

APLIKASI MADU SEBAGAI BAHAN HALAL PENGGANTI PENGAWET BERFORMALIN PRODUK *FILLET* IKAN PADA MASA TRANSPORTASI

HONEY APPLICATION AS A HALAL REPLACEMENT MATERIAL FOR FILLET FISH PRODUCT IN TRANSPORTATION

Muhammad Athoillah Sholahuddin*

Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga

Kampus C UNAIR Mulyorejo, Surabaya, 60115, Indonesia

*Email: athoillahjr278@gmail.com

ABSTRAK

Ikan merupakan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dikarenakan mengandung nutrisi yang cukup tinggi. Produk *fillet* merupakan salah satu *diversifikasi* produk perikanan yang cukup banyak digemari oleh masyarakat. Hal tersebut dikarenakan produk *fillet* mudah dikonsumsi dan memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik. Akan tetapi produk *fillet* ikan mudah sekali mengalami penurunan mutu pada saat transportasi. Sehingga memicu pedagang untuk menggunakan bahan berbahaya berupa formalin untuk meningkatkan masa simpan pada produk *fillet*. Masa simpan produk *fillet* ikan perlu ditingkatkan supaya memperoleh kualitas yang baik dan tidak mudah mengalami kerusakan yakni dengan menyimpan *fillet* pada suhu rendah dan penambahan bahan aktif berupa madu. Madu juga mempunyai sifat antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai pengawet makanan. Madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan madu dengan konsentrasi yang berbeda terhadap masa simpan *fillet* ikan pada suhu dingin. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan melakukan pembuatan larutan madu dengan konsentrasi yang berbeda (0%:10%; 11%). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji masa simpan dilakukan dengan menghitung nilai TPC, Protein, pH, Tvbn, dan organoleptik. Hasil uji TPC, Protein, pH, TVBN, dan organoleptik diperoleh data bahwa penambahan madu dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap masa simpan *fillet* ikan. Konsentrasi terbaik penambahan madu terdapat pada konsentrasi 5%. Sedangkan masa simpan yang dapat diterima konsumen dapat mencapai 6 hari masa simpan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa madu dapat dijadikan sebagai alternatif bahan pengawet pada daging *fillet* ikan yang berfungsi sebagai antimikroba dan pencegah oksidasi lemak.

Kata kunci: madu, *fillet*, ikan, masa simpan

ABSTRACT

*Fish is a food that is consumed by many people because fish contain high nutrition. Fillet products are diversification of fishery products that are quite popular with the community. That is because fillet products are easy to consume and have good nutritional content. However, fish fillet products are easily degraded during transportation. So that triggers traders to use hazardous materials in the form of formalin to increase the shelf life of fillet products. The shelf life of fish fillet products needs to be improved in order to obtain good quality and not be easily damaged by storing fillets at low temperatures and the addition of active ingredients in the form of honey. Honey also has antimicrobial properties so that it can be used as a food preservative. Honey can inhibit the growth of bacteria that cause decay. The purpose of this study was to determine the effect of adding honey with different concentrations on the shelf life of white pomfret (*Pampus argenteus*) fillets at cold temperatures. This research was experimental by making honey solutions with different concentrations (0%: 10%; 11%). This research uses a completely randomized design (CRD). The shelf life test is done by calculating the value of TPC, Protein, pH, Tvbn, and organoleptic. TPC, Protein, pH, TVBN, and organoleptic test results showed that the addition of honey with different concentrations had a significant effect on the shelf life of white pomfret fish fillets. The best concentration of adding honey is at a concentration of 5%. While the shelf life that can be accepted by consumers can reach 6 days shelf life. The results*

showed that honey can be used as an alternative preservative in fish fillet meat that functions as an antimicrobial and fat oxidation prevention.

Keywords: honey, fillets, fish, preserves

PENDAHULUAN

Ikan merupakan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Jumlah konsumsi ikan pada tahun 2017 adalah 47.34 kg/kapita/tahun dan meningkat pada tahun 2018, yakni 50.69 kg/kapita/tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsumsi ikan semakin meningkat tiap tahunnya. Ikan mengandung nutrisi yang cukup tinggi, yakni terdapat protein, lemak, vitamin, dan mineral yang cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi dalam tubuh. Protein pada daging ikan terdapat lebih kurang 2/3 dari kebutuhan protein hewani yang diperlukan manusia. Kandungan protein ikan cukup tinggi yaitu antara 15-25% tiap 100 gr daging ikan. Selain itu protein ikan terdiri dari asam-asam amino yang hampir semuanya diperlukan oleh manusia (Samsundari 2007).

Ikan diekspor ke luar negeri salah satunya dalam bentuk *fillet*, yakni suatu bagian daging berasal dari ikan yang diperoleh dengan penyayatan ikan secara utuh dari sepanjang tulang belakang dimulai dari belakang kepala hingga mendekati bagian ekor. Produk *fillet* merupakan salah satu *diversifikasi* produk perikanan yang cukup banyak digemari oleh masyarakat. Tahun 2012 total nilai ekspor *fillet* ikan sejumlah 23 juta kg (BPS 2012)

Fillet ikan merupakan salah satu produk hasil perikanan yang mudah mengalami kerusakan atau *high perishable* sehingga perlu adanya penanganan yang lebih (Erlangga 2009). Ciri-ciri *fillet* ikan yang berkualitas baik adalah *fillet* yang mempunyai daging berwarna putih, cemerlang dan bersih, bau sangat segar dan tekstur yang padat, kompak dan elastis (BSN 2006).

