



POTENSI *EDIBLE COATING* GELATIN DENGAN PENAMBAHAN KUERSETIN TERHADAP PEMBENTUKAN HISTAMIN PADA DAGING IKAN TONGKOL SELAMA PENYIMPANAN

Leni Lasmi¹, Nani Nuraenah¹, dan Andri Nofreana¹

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia.
Email: lenilasmi@gmail.com

ABSTRAK

Edible coating berbahan dasar gelatin telah dikenal sebagai pengawet pada produk perikanan yang berfungsi sebagai pembungkus yang melindungi produk dari kontaminasi luar baik berupa adanya oksigen yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi maupun berupa mikroba yang dapat mempercepat proses pembusukan. Kemampuan *edible coating* gelatin sebagai pengawet dapat ditingkatkan dengan penambahan antimikroba sehingga dapat lebih memperpanjang masa simpan produk. Kuersetin merupakan salah satu bahan aktif yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap beberapa bakteri penghasil histidin dekarboksilase. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari potensi kombinasi *edible coating* gelatin dari tulang ikan dengan penambahan kuersetin dari bawang dayak pada konsentrasi yang berbeda (0%, 1%, 2%) dalam menghambat pertumbuhan histamin ikan tongkol selama penyimpanan pada variasi lama penyimpanan suhu ruang (0, 6, 12, dan 24 jam). Parameter yang diamati berupa kandungan histamin dan pH. Pengujian kandungan histamin dilakukan secara kualitatif menggunakan test kit histamin. Kombinasi penggunaan *edible film* gelatin dan kuersetin pada konsentrasi yang berbeda dapat menghambat pertumbuhan histamin pada fillet ikan tongkol setelah penyimpanan selama 12 jam pada suhu ruang. Penambahan kuersetin pada konsentrasi 1% dan 2% menunjukkan hasil yang hampir sama. Pada pengujian pH terlihat bahwa semakin meningkatnya konsentrasi kuersetin yang diberikan pada daging fillet Ikan Tongkol, maka akan semakin kecil kenaikan nilai pH daging fillet ikan tongkol pada variasi waktu mulai dari jam ke 12.

Kata Kunci: Tulang ikan, Kuersetin, Histamin, *Edible coating*

PENDAHULUAN

Penggunaan pengawet sangat penting untuk mempertahankan mutu suatu produk. Penggunaan pengawet sintetis selama ini banyak digunakan oleh produsen yang bila digunakan secara terus menerus akan terakumulasi pada tubuh manusia dan akhirnya akan berdampak bagi kesehatan. Pengawet diperlukan untuk produk perikanan yang diketahui mudah mengalami proses kemunduran mutu. Ikan setelah mati akan mengalami penurunan nilai gizi yang

diakibatkan oleh mikroba, sinar matahari dan adanya aktivitas enzim yang ada pada tubuh ikan tersebut. Salah satu produk yang terbentuk dari penguraian protein karena aktivitas enzim ialah histamin yang merupakan salah satu indikator kebusukan ikan, terutama dari kelompok scombridae. Histamin terbentuk karena adanya enzim dekarboksilase eksogenus yang dihasilkan oleh mikroba pada tubuh ikan.

Gelatin telah dikenal sebagai pengawet pada produk perikanan. Gelatin dapat di ekstraksi

dari tulang Ikan Tenggiri yang merupakan limbah dari UKM amplang ikan Tenggiri yang menjamur di Kalimantan Barat. Kemampuan gelatin membentuk *edible coating* dapat membungkus dan melindungi produk dari kontaminasi luar baik berupa oksigen yang dapat mengoksidasi lemak produk perikanan maupun mikroba yang dapat mempercepat proses penguraian nutrisi pada ikan sehingga ikan mengalami kebusukan. Penelitian Fitriyani *et al.* (2019) dan Fadilah *et al.* (2014) menunjukkan bahwa gelatin mampu mempertahankan kualitas daging ikan.

