
EFEKTIVITAS KITOSAN SEBAGAI *EDIBLE COATING* KARKAS AYAM BROILER

EFFECTIVENESS OF CHITOSAN AS AN EDIBLE COATING OF BROILER CHICKEN CARCASS

Received : Oct 29th, 2019

Accepted : Dec 10th, 2019

Ken Ratu Gharizah Alhuur^{*1},
Eggy Muhammad Juniardi²,
Kusmayadi Suradi³

¹Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran.

²Kemitraan Ayam Broiler
PT. Anjawani Mitra Madani.

³Departemen Teknologi Hasil
Peternakan, Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran.

*Korespondensi:
Ken Ratu Gharizah Alhuur

Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran.

Jalan Raya Bandung-Sumedang KM
21 Jatinangor, Sumedang. 45363.

e-mail:
kenalhuur@gmail.com

Abstract. The purpose of this study is to obtain the chitosan concentration which provides the most optimal effect on the quality of broiler chicken carcasses in terms of total bacterial counts, storability at room temperature storage (27-30°C) and carcass acceptability. The study was conducted experimentally with a completely randomized design, using four treatments and five repetitions. The trial was carried out by dipping the broiler chicken carcass into for levels of chitosan concentration, namely 0%, 1%, 2%, and 3% for three seconds and then drained for 10 minutes. The results showed that the chitosan solution with a concentration of 3% as edible coating on broiler chicken carcasses showed the best results in suppressing the number of bacteria (TPC = 47.38×10⁶ CFU/g), and extending shelf life (1076,40 minutes), as well as acceptability is still preferred by the panelists.

Keywords: edible coating, carcass, chitosan.

Sitasi:

Alhuur, K. R. G., Juniardi, E. M., & Suradi, K. (2020). Efektivitas Kitosan sebagai *Edible Coating* Karkas Ayam Broiler. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(1):17-24.

PENDAHULUAN

Daging ayam sebagai salah satu sumber pemenuh kebutuhan gizi protein hewani masyarakat, memiliki kandungan lemak sebanyak 15,06%, protein 18,6%. Air 65,95%, dan abu sebanyak 0,79%, menyebabkan daging ayam menjadi mudah rusak akibat adanya aktivitas mikroorganisme pembusuk apabila tidak dilakukan penanganan yang baik terhadap daging ayam segar tersebut. Pertumbuhan mikroorganisme pembusuk ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada daging ayam baik secara fisik maupun secara kimiawi (Hajrawati, 2016), yang menyebabkan menurunnya kualitas daging ayam.

Karkas daging ayam segar memiliki batas maksimum cemaran mikroba dengan uji angka lempeng total pada suhu inkubasi selama 72 jam berdasarkan Standar Nasional Indonesia tahun 2009 adalah 1×10⁶ CFU/g, batas maksimal jumlah mikroba *Escherichia coli* sebanyak 1×10² CFU/g, dan batas maksimal jumlah mikroba *Staphylococcus aureus* sebanyak 1×10⁴ CFU/g, sedangkan untuk keberadaan bakteri *Salmonella* harus negatif (BPOM, 2016).

Bakteri dalam kondisi ideal akan berkembang biak dua kali lipat setiap 15-30 menit sehingga dalam waktu 5 jam, satu sel bakteri akan berkembang menjadi lebih dari satu juta sel. Diperlu-

kan adanya upaya pengawetan yang mampu menekan aktivitas mikroba namun tidak merubah flavor dan tetap menjaga kualitas fisik dan nutrisi dari daging ayam.