Formalin memiliki kandungan berbahaya bagi tubuh ketika dikonsumsi. Penggunaan formalin sebagai pengawet makanan dilarang di Indonesia, hal ini dinyatakan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1168/Menkes/Per/X/1999 yang diperbaharui dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.722/Menkes/Per/IX/1988, Peraturan Menteri Perindustrian Nomor: 24/MInd/Per/5/2006, dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2004. Formalin memiliki dampak buruk bagi kesehatan manusia. Jika tertelan formalin dapat menyebabkan iritasi dan rasa terbakar pada mulut dan esofagus, nyeri dada atau perut, mual, muntah, diare, ulkus pada gastrointestinal, perdarahan gastrointestinal dan gagal ginjal. Oleh sebab itu fatwa Majelis Ulama Indonesia Nomor: 43 Tahun 2012 menyatakan bahwa bahan berformalin sebagai pengawet pada produk perikanan hukumnya haram karena dapat membahayakan tubuh yang mengonsumsi. Maka dari itu perlu adanya bahan pengganti untuk mengawetkan produk perikanan sehingga tidak berbahaya bagi tubuh.

Salah satu bahan yang dapat dijadikan pengawet alami tersebut adalah madu. Madu merupakan salah satu diantara jenis obat-obatan tradisional cukup tua yang berkhasiat sebagai suplemen yang dapat digunakan untuk menambah stamina, pemanis, dan memiliki banyak kegunaan lain. Madu menurut USDA (2019) mengandung 38% fruktosa, 7.2% maltose, 31% glukosa, 17.1% air, 4.2% trisakarida dan beberapa polisakarida, 1.5% sukrosa, 0.5% mineral, vitamin dan enzim. Madu bersifat antimikroba karena tersusun atas beberapa molekul gula seperti glukosa dan fruktosa serta sejumlah mineral dan vitamin. Kandungan glukosa dan fruktosa madu yang sangat tinggi dengan demikian menyebabkan larutan sangat hipertonis bila dibandingkan dengan lingkungan di dalam tubuh bakteri, sifat ini akan menyebabkan lisisnya bakteri akibat dehidrasi yang berat karena efek osmosis (Yulianti 2017).

Selain sebagai obat, madu juga mempunyai sifat antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai pengawet makanan. Madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan seperti *Pseudomonas fluorescens*, *Alcaligenes faecalis*, *Aspergillus niger* dan *Bacillus stearothermophilus* (Mundo *et al.* 2004). Hal tersebut dapat terlihat dari zona penghambatan yang dihasilkan oleh madu yang diberikan pada media yang telah dikultur bakteri-bakteri. Rahardjo (2010) mengatakan, madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada daging giling sapi segar. Penambahan madu dengan konsentrasi tertentu daging giling sapi memiliki umur simpan yang lebih lama daripada daging giling sapi tanpa penambahan madu (*control*). Pada sisi lain, madu diyakini oleh seorang muslim sebagai makanan sekaligus obat yang halal dan *thayyib* (baik dan bergizi). Hal ini sebagaimana hadits "Madu adalah penyembuh bagi segala penyakit dan Al-Qur'an adalah penyembuh terhadap apa yang ada di dalam dada. Maka bagi kalian terdapat dua penyembuhan; Al-Qur'an dan madu." (HR. Ibnu Majah, 3452 dari hadist Ibnu Mas'ud)

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Surabaya, dari bulan Mei hingga Juli 2019. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi data paling baru (*update*) dari penelitian-penelitian serupa sebelumnya. Penelitian ini merupakan eksperimen baru yang serupa dengan penelitian Rahardjo (2010) yang meneliti tentang madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada daging giling sapi segar. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji masa simpan dilakukan dengan menghitung nilai TPC, Protein, pH, Tvbn, dan organoleptik. Hasil uji TPC, Protein, pH, TVBN, dan organoleptik diperoleh data bahwa penambahan madu dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap masa simpan *fillet* ikan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf (Yamato SM52 Autoclave, Japan), refrigerator (Toshiba GR-M245H Glacio XD7, Japan), pH meter (Eutech pH 700), inkubator (Thermolyne type 42000 Incubator, USA), *centrifuge* (EBA 20, Germany), *thermostat water bath* (HH-6), timbangan analitik (Ohaus Pioneer 0-2100 G, USA), oven. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan bawal putih, madu murni, asam asetat, asam peroksida (H₂O₂), Etanol (C₂H₅OH), *Plate Count Agar* (PCA), akuades, alkohol 70%, kapas pembalut, spiritus, natrium hidroksida (NaOH), asam hidroklorat (HCl), maltodekstrin.

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Uji masa simpan dilakukan dengan menghitung nilai TPC, Protein, pH, Tvbn, dan organoleptik. Hasil uji TPC, Protein, pH, TVBN, dan organoleptik diperoleh data bahwa penambahan madu dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap masa simpan *fillet* ikan.

1. Perhitungan Jumlah Baktipenilyida eri. Pengujian mikrobial dapat dilakukan dengan penentuan *Total Plate Count* (TPC) (Nugraheni 2013). Penentuan TPC dilakukan dengan menghitung jumlah total sel bakteri pada cawan Petri kemudian membandingkan dengan standar mutu (Adawyah 2011). BSN (2006) menyatakan bahwa batas maksimum cemaran mikroba dalam *fillet* ikan kakap adalah 5×10^5 koloni/g. Metode *Total Plate Count* (TPC) dilakukan dengan membuat pengenceran bertingkat. Pengenceran bertingkat dilakukan dengan cara menggerus daging *fillet* ikan sebanyak satu gram dalam sembilan ml larutan NaCl fisiologis steril dengan perbandingan 1:9 sampai homogen sehingga diperoleh larutan dengan pengenceran 10^{-1} . Sebanyak satu ml suspensi pengenceran 10^{-1} diambil dengan menggunakan pipet volume sepuluh ml steril kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi sembilan ml larutan NaCl fisiologis steril dan dihomogenkan untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , dilanjutkan dengan pengenceran yang lebih tinggi. Jumlah pengenceran disesuaikan dengan keperluan penelitian, penelitian ini menggunakan lima kali pengenceran (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5}) (Florensia *et al* 2012).

