkan sampel baik. Penyimpanan dingin pada hari ke-0 tekstur tidak berubah, namun pada hari ke-3 dan 6 tekstur elastisitas *fillet* menurun (Dwimayasanti *et al.*, 2014).

4. Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik diketahui melalui metode indeks efektivitas. Metode ini menentukan perlakuan terbaik berdasarkan prioritas dan kontribusi terhadap jumlah skor (De Garmo *et al.*, 1984). Kadar formalin dan nilai organoleptik bau memiliki nilai negatif karena semakin tinggi nilainya menjadi semakin buruk. Kelompok perlakuan yang disertakan merupakan kelompok yang memiliki perbedaan signifikan kadar formalin dengan kelompok kontrol. Perlakuan terbaik didapatkan dari perlakuan yang memiliki jumlah skor paling tinggi. Perlakuan terbaik penelitian ini adalah konsentrasi 1,5% selama 90 menit. Perhitungan jumlah skor penentuan terbaik tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Perlakuan Terbaik dengan Metode Indeks Efektivitas

Kelompok	Skor							Jumlah
	Formalin*	Protein Terlarut	Mata	Insang	Warna Tubuh	Bau*	Tekstur	
K1L1	0,104	0,005	0,140	0,039	0,127	0,100	0,017	0,125
K1L2	0,085	0,051	0,127	0,024	0,160	0,160	0,025	0,141
K1L3	0,056	0,105	0,114	0,000	0,150	0,139	0,005	0,180
K2L1	0,072	0,075	0,056	0,020	0,104	0,000	0,005	0,188
K2L2	0,079	0,080	0,053	0,024	0,091	0,160	0,075	0,085
K2L3	0,083	0,032	0,047	0,548	0,059	0,107	0,040	0,536
K3L1	0,000	0,084	0,067	0,072	0,039	0,021	0,090	0,331
K3L2	0,098	0,163	0,027	0,044	0,010	0,096	0,000	0,049
K3L3	0,045	0,101	0,000	0,016	0,010	0,075	0,090	0,097
K4L1	0,200	0,059	0,027	0,060	0,013	0,043	0,070	-0,014
K4L2	0,108	0,027	0,060	0,080	0,007	0,107	0,035	-0,006
K4L3	0,132	0,027	0,047	0,060	0,000	0,117	0,025	-0,091
K5L1	0,105	0,023	0,027	0,028	0,023	0,128	0,015	-0,117
K5L2	0,095	0,178	0,087	0,060	0,016	0,128	0,100	0,218
K5L3	0,096	0,000	0,020	0,060	0,000	0,139	0,075	-0,079

Keterangan:

*) Memiliki nilai negatif

K0= Ikan tongkol segar berformalin yang tidak direndam dalam larutan.

K1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada air (konsentrasi teh hitam 0%).

K2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 1,5%.

K3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 3%.

K4= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 4,5%.

K5= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam pada larutan teh hitam 6%.

L1= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 30 menit.

L2= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 60 menit.

L3= Ikan tongkol segar berformalin yang direndam selama 90 menit.

KESIMPULAN

Perlakuan terbaik ditemukan pada sampel yang direndam dalam teh hitam 1,5% selama 90 menit dengan kadar formalin 73%, kadar protein terlarut 0,042 mg/g, kenampakan mata jingga keputihan, kenampakan insang kurang merah bata, kenampakan warna tubuh putih kejinggaaan,

bau menyengat dan tekstur agak lunak. Kadar protein terlarut sampel yang direndam dalam air tidak berbeda dengan yang direndam dalam teh hitam.

