

Full Paper

**PENINGKATAN UMUR SIMPAN FILET IKAN DENGAN PELAPIS *EDIBLE* YANG
DIINKORPORASI EKSTRAKS KASAR OVOCLEIDIN-17**

**SELF LIFE IMPROVEMENT OF FISH FILET WITH THE EDIBLE COATING WHICH IS
EXTRACTS OVOCLEIDIN – 17 INCORPORATED**

Warkoyo* dan Nanda Zuhriansyah

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan,
Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang 65144

*Penulis untuk korespondensi, E-mail: warkoyo_umm@yahoo.co.id

Abstrak

Filet ikan sebagai bahan pangan berbasis protein rentan terhadap kerusakan apabila disimpan pada suhu ruang tanpa penanganan. Umur simpan filet ikan pada suhu ruang hanya 12 jam. Usaha yang telah banyak dilakukan masyarakat untuk memperpanjang umur simpan filet ikan dalam penyimpanan dan transportasi adalah sistem pendingin menggunakan es. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan es, diperlukan cara atau metode yang memungkinkan untuk diaplikasikan, yaitu kemasan aktif. Beberapa publikasi menyebutkan bahwa kemasan aktif dapat menghambat pertumbuhan mikrobia pada filet ikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelapis *edible* yang diinkorporasi ekstrak kasar *Ovocleidin 17* (EKO-17) terhadap kualitas filet ikan selama penyimpanan. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak kelompok sederhana dengan 3 kali ulangan. Faktor yang dicoba adalah konsentrasi EKO-17 dalam pelapis *edible*. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah total mikrobia, TVB-N, kadar protein, dan susut berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi EKO-17 berpengaruh nyata terhadap total mikrobia, TVB-N dan kadar protein. Konsentrasi EKO-17 sebesar 0,9% dengan penyimpanan suhu ruang selama 27 jam memberikan hasil terbaik, yaitu total mikrobia 7,27 (10^6 CFU/g), TVB-N 17,02 mg/100 g, kadar protein 10,75%, susut berat 0,43%.

Kata kunci: ekstrak kasar *ovocleidin-17*, pelapis *edible* aktif, umur simpan

Abstract

Fish fillet as protein based food will susceptible to damage when stored at room temperature without any treatment. The shelf life of fish fillet at room temperature only just 12 hours. The effort that public have been made to extend it in storage and transport is a cooling system. To reduce the dependency on the ice usage is needed a way or method to be applied, namely active packaging. Some publications mention that the active packaging can inhibit microbial growth on the fish fillet. The purpose of this study was to determine the influence of edible coatings were incorporated ekstrak kasar *Ovocleidin 17* (EKO-17) on the quality of fish fillets during storage. This study was conducted using a randomized block design with three replications simple. Factors to be tested is EKO-17 concentration in edible coatings. The parameters observed in this study is total microbial, TVB-N, protein content, and heavy losses. The results showed that the concentration of EKO-17 significantly affect the total microbial, TVB-N and protein content. EKO-17 concentration of 0.9% with room temperature storage for 27 hours gives the best results, the total microbial 7,27 (10^6 CFU / g), the TVB-N 17.02 mg / 100 g, protein content of 10.75%, severe shrinkage of 0.43%.

Keywords: crude extract *ovocleidin-17*, the active edible coatings, shelf life

Pengantar

Pangan siap olah (minimal proses) merupakan bentuk bahan pangan segar dengan kualitas organoleptik tinggi, kebutuhannya dari tahun ketahun diprediksi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kesibukan seseorang. Di sisi lain, pangan siap olah

rentan terhadap kerusakan apabila tidak ditangani dengan benar. Filet ikan sebagai salah satu bahan siap olah yang mudah rusak, hanya tahan sampai 12 jam apabila disimpan pada suhu kamar tanpa perlakuan pengawetan. Hal ini tentunya akan merepotkan bagi semua pihak, baik produsen, pedagang, maupun konsumen.