Kemampuan *edible coating* gelatin sebagai pengawet dapat ditingkatkan dengan penambahan antimikroba ke dalam *edible coating* sehingga dapat lebih memperpanjang masa simpan produk. *Edible coating* berfungsi melindungi produk dari kontaminasi udara dan antimikroba berperan sebagai pencegah pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian Prasetiawan *et al.* (2013) menunjukkan bahwa ekstrak kuersetin dari bawang dayak merupakan senyawa antimikroba yang dapat menurunkan kadar histamin daging ikan.

Kuersetin digolongkan sebagai bahan aktif dengan berbagai kemampuan biologis termasuk memiliki sifat antimikroba terhadap beberapa mikroba penghasil histidin dekarboksilase dan histamin (Riviere *et al.*, 2009). Beberapa laporan sebelumnya menunjukkan bahwa kuersetin merupakan inhibitor bagi enzim histidin dekarboksilase (Nitta *et al.*, 2009). Ikawati *et al.*, (2002) menyatakan bahwa kuersetin memiliki banyak situs (*site*) untuk mencegah pelepasan dan pembentukan histamin, terutama dalam menghambat tyrosine kinases, PKC, Ca²⁺-ATPases dan HDC.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari potensi kombinasi *edible coating* gelatin dari tulang ikan dengan penambahan kuersetin dari bawang dayak dalam menghambat pertumbuhan histamin ikan tongkol selama penyimpanan pada kondisi suhu ruang.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sampel uji berupa Ikan Tongkol; Bahan-bahan pembuatan gelatin berupa tulang ikan tenggiri, HCl, akuades, dan kertas Whatman 42; Bahan-bahan pembuatan kuersetin berupa bawang dayak dan etanol 95%; bahan *edible coating* berupa gelatin, kuersetin, dan gliserol. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat-alat gelas, *water bath*, termometer, timbangan digital, *Shaker*, *rotary evaporator*, oven, pH meter, saringan mesh 40, *score sheet* uji organoleptik, dan test kit histamin "ET".

Isolasi Gelatin Dari Tulang Ikan

Isolasi gelatin dari tulang ikan mengacu pada metode Idiawati *et al.* (2014). Tahapan proses terdiri dari *degreasing*, *pretreatment*, dan ekstraksi. Pada proses *degreasing*, sebanyak 17 kg tulang ikan tenggiri direbus dalam air bersuhu 80°C selama 30 menit. Selanjutnya tulang dicuci sambil disikat untuk menghilangkan sisa daging, lemak dan kotoran lain. Tulang yang sudah bersih dipotong kecil-kecil (2-3 cm) dan siap digunakan pada tahap *pretreatment*. Proses *pretreatment* dilakukan dengan merendam tulang hasil proses *degreasing* dalam HCl 2% dengan rasio tulang: larutan adalah 1:6. Proses Perendaman dilakukan selama 3 hari (72 jam) dan pelarut diganti setiap 24 jam sekali. Hasil proses perendaman disebut ossein dan siap digunakan pada tahap ekstraksi.

Ekstraksi gelatin dilakukan dengan proses pemanasan ossein dalam air dengan rasio antara ossein dan air adalah 1:3. Pemanasan dilakukan dalam *water bath* yang diatur pada suhu 70°C selama 7 jam. Larutan gelatin yang dihasilkan dipisahkan dengan proses penyaringan menggunakan pompa vacuum dan kertas whatman No. 41 (kertas penyaring). Larutan gelatin dikeringkan dengan oven. Gelatin kering dihaluskan dengan menggunakan blender untuk mendapatkan serbuk gelatin.

