

DETEKSI FORMALIN PADA IKAN DAN SEAFOOD ASIN DARI BEBERAPA PASAR LOKAL DI KOTA SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR

FORMALIN DETECTION IN MARINE FISH AND SEAFOOD SALTED FROM LOCAL MARKETS IN SAMARINDA CITY, EAST KALIMANTAN

Irwan Ramadhan Ritonga^{1*}, Ristiana Eryati¹, Akhmad Rafii²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas PIK, Universitas Mulawarman, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas PIK, Universitas Mulawarman, Indonesia

*Email: ritonga_irwan@fpik.unmul.ac.id

Diterima: 12 September 2022. Disetujui: 23 November 2022. Dipublikasikan: 10 Desember 2022

Abstrak: Formalin merupakan salah satu senyawa kimia yang sering ditambahkan kepada ikan dan seafood. Padasaat paparan formalin masuk ke dalam tubuh manusia, maka hal tersebut sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi kandungan formalin pada sampel ikan dan seafood yang berasal dari beberapa pasar lokal di kota Samarinda. Metode penelitian ini bersifat deskriptif observational terhadap 149 sampel uji ikan dan seafood asin. Deteksi kandungan formalin pada ikan dan seafood dilakukan dengan *rapid test kit*. Pada saat sampel uji mengalami perubahan warna menjadi merah dan ungu, maka sampel tersebut terindikasi positif mengandung formalin. Ditemukan bahwa dari 10 dari 13 sampel ikan dan 4 dari 4 sampel seafood positif mengandung formalin. Jenis ikan dan seafood yang mengandung formalin di penelitian ini adalah layang, sarden, teri, baronang, pedak, haruan laut, kepala batu, kaca-kaca, tenggiri, hiu cucut, cumi, udang ebi, udang papay dan baby cumi. Penelitian ini menyarankan bahwa konsumen harus lebih berhati-hati untuk membeli ikan dan *seafood* yang mengandung formalin.

Kata Kunci : Tubuh Manusia, Ikan, Seafood, Produk Ikan, Formaldehida

Abstract: Formalin is a chemical compound that is often added to fish and seafood. When formalin exposure enters the human body, it is very dangerous for human health. The purpose of this study was to detect the formalin content in fish and seafood samples from several local markets in the city of Samarinda. The research method was descriptive observational on 149 test samples of fish and seafood salted. Detection of formalin content in fish and seafood was detected by the rapid test kit. When the test sample changed to red and purple color, the sample was indicated to be positive for formalin. It was found that 10 out of 13 fish samples and 4 out of 4 seafood samples were positive for formaldehyde. The types of fish and seafood containing formalin in this study were layang, sarden, teri, baronang, pedak, haruan laut, kepala batu, kaca-kaca, tenggiri, hiu, cumi, udang ebi, udang papay and baby cumi. This study suggests that consumers should be more careful to buy fish and seafood that contain formaldehyde.

Keywords : *Human Body, Fish, Seafood, Fish Products, Formaldehyde*

PENDAHULUAN

Ikan dan *seafood* merupakan sumber protein yang baik bagi tubuh manusia. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan protein juga akan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal tersebut dibuktikan dengan meningkatnya konsumsi ikan nasional dari 30,48 kg/kapita pada tahun 2010 menjadi 38,1 kg/kapita pada 2014 [1]. Sedangkan, di wilayah Kalimantan Timur (Kaltim), rata - rata konsumsi ikan laut telah mencapai 42 kg per kapita (2021) dari rata – rata angka target konsumsi perikanan nasional 2019 dengan 54,5 kg per kapita [2].