Berbagai penelitian terkait dengan pengawetan pangan non-termal sebagai metode alternatif untuk mengawetkan pangan siap olah telah banyak dilakukan, seperti tekanan hidrostatik tinggi (HHP), medan listrik kejut (PEF), dan penerapan CO₂ tekanan tinggi (HCPD). Namun sampai hari, teknologi-teknologi tersebut belum diaplikasikan oleh industri pangan. Hal ini dimungkinkan karena sulitnya teknologi tersebut untuk diadopsi, atau minimnya nilai tambah yang dihasilkan. Teknologi pengawetan pangan non-termal yang terakhir berkembang dan mempunyai peluang untuk diaplikasikan oleh industri pangan adalah kemasan aktif, termasuk di dalamnya pelapis *edible* aktif.

Telah banyak kajian tentang pelapis *edible* aktif, tetapi umumnya efektif diaplikasikan pada suhu rendah ($\leq 4^{\circ}\text{C}$). Beberapa diantaranya adalah Duan *et al.* (2010a) melakukan kajian peningkatan kualitas filet ikan Lingcod segar dan beku dengan menggunakan minyak ikan yang ditambahkan dalam pelapis chitosan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan dengan chitosan-minyak ikan pada filet ikan segar dapat meningkatkan umur simpan selama 3 minggu pada suhu 2 °C. Lu *et al.* (2010) dalam penelitiannya tentang filet ikan dengan perlakuan pelapisan alginat yang diincorporasi dengan cinnamon dan nisin, menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan alginat dengan incorporasi cinnamon, atau cinnamon dan nisin dapat secara efisien mempertahankan kualitas filet ikan segar selama penyimpanan dingin (4 °C).

Terkait dengan bahan pelapis dan bahan aktif, masih menggunakan bahan-bahan kimia, dan disinyalir tidak aman bagi kesehatan manusia untuk penggunaan jangka panjang, serta bersaing peruntukannya. Untuk itu dalam penelitian ini menggunakan bahan dasar pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan alasan kandungan amilosanya yang tinggi, yaitu 35,34% (Perez *et al.*, 2005), sementara pati singkong hanya 16,89%, sehingga diharapkan dapat memperkuat tekstur dan meningkatkan elastisitas pelapis. Bahan aktif yang digunakan non-kimia, yaitu ekstrak kulit telur sebagai antimikrobia. Ovocleidin-17 (OC-17) adalah protein pertama hasil pemurnian kulit telur ayam. Menurut Wellman-Labadie *et al.* (2008), OC-17 mampu mereduksi *Basilus subtilis* sampai 99,9%, *Staphylococcus aureus* sebesar 79,8%, dan *Pseudomonas aeruginosa* sebesar 75,6%, tetapi untuk *E. coli* tidak terjadi reduksi. Dan menurut Warkoyo *et al.* (2013) ekstrak kulit telur broiler (*crude*) 6% mampu menghambat secara efektif pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* dengan diameter

zona hambat 22,5 mm. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelapis *edible* berbasis pati umbi kimpul dengan berbagai konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 terhadap umur simpan filet ikan.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Nila GIFT. Ikan nila diperoleh dari Waduk Selorejo Ngantang Kabupaten Malang dengan spesifikasi 2-3 ekor/kg. Ikan yang didapat segera dibersihkan dan dibuat filet, dan disimpan pada freezer semalam sebelum digunakan. Filet ikan untuk pengujian umur simpan filet dipotong-potong dengan ukuran 20x20x5 mm³. Bahan pelapis yang digunakan adalah pati dari umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan ekstrak kasar Ovocleidin-17 sebagai antimikrobia diperoleh dari Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Malang. Bahan-bahan kimia diperoleh dari Toko-toko Kimia di Malang.