Kegiatan penghitungan TPC atau pemupukan dilakukan dengan metode tuang (*pour plate*). Metode tuang dilakukan dengan cara mengambil 1 ml sampel hasil pengenceran dengan menggunakan pipet volume 10 ml steril dari tabung pengenceran dan dipindahkan ke dalam 2 cawan petri steril secara duplo. Waktu yang baik selama pengenceran dimulai sampai penuangan ke dalam cawan petri adalah tidak lebih dari 30 menit (Fardiaz 1993).

Media PCA (*Plate Count Agar*) steril yang telah didinginkan sampai suhu 50°C dimasukkan ke dalam *petridish* sebanyak 15 ml. *Petridish* yang telah dituang media PCA digerakkan di atas meja dengan gerakan melingkar atau gerakan seperti angka delapan, kemudian dibiarkan hingga media agar yang terdapat dalam *petridish* memadat (Fardiaz 1993). *Petridish* diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam dengan posisi *petridish* dibalik (Florensia *et al* 2012).

2. Uji Kuantitatif Protein. Metode Kjeldahl dilakukan untuk menganalisis kadar protein kasar dalam bahan makanan secara tidak langsung, yakni melalui kadar nitrogen. Prinsip analisis Kjeldahl adalah sebagai berikut: bahan organik di dididihkan dengan asam sulfat pekat sehingga unsur-unsur dapat terurai. Atom karbon menjadi CO₂ dan nitrogen menjadi amonium sulfat. Larutan tersebut kemudian dibuat alkalis dengan menambahkan NaOH berlebihan sehingga ion amonium bebas menjadi amonia bebas. Amonia yang dipisahkan dengan cara distilasi kemudian dijerat dengan larutan asam borat. Garam borat yang terbentuk dititrasi dengan HCl. Dari hasil titrasi dapat dihitung % N. Hasil % N tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan kadar

protein kasarnya. Umumnya campuran protein murni terdiri dari 16% nitrogen. Apabila jumlah N dalam bahan telah diketahui, maka jumlah protein dihitung dengan mengalikan jumlah N dengan faktor konversi 6.25 (100/16). Besarnya faktor konversi tergantung pada persentase nitrogen yang menyusun protein dalam bahan pangan.

3. Uji Organoleptik. Pengujian ini digunakan sebagai pendeteksian awal dalam menilai mutu untuk mengetahui penyimpangan dan perubahan dalam produk (BSN 2006). Uji organoleptik yang akan diamati meliputi kenampakan, bau, daging dan tekstur. Lembar penilaian yang digunakan untuk penilaian uji organoleptik berdasarkan SNI 01-2696.1-2006. Jumlah panelis yang diikutsertakan pada penelitian adalah 30 mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga yang tidak terlatih. Sifat pengujian organoleptik subjektif karena hanya mengandalkan indera dan kepekaan panelis (Adawyah 2011).
4. Uji pH. Pengujian dilakukan menggunakan pH meter (Eutech pH 700). Pengukuran pH daging *fillet* ikan dengan cara menimbang sampel sebanyak tiga gram kemudian dilarutkan dengan menggunakan akuades steril sebanyak 50 mL. Larutan sampel kemudian diuji dengan mencelupkan elektroda pH meter. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapat hasil pH yang akurat. Daging ikan yang sudah busuk memiliki nilai pH yang tinggi disebabkan karena adanya senyawa amoniak, trimetilamin dan senyawa volatile lainnya (Adawyah 2011; Febriana 2017).
5. Uji *Total Volatile Base Nitrogen* (TVB-N). Sampel bahan baku berupa daging ikan seberat 2 gram dihomogenkan dan direndam menggunakan akuades sebanyak 100 ml selama 30 menit lalu disaring. Sampel yang sudah dihomogenkan ditambah TCA 4% dihomogenkan menggunakan Vortex. Asam borat sebanyak 1ml dicampur dengan 1 tetes *methylred* dan 1 tetes *methylene blue* pada tengan cawan *Conway*, kemudian 1 ml filtrate dan 1 ml larutan potasium karbonat dimasukkan pada bagian pinggir cawan *Conway* lalu dicampur. Cawan *Conway* ditutup lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 jam. Larutan yang telah diinkubasi dititrasi dengan HCl 0,01 mol/liter.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) berdasarkan (Gaspersz 1994). Data TPC, kadar protein dan pH yang didapat diuji normalitas terlebih dahulu. Data dianalisis secara statistik dengan analisis ragam (ANOVA) apabila data telah normal. Analisis dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan* apabila hasil ANOVA berbeda nyata. Uji *Duncan* bertujuan untuk membandingkan perlakuan mana yang menghasilkan hasil terbaik (Kusriningrum 2012; Adisty 2017). Analisa non parametrik yang dilakukan dalam pengujian organoleptik adalah metode uji *Kruskall Wallis* (Mattjik dan Sumertajaya 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Total Bakteri

Total Plate Count merupakan indikator yang paling sering digunakan untuk mengetahui populasi bakteri yang terdapat pada makanan. Metode ini tidak membedakan jenis dari bakteri, hanya digunakan untuk mendapatkan informasi umum dari kualitas sanitasi dari produk, bahan baku, kondisi pengolahan dan masa simpan. Hasil penghitungan jumlah total bakteri *fillet* ikan bawal putih dengan menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil rata-rata jumlah total bakteri (CFU/gram) *fillet* ikan bawal putih