Isolasi Kuersetin Dari Bawang Dayak

Ekstraksi kuersetin dari bawang dayak dilakukan melalui proses maserasi yang merujuk pada metode Sa'adah *et al.* (2017). Serbuk bawang dayak dimaserasi dalam pelarut etanol 95% dengan perbandingan serbuk bawang dayak : etanol adalah 1:4 dengan lama waktu maserasi selama 24 jam. Selanjutnya pelarut diganti dengan jumlah yang sama dan dimaserasi kembali selama 24 jam. Remaserasi ini dilakukan sebanyak 3 kali. Larutan hasil maserasi disaring menggunakan penyaring vacuum dan kertas saring whatman No. 41. Maserat yang telah dihasilkan diuapkan dengan rotary evaporator pada suhu 50°C sampai terbentuk ekstrak kental.

Pembuatan *Edible Coating*

Pembuatan *edible coating* gelatin - kuersetin mengacu pada Senoaji *et al.* (2017) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 8 gram gelatin dimasukkan kedalam labu ukur 200 ml, kemudian ditambahkan aquades sampai tanda tera. Larutan gelatin dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit sampai gelatin terlarut sempurna di dalam air. Larutan ditambahkan gliserol 0,6% hingga homogen. Kemudian ditambahkan kuersetin dengan variasi konsentrasi sebesar 0%, 1%, dan 2%.

Aplikasi Pengawet *Edible Coating* Gelatin-Kuersetin Pada Ikan Tongkol

Proses *coating* dilakukan dengan metode perendaman. Potongan fillet ikan tongkol direndam dalam larutan *edible coating* gelatin-kuersetin selama 30 menit. Kemudian dianginkan dan disimpan pada suhu ruang dengan lama penyimpanan sampai 24 jam. Tingkat kesegaran fillet ikan selama penyimpanan dianalisis pada jam ke 0, 6, 12, dan 24 jam yang meliputi kandungan histamin, pH, dan organoleptik.

Uji Kualitatif Histamin

Proses uji histamin secara kualitatif mengacu pada metode Mauliyani *et al.* (2016). Sebanyak 10 gram potongan fillet tongkol dihaluskan dengan 25 ml etanol dan 8 tetes cairan basa. Campuran daging dipanaskan dalam water bath pada suhu 60°C selama 15 menit, kemudian didinginkan pada suhu kamar

dalam kondisi tertutup. Setelah dingin disaring dengan kertas saring. Cairan hasil saringan diambil sebanyak 5 mL dan dibiarkan sampai kering (tersisa 1-2 tetes). Kedalam sisa cairan sampel ditambahkan aquades sebanyak 2 mL. Larutan ini disebut ekstrak sampel.

Ekstrak sampel di uji secara kualitatif menggunakan test kit dengan terlebih dahulu menyiapkan reagen uji. Sebanyak 8 tetes reagen A dan 8 tetes reagen B dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Campuran kedua reagen tersebut dibiarkan dalam wadah berisi es curai selama 5 menit. Kemudian ditambahkan reagen C sebanyak 5 ml secara perlahan-lahan. Tahap akhir ditambahkan ekstrak sampel sebanyak 1 ml. Perubahan warna merah muda sampai merah bata yang terbentuk dari reaksi sampel dan reagen menunjukkan indikasi kandungan konsentrasi histamin.

Uji pH

Pengukuran pH dilakukan merujuk pada Wicaksono (2016) dengan menggunakan pH meter dengan cara memasukkan elektroda (material penghantar listrik) khusus daging (ujung lancip) ke dalam daging dan melakukan pembacaan skala pH setelah angka ditunjukkan pada layar menjadi stabil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan *Edible Coating* gelatin-kuersetin

Pelapis *edible coating* gelatin-kuersetin dibuat dari gelatin Ikan Tengggiri dan kuersetin bawang Dayak Kalimantan. Isolasi gelatin dari tulang Ikan Tengggiri merujuk pada metode yang dilakukan oleh Idiawati *et al.* (2014). Gelatin kering yang dihasilkan kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender. Gelatin yang dihasilkan tersebut memiliki ciri-ciri yaitu berwarna coklat keemasan, bertekstur keras seperti plastik, sedikit bau khas dan lengket apabila di pegang dengan jari tangan. rendemen yang dihasilkan dari gelatin tersebut yaitu 1,7 %.