Kitosan merupakan turunan dari polisakarida kitin yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet alami, yang terbuat dari limbah kulit udang dan kulit kepiting yang merupakan produk samping hasil perikanan, dan tidak bersifat toksik pada tubuh. Pertumbuhan bakteri dan kapang dapat dihambat oleh kerja enzim lysozim, gugus aminopolisakarida, dan polikation yang terkandung dalam kitosan (Wardaniati & Setyaningsih, 2009) dan tidak menyebabkan terjadinya perubahan rasa dan aroma daging sehingga sangat potensial dalam pengawetan makanan (Harjanti, 2014). Mekanisme kerja kitosan sebagai anti mikroba yaitu muatan positif dari kitosan (NH_2) mengikat lapisan peptidoglikan sel bakteri Gram positif sehingga kandungan dalam sitoplasma keluar akibat perbedaan osmotik yang disebabkan kerusakan dan pecahnya dinding sel bakteri. Mekanisme kitosan sebagai anti bakteri gram negatif adalah dengan memblokir aliran nutrient sel bakteri, sehingga bakteri tidak mendapatkan asupan nutrisi yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidupnya kemudian mengalami kematian (Damayanti *et al.*, 2016).

Penggunaan kitosan sebagai pengawet alami ikan patin fillet menunjukkan angka yang optimal pada pemberian konsentrasi kitosan 2% (Harjanti, 2014), pada ikan Kamaboko efektivitas antimikroba ada pada pemberian kitosan konsentrasi 1,5% (Nirmala, 2016), dan pada produk bakso ayam pada pemberian kitosan konsentrasi 6% (Purwatmaja, 2013). Konsumsi kitosan yang diperbolehkan tanpa menimbulkan efek samping pada tubuh adalah sebanyak 66,5 g/hari (Suptijah, 2006). Penelitian mengenai penggunaan kitosan sebagai

bahan pengawet alami sudah banyak dilakukan umumnya pada jenis bahan pangan ikan, namun penggunaan kitosan pada daging ayam masih jarang dilakukan, khususnya daging ayam segar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi kitosan yang memberikan efek paling baik sebagai antibakteri dan memperpanjang daya awet daging ayam serta masih dapat diterima secara organoleptik oleh konsumen.

MATERI DAN METODE

1. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya adalah *colony counter*, timbangan analitik, *autoclave*, tabung Erlenmeyer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet hisap, cawan petri, kertas saring, talenan, pembakar spiritus, dan beaker glass. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya adalah: ayam broiler strain *Cobb 20* ekor umur 5 minggu dengan berat 1-1,2 kilogram, asam asetat 1%, Pb asetat 10%, nutrient agar, es batu, alcohol, aquades, dan NaCl fisiologis 0,9%.

2. Teknik Pengambilan Sampel

Ayam yang telah disembelih dan diproses sampai menjadi karkas, kemudian disimpan ke dalam termos berisi es batu dalam keadaan terbungkus dalam plastik untuk menjaga dan mempertahankan daging agar tetap dalam suhu rendah sekitar 3,5-4°C. Karkas ayam broiler kemudian dicelupkan selama 3 detik ke dalam larutan kitosan konsentrasi 0%, 1%, 2%, dan 3% kemudian didiamkan selama 10 menit. Sampel karkas bagian dada ayam selanjutnya dilakukan pengujian bakteri total, daya awet dan akseptabilitasnya.

3. Analisa Data

Data bakteri total dan daya awet yang diperoleh dianalisis dengan meng-

gunakan sidik ragam dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan. Data uji penerimaan atau akseptabilitas dinilai berdasarkan skala hedonik kemudian diubah ke dalam skala numerik untuk dihitung dengan menggunakan analisis ragam.

4. Pembuatan Larutan Kitosan

Metode pembuatan larutan kitosan mengikuti langkah yang dilakukan Hartanti (2005), yaitu dengan menimbang kitosan masing-masing sebanyak 10 g, 20 g, dan 30 g. Setelah itu masing-masing jumlah kitosan dilarutkan dengan 500 ml asam asetat 1% kemudian diencerkan sampai volume 1000 ml.