Waktu Pengamatan	Perlakuan ± SD			
	P0 (0%)	P1 (5%)	P2 (10%)	P3 (15%)
Hari ke-0	6.22x10 ^{4a} ±0.07	6.22x10 ^{4a} ±0.06	6.22x10 ^{4a} ±0.12	6.22x10 ^{4a} ±0.04
Hari ke-3	7.29x10 ^{4a} ±0.008	6.82x10 ^{4b} ±0.007	6.57x10 ^{4c} ±0.006	6.45x10 ^{4c} ±0.007
Hari ke-6	9.46x10 ^{5a} ±0.11	8.99x10 ^{4b} ±0.02	8.82x10 ^{4b} ±0.02	8.36x10 ^{4b} ±0.02
Hari ke-9	1.11x10 ^{6a} ±0.02	1.06x10 ^{6a} ±0.01	1.04x10 ^{6a} ±0.08	9.93x10 ^{6a} ±0.01

Keterangan: SD = Standar Deviasi

Notasi yang ditunjukkan pada *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perbedaan ($p < 0,05$) sedangkan *superscript* yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan ($p > 0,05$)

Penghitungan jumlah total bakteri merupakan salah satu parameter yang penting dalam

proses penyimpanan karena berpengaruh terhadap jumlah bakteri pada produk *fillet*. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa selama proses penyimpanan pada suhu dingin, nilai rata-rata pengujian jumlah total bakteri *fillet* ikan bawal putih setiap perlakuan mengalami peningkatan pada tiap hari dan mencapai jumlah tertinggi pada saat penyimpanan hari terakhir. Nilai rata-rata jumlah total bakteri tertinggi pada hari ke 0 (awal) hingga pada hari ke 9 (akhir) dihasilkan oleh perlakuan 0 (kontrol) yaitu 6.22×10^4 hingga 1.11×10^6 . Sedangkan nilai rata-rata jumlah total bakteri terendah pada hari ke 0 (awal) hingga hari ke 9 (akhir) dihasilkan oleh perlakuan ke-3 (penambahan madu 15%) yaitu 6.22×10^4 hingga 9.93×10^5 . Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap jumlah total bakteri *fillet* ikan bawal putih dengan penambahan madu dan tanpa penambahan madu.

Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) maka diketahui bahwa jumlah bakteri pada hari ke 0 seluruh perlakuan (0%, 5%, 10% dan 15%) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Sementara pada perlakuan hari ke 3 dan 6 terdapat perbedaan ($p < 0,05$). Pada Hari ke 3 pada perlakuan penambahan madu 0% (P0), 5% (P1) dan 10% (P2) terdapat perbedaan yang nyata, sementara pada perlakuan penambahan madu 10% (P2) dan 15% (P3) tidak terdapat perbedaan. Pada hari ke 6 terdapat perbedaan hanya pada perlakuan 0% (P0) dan perlakuan penambahan madu 5% (P1), sementara pada konsentrasi 5% (P1), 10% (P2) dan 15% (P3) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Sama halnya dengan hari ke 0, hari ke 9 seluruh perlakuan (0%, 5%, 10% dan 15%) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

Uji Protein

Analisis protein umumnya bertujuan untuk mengukur kadar protein dalam bahan makanan menggunakan metode Kjeldahl.

Tabel 2 Kadar Protein *Fillet* Ikan Bawal Putih

Waktu Pengamatan	Perlakuan \pm SD			
	P0 (0%)	P1 (5%)	P2 (10%)	P3 (15%)
Hari ke-0	19.0606 ^a \pm 0.31	19.2193 ^{ab} \pm 0.17	19.4467 ^b \pm 0.18	19.5018 ^b \pm 0.26
Hari ke-3	17.5792 ^a \pm 0.79	17.7429 ^a \pm 1.07	17.7605 ^a \pm 1.30	17.9223 ^a \pm 1.05
Hari ke-6	14.2309 ^a \pm 1.67	14.2547 ^a \pm 1.26	14.2677 ^a \pm 1.71	14.2845 ^a \pm 1.32
Hari ke-9	11.3887 ^a \pm 0.61	11.4890 ^a \pm 0.96	11.5616 ^a \pm 0.91	11.5642 ^a \pm 0.91

Keterangan: SD = Standar Deviasi

Notasi yang ditunjukkan pada *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perbedaan ($p < 0,05$) sedangkan *superscript* yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan ($p > 0,05$)

Uji protein merupakan salah satu parameter yang cukup penting dalam karena berpengaruh terhadap kualitas pada produk *fillet*. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa selama proses penyimpanan pada suhu dingin, nilai rata-rata uji protein *fillet* ikan bawal putih setiap perlakuan mengalami penurunan pada tiap hari dan mencapai jumlah terendah pada saat penyimpanan hari terakhir. Nilai rata-rata kadar protein terendah pada hari ke 0 (awal) hingga pada hari ke 9 (akhir) dihasilkan oleh perlakuan 0 (kontrol) yaitu 19.1140% hingga 11.6001%. Sedangkan nilai rata-rata kadar protein tertinggi pada hari ke 0 (awal) hingga hari ke 9 (akhir) dihasilkan oleh perlakuan ke-3 (penambahan madu 15%) yaitu 19.5482% hingga 11.7087%.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) hari ke 0 pada semua perlakuan dan tidak memberi pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) hari ke 3, 6 dan 9 pada semua perlakuan terhadap kadar protein *fillet* ikan bawal putih dengan penambahan madu dan tanpa penambahan madu.

Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) maka diketahui bahwa kadar protein pada hari ke 0 pada perlakuan penambahan madu 0% (P0), 5% (P1) dan 10% (P2) terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), sementara pada perlakuan penambahan madu 10% (P2) dan 15% (P3) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Sementara pada hari ke 3, 6 dan 9 seluruh perlakuan (0%, 5%, 10% dan 15%) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

Nilai pH

Nilai pH pada produk hasil perikanan merupakan salah satu indikator mutu yang cukup penting (Febriana 2017). Uji pH bertujuan untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan pada saat

penyimpanan suhu dingin. Nilai pH *fillet* ikan bawal putih ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai pH masing-masing perlakuan terus mengalami penurunan dari awal penyimpanan hingga akhir penyimpanan. Pada uji Anova nilai pH pada perlakuan penambahan madu memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0.05$) hari ke 3, 6 dan 9 pada semua perlakuan dan tidak memberi pengaruh yang nyata ($p > 0.05$) hari ke 0 pada semua perlakuan.

Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) maka diketahui bahwa pH pada hari ke 0 seluruh perlakuan (0%, 5%, 10% dan 15%) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0.05$). Sementara pada perlakuan hari ke 3, 6 dan 9 terdapat perbedaan ($p < 0.05$). Pada Hari ke 3 pada perlakuan penambahan madu 0% (P0) dan 5% (P1) dan 10% (P2) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) dan terdapat perbedaan nyata ($p < 0.05$). dengan perlakuan penambahan madu dengan konsentrasi 15% (P3). Pada hari ke 6 terdapat perbedaan hanya pada perlakuan 5% (P0), 10% (P1) dan 15% (P3) dan tidak terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan control (P0) dan penambahan madu 5% (P1). Pada hari ke 9 pada perlakuan (0%, 5%, 10%) tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) dan terdapat perbedaan pada konsentrasi 15%.

Tabel 3 Hasil Rata-rata Perhitungan pH (%) *fillet* ikan bawal putih

Waktu Pengamatan	Perlakuan \pm SD			
	P0 (0%)	P1 (5%)	P2 (10%)	P3 (15%)
Hari Ke 0	7.20 ^a \pm 0.07	7.15 ^a \pm 0.04	7.02 ^a \pm 0.26	7.17 ^a \pm 0.15
Hari ke 3	6.93 ^a \pm 0.13	6.97 ^a \pm 0.11	7.07 ^a \pm 0.09	7.23 ^b \pm 0.04
Hari ke 6	6.90 ^a \pm 0.11	6.94 ^a \pm 0.11	6.99 ^{ab} \pm 0.18	7.14 ^b \pm 0.08
Hari ke 9	6.76 ^a \pm 0.11	6.734 ^a \pm 0.14	6.674 ^a \pm 0.28	6.19 ^b \pm 0.11

Keterangan: SD = Standar Deviasi

Notasi yang ditunjukkan pada *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perbedaan ($p < 0.05$) sedangkan *superscript* yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan ($p > 0,05$)

Nilai Organoleptik

Pengujian organoleptik pada *fillet* ikan bawal putih meliputi tiga parameter yaitu kenampakan, bau dan tekstur. Parameter kenampakan terdiri dari nilai 9 (warna spesifik jenis, cemerlang), nilai 7 (warna spesifik jenis, kurang cemerlang), nilai 5 (mulai berubah warna, kusam), nilai 3 (bagian pinggir agak kehijauan, kusam), dan nilai 1 (warna kehijauan merata).

Parameter bau terdiri dari nilai 9 (segar, spesifik jenis), nilai 7 (netral), nilai 5 (apek sedikit tengik), nilai 3 (asam, sedikit bau amoniak, tengik), dan nilai 1 (amoniak dan busuk jelas sekali). Parameter tesktur terdiri dari nilai 9 (padat, kompak dan elastis), nilai 7 (padat, kurang kompak, kurang elastis), nilai 5 (agak lembek, kurang elastis, sedikit berair), nilai 3 (lembek, tidak elastis, berair) dan nilai 1 (Sangat lembek, berair).

Pada uji organoleptik jumlah panelis yang digunakan yakni berjumlah tiga puluh orang. Nilai rata-rata organoleptik udang tertera pada Tabel 4. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan pada parameter kenampakan, bau dan tekstur memiliki nilai 0.000. Semua parameter memiliki nilai ($P < 0.05$). Hasil akhir dari uji Kruskall Wallis adalah nilai P value, yaitu apabila nilainya $<$ batas kristis (0,05) maka dapat ditarik kesimpulan statistik yaitu P0, P1, P2 dan P3 memberikan pengaruh nyata pada parameter organoleptik (kenampakan, bau dan tekstur).

Tabel 4 Nilai rata-rata organoleptik

Parameter	Organoleptik \pm SD								Kruskal-wallis
	Perlakuan								
	P0		P1		P2		P3		
Jam ke	0	10	0	10	0	10	0	10	
Kenampakan	8,7 \pm 1,01	3 \pm 0,58	7,9 \pm 1,00	3,8 \pm 0,61	8,6 \pm 1,00	4,2 \pm 0,67	8,4 \pm 1,00	4,3 \pm 0,66	0.000
Bau	8,7 \pm 0,43	2,9 \pm 0,95	8,4 \pm 0,49	3,4 \pm 0,95	8,7 \pm 3,44	5,6 \pm 0,95	7,8 \pm 0,66	4 \pm 0,95	0.000
Tekstur	8,9 \pm 0,3	3 \pm 0,58	9 \pm 0,34	3,6 \pm 0,56	8 \pm 0,69	3,4 \pm 0,57	7,8 \pm 0,66	3,5 \pm 0,57	0.000

UJI TVB-N

Uji *Total Volatile Base Nitrogen* (TVB-N) adalah salah satu metode pengukuran untuk menentukan kesegaran ikan yang didasarkan pada akumulasi senyawa-senyawa basa seperti amoniak, trimetialamin, dan senyawa volatile lainnya yang menguap. Berbagai macam senyawa tersebut akan terakumulasi pada daging sesaat setelah ikan mati. Akumulasi ini terjadi akibat reaksi biokimia *post mortem* dan aktivitas mikroba pada daging. Berbagai macam senyawa yang terakumulasi tersebut dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesegaran ikan. Semakin tinggi nilai TVBN menunjukkan mutu daging yang semakin menurun. TVBN adalah sebuah uji untuk mengetahui tingkat kebusukan (Etienne 2005).