Kaltim merupakan salah satu propinsi di Indonesia yang berbatasan dengan laut, dan mempunyai produk perikanan dan kelautan seperti ikan, udang dan cumi. Sayangnya produk tersebut merupakan jenis makanan yang mudah mengalami pembusukan oleh mikroorganisme akibat adanya

kandungan air dan protein. Salah satu usaha yang dilakukan oleh produsen perikanan di Kaltim untuk menghindari pembusukan adalah dengan melakukan pengawetan sederhana dengan pemberian garam. Namun, dikarenakan jumlah garam yang diperlukan setiap pengawetan cukup banyak dan harganya yang cenderung meningkat, maka beberapa oknum produsen ikan menambahkan senyawa kimia formaldehida pada ikan dan *seafood*. Tujuan penambahan senyawa tersebut dilakukan untuk menekan jumlah biaya pengeluaran dan juga menambah masa pengawetan ikan dan *seafood* asin.

Senyawa formaldehida merupakan salah satu pengawet yang mempunyai kemampuan mengawetkan makanan dan minuman karena gugus aldehyd yang terkandung pada formalin dapat berikatan dengan protein menjadi senyawa *methylene* [3]. Protein yang terikat tersebut sangat susah didegradasi oleh mikroorganisme pembusuk,

sehingga makanan dan minuman yang mengandung formalin menjadi lebih tahan lama [4]. Jika dilihat dari efek dari konsumsi formalin, efek negatif yang akan terjadi pada tubuh manusia mungkin dapat dirasakan disaat masa yang akan datang. Pada saat paparan formalin masuk ke tubuh manusia secara terus-menerus, maka tubuh manusia dapat mengalami masalah kesehatan seperti keracunan akut, iritasi, alergi kulit, alergi asma, neurotoksisitas, kerusakan fungsi paru, hematotoksisitas, toksisitas reproduksi, genotoksisitas, dan kanker [5].

Penelitian tentang deteksi formalin pada ikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti di Kota Samarinda [6][7]. Akan tetapi, penelitian tersebut dilakukan beberapa tahun yang lalu, dan sumber sampelnya hanya berasal dari lokasi tertentu saja. Sedangkan informasi terbaru tentang deteksi formalin pada sampel ikan dan *seafood* asin dari beberapa pasar lokal dengan cara cepat (*rapid test kit*) dan akurat sangat dibutuhkan konsumen sebagai salah satu alternatif untuk mengetahui ada tidaknya kandungan formalin. Kemudian, penggunaan *rapid test* ini merupakan salah satu fungsi kontrol terhadap keamanan pangan bagi para konsumen, terutama pasar lokal di Kota Samarinda. Karenanya, investigasi awal tentang deteksi formalin pada ikan dan *seafood* asin dari beberapa pasar lokal di Kota Samarinda perlu dilakukan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan di penelitian ini adalah metode deskriptif observational. Populasi yang digunakan di penelitian ini adalah sampel jenis ikan dan *seafood* dibeli dan dikumpulkan dari beberapa pedagang pasar lokal di kota Samarinda pada Oktober 2022. Masing-masing jenis ikan dan *seafood* yang telah dibeli, dimasukkan ke plastik yang berbeda yang telah diberi kode untuk mengetahui sumber sampel.

Perbedaan plastik ini dilakukan untuk menghindari kontaminasi pada saat pengumpulan sampel. Setelah itu, semua sampel dibawa ke laboratorium kelautan, Universitas Mulawarman untuk proses lebih lanjut. Proses identifikasi sampel ikan dan *seafood* penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap, yakni: 1). Mencatat nama ikan dan *seafood* berdasarkan informasi penjual di pasar lokal, 2). Untuk memastikan nama lokal dan nama ilmiah masing-masing sampel, maka digunakan buku identifikasi ikan dan *seafood* [8].

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hotplate* untuk memanaskan akuades, beaker glass sebagai wadah akuades. Tabung reaksi sebagai wadah campuran antara sampel ikan dengan reagen dan akuades. Kemudian pipet tetes untuk memindahkan cairan akuades ke tabung reaksi. Beberapa bahan penelitian yang digunakan dipenelitian ini adalah *Rapid Test Kit* untuk makanan dan minuman (Labstest, Jakarta), akuades, formalin 37 %, 12 jenis ikan dan 4 jenis *seafood* asin (Tabel 1).