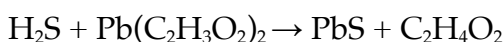
5. Jumlah Bakteri Total

Metode *total plate count* digunakan dalam penghitungan jumlah bakteri total pada penelitian ini, dan dilakukan pengenceran sampai 10^{-6} sesuai acuan BPOM (2016). Semua perlakuan dilakukan duplo, kemudian jumlah koloni yang tumbuh dalam cawan dikalikan dengan faktor pengenceran dan dihasilkan angka jumlah bakteri total dengan rumus:

$$\text{Koloni per gram} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

6. Daya Awet Daging

Pb asetat digunakan untuk pengujian awal kebusukan untuk menentukan daya awet daging. Mekanisme kerja dari Pb asetat adalah dengan menangkap H_2S yang terbentuk dari daging, kemudian terbentuk timbal sulfida (PbS) yang menimbulkan efek warna pada kertas saring yang telah diberi Pb asetat. Reaksi yang terjadi adalah:



Prosedur kerja uji awal kebusukan (Puntodewo, 1998) adalah dengan memotong daging menjadi beberapa bagian kecil sebanyak 10 g lalu dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian dengan kertas saring yang telah ditetaskan timbal asetat 10% sebanyak 1-2 tetes di bagian tengah kertas saring, cawan petri ditutup. Amati perubahan warna yang terjadi. Perubahan warna berupa bercak kecoklatan yang terjadi menandakan adanya awal kebusukan, dimana H_2S bebas yang dilepaskan oleh karkas akan berikatan dengan timbal asetat yang berubah menjadi timbal sulfida (PbS).

7. Uji Penerimaan

Sebanyak 20 orang panelis semi terlatih melakukan pengujian penerimaan atau akseptabilitas terhadap sampel. Masing-masing panelis diberikan 4 sampel, format kuisioner dan segelas air putih sebagai penetral rasa. Penilaian dilakukan terhadap warna, bau, rasa, dan total penerimaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah bakteri total karkas daging ayam broiler

Pengaruh tingkat konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* dalam upaya penghambatan pertumbuhan jumlah bakteri total pada karkas daging ayam broiler tersaji pada Tabel 1. Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 1, menunjukkan bahwa rata-rata jumlah bakteri total terendah sebesar $47,38 \times 10^6$ CFU/g dihasilkan pada perlakuan pelapisan daging ayam broiler dengan konsentrasi kitosan 3% (P_3), dibandingkan dengan rata-rata jumlah bakteri total yang dihasilkan pada perlakuan lainnya.

Tabel 1. Jumlah Bakteri Total dan Daya Awet Daging Ayam Broiler dengan Berbagai Tingkat Konsentrasi Kitosan sebagai *Edible Coating*

Peubah yang diamati	Perlakuan			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
Total Bakteri (log CFU/g)	7,98±0,017 ^c	7,84±0,034 ^b	7,83±0,316 ^b	7,67±0,04 ^a
Daya Awet (Menit)	785,40 ±35,51 ^d	892,00±65,16 ^c	979,00±44,99 ^b	1076,40±83,27 ^a

Keterangan:

Nilai yang diikuti huruf kecil yang sama ke arah baris menunjukkan tidak berbeda nyata

P₀ : perlakuan ke-1 (konsentrasi kitosan 0%)P₁ : perlakuan ke-2 (konsentrasi kitosan 1%)P₂ : perlakuan ke-3 (konsentrasi kitosan 2%)P₃ : perlakuan ke-3 (konsentrasi kitosan 3%)

Berdasarkan analisis statistik, perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap jumlah bakteri total yang terkandung di dalam karkas daging ayam broiler. Data uji Duncan menunjukkan bahwa jumlah bakteri total terendah ($47,38 \times 10^6$ CFU/g) pada karkas daging ayam broiler yang dicelup larutan konsentrasi kitosan 3% (P₃) berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan konsentrasi kitosan 0% (P₀ = $97,64 \times 10^6$ CFU/g), 1% (P₁ = $69,93 \times 10^6$ CFU/g), dan 2% (P₂ = $67,94 \times 10^6$ CFU/g).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan kitosan pada ayam broiler dengan konsentrasi 1%, 2%, dan 3% memberikan pengaruh yang nyata pada penurunan jumlah bakteri total dibandingkan dengan daging tanpa pelapisan kitosan. Penggunaan kitosan 3% menunjukkan daya hambat paling baik dibandingkan konsentrasi kitosan 1% dan 2%. Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Wardaniati & Setyaningsih (2009), dan Purwatmaja *et al.*, (2013) bahwa peningkatan konsentrasi kitosan menyebabkan penurunan jumlah bakteri total pada bakso ayam dan fillet ikan gabus (Wahyuni *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan kitosan bersifat sebagai bakteriostatik, yakni mampu menghambat pertumbuhan bakteri.