Metode Penelitian

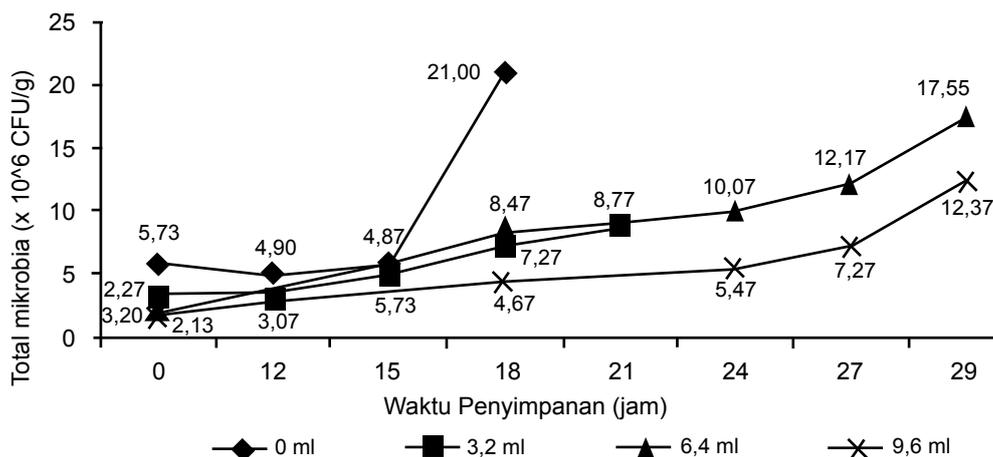
Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana dengan 3 kali pengulangan. Adapun faktor yang dicoba adalah ekstrak kasar Ovocleidin-17 dengan konsentrasi 0; 0,3; 0,6; dan 0,9 %.

Preparasi larutan pelapis edible aktif

Larutan pelapis *edible* aktif disiapkan dengan membuat 100 mL larutan *edible* dengan jumlah pati kimpul 2,0% (b/v) pada jumlah EKO-17 yang bervariasi. Larutan pelapis *edible* aktif disiapkan dengan mencampur pati dengan air destilat, gliserol sejumlah 0,8% (b/v), dan EKO-17 sebanyak 0; 0,3; 0,6; dan 0,9 %, kemudian dipanaskan di atas *hotplate stirrer* sampai terjadi gelatinisasi (suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$) dan dipertahankan selama 5 menit.

Pelapisan edible aktif pada filet ikan

Pelapisan filet ikan dilakukan dengan pencelupan dalam larutan pelapis *edible* aktif kondisi hangat (suhu 50 °C) selama 1-2 menit. Selanjutnya filet ditiriskan dan disimpan dalam cup plastik (steril) pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) untuk dilakukan pengamatan secara periodik terhadap populasi mikrobia, kadar protein, TVB-N, dan susut berat. Pengamatan dilakukan sampai batas penerimaan konsumen yang ditandai dengan munculnya bau tidak sedap.



Gambar 1. Total mikrobia (TPC) filet ikan Nila berpelapis *edible* aktif berbasis pati kimpul dengan penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 selama penyimpanan.

Populasi mikrobia

Populasi mikrobia dihitung menggunakan metode *total plate count* (TPC). Sampel yang telah dilumatkan diambil 1 g untuk diencerkan dengan 9 ml air destilat, dan dihomogenkan. Suspensi sampel dilakukan pengenceran 5 kali. Untuk penanaman pada cawan petri yang berisi media nutrient agar (NA), suspensi sampel diambil 1 ml. Selanjutnya dimasukkan inkubator pada suhu 37 °C selama 24-48 jam, sebelum dilakukan penghitungan koloni.

Protein

Protein kasar ditentukan dengan menggunakan metode mikro Kjeldahl (AOAC, 2005). Sampel filet ikan halus 0,5 g, ditambah 2 ml H₂SO₄, dan 2 g campuran Na₂SO₄: HgO (20:1). Campuran bahan dipanaskan selama 30 menit, dicuci dan dididihkan lagi selama 30 menit. Aquades sejumlah 5-10 ml, dan 6-15 ml NaOH:Na₂S₂O₃ (40: 5) ditambahkan, dan diencerkan dengan aquades. Destilasi dilakukan, dan destilat yang diperoleh dititrasi dengan 0,02 N HCl. Penentuan total N dan % protein bahan berdasarkan kebutuhan HCl untuk titrasi.