Sampel ikan dan *seafood* diiris-iris kecil terlebih dahulu dengan pisau *stainles*. Untuk menghindari kontaminasi formalin dari sampel ikan lainnya, pisau dicuci bersih menggunakan akuades setelah mengiris-iris setiap sampel uji. Masing – masing sampel dihomogenkan menggunakan *mortar* dan *pestle*.

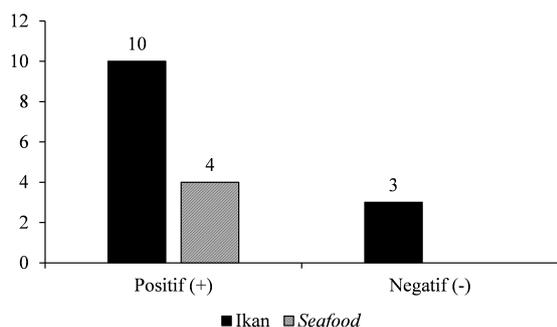
Metode deteksi kandungan formalin pada ikan dan *seafood* di penelitian ini dilakukan berdasarkan metode Mardiyah & Jamil [9] yang telah dimodifikasi. Sebanyak ± 2 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambah dengan akuades yang telah dipanaskan ± 5 ml dan diaduk selama 1 menit. Kemudian, masing – masing sampel ditambahkan 1 tetes reagen 1 dan 3 tetes reagen 2 ke dalam tabung reaksi. Dilakukan pengocokan sampel selama ± 1 menit dan dibiarkan hingga 10 menit.

Tahapan pembuatan sampel kontrol dipenelitian ini dilakukan dengan 5 ml larutan formalin (37 %) dan akuades dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 1 tetes reagen 1 dan 3 tetes reagen 2. Setelah itu, pengamatan dilakukan untuk melihat apakah ada perubahan warna sampel yang terjadi. Pada saat perubahan warna sampel dari putih keruh menjadi merah muda, ungu muda hingga ungu, perubahan tersebut mengindikasikan adanya kandungan formalin pada sampel ikan dan *seafood*, sedangkan warna yang tidak berubah menunjukkan sampel bebas dari formalin.

Semua data yang diperoleh pada saat pengujian deteksi formalin pada ikan dan *seafood* diolah dan dianalisis dengan microsoft office excel. Kemudian, masing-masing tabel dan gambar dijelaskan secara deskriptif. Pengamatan fisik ikan dan *seafood* juga dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan sampel yang positif mengandung formalin dengan yang negatif mengandung formalin berdasarkan perubahan warna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kualitatif pada 149 sampel ikan dan *seafood* asin dari pasar lokal yang berbeda di Kota Samarinda, ditemukan 10 dari 13 sampel ikan dan semua sampel *seafood* (4 dari 4 sampel) positif (+) mengandung formalin (**Gambar 1**). Temuan ini ditandai dengan adanya perubahan warna cairan sampel dari putih keruh menjadi merah, ungu muda dan ungu. Beberapa jenis ikan dan *seafood* yang positif mengandung formalin adalah layang, sarden, teri, baronang, pedak, haruan laut, kepala batu, kaca-kaca, tenggiri, hiu cucut, cumi, udang ebi, udang papay dan *baby* cumi. Sedangkan jenis ikan yang negatif (-) mengandung formalin di penelitian ini hanya pepetek, simbula dan bulu ayam (**Tabel 1**). Secara umum, 76.9 % ikan dan 100 % *seafood* di penelitian ini positif mengandung formalin.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Deteksi Formalin pada Ikan dan *Seafood*.