Mekanisme kitosan dalam menghambat pertumbuhan bakteri adalah de-

ngan merusak struktur dari dinding sel bakteri. Pada bakteri gram positif, muatan positif dari kitosan terikat dengan lapisan peptidoglikan yang menyebabkan terjadinya distorsi serta pemecahan dinding sel akibat perbedaan osmotik dan eksudasi kandungan sitoplasma. Mekanisme kitosan pada bakteri gram negatif adalah dengan proses pemblokiran aliran nutrient pada sel bakteri, sehingga bakteri mengalami kematian akibat kekurangan nutrisi (Damayanti *et al.*, 2016). Selain menghambat aliran nutrient pada sel bakteri, mekanisme kitosan sebagai *edible coating* juga dengan menghambat masuknya O₂ dan air, yang juga menjadi kebutuhan bakteri untuk hidup, sehingga pertumbuhannya dapat terhambat bahkan sampai mengalami kematian (Purwatmaja *et al.*, 2013).

Perusakan dinding sel bakteri disebabkan aktivitas enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang terkandung dalam kitosan. Enzim lisozim mampu mencerna dinding sel bakteri yang menyebabkan hilangnya kemampuan perlindungan sel bakteri (Riski & Sami, 2015) dan fungsi permeabilitasnya, sehingga tidak ada kontrol terhadap keluar masuknya substansi dalam tubuh sel bakteri. Gugus fungsional amina (-NH₂) dalam kitosan yang bermuatan positif sangat kuat dapat menarik muatan negatif asam

amino pembentuk protein dalam bakteri, seperti Mg^{2+} yang terdapat dalam ribosom dan Ca^{2+} yang terkandung dalam dinding sel bakteri, seperti yang disampaikan oleh Sarwono (2010) dan Suherman *et al.*, (2018), sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dan kematian sel bakteri.

2. Pengaruh perlakuan terhadap daya awet daging ayam broiler

Hasil penelitian pengaruh pelapisan daging ayam broiler dengan menggunakan tingkat konsentrasi kitosan yang berbeda terhadap daya awet disajikan pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata daya awet daging ayam broiler terlama sebesar 1076,40 menit dihasilkan pada perlakuan pelapisan daging ayam dengan konsentrasi kitosan 3% (P_3), dibandingkan dengan rata-rata daya awet yang dihasilkan pada perlakuan lainnya.

Pengaruh perlakuan pelapisan daging ayam broiler dengan menggunakan tingkat konsentrasi kitosan terhadap daya awet dilakukan dengan menggunakan analisis statistik melalui sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya awet daging ayam broiler. Data uji Duncan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa daya awet daging ayam broiler paling lama (1.076,40 menit) pada perlakuan pencelupan larutan kitosan 3%, diikuti berturut-turut P_2 (979,00), P_1 (892,00), dan P_0 (785,40 menit) yang satu sama lain berbeda nyata ($P < 0,05$).

Perlakuan pelapisan kitosan dengan level konsentrasi 3% memberikan pengaruh terbaik terhadap daya awet daging ayam broiler dibandingkan dengan konsentrasi larutan kitosan lain-

nya. Hal ini disebabkan penggunaan kitosan sebagai *edible coating* menyebabkan daging ayam terlindungi dari kontaminasi luar, dan didukung dengan kemampuan kitosan dalam membunuh dan menahan perkembangan bakteri, sehingga kerusakan akibat proses pembusukan yang dilakukan oleh bakteri dapat dihambat. Gugus $-NH_3^+$ yang terbentuk dari interaksi antara gugus amino ($-NH_2$) dengan H^+ dari lingkungannya menyebabkan kitosan berperan sebagai garam (Sugita *et al.*, 2009). Peran kitosan sebagai garam inilah yang membuat kitosan mampu mengikat molekul air pada bahan pangan.