Ekstraksi kuersetin dari bawang dayak dilakukan melalui proses maserasi yang merujuk pada metode Sa'adah *et al.* (2017). Dari hasil ekstraksi ini menghasilkan kuersetin dalam bentuk pasta atau ekstrak kental, dimana

ekstrak kental atau kuersetin tersebut memiliki warna hitam pekat serta bau khas bawang dayak kalimantan itu sendiri. rendemen

kuersetin sebesar 4,81%. Gambar serbuk gelatin Ikan Tenggiri dan pasta kuersetin Bawang Dayak dapat dilihat pada Gambar 1.



a)



b)

Gambar 1. Bahan dasar edible coating gelatin- kuersetin a) gelatin dan b) pasta kuersetin

Edible coating gelatin-kuersetin dibuat dengan metode *solution casting*. Perlakuan yang diterapkan pada penelitian ini adalah penggunaan konsentrasi kuersetin yang berbeda pada *edible coating* gelatin. variasi konsentrasi Kuersetin yang digunakan adalah 0%, 1%, dan 2%. Pemilihan variasi konsentrasi mengacu pada hasil penelitian Prasetiawan *et al.* (2013), yang memperlihatkan bahwa penggunaan konsentrasi kuersetin sebesar 1,5% dapat menurunkan kandungan histamin yang lebih baik setelah penyimpanan selama 12 jam pada suhu ruang dibanding 0,5% dan 1%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kuersetin, semakin rendah kandungan histamin pada ikan setelah penyimpanan selama 12 jam. Larutan *edible coating* gelatin-kuersetin siap digunakan

Analisis Kualitatif Kandungan Histamin

Kandungan histamin sampel potongan fillet tongkol yang telah dilapisi dengan edible coating gelatin-kuersetin diuji secara kualitatif dengan menggunakan test kit histamin "ET". Teskit uji histamin merupakan alat uji sederhana dan mudah untuk mendeteksi keberadaan histamin pada bahan makanan termasuk produk perikanan baik bentuk padat atau cair. Test Kit Uji Kandungan Histamin dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan histamin pada bahan uji sampai 20 ppm sehingga dapat direkomendasikan sebagai alat uji cepat kandungan histamin karena level deteksinya memenuhi standar bahan makanan

(khususnya ikan atau *seafood*) menurut standar Uni Eropa yaitu sebesar 200 ppm.

Deteksi kandungan histamin dilakukan terhadap sampel potongan fillet tongkol yang telah dilapisi *edible coating* gelatin-kuersetin dan disimpan pada kondisi suhu ruang dengan jangka waktu penyimpanan 0,6,12, dan 24 jam. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh perlakuan penambahan *edible coating* dan kuersetin terhadap peningkatan atau penurunan kandungan histamin setelah 24 jam.

Pengujian histamin diawali dengan ekstraksi histamin dari sampel ikan dengan tujuan untuk melepaskan histamin dalam daging ikan. Ekstraksi dilakukan dengan mereaksikan potongan fillet ikan dengan etanol 95% yang dilanjutkan dengan proses pemanasan pada suhu 60°C selama 15 menit. Proses pemanasan mengakibatkan kerusakan sel ikan sehingga histamin yang terikat pada jaringan ikan lepas. Menurut Fuji *et al.* (1994) dalam Mahendratta dan Tawali (2006), histamin yang terikat dengan jaringan ikan maupun mikroba dapat lepas akibat kerusakan sel secara mekanik maupun fisik. Histamin yang terlepas dari jaringan ikan terlarut dalam larutan pengeksrak. Proses penguapan dilakukan untuk memisahkan histamin dari pelarutnya.