TVB-N

Komponen volatil total berbasis nitrogen (TVB-N) sebagai indikator kerusakan kimia ditentukan menggunakan metode Suvanich, Jahneke dan Marshall (2000) dengan sedikit modifikasi. Filet ikan (5 g) dicincang halus, direndam dalam 15 ml TCA 5% selama 5 menit. Campuran dimasukkan sentrifus selama 10 menit. Filtrat (5 ml) ditambah 5 ml NaOH 2 M dipindahkan ke alat destilasi. Destilat ditampung dalam labu erlenmeyer yang berisi 15 ml HCl 0,01 N sampai volume mencapai 40 ml. Selanjutnya

ditambahkan 3 tetes indikator phenol red sebelum dititrasi dengan NaOH 0,01 N hingga berwarna pink. Penentuan nilai TVB-N berdasarkan volume NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi.

Susut berat

Berat filet ikan terlapisi pati umbi kimpul yang diinkorporasi EKO-17 selama penyimpanan diamati secara periodik, yaitu dengan menimbang sampel yang sama pada jam-jam pengamatan (0, 12, 18, 24, 27, 29 jam) menggunakan timbangan analitik digital (*Ohaus Corp Pine Brooks*).

Hasil dan Pembahasan

Total Mikroba

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi mikrobia pada filet ikan mengalami peningkatan selama penyimpanan (Gambar 1), dan peningkatannya semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi bahan aktif ekstrak kasar Ovocleidin-17 pada pelapis *edible*. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang semakin banyak, menyebabkan jumlah bahan aktif yang terkandung dalam pelapis *edible* semakin banyak, kemampuan pelapis *edible* untuk melakukan perlawanan terhadap mikrobia semakin besar, akibatnya pertumbuhan mikrobia terhambat, dan populasi mikrobianya semakin rendah.

Produk dengan pelapis *edible* tanpa bahan aktif, kalau berpedoman pada batas penerimaan TPC 10⁶ CFU/g (Duan *et al.*, 2010b), memiliki umur simpan pendek, yaitu 15 jam. Sedangkan produk berpelapis *edible* aktif konsentrasi tinggi (0,9 %) menghasilkan umur simpan paling panjang, yaitu 27 jam. Fenomena ini

mengindikasikan bahwa konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang semakin besar menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan mikrobia yang semakin besar pula, akibatnya umur simpan produk semakin lama.

Populasi mikroba pada filet ikan dengan perlakuan penambahan bahan aktif 0% mulai mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada penyimpanan 15 jam hingga penyimpanan 18 jam. Jumlah total mikroba pada penyimpanan jam ke-0, sebesar $5,7 \times 10^5$ cfu/g meningkat menjadi $2,1 \times 10^6$ cfu/g pada penyimpanan 18 jam. Diduga mikroba pada fillet ikan nila berada pada fase log yaitu jumlah mikrobia meningkat dan tumbuh dengan laju pertumbuhan yang konstan.

Total mikroba pada fillet ikan nila menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang ditambahkan pada *edible coating*. Pada penyimpanan selama 18 jam tanpa bahan aktif, jumlah total mikroba sebesar $2,1 \times 10^6$ cfu/g sedangkan pada penambahan bahan aktif 0,9 % sebesar $4,6 \times 10^5$ cfu/g. Hal ini menunjukkan nilai TPC *fillet* ikan nila dengan penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 dalam batasan aman.