Tingginya jumlah persentase jenis ikan dan *seafood* yang mengandung formalin di penelitian ini mengindikasikan bahwa hampir semua jenis sampel uji mengandung formalin, kecuali ikan pepetek, simbula dan bulu ayam. Temuan ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya di kota Samarinda dan beberapa lokasi di Indonesia [10][11][12] bahwa beberapa jenis ikan yang diperjualbelikan telah terkontaminasi formalin. Selain itu, jenis ikan yang positif mengandung formalin tidak hanya ditemukan di Indonesia, tapi juga ditemukan di beberapa negara lain seperti India, Nepal, Ghana dan Italy [13][14][15][16]. Hal ini mengindikasikan bahwa formalin yang terdeteksi pada ikan dan *seafood* di Indonesia dan beberapa negara lain tersebut merupakan salah satu permasalahan global. Dikarenakan penelitian ini hanya menginvestigasi deteksi formalin pada jenis ikan dan *seafood*, maka penelitian tentang konsentrasi dan kajian resiko formalin pada tubuh manusia perlu dilakukan sebagai acuan dasar keamanan pangan bagi para konsumen di kota Samarinda dimasa yang akan datang.

Secara umum, ikan dan *seafood* asin merupakan beberapa jenis organisme laut yang diawetkan dengan menggunakan garam, dijemur hingga kering, sehingga bisa menghindari proses pembusukan. Disamping proses pembuatan yang relatif mudah, harga jual ikan asin juga relatif murah dibanding ikan segar dipasar. Oleh karena itu, ikan dan *seafood* ini merupakan salah satu ikan yang disukai masyarakat. Dikarenakan ikan segar mengandung banyak air, maka lebih mudah mengalami pembusukan akibat pertumbuhan bakteri. Sampai sekarang, salah satu pengawet yang masih diijinkan dan dipertahankan oleh produsen ikan adalah pemberian garam. Namun, penyalahgunaan bahan pengawet selain garam menjadi formalin pada ikan dan *seafood* masih sering dilakukan oleh oknum produsen ikan.

Berdasarkan undang-undang pangan dan perlindungan konsumen, serta tindakan penambahan formalin pada bahan makanan dan minuman merupakan tindakan kejahatan dalam undang-undang pangan dan kesehatan berdasarkan peraturan Nomor 1168/Menkes/PER/X/1999 dan juga Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 [17].

Formaldehida merupakan senyawa yang mampu berinteraksi dengan banyak gugus fungsi protein yang terdapat pada makanan dan minuman, terutama protein yang terkandung pada ikan dan *seafood*. Pada saat formalin berikatan dengan protein, maka akan mengakibatkan penurunan kandungan protein.

Hal ini sesuai dengan hasil observasi pada daging merah ikan tuna yang dilakukan oleh Apituley [18] bahwa persentase protein terlarut seperti asam amino esensial seperti histidin, metionin dan lisin (45,71 %, 20,46 %, 34,90 %) menurun akibat adanya interaksi antara formalin dan protein. Selain itu, ikatan antara formalin dengan protein mengakibatkan adanya ikatan kuat dan susah untuk dipecah, meskipun dilakukan dengan cara direndam, dimasak [19][20] maupun diradiasi untuk memecah protein, lemak dan formaldehida [21]. Pada saat formalin berikatan dengan protein akan membentuk senyawa *methylene*, yang mana ikatan senyawa ini mempunyai kemampuan menghindari kerusakan baik akibat aktifitas mikroorganisme maupun proses oksidasi. Akibatnya ikan dan *seafood* yang mengandung formalin akan terawetkan dalam waktu yang lama [22].