Ekstrak histamin yang diperoleh direaksikan dengan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat yang merupakan hasil reaksi dari

reagen A, B, dan C melalui reaksi diazotasi. Reagen A, B, dan C merupakan reagen yang disediakan dari test kit. Pereaksi p-fenildiazonium sulfonat mengikat gugus amina primer dari histidin bebas. Banyaknya gugus amina primer yang terikat pada pereaksi p-fenildiazonium sulfonat di tandai dengan intensitas warna yang dihasilkan. Warna yang ditimbulkan antara ekstrak sampel dengan pereaksi p-fenildiazonium sulfonat dari reagen

mengindikasikan adanya histamin, yaitu timbulnya warna kuning hingga orange yang merata dalam larutan. Konsentrasi histamin yang semakin tinggi pada sampel akan menunjukkan intensitas warna yang lebih nyata (Hattu *et al.*, 2014). Perubahan intensitas warna yang dihasilkan dari reaksi sampel ikan dengan telah dilapisi *edible coating* dengan penambahan kuersetin pada berbagai variasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Kontrol (tanpa *edible coating* dan kuersetin) 0, 6, 12, dan 24 jam



Perlakuan P0 (kuersetin 0%) 0, 6, 12, dan 24 jam



Perlakuan P1 (kuersetin 1%) 0, 6, 12, dan 24 jam



Perlakuan P2 (kuersetin 2%) 0, 6, 12, dan 24 jam

Gambar 2. Perubahan intensitas warna yang dihasilkan dari reaksi sampel ikan yang telah dilapisi *edible coating* gelatin- kuersetin pada berbagai variasi selama penyimpanan 0, 6, 12, dan 24 jam

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2, intensitas warna kuning dari kontrol semakin meningkat dari penyimpanan 0 sampai 24 jam. Hasil pengamatan pada jam ke-0 menunjukkan warna kuning pucat, pada jam ke-6 terbentuk warna kuning pekat, pada jam ke-12 terbentuk warna kuning kemerahan, dan pada jam ke-24 terbentuk warna kemerahan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan histamin pada ikan tongkol yang tidak diberi

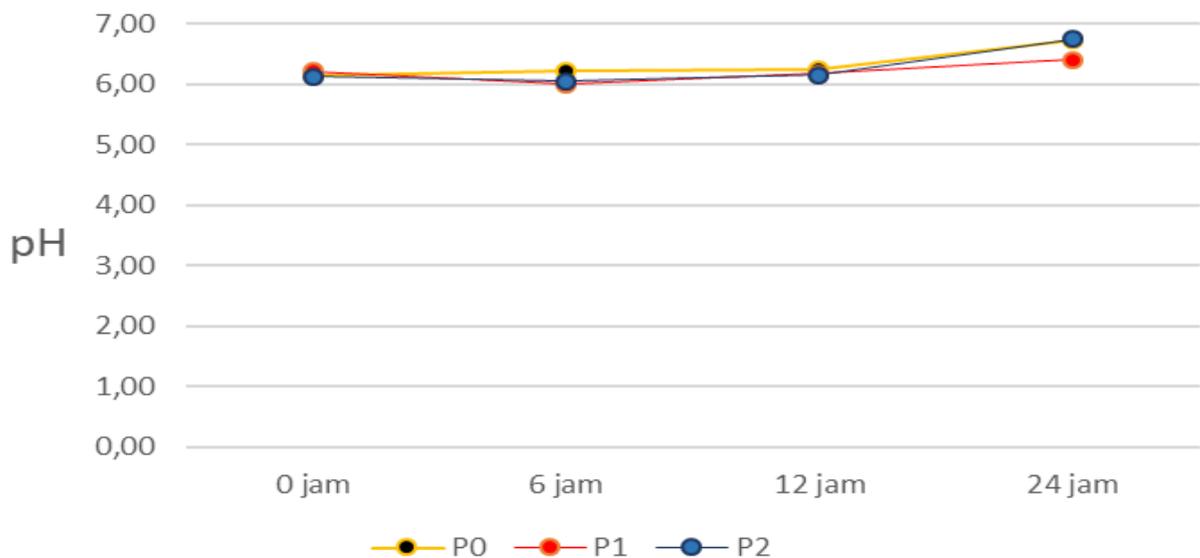
perlakuan semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Penambahan *edible coating* gelatin dan kuarsetin memberikan pengaruh terhadap perubahan intensitas warna dari sampel uji. Pada perlakuan P0 (hanya menggunakan *edible coating* gelatin tanpa kuersetin) menunjukkan intensitas warna yang dihasilkan hampir sama dari jam ke-0 sampai dengan jam ke-24. Hal ini menunjukkan bahwa selama penyimpanan