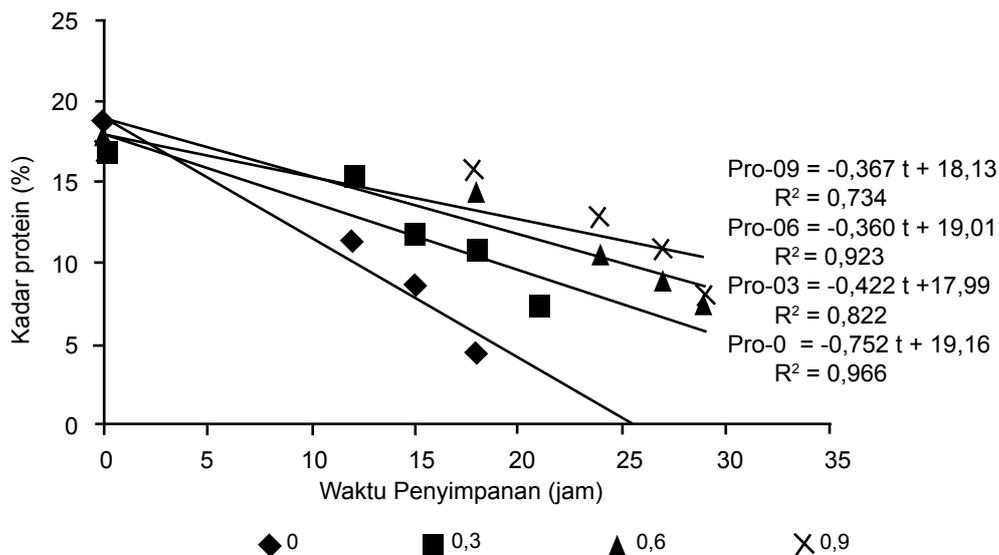
Beberapa hasil penelitian yang sejalan dengan kenyataan tersebut adalah Neetoo *et al.* (2010) dengan pelapis alginat dapat menunda pertumbuhan *Listeria monocytogenesis*, dan keefektifan pelapis antimikrobia tergantung pada konsentrasi antimikrobia. Lu *et al.* (2010) juga dengan pelapis

alginat dengan inkorporasi cinnamon menyebabkan mikrobia pada filet selama penyimpanan mengalami penghambatan pertumbuhannya, akibatnya mutu filet dapat dipertahankan.

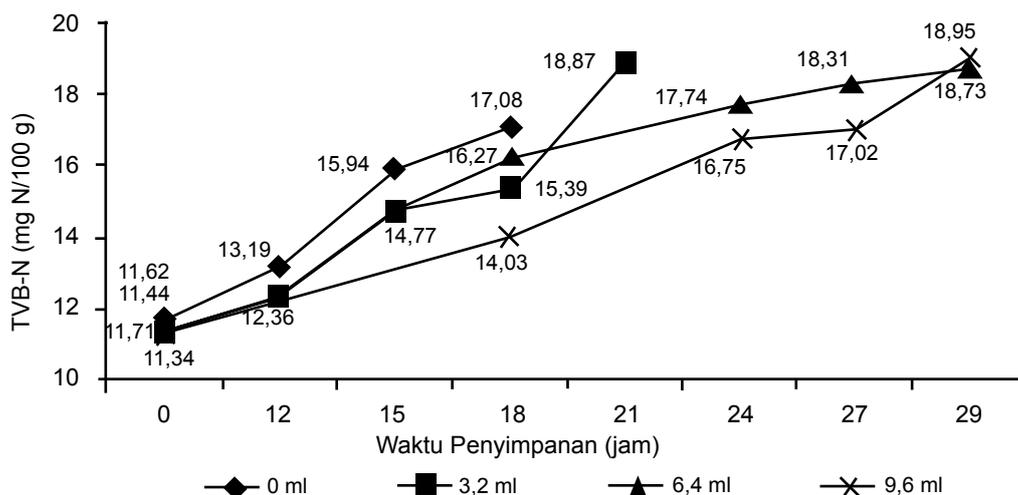
Menurut Wellman-Labadie *et al.* (2008), OC-17 mampu mereduksi *Basilus subtilis* sampai 99,9%, *Staphylococcus aureus* sebesar 79,8%, dan *Pseudomonas aeruginosa* sebesar 75,6%, dan Warkoyo *et al.* (2013) menambahkan bahwa ekstrak kasar Ovocleidin-17 dengan konsentrasi 6% mampu menghambat secara efektif pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa*, yaitu dengan indikasi diameter zona hambat sebesar 22,5 mm.