Perendaman dalam teh hitam memberikan perbedaan signifikan pada kenampakan mata dan warna, namun tidak berbeda signifikan pada kenampakan insang, bau, dan tekstur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aparasu RR. 2011. *Research Methods for Pharmaceutical Practice and Policy*. Pharmaceutical Press. London
- Apituley DAN. 2009. Pengaruh penggunaan formalin terhadap kerusakan protein daging ikan tuna (*Thunus sp.*). *Agritech* 29(1): 22-28
- Asmadi. 2008. *Teknik Prosedural Keperawatan: Konsep dan Aplikasi Kebutuhan Dasar Klien*. Salemba Medika. Jakarta
- Buchanan R. 1999. *A Weaver's Garden: Growing Plants for Natural Dyes and Fibers*. Dover Publications. New York
- Dahlan MS. 2010. *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Salemba Medika. Jakarta
- Damayanti E, Ma'ruf WF, Wijayanti I. 2014. Efektivitas kunyit (*Curcuma longa* Linn.) sebagai pereduksi formalin pada udang putih (*Penaeus merguensis*) penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 3(1): 98-107.
- Day RA dan Underwood AL. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi 6*. Erlangga. Jakarta
- De Garmo EP, Sullivan WG, Canada JR. 1984. *Engineering Economics*. Mc. Millan Publishing. New York
- DKP Blitar. 2015. Cara Memilih Ikan untuk Dikonsumsi. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Blitar. <http://dkp.blitarkab.go.id/?p=2243> [Diakses pada tanggal 29 Juni 2015]
- DKP DIY. 2012. Bahaya Formalin untuk Kesehatan. Dinas Kesehatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. http://dinkes.jogjaprov.go.id/berita/detil_berita/322-bahaya-formalin-untuk-kesehatan [Diakses pada 25 Juni 2015]
- Dwimayasanti R, Widodo WF, Riyadi PH. 2014. Efektivitas larutan daun kedondong (*Spondias sp.*) sebagai pereduksi kadar formalin pada fillet ikan bandeng (*Chanos chanos Forsk*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(2): 44-51.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta
- Erickon MC dan Hung YC. 2001. *Quality in Frozen Food*. Springer Science Business Media. Berlin
- European Food Safety Authority. 2014. Endogenous formaldehyde turnover in humans compared with exogenous contribution from food sources. *EFSA Journal* 12(2): 1-11
- Fadhilah AP, Ma'ruf WF, Rianingsih L. 2013. Efektivitas lidah buaya (*Aloe vera*) di dalam mereduksi formalin pada fillet ikan bandeng (*Chanos chanos Forsk*) selama penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 2(3): 21-30
- Fried GH dan Hademenos GJ. 2011. *Schaum's Outlines Biologi Edisi 2*. Erlangga. Jakarta
- Gaonkar AG dan McPherson A. 2006. *Ingredient Interactions: Effects on Food Quality*. CRC Press. Florida
- Gerig JT. 1974. *Introductory Organic Chemistry*. Academic Press. Cambridge
- Hanafiah, K.A. 1994. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*. RajaGrafindo Persada. Depok.
- Hellweg GD. 1971. *Histopathology of the Endometrium*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York
- James J, Baker C, Swain H. 2008. *Prinsip-prinsip Sains untuk Keperawatan*. Erlangga. Jakarta
- Jannah M, Ma'ruf WF, Surti T. 2014. Efektivitas lengkuas (*Alpinia galanga*) sebagai pereduksi kadar formalin pada udang putih (*Penaeus merguensis*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(1): 70-79.
- Junaidi T, Mahdiana A. 2019. Analisis usaha *purse sine* sebagai alat tangkap ikan cakalang (*Katsuwonus sp.*) di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap. [Prosiding]. *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX 19-20 November 2019*. Purwokerto: Pengelolaan Wilayah Kelautan, Pesisir, dan Pedalaman
- KKP. 2020. Produksi dan Harga Ikan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. http://pipp.djpt.kkp.go.id/produksi_harga [Diakses pada 3 September 2020]
- Kementerian Pertanian 2012. Mengenal 4 Macam Jenis Teh. <http://balittri.litbang.pertanian.go.id/index.php/component/content/article/49-infotekno/159-mengenal-4-macam-jenis-teh> [Diakses pada tanggal 7 September 2020]
- Murtini JT, Riyanto R, Priyanto N, Hermana I. 2014. Pembentukan formaldehid alami pada beberapa jenis ikan laut selama penyimpanan dalam es curai. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 9(2): 143-151
- Nash T. 1953. The Colorimetric Estimation of Formaldehyde by Means of the Hantzsch Reaction. *Biochemical Journal* 55: 416-421

- Oktarina RM. 2009. Pengaruh Frekuensi Perendaman dalam Air tawar terhadap Kinerja Pertumbuhan Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). *Skripsi*. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
- Plichta SB dan Garzon LS. 2009. *Statistics for Nursing and Applied Health*. Wolters Kluwer Health. Philadelphia.
- Purawisastra S dan Sahara E. 2011. Penyerapan formalin oleh beberapa jenis bahan makanan serta penghilangannya melalui perendaman dalam air panas. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan* 34(1): 63-74
- Purnawijayanti HA. 2001. *Sanitasi, Higiene, dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan*. Kanisius. Yogyakarta
- Ramdani D, Chaudhry AS, Seal CJ. 2013. Chemical composition, plant secondary metabolites, and minerals of green and black teas and the effect of different tea-to-water ratios during their extraction on the composition of their spent leaves as potential additives for ruminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61: 4961-4967
- Sanger G dan Montolalu L. 2008. Metode Pengurangan Kadar Formalin Pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.). *Warta WIPTEK*: (32), 6-10. ISSN: 0854-0667
- Santjaka A. 2011. *Statistik untuk Penelitian Kesehatan (Deskriptif, Inferensial, Parametrik dan Non Parametrik)*. Nuha Medika. Yogyakarta
- Sari FM. 2011. Studi Pengaruh Pencucian dan Perendaman terhadap Penurunan Kadar Formalin pada Mi Tiaw Secara Spektrofotometri Sinar Tampak. *Skripsi*. Program Ekstensi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sastrosupadi A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis di Bidang Pertanian* Kanisius. Yogyakarta
- Setyowati L, Purwanto E, Ningtyas NA. 2020. Uji kuantitatif kadar formalin ikan segar dan pindang di TPI (tempat pelelangan ikan) Tulungagung. *Jurnal Keperawatan*, 11 (1). pp. 56-63. ISSN 2443-0900
- Showell MS. 2006. *Handbook of Detergent, Part D: Formulation*. CRC Press. Florida
- Soekarto ST. 1985. *Penilaian Organoleptik*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta
- Suratman. 2014. Perbedaan Diskolorasi Restorasi Resin Komposit Perendaman Larutan Teh Hitam dan Teh Hijau. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin
- Susanti S. 2010. Penetapan kadar formaldehid pada tahu yang dijual di pasar ciputat dengan metode spektrofotometri uv-vis disertai dengan kolorimetri menggunakan pereaksi nash. *Skripsi*. Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. 84 halaman
- Syah ANA. 2006. *Taklukan Penyakit dengan Teh Hijau*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- WHO. 2002. *Concise International Chemical Assessment Document 40: Formaldehyde*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Geneva