Tabel 5 Rata-rata nilai uji *Total Volatile Base Nitrogen*

TVBN	P0 ± SD	P1 ± SD	P2 ± SD	P3 ± SD
Hari-0	1.42 ^a ±0.148	1.03 ^b ±0.068	0.91 ^b ±0.075	0.90 ^b ± 0.159

Keterangan: SD = Standar Deviasi

Notasi yang ditunjukkan pada *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perbedaan ($p < 0,05$) sedangkan *superscript* yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan ($p > 0,05$)

Berdasarkan hasil uji anova, pada hari ke-0 terdapat perbedaan kadar nitrogen dari setiap perlakuan karena nilai signifikansi < 0.05 . Sedangkan pada uji lanjut Duncan TVBN terdapat perbedaan nyata pada perlakuan kontrol (P0) dan perlakuan penambahan madu dengan konsentrasi 5% (P1) dan tidak terdapat perbedaan nyata pada perlakuan P1, P2, dan P3.

Pembahasan

Pengukuran tingkat kesegaran ikan dapat dilihat dari banyaknya bakteri yang berkembang pada ikan dengan cara menghitung jumlah bakteri yang ditumbuhkan pada suatu media agar dan diinkubasi selama 9 hari pada suhu dingin. Hasil perhitungan total bakteri *fillet* ikan bawal putih pada semua perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) mengalami peningkatan mulai dari hari ke-0 hingga hari ke-9. Semakin tinggi konsentrasi madu maka nilai bakteri akan semakin menurun. Menurut Raharjo (2010) semakin tinggi konsentrasi madu maka semakin rendah tingkat kenaikan jumlah total mikroba. Madu juga berperan sebagai antibakteri yang cukup baik. Madu bersifat antimikroba karena tersusun atas beberapa molekul gula seperti glukosa dan fruktosa serta sejumlah mineral dan vitamin. Kandungan glukosa dan fruktosa madu yang sangat tinggi dengan demikian menyebabkan larutan sangat hipertonis bila dibandingkan dengan lingkungan di dalam tubuh bakteri, sifat ini akan menyebabkan lisisnya bakteri akibat dehidrasi yang berat karena efek osmosis (Yuliati 2017).

Aktivitas antibakteri yang dimiliki madu disebabkan karena beberapa hal. Menurut Molan (1992) dalam Suhaedi (2015) diantaranya adalah efek osmotik, keasaman, hidrogen peroksida dan faktor fitokimia. Nilai aktivitas air madu adalah sekitar 0.56-0.62. Aktivitas air madu terlalu rendah untuk mendukung pertumbuhan banyak spesies. Sehingga apabila dijadikan sebagai pengawet pada daging, maka mikroba akan kesulitan untuk tumbuh. Selain itu madu juga memiliki karakter yang cukup asam (pH 3.2-4.5), yang mana ini cukup rendah untuk menjadi penghambat bakteri.

Hasil perhitungan *Total Plate Count* (TPC) selama sembilan hari penyimpanan dalam suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 5. Dari hasil tersebut pada hari ke-3 diperoleh hasil terbaik pada sampel berturut-turut P2 dan P3 konsentrasi madu 10% dan 15% dengan jumlah rata-rata 6.57×10^4 dan 6.45×10^4 . Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi konsentrasi madu maka jumlah bakteri akan semakin sedikit. Hal tersebut sesuai dengan Raharjo (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu maka semakin rendah tingkat kenaikan jumlah total mikroba.

Pada hari ke-6 nilai TPC pada perlakuan kontrol 9.46×10^5 CFU/gram, melebihi syarat yang dapat diterima konsumen yaitu maksimal 5.0×10^5 CFU/gram (BSN 2014). Sedangkan nilai TPC pada perlakuan 5%, 10% dan 15% pada hari ke-6 adalah 8.99×10^4 CFU/gram, 8.82×10^4 CFU/gram dan 8.36×10^4 CFU/gram masih memenuhi syarat kelayakan konsumen. Pada hari ke-9 nilai TPC pada setiap perlakuan sudah melebihi jumlah nilai TPC yang dapat diterima oleh konsumen. Terdapat peningkatan yang signifikan pada hari terakhir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hosseini *et al.* (2016) dalam Febriana (2017) bahwa semakin lama masa simpan, maka pertumbuhan bakteri akan semakin meningkat. Menurut Nafisyah (2010) dalam Adisty (2017) bakteri pembusuk dapat tumbuh disebabkan karena dipengaruhi oleh suhu penyimpanan ikan. Pada suhu 37°C beberapa bakteri dapat memperbanyak diri mulai 1,000 hingga 10,000,000 individu dalam tujuh jam. Dengan menggunakan perlakuan menggunakan suhu dingin, yakni pada suhu 4-7°C maka pertumbuhan bakteri akan terhambat.

Penambahan madu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan perlakuan tanpa madu (kontrol). Molan (1992) dalam Astrini *et al.* (2014) menjelaskan bahwa yang berperan dalam aktivitas antibakteri pada madu adalah tekanan osmotik, keasaman, hidrogen peroksida dan faktor fitokimia. Keempat faktor tersebut baik bekerja sendiri-sendiri atau bersama-sama akan menghambat atau mengurangi pertumbuhan sebagian besar mikroorganisme. Menurut Suhaedi (2015) hal ini disebabkan madu memiliki beberapa senyawa fitokimia diduga juga berperan pada aktivitas antimikroba madu.