Protein

Kadar protein filet ikan akibat perlakuan pelapis aktif dengan berbagai kadar bahan aktif selama penyimpanan mengalami penurunan (Gambar 2), dan penurunannya berbeda nyata untuk konsentrasi bahan aktif yang berbeda. Apabila dibandingkan dengan control (tanpa bahan aktif), penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 memberikan pengaruh nyata. Penurunan protein relatif lebih rendah pada produk dengan bahan aktif tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa protein filet sebagai substrat pertumbuhan bakteri, relatif tidak berkurang dengan semakin besarnya penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17, dan dimungkinkan terjadi penghambatan pertumbuhan bakteri yang semakin besar. Tetapi pada produk dengan pelapis tanpa bahan aktif, kadar proteinnya mengalami mengalami degradasi yang cepat oleh mikrobia, akibatnya kadarnya mengalami



Gambar 2. Rerata kadar protein (%) filet ikan Nila berpelapis *edible* aktif berbasis pati kimpul dengan penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 selama penyimpanan.



Gambar 3. TVB-N filet ikan Nila berpelapis *edible* aktif berbasis pati kimpul dengan penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 selama penyimpanan.

penurunan yang cepat. Penggunaan ekstrak kasar Ovocleidin-17 dengan konsentrasi yang semakin tinggi menghasilkan kadar protein yang tinggi, akibat adanya penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba perusak protein. Sebaliknya, dengan penggunaan ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang lebih rendah, keefektifannya menurun dalam menghambat pertumbuhan mikroba perusak protein.

Proses penghambatan pertumbuhan mikroba perusak protein diduga akibat peningkatan penambahan senyawa aktif dalam pelarut asam asetat. Mahmoud *et al.* (2006) menyatakan bahwa penghambatan pertumbuhan mikroba pada produk yang kuat dapat menunda dekomposisi filet, akibatnya kadar protein produk tetap tinggi. Menurut Akkose dan Aktas (2008), selama penyimpanan degradasi protein dalam produk mengalami pertambahan. Protein akan terdekomposisi dengan menghasilkan senyawa-senyawa volatil, dan ini dapat ditunjukkan dengan nilai TVB-N.

Total Volatile Basis Nitrogen (TVB-N)

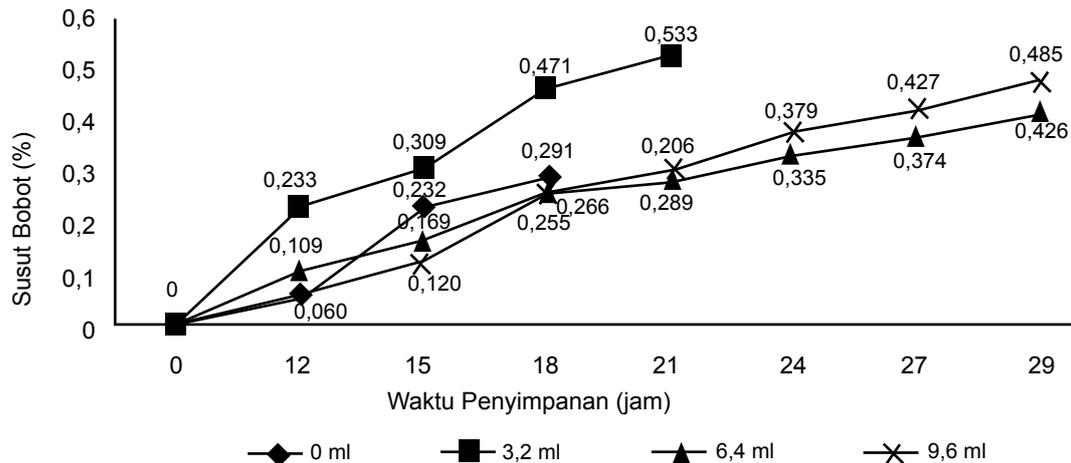
Kadar TVB-N produk selama penyimpanan cenderung mengalami peningkatan (Gambar 3), dan peningkatannya berbeda nyata untuk konsentrasi bahan aktif yang berbeda. Apabila dibandingkan dengan control (pelapis tanpa bahan aktif), penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 memberikan pengaruh yang nyata. Peningkatan TVB-N relatif lebih rendah pada produk dengan bahan aktif tinggi dari pada produk dengan kadar bahan aktif rendah. Kadar TVB-N cenderung semakin kecil dengan adanya peningkatan jumlah ekstrak kasar Ovocleidin-17.