24 jam belum terjadi peningkatan histamin dari sampel yang dilapisi dengan *edible coating* gelatin setelah disimpan selama 24 jam pada suhu ruang. Lain halnya dengan sampel perlakuan P1 (menggunakan *edible coating* gelatin dan kuarsetin 1%), intensitas warna yang dihasilkan mengalami peningkatan setelah penyimpanan selama 12 jam, namun pada penyimpanan 24 jam intensitas warna kembali menurun. Begitu pula dengan sampel perlakuan P2 (menggunakan *edible coating* gelatin dan kuarsetin 2%), kepekatan warna yang dihasilkan semakin menurun seiring dengan lama waktu penyimpanan. Hal ini mengindikasikan bahwa kuarsetin yang digunakan ini kemungkinan memiliki kemampuan untuk mereduksi histamin setelah 12 jam penyimpanan.

Uji pH

Grafik hasil uji pH daging fillet ikan tongkol yang telah di lapisan *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai pH daging fillet ikan tongkol tanpa kuarsetin (P0) semakin meningkat dengan bertambahnya waktu dari penyimpanan 0 jam hingga 24 jam. Sedangkan untuk perlakuan P1 dan P2 nilai pH

menurun pada jam ke 6 dan mulai mengalami peningkatan kembali pada jam ke 12 hingga jam ke 24. Romadhon *et al.* (2014), mengatakan nilai pH turun pada ikan yang mati selama 6 jam disebabkan karena banyaknya asam laktat yang terbentuk sehingga mengakibatkan pH ikan semakin asam. Nilai pH mengalami peningkatan kembali pada penyimpanan ke 12 hingga jam ke 24 diduga karena adanya peningkatan aktivitas bakteri pengurai senyawa nitrogen non protein yang dapat menghasilkan basa volatile (Nurjanah *et al.*, 2011). Pada variasi kuarsetin 0%, 1% dan 2% terlihat bahwa semakin meningkatnya konsentrasi kuarsetin yang diberikan pada daging fillet Ikan Tongkol, maka akan semakin menurun nilai peningkatan pH. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kuarsetin pada *edible coating* akan menyebabkan semakin baiknya kerja *edible coating* dalam menghambat pembentukan senyawa basa, termasuk senyawa histamin yang bersifat basa. Hal ini mengindikasikan penambahan kuarsetin pada *edible coating* gelatin dapat meningkatkan kemampuan *edible coating* gelatin dalam menghambat kemunduran mutu ikan.



Gambar 3. Grafik pH daging fillet Ikan tongkol yang telah dilapisi *edible coating* gelatin-kuarsetin pada berbagai variasi selama penyimpanan 0, 6, 12, dan 24 jam. (P0 tanpa kuarsetin, P1 kuarsetin 1%, P2 kuarsetin 2%)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari data tersebut, penggunaan *edible coating* gelatin dapat mencegah terbentuknya histamin pada daging fillet ikan tongkol selama penyimpanan suhu ruang selama 24 jam. Kombinasi penggunaan *edible coating* gelatin dan kuersetin dapat meningkatkan daya simpan fillet ikan tongkol karena selain mencegah terbentuknya histamin, penggunaan kuersetin dapat mereduksi kandungan histamin pada daging. Hal ini dimungkinkan karena *edible coating* hanya berperan sebagai penghalang untuk mencegah kontaminasi dari udara terhadap produk sementara kuersetin bersifat sebagai antimikroba. Menurut Winarti *et al.* (2012), *edible coating* yang dibuat dari polisakarida (karbohidrat), protein, dan lipid memiliki banyak keunggulan seperti *biodegradable*, dapat dimakan, *biocompatible*, penampilan yang estetik, dan kemampuannya sebagai penghalang (*barrier*) terhadap oksigen dan tekanan fisik selama transportasi dan penyimpanan. Kombinasi antimikroba dengan pengemas film untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba pada makanan dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki mutu pangan (Quintavalla dan Vicini, 2002).