Efek antibakteri diduga disebabkan oleh beberapa faktor antibakteri yang terdapat di dalamnya. Kandungan glukosa dan fruktosa dalam madu sangat tinggi dengan demikian menyebabkan larutan sangat hipertonis bila dibandingkan dengan lingkungan di dalam tubuh bakteri sifat ini akan menyebabkan lisisnya bakteri akibat dehidrasi yang berat karena efek osmosis (Yulianti 2017).

Pada sampel *fillet* bawal putih diperoleh jumlah kadar protein awal yakni pada hari ke 0 didapatkan hasil rata-rata 19.30% yang sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan SNI 01-2973-2009 yaitu minimal 9%. Pengujian kadar protein pada hari ke 3, 6 dan 9 dengan perlakuan kontrol dan penambahan konsentrasi madu 5%, 10% dan 15% mengandung rata-rata 17.5%, 14.2%, dan 11.5% kadar protein yang terdapat didalamnya yang artinya sesuai dengan standar baku yang telah ditetapkan oleh SNI 01-2973- 2009 yaitu minimal 9%. Hasil pengujian protein yang didapatkan telah memenuhi kadar protein yang baik sesuai dengan standar baku yang telah ditetapkan oleh SNI 01-2973-2009. Protein pada *fillet* ikan bawal putih hari ke 0 sampai hari ke 9 dengan perlakuan kontrol dan penambahan madu 5%, 10%, dan 15% menunjukkan terdapat peningkatan setiap harinya meskipun tidak terlalu signifikan. Hal tersebut tidak sesuai dengan hasil penelitian Antony *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu maka semakin rendah kadar protein pada daging kalkun kemas. Hal tersebut dikarenakan madu tidak mengandung bahan yang mengandung protein.

Fillet yang sudah tidak segar memiliki pH tinggi (basa) dibandingkan *fillet* yang masih segar. Hal tersebut disebabkan karena timbulnya senyawa yang bersifat basa, seperti amoniak, trimetilamin, dan senyawa volatil lainnya. Nilai pH merupakan indikator yang dapat dipercaya untuk mengetahui tingkat kesegaran produk pangan. Nilai pH pada *fillet* ikan bawal putih dengan penambahan madu mengalami penurunan. Menurut Stein (2005) dalam Febriana (2017) menurunnya nilai pH disebabkan oleh banyaknya asam laktat yang terakumulasi. Penumpukan asam laktat ini terjadi karena adanya proses penguraian glikogen pada daging ikan yaitu perubahan glikogen menjadi asam laktat pada proses glikolisis. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Erlangga (2009) pada kemunduran mutu *fillet* ikan lele dumbo pada penyimpanan suhu *chilling* dengan perlakuan cara kematian bahwa setelah ikan mati akan terjadi perubahan biokimia pada jaringan tubuhnya, ditandai dengan menurunnya pH akibat dari penumpukan asam laktat. Produk perikanan dapat diterima oleh konsumen dengan nilai pH sampai 6.8, akan tetapi dapat dikategorikan busuk apabila nilai pH diatas 7. Batas pH penerimaan konsumen pada umumnya memiliki rentan 6.8-7.0 (Erkan *et al.* 2011).

Hasil uji organoleptik pada *fillet* ikan bawal putih tanpa penambahan madu dan dengan penambahan madu yang meliputi semua aspek menunjukkan bahwa pada hari ke 0 masih dapat diterima oleh panelis yang sesuai dengan SNI nilai organoleptik minimal 7. Kenampakan *fillet* ikan bawal putih pada hari ke-0 warna spesifik jenis, cemerlang, bau segar dan spesifik jenis ikan sedangkan tekstur sangat padat dan kompak. Tekstur padat dan kompak dikarenakan penambahan madu pada *fillet* bawal putih. Hal tersebut dikarenakan penambahan madu dapat mengurangi aktifitas bakteri yang akan mengurangi kekompakan pada *fillet* ikan bawal putih pada saat proses penyimpanan suhu dingin. Menurut Suhaedi (2015) di dalam madu terdapat senyawa fitokimia dan hidrogen peroksida yang dapat mencegah dan mengontrol pertumbuhan mikroba, sehingga akan menurunkan komponen basa nitrogen dalam daging dan basa-basa nitrogen lain yang merupakan hasil kerja bakteri dan enzim autolitik selama proses pembusukan. Kedua Senyawa tersebut yang dapat mempertahankan kualitas daging yang diawetkan menggunakan madu.

Hasil uji organoleptik selama penyimpanan 10 hari semua parameter masih dapat diterima, namun telah pada batas minimum nilai SNI 2717.1:2009 yaitu 7. Kenampakan pada hari ke 10 utuh, rapih, warna sedikit kusam. Menurut Gustini *et al.* (2014) perubahan warna pada daging ikan disebabkan pigmen karotenoid yang mengalami oksidasi menjadi pudar atau kusam. Pemudaran warna disebabkan oleh autooksidasi ikatan ganda yaitu oksidasi myoglobin yang berwarna merah terang menjadi metmyoglobin yang berwarna coklat menyebabkan ikan tampak lebih kusam (SIMPATIK DKP 2008).

Bau *fillet* ikan bawal putih pada hari ke 10 berbau sedikit asam dan bau amoniak. Hal tersebut dikarenakan perombakan protein menjadi senyawa- senyawa volatil bebas oleh mikroba pembusuk (Herliany *et al.*, 2013). Bau tersebut berhubungan dengan hadirnya beberapa senyawa volatil yang

diproduksi oleh bakteri pembusuk termasuk TMA, sulfida, alkohol, keton, aldehid dan asam organik yang diketahui bertanggung jawab terhadap timbulnya bau amis dan amoniak (Gram *et al.* 2002).