Berbagai pustaka menyatakan bahwa nilai TVB-N produk selama penyimpanan mengalami peningkatan (Akkose & Aktas, 2008; Chomnawang *et al.*, 2007; dan Ojagh *et al.*, 2010). Selanjutnya dinyatakan bahwa TVB-N yang utama dihasilkan oleh dekomposisi daging ikan oleh bakteri. Pada pengamatan jam ke-0 sampai jam ke-29 dengan penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 mengindikasikan bahwa kadar TVB-N filet ikan nila masih dalam kisaran ikan segar.

Susut Bobot

Susut bobot filet ikan berpelapis *edible* aktif selama penyimpanan mengalami peningkatan (Gambar 4), dan peningkatannya semakin kecil dengan adanya konsentrasi bahan aktif yang semakin meningkat. Hal ini dapat terjadi karena dengan meningkatnya konsentrasi bahan aktif dalam pembuatan larutan pelapis *edible* akan menyebabkan tegangan permukaan semakin tinggi, akibatnya difusi uap air semakin terhambat. Antoniewski *et al.* (2007) menyatakan bahwa pelapis gelatin pada daging dapat mengurangi losis (susut berat) secara nyata. Pelapis alginat dapat menghambat air dan eksudat karena tingginya tegangan permukaan yang dihasilkan, akibatnya difusi air dibatasi.

Perubahan susut bobot dipengaruhi oleh konsentrasi bahan aktif. Dari uji lanjut yang dilakukan susut bobot tertinggi terdapat pada penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 sebesar 3,2 ml dengan penyimpanan 18 jam. Pada waktu penyimpanan 18 jam, susut bobot dengan penambahan konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang tinggi nilainya lebih rendah dibandingkan dengan tanpa bahan aktif dan konsentrasi 3,2 ml. Hal ini disebabkan ekstrak kasar Ovocleidin-17



Gambar 4. Susut bobot filet ikan Nila berpelapis *edible* aktif berbasis pati kimpul dengan penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 selama penyimpanan.

dapat meningkatkan kepadatan *edible coating* sehingga mampu menahan laju transmisi uap air dan proses difusi uap air menjadi terhambat.

Menurut Warsiki *et al.* (2009) nilai laju transmisi uap air pada film kitosan tanpa ekstrak bawang putih (EBP) lebih besar dibandingkan dengan film dengan penambahan EBP. Nilai laju transmisi uap air (WVRT) sangat dipengaruhi oleh ketebalan film. Bahan aditif EBP telah meningkatkan ketebalan dan kepadatan film dan hal ini akan memperlambat laju transmisi uap ataupun gas yang melewati film tersebut. Menurut Krochta dan Mulder-Johnston (1997) EBP mengandung minyak dan air. Komponen minyak dan lemak mempunyai sifat perlindungan yang tinggi terhadap uap air sehingga mengurangi sifat hidrofilik film kitosan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Penambahan ekstrak kasar Ovocleidin-17 dengan konsentrasi berbeda pada *edible coating* berpengaruh nyata terhadap total mikrobia (TPC), protein, TVB-N dan susut bobot *fillet* ikan Nila selama penyimpanan.
2. Konsentrasi EKO-17 sebesar 0,9% dengan penyimpanan suhu ruang selama 27 jam memberikan hasil terbaik, yaitu total mikrobia 7,27 (10^6 CFU/g), TVB-N 17,02 mg/100 g, kadar protein 10,75%, susut berat 0,43%.
3. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang di tambahkan pada *edible*