Kuersetin digolongkan sebagai bahan aktif dengan berbagai kemampuan biologis termasuk memiliki sifat antimikroba terhadap beberapa bakteri penghasil histidin dekarboksilase dan histamin (Riviere *et al.*, 2009). Beberapa laporan sebelumnya menunjukkan bahwa kuersetin merupakan inhibitor bagi enzim histidin dekarboksilase (Nitta *et al.*, 2009). Penambahan 1% kuersetin dalam lumatan daging ikan tongkol dapat menjaga keamanan daging (berdasarkan kadar histamin) selama penyimpanan pada suhu ruang hingga 20 jam, sedangkan untuk lumatan daging ikan tanpa kuersetin hanya bertahan sampai 10 jam (Prasetiawan *et al.*, 2013). Ikawati *et al.*, (2002) mengatakan kemampuan kuersetin sebagai antimikroba dikarenakan banyaknya situs (*site*) yang dimiliki yang dapat mencegah pelepasan dan pembentukan histamin, terutama dalam menghambat

tyrosine kinases, PKC, Ca^{2+} -ATPases dan HDC

KESIMPULAN

Kombinasi penggunaan *edible film* gelatin dan kuersetin pada konsentrasi yang berbeda dapat menghambat pertumbuhan histamin pada fillet ikan tongkol setelah penyimpanan selama 12 jam pada suhu ruang. Penambahan kuersetin pada konsentrasi 1% dan 2% menunjukkan hasil yang hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Campos CA, Greshcenson LN, and Flores SK. 2011. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technol* 4: 849–875.
- Fadillah G, Kusuma PG dan Saraswati TE. 2014. Uji efektivitas gelatin dari cakar ayam sebagai pengawet alami daging dan ikan. *Jurnal Penelitian Kimia* 10 (2): 195-206.
- Fitriyani E, Nurainah N, Lasmi L, Nofreeana A. 2019. Development of edible coating from gelatin bone toman fish (*Channa micropeltes*) in frozen shrimp. *IJ-MDS* 2(1): 19-31
- Gallego MG, Gordon MH, Segovia F, and Pablos MPA. 2016. Gelatine-Based Antioxidant Packaging Containing *Caesalpinia decapetala* and Tara as a Coating for Ground Beef Patties. *Antioxidants* 5 (10): 1-15.
- Haris MA. 2008. Pemanfaatan limbah tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai gelatin dan pengaruh lama penyimpanan pada suhu ruang [Data tidak dipublikasikan].
- Hattu N, Telussa I, dan Paiss S. 2014. Kandungan Histamin dalam Olahan Ikan Komu (*Auxis thazard*) yang Direbus dengan Variasi Konsentrasi NaCl. *Ind. J. Chem* 2:147-154.
- Hirasa K. and Takemasa M. 1998. *Spice science and technology*. Marcel Dekker, Inc.: New York.
- Idiawati N, Maulidia R, dan Arianie L. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida pada