Penelitian pengawetan daging ayam menggunakan larutan kitosan yang dilakukan oleh Poppy *et al.*, (2016) berhasil meningkatkan lama penyimpanan daging ayam lebih lama 3 minggu dibandingkan dengan yang tidak menggunakan larutan kitosan. Mekanisme peningkatan daya tahan ini adalah dengan menekan pertumbuhan mikroorganisme, dan melakukan kerusakan pada dinding sel, ribosom, sitoplasma, dan membran sitoplasma yang merupakan struktur-struktur utama dari mikroba. Selain itu, lapisan kitosan juga menghambat proses pertukaran gas O_2 dan CO_2 , sehingga proses metabolisme bakteri menjadi terhambat, dan pertumbuhan bakteri pun menjadi terhambat. Didukung oleh pencampuran kitosan dengan asam asetat yang menyebabkan larutan bersifat asam, sifat asam ini akan menyebabkan terjadinya denaturasi protein, yang berakibat pada inaktivasi enzim. Inaktivasi enzim menyebabkan terganggunya sistem metabolisme pada sel mikroba atau bahkan dapat menyebabkan kerusakan mekanisme dalam tubuh mikroba yang menyebabkan kematian sel.

Tabel 2. Akseptabilitas daging ayam broiler setelah dilakukan perlakuan

Uji Organoleptik	Perlakuan			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
Warna	6,30	6,35	6,55	6,40
Rasa	6,20	6,10	6,40	6,60
Bau	6,15	6,35	6,15	6,35
Total Penerimaan	6,45	6,35	6,65	6,55

3. Pengaruh perlakuan terhadap akseptabilitas daging ayam broiler

Data hasil penilaian warna, rasa, bau, dan total penilaian daging ayam broiler yang diberikan perlakuan pencelupan berbagai tingkat konsentrasi kitosan ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan data tersebut, pada semua kategori penilaian memberikan pengaruh yang tidak nyata atas perlakuan yang diberikan. Pada penilaian berdasarkan warna, pengaruh yang tidak nyata disebabkan karakteristik kitosan yang tidak berwarna (bening) sehingga tidak mempengaruhi warna daging ayam broiler. Warna daging ayam tetap putih kemerahan, namun seiring dengan meningkatnya konsentrasi pemberian kitosan, tekstur daging menjadi lebih licin, karena sifat kitosan yang berbentuk hydrogel, yang menjaga struktur bahan pangan yang dilapisinya tetap tegar dan tahan terhadap gaya atau tekanan tertentu (Sugita *et al.*, 2009). Hal ini juga sejalan dengan penelitian Nirmala (2016), bahwa penggunaan larutan kitosan sebagai *edible coating* berpengaruh tidak nyata terhadap warna filet ikan patin.

Penilaian berdasarkan rasa juga mendapatkan hasil yang berpengaruh tidak nyata. Hal ini disebabkan larutan kitosan saat pencelupan tidak meresap ke dalam daging ayam. Seperti yang disampaikan oleh Ratna & Sugiyani (2006), bahwa cita rasa dari suatu produk tidak terpengaruh oleh adanya perlakuan pencelupan ke dalam larutan kitosan.

Pengaruh yang tidak nyata pada penilaian bau daging ayam broiler disebabkan kitosan tidak berbau sehingga tidak mempengaruhi bau pada daging ayam broiler, bahkan dapat menghambat pelepasan bau dari dalam daging. Sebagaimana pernyataan Pipih *et al.*, (2008) bahwa timbulnya senyawa *volatile* yang menyebabkan bau dan tidak disukai panelis dapat terhambat akibat aktifitas dari kitosan. Lapisan film berupa membrane tipis dari kitosan juga memiliki sifat permeable terhadap gas (Damayanti *et al.*, 2016; Sugita *et al.*, 2009) sehingga menghambat terjadinya pertukaran gas dari daging ayam.