Berdasarkan *International Agency for Research on Cancer* (IARC), senyawa formaldehida diklasifikasikan ke grup 1 sebagai karsinogenik bagi tubuh manusia. Kemudian, *United States Environmental Protection Agency* (EPA) juga telah menetapkan bahwa nilai referensi dosis harian maksimum (RfD) untuk formaldehida pada tubuh manusia adalah 0.2 µg/g berat badan per hari. Sebagai contoh, jika berat badan seseorang adalah 60 kilogram, maka tubuh orang tersebut dapat mentolerir 60 dikali 0,2 yaitu 1,2 milligram formalin per hari. Jika jumlah formalin yang masuk ke dalam tubuh manusia hanya sedikit, hal tersebut mungkin tidak membahayakan kesehatan. Namun, hal itu mungkin mengakibatkan beberapa sumber penyakit seperti iritasi, keracunan akut, alergi kulit, alergi asma, sistem syaraf, kerusakan fungsi paru, kelainan reproduksi, kelainan gen, dan kanker bila formalin dengan dosis besar dikonsumsi manusia [23].

Berdasarkan banyaknya efek negatif yang ditimbulkan formalin terhadap kesehatan manusia, penggunaan formalin dalam makanan dan minuman untuk konsumsi manusia dilarang di Indonesia.

Berdasarkan hasil deteksi dan pemaparan efek negatif dari paparan formalin pada tubuh manusia, perlu dilakukan pendekatan kepada para produsen ikan. Pendekatan yang perlu dilakukan adalah dengan memberikan penyuluhan mengenai bahan-bahan apa saja yang diperbolehkan dan dilarang untuk mengawetkan ikan dan *seafood*. Selain itu, para produsen ikan juga perlu diberikan peringatan agar tidak menambahkan formalin pada ikan dan *seafood* demi meraih untung sesaat tanpa memperdulikan keamanan pangan bagi konsumen. Salah satu pendekatan yang perlu dilakukan oleh para konsumen pada saat membeli ikan dan *seafood*

asin adalah dengan memperhatikan ciri-cirinya fisiknya, yaitu kesegaran ikan dan *seafood* asin. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Khalifah et al., [24] pada ikan belanak asin bahwa faktor perlakuan penggaraman dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap kualitas ikan. Selain itu, hasil observasi yang telah dilakukan oleh Fatimah et al., di pasar Giwangan dan Beringharjo, Yogyakarta menyimpulkan bahwa karakteristik ikan asin yang terindikasi mengandung formalin dapat

diketahui oleh konsumen berdasarkan penampakan visualnya seperti:

1. Ikan tetap bertahan pada suhu kamar (25°C) tanpa mengalami perubahan
2. Tidak berbau khas ikan asin
3. Tekstur ikan cenderung keras
4. Cenderung bersih dan mengkilat dibanding ikan yang bebas formalin
5. Tidak dihinggapi lalat jika dilokasi tersebut banyak terdapat lalat.

Tabel 1. Hasil pengujian formalin pada ikan dan *seafood*.

Nama lokal	Nama ilmiah	n	Hasil uji (+/-)	Warna
Ikan				
Layang	<i>Decapterus</i> sp.	10	+	Merah
Sarden	<i>Clopea</i> sp.	5	+	Merah
Teri	<i>Stolephorus</i> sp.	4	+	Ungu muda
Pepetek	<i>Leiognathus</i> sp.	5	-	Putih keruh
Simbula	<i>Sardinella</i> sp.	2	-	Putih keruh
Baronang	<i>Siganus</i> sp.	5	+	Ungu muda
Pedak	<i>Rastrelliger</i> sp.	4	+	Ungu muda
Haruan laut	<i>Saurida</i> sp.	4	+	Ungu muda
Kepala batu	<i>Pseudocienna</i> sp.	11	+	Ungu muda
Kaca-kaca	<i>Gerres</i> sp.	11	+	Ungu muda
Bulu ayam	<i>Thryssa</i> sp.	17	-	Putih keruh
Tenggiri	<i>Scomberomorus</i> sp.	1	+	Ungu muda
Hiu cucut	<i>Stegostoma</i> sp.	1	+	Ungu muda
Seafood				
Cumi - cumi	<i>Loligo</i> sp.	12	+	Ungu
Udang ebi	<i>Penaeus</i> sp.	12	+	Ungu
Udang papay	<i>Acetes</i> sp.	25	+	Ungu
Baby cumi	<i>Loligo</i> sp.	20	+	Ungu muda
Total sampel ikan yang diuji		149		