- Ekstrak Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri. *Jurnal sains dan teknologi kimia* 5(1):145-152.
- Ikawati Z, Wallagard E, dan Maeyama K. 2002 Efek Ganda Flavonoid Quercetin Pada Kultur Sel Rat Basophilic Leukemia (RBL-2H3): Menghambat Pelepasan Histamin Dan Mengurangi Pertumbuhan Sel. *Jurnal Majalah Farmasi Indonesia* 13(2):55-64.
- Jones NR. 1997. *Uses of gelatine in edible product, dalam Ward, A.G. & Courts A.(Ed.). The Science and Technology of Gelatine*. Academic Press: New York.
- Mahendradatta M dan Tawali AB. 2006. Kombinasi Bumbu dan Asap Cair dalam Meminimalkan Pembentukan Histamin pada Ikan Kembung Perempuan (*Rastrellinger negletus*) Asap. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 17(2):143-148.
- Maryani, Surti T, dan Ibrahim R. 2010. Aplikasi Gelatin Tulang Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Terhadap Mutu Permen Jelly. *Jurnal Saintek Perikanan* 6(1): 62-68.
- Mauliyani E, Wibowo MA, dan Rianto R. 2016. Uji Kualitatif Histamin Menggunakan Kit Histakit Pada Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal*) Selama Penyimpanan Suhu Dingin. *JKK* 5(3): 13-17.
- Nitta Y, Kikuzaki H, and Ueno H. 2009. Inhibitory activity of Pimenta dioica extract and constituents on recombinant human histidine decarboxylase. *Food Chemistry* 113(2): 445-449.
- Nurjanah, Nurhayati T, dan Zakaria R. 2011. Kemunduran Mutu Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Pasca Kematian pada Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Sumberdaya Peralatan* 5 (2): 11-18
- Pertiwi M, Atma Y, Mustopa AZ, dan Maisarah R. 2018. Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan PreTreatment Asam Sitrat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 7 (2): 83-91.
- Prasetiawan NR, Agustini TW dan Ma'aruf WF. 2013. Penghambatan pembentukan histamin pada daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) oleh quercetin selama penyimpanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan* 16(2): 150-158.
- Quintavalla S and Vicini L. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci.* 62: 373-380.
- Rahayu F dan Fithriyah NH. 2015. Waktu ekstraksi terhadap rendemen gelatin dari tulang ikan nila merah. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi* tanggal 17 November 2015: Jakarta.
- Riviere C, Thi Hong VN, Pieters L, Dejaegher B, Heyden YV, Chau Van M, Quetin-Leclercq J. 2009. Polyphenols isolated from antiradical extracts of *Mollatus metcalfi* anus. *Phytochemistry* 70: 91-99.
- Romadhon, Darmanto, dan Herawati DP. 2014. Pengaruh Cara Kematian dan Tahapan Penurunan Kesegaran Ikan Terhadap Kualitas Pasta Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(3): 23-31.
- Sa'adah H, Nurhasnawati H, dan Permatasari V. 2017. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Umbi Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr) Dengan Metode Spektrofotometri. *Borneo Journal of Pharmascientech* 1(1): 1-9.
- Sari NK. 2018. Perubahan Kimia Protein Filet Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Selama Penyimpanan Suhu Dingin [Skripsi]. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Senoaji FB, Agustini TW, dan Purnamayati L. 2017. Aplikasi Minyak Atsiri Rimpang Lengkuas Pada Edible Coating Karagenan Sebagai Antibakteri Pada Bakso Ikan Nila. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*. 20(2): 380-391.
- Suhendra CP, Widarta IW, dan Wiadyani AAIS. 2019. Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Ilalang (*Imperata cylindrica* (L) Beauv.) Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik.

- Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 8(1): 27-35.
- Supriningrum R, Nurhasnawati H, dan Putri M. 2017. Penetapan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr) Berdasarkan Ukuran Serbuk Simplisia. *Media Sains* 10(1): 42-46.
- Wicaksono AD. 2016. Pengaruh sistem pemeliharaan dan waktu maturasi terhadap kualitas daging itik (*Anas* sp.) bagian dada [Skripsi]. Fakultas Peternakan Univesitas Hasanuddin Makassar: Makassar.
- Winarti C, Miskiyah dan Widaningrum. 2012. Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati. *J. Litbang Pert.* 31(3): 85-93.