Penilaian terhadap total penerimaan daging ayam juga memberikan pengaruh yang tidak nyata. Hal ini dikarenakan panelis tidak merasakan rasa, bau, dan warna yang menyimpang pada karakteristik daging ayam broiler yang telah diberi perlakuan pencelupan ke dalam larutan kitosan dengan berbagai tingkat konsentrasi. Sejalan dengan pendapat Ratna & Sugiyani (2006) bahwa karakteristik dari kitosan adalah tidak berwarna, tidak berbau atau menimbulkan bau, dan tidak mempengaruhi cita rasa suatu produk.

KESIMPULAN

Penggunaan kitosan pada berbagai tingkat konsentrasi sebagai *edible coating* karkas daging ayam broiler berpengaruh terhadap penurunan jumlah bakteri total dan peningkatan daya awet, namun tidak berpengaruh terhadap akseptabilitas daging ayam broiler.

Konsentrasi kitosan 3% sebagai *edible coating* pada daging ayam broiler memberikan hasil terbaik dalam menekan jumlah bakteri (TPC= $47,38 \times 10^6$ CFU/g), dan memperpanjang daya awet (1076,40 menit), serta akseptabilitas masih disukai panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2016). Kriteria Mikrobiologi dalam Pangan Olahan. *Lampiran Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 16 Tahun 2016*. 31.
- Damayanti, W., Rochima, E., & Hasan, Z., (2016). Aplikasi Kitosan sebagai Antibakteri pada Filet Patin Selama Penyimpanan Suhu Rendah. *JPHPI*, 19(3):321-328.
- Hajrawati, Fadliah, M., Wahyuni, & Arief, I. I. (2016). Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Daging Ayam Broiler pada Pasar Tradisional di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, (4)3:386-389.
- Harjanti, R. S. (2014). Kitosan dari Limbah Udang sebagai Bahan Pengawet Ayam Goreng. *Jurnal Rekayasa Proses*, (8)1:12-19.
- Nirmala, D., Masithah, E. D., & Purwanto, D. A. (2016). Kitosan sebagai Alternatif Bahan Pengawet Kamaboko Ikan Kurisi (*Nemipterus nemathoporus*) pada Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, (8)2:109-125.
- Pipih, S., Yayandi, G., & Dadi, R. (2008). Kajian Efek Daya Hambat Kitosan terhadap Kemunduran Mutu Fillet Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) pada Penyimpanan Suhu Ruang. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, (9):89-100.
- Poppy, T. O., Khabibi, & Aminin, A. L. N. (2016). Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Bahan Antimikroba pada Daging Ayam Karkas Broiler. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, (19)2:38-44.
- Puntodewo, S. (1998). *Analisis Kualitas Susu dan Daging*. Penerbit Universitas Airlangga. Surabaya. 38-47.
- Purwatmaja, A. B., Widati, A. S., & Widyastuti, E. S. (2013). Pengaruh Perendaman Bakso Daging Ayam dalam Larutan Kitosan Ditinjau dari Kualitas Mikrobiologis dan Fisik. *Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya*. Malang.
- Ratna, A. & Sugiyani, S. (2006). Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang dan Aplikasinya Untuk Pengawetan Bakso. *Makalah Penelitian, Universitas Diponegoro*. Semarang. 2-3.
- Riski, R. & Sami, F. J. (2015). Formulasi Krim Anti Jerawat dari Nanopartikel Kitosan Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*). *JF FIK UINAM*, (2)4.
- Sarwono, R. (2010). Pemanfaatan Kitin/Kitosan sebagai Bahan Antimikroba, *Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). *Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur dan Susu, serta Hasil Olahannya*. SNI 01-2897-2008. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.

- Sugita, P., Wukirsari, T., Sjahriza, A., & Wahyono, D. (2009). *Kitosan Sumber Biomaterial Masa