coating, maka waktu penyimpanan filet ikan Nila semakin lama.

Saran

Filet ikan nila dengan konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 tertinggi 0,9% pada pelapis *edible* hanya mampu disimpan (suhu ruang) sampai 27 jam, sehingga perlu dicoba penambahan konsentrasi ekstrak kasar Ovocleidin-17 yang lebih tinggi untuk menambah umur simpan filet ikan nila, serta perlu juga adanya pengujian organoleptik.

Daftar Pustaka

- Akkose, A. & N. Aktas. 2008. Determination of glass transition temperature of beef and effects of various cryoprotective agents on some chemical changes. *Meat Science*: 875-878.
- Antoniewski, M.N., S.A. Barringer, C.L. Knipe & H.N. Zerby. 2007. Effect of gelatin coating on the shelf life of fresh meat. *Journal of Food Science* (6): 382-387.
- Chomnawang, C., K. Nantachai, J. Yongsawatdigul, S. Thawornchinsombut & S. Tungkawachara. 2007. Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 4 °C and its gel properties. *Food Chemistry*: 420-427.
- Duan, J., G. Cherian & Y. Zhao. 2010a. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. *Food Chemistry*: 524-532.
- Duan, J., Y. Jiang, G. Cherian, & Y. Zhao. 2010b. Effect of combined chitosan-krill oil coating and

- modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets. Food Chemistry: 1035-1042.
- Gram, L., & H.H. Huss. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. International Journal of Food Microbiology: 121-137
- Krochta, J.M., & C.D. Mulder-Johnston. 1997. *Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities*. Food Technology (2): 61-74
- Lu, F., Y. Ding, X. Ye, & D. Liu. 2010. Cinnamon and nisin in alginate-calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. LWT – Food Science and Technology 43: 1331-1335.
- Mahmoud, B.S.M., K. Yamazaki, K. Miyashita, I.I. Shin, & T. Suzuki. 2006. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. Food Chemistry. 99: 656-662.
- Neetoo, H., M. Ye, & H. Chen. 2010. Bioactive alginate coatings to control *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon slice and fillets. International Journal of Food Microbiology 136: 326-331.
- Ojagh, S.M., M. Rezaei, S.H. Razavi, & S.M.H. Hosseini. 2010. Effect of chitosan enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry 120: 193-198.
- Perez, E., F.S. Schultz, & E.P. Delahaye. 2005. Characterization of some properties of starches isolated from *Xanthosoma sagittifolium* (tannia) and *Colocassia esculenta* (taro). Carbohydrate Polymers. 60 (2): 139-145.
- Suvanich, V., M.L. Jahneke, & D.L. Marshall. 2000. Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. Journal of Food Science. 65 (1): 24-29.
- Warkoyo, N. Harini, M. Wachid, & L. Kamil. 2013. Potential of crude eggshell extract as an antimicrobial. Prosiding Seminar Nasional dan Agrocomplex Expo 2013. Malang, 25-26 Juni 2013.
- Warsiki, E., T.C. Sunarti, & R.D. Martua. 2009. Pengembangan kemasan antimicrobial (AM) untuk memperpanjang umur simpan produk pangan. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB. 579-588.
- Wellman-Labadie, O., R. Lakshminarayanan, & M.T. Hincle. 2008. Antimicrobial properties of avian eggshell-specific C-type lectin-like proteins. FEBS Letters 582: 699-704.