KESIMPULAN

Hasil identifikasi formalin pada jenis ikan dan *seafood* dari beberapa pasar lokal di kota Samarinda terdapat beberapa ikan yang positif mengandung formalin, yakni layang, sarden, teri, baronang, pedak, haruan laut, kepala batu, kaca-kaca, tenggiri, hiu cucut, cumi, udang ebi, udang papay dan *baby* cumi. Sedangkan jenis ikan yang tidak mengandung formalin adalah ikan pepetek, simbula dan bulu ayam. Karenanya, para konsumen disarankan agar berhati-hati dalam membeli ikan dan *seafood* asin yang mengandung formalin untuk menghindari resiko kesehatan. Selain itu, monitoring dan pengawasan oleh pihak pemerintah daerah yang ketat terhadap jenis ikan dan *seafood* mengandung formalin di pasar lokal kota Samarinda perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djunaidah, I. S. (2017). Tingkat Konsumsi Ikan di Indonesia: Ironi di Negeri Bahari. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 11(1). 12–24.
- [2] Kaltimprov. (2022). *Data Konsumsi Ikan Propinsi Kaltim Tahun 2016-2021*. Kelautan dan Perikanan Dalam Angka. (Online). (<https://kkp.go.id/setjen/satudata/page/1453->

[kelautan-dan-perikanan-dalam-angka](#). Diakses pada tanggal 14 Oktober 2022, Pukul 20:33 WITA).

- [3] Kamps, J. J. A. G., Hopkinson, R. J., Schofield, C. J., & Claridge, T. D. W. (2019). How Formaldehyde Reacts with Amino Acids. *Communications Chemistry*, 2(1). 1–14.
- [4] Laly, S., Priya, E., Panda, S., & Zynudheen, A. (2018). Formaldehyde in Seafood: A review. *Fishery Technology*, 55(2). 87–93.
- [5] Tang, X., Bai, Y., Duong, A., Smith, M. T., Li, L., & Zhang, L. (2009). Formaldehyde in China: Production, Consumption, Exposure Levels, and Health Effects. *Environment International*, 35(8). 1210–1224.
- [6] Putri, D. (2017). *Identifikasi Kandungan Formalin Menggunakan Pereaksi Schryver pada Ikan Asin yang Dijual di Pasar Rahmat Samarinda*, (Online). (http://repository.akfarsam.ac.id/index.php?p=s_how_detail&id=20). Diakses pada tanggal 14 Oktober 2022, Pukul 21:24 WITA).
- [7] Chasyiro, H. (2009). *Identifikasi Kandungan*