Total Volatile Base Nitrogen (TVBN) merupakan sebuah pengujian untuk menentukan tingkat kesegaran pada ikan (Huss 1988). Basa nitrogen yang bersifat volatil meningkat jumlahnya selama proses pembusukan ikan (Vyenke *et al.* 1963). TVBN adalah komponen penting yang menyediakan perhitungan laju kebusukan. Tingkat TVBN pada ikan maupun produk perikanan digunakan sebagai indikator kebusukan melalui aktivitas bakteri (Gram *et al.* 2002). Jumlah rata-rata awal TVBN kontrol adalah sebesar 1.42 mgN/100 gram, pada konsentrasi 5 % 1,03 mgN/100 gram, 10% 0,91 mgN/100 gram, dan 15% dengan jumlah 0,90 mgN/100 gram. Semua mengalami penurunan jumlah TVBN setiap perlakuan penambahan konsentrasi madu. Peningkatan jumlah TVBN berbanding lurus dengan penambahan jumlah bakteri. Semakin tinggi nilai TVBN maka semakin tinggi pula nilai total bakteri pada *fillet*. Hal tersebut dikarenakan aktivitas bakteri dapat menguraikan senyawa makromolekul menjadi senyawa yang lebih sederhana. Konsentrasi TVBN meningkat disebabkan adanya proses degradasi protein seperti amoniak, histamin, dan Trimetilamin (Susanti dan Christianto 2016). Berdasarkan standar penerimaan konsumen, semua perlakuan masih dalam rentang yang dapat diterima konsumen. Jumlah TVBN yang masih diterima oleh konsumen adalah 20 mgN/100 mg.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan madu dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap masa simpan *fillet* ikan dengan konsentrasi 5% mampu menghambat pertumbuhan bakteri selama masa transportasi. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai aplikasi madu dengan konsentrasi berbeda pada masa transportasi pada penyimpanan 6 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Jakarta (ID): Bumi Aksara.
- Adisty O. 2017 Pengaruh *edible coating* gelatin dengan minyak atsiri daun sirih (*piper bottle*) terhadap mutu sensoris dan masa simpan *fillet* ikan gurami (*osphronemus gouramy*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
- Antony S, Rieck JR, Acton JC, Han IY, Halpin EL, Dawson PL. 2006. Effect of dry honey on the self life of packaged turkey slice. *Poultry Science* 85: 1811-1820
- Astrini D, Wibowo MS, Nugrahani I. 2014. Aktivitas antibakteri madu pahit terhadap bakteri gram negatif dan gram positif serta potensinya dibandingkan terhadap antibiotik Kloramfenikol, Oksitetrasiklin dan Gentamisin. *Acta Pharmaceutica Indonesia*, (39) 3 & 4: 75
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. *Fillet* Kakap Beku. Standar Nasional Indonesia No. SNI 01-2696.1-2006 hal. 2.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2014. Udang Kupas Mentah Beku (SNI 3457: 2014). Hal 12 I
- Erkan N, Tosun SY, Ulusoy S, Uretener SG. 2011. The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. 6(1): 39-48.
- Erlangga. 2009. Kemunduran Mutu Fillet Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Pada Penyimpanan Suhu *Chilling* Dengan Perlakuan Cara Kematian. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- Fardiaz S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. Jakarta (ID): Raja Grafindo Persada Jakarta, 35-41.
- Febriana I. 2017. Pengaruh Konsentrasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) pada *Coating* Gelatin terhadap Masa Simpan *Fillet* Ikan Kakap Merah (*Lutjanus* Sp.). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga.
- Florensia S, Dewi P, Utami NR. 2012. Pengaruh Ekstrak Lengkuas pada Perendaman Ikan Bandeng terhadap Jumlah Bakteri. *Life Science*, 1(2).
- Gasperz V. 1994. Metode Perancangan Percobaan Untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik, dan Biologi. Bandung (ID): CV. Armico.
- Gram L, Ravn L, Rasch M, Bruhn JB, Christensen AB, Givskov M. 2002. Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. *International journal of food microbiology*, 78(1-2): 79-97.
- Huss HH. 1988. Fresh fish quality and quality changes: a training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control (No. 29). Food & Agriculture Org.

- Kusriningrum RS. 2012. Perancangan Percobaan Cetakan Ketiga. *Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair. Hal, 99.*
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab.* Bogor: IPB Press
- Mundo MA, Olga I. Padilla-Zakour, Worobo RB. 2004. Growth inhibition of food pathogens and food spoilage organisms by selected raw honeys. *International Journal of Microbiology* 97: 1-8
- Nugraheni M. 2013. Pengetahuan Bahan Pangan Hewan. Yogyakarta (ID): Penerbit Graha Ilmu.
- Raharjo S. 2010. Aplikasi Madu sebagai Pengawet Daging Sapi Giling Segar Selama Proses Penyimpanan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Samsundari S. 2007. Identifikasi ikan segar yang dipilih konsumen beserta kandungan gizinya pada beberapa pasar tradisional di Kota Malang. *Jurnal Protein.* 14: 41-49
- [SIMPATIK DKP] Sistem Informasi Perhitungan Statistik Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan. 2008. Data produksi perikanan Indonesia tahun 2004-2006. www.statistik.dkp.go.id. [14 Mei 2019]
- Suhaedi. 2015. Pengaruh Aplikasi Madu Terhadap Nilai TBA dan TPC Dangke yang Disimpan pada Suhu Dingin. Universitas Hasanuddin Makasar. Makasar.
- Susanti RF, Christianto G. 2016. The Effect of filler addition and oven temperature to the antioxidant quality in the drying of *Physalis angulata* fruit extract obtained by subcritical water extraction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 105 (1): 1-10.
- Stein T. 2005. Bacillus subtilis antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular microbiology*, 56(4), 845-857.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2019. Central Search Results: Honey. diakses pada 14 Mei 2019. [internet]. Tersedia pada <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?query=ndbNumber:19296>
- Yuliati Y. 2017. Literasi sains dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 3(2).