- Formalin pada Ikan di Tempat Pelelangan Ikan Jl. Lumba-lumba Kelurahan Selili Samarinda Ilir.* (Online). (https://repository.akfarsam.ac.id/index.php?show_detail&id=722). Diakses pada tanggal 14 Oktober 2022, Pukul 21:35 WITA).
- [8] Ahmad, A., Lim, A., Khiok, P., Nor Azman, Z., Mohd Saki, N., & Tassapon, K. (2018). *Marine Fishes and Crustaceans of the Southeast Asian region*. Malaysia : SEAFDEC/MFRDMD.
- [9] Mardiyah, U., & Jamil, S. N. A. (2020). Identifikasi Kandungan Formalin pada Ikan Segar yang Dijual di Pasar Mimbo dan Pasar Jangkar Kabupaten Situbondo. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 11(2). 135–140.
- [10] Fatimah, S., Astuti, D. W., & Awalia, N. H. (2017). Analisis Formalin pada Ikan Asin di Pasar Giwangan dan Pasar Beringharjo Yogyakarta. *Jurnal Analytical and Environmental Chemistry*, 2(1). 22–28.
- [11] Lestari, I., Sangra Pratiwi, G., & Yuliawati. (2022). Analisis Kandungan Formalin pada Ikan Asin Kepala Batu yang Berada di Pasar Tradisional Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 8(1). 47–54.
- [12] Utama, C., Nurwidiyanto, N., Baehaki, F., & Ekawati, S. (2021). Analysis of Formaldehyde Content in Salted Fish at Ciroyom market, Bandung City, Indonesia. *Journal of Sustainability Science and Technology*, 1(1). 35–43.
- [13] Joshi, R., Bhatta, R., Paudel, P. N., & Kafle, B. K. (2015). Formaldehyde Content of Selected Fish from the Wet Markets of Kathmandu valley. *International Food Research Journal*, 22(4). 1434–1437.
- [14] Asare-Donkor, N. K., Adaagoam, R. A., Voegborlo, R. B., & Adimado, A. A. (2018). Risk Assessment of Kumasi Metropolis Population in Ghana through Consumption of Fish Contaminated with Formaldehyde. *Journal of Toxicology*, 4785031.
- [15] Bianchi, F., Careri, M., Musci, M., & Mangia, A. (2007). Fish and Food Safety: Determination of Formaldehyde in 12 Fish Species by SPME Extraction and GC-MS Analysis. *Food Chemistry*, 100(3). 1049–1053.
- [16] Immaculate, J., & Jamila, P. (2018). Quality Characteristics Including Formaldehyde Content in Selected Sea Foods of Tuticorin, Southeast Coast of India. *International Food Research Journal*, 25(1). 293–302.
- [17] Budianto, A. (2014). Formalin Dalam Kajian Undang-Undang Kesehatan; Undang-Undang Pangan dan Undang-Undang Perlindungan Konsumen. *Jurnal Legislasi Indonesia*, 8(1). 151–172.
- [18] Apituley, D. A. N. (2009). Pengaruh Penggunaan Formalin Terhadap Kerusakan Protein Daging Ikan Tuna (*Thunus sp.*). *Agritech*, 29(1). 1–7.
- [19] Hoque, M. S., Jacxsens, L., De Meulenaer, B., & Alam, A. K. M. N. (2016). Quantitative Risk Assessment for Formalin Treatment in Fish Preservation: Food Safety Concern in Local Market of Bangladesh. *Procedia Food Science*, 6(1). 151–158.
- [20] Ernawati, A., Pangestuti, D. & Laksmi, L. (2017). Efektivitas Perendaman Air Hangat dan Air Garam Terhadap Penurunan Kadar Formalin Ikan Teri Asin di Tingkat Pedagang Pasar Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(4). 613–621.
- [21] Hasan, M. M., Alam, M. Z., Kabir, M. H., & Mony, S. A. (2008). Effects of Irradiation on Formaldehyde Concentration and Nutritional Changes of Formalin Treated Fish, *Pampus chinensis*. *Bangladesh J. Fish. Res*, 12(2). 173–178.
- [22] Metz, B., Kersten, G. F. A., Hoogerhout, P., Brugghe, H. F., Timmermans, H. A. M., De Jong, A., Meiring, H., Ten Hove, J., Hennink, W. E., Crommelin, D. J. A., & Jiskoot, W. (2004). Identification of Formaldehyde-Induced Modifications in Proteins: Reactions with Model Peptides. *Journal of Biological Chemistry*, 279(8). 6235–6243.
- [23] Kim, K. H., Jahan, S. A., & Lee, J. T. (2011). Exposure to Formaldehyde and Its Potential Human Health Hazards. *Journal of Environmental Science and Health - Part C Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*, 29(4). 277–299.
- [24] Khalifah, A. M., Badr, A. N., El-Khadragy, M. F., Shehata, M. G., Abdalla, S. A., Yehia, H. M., & Ali, H. S. (2022). Comparative Evaluations to Enhance Chemical and Microbial Quality of Salted Grey Mullet Fish. *Fishes*, 7(4). 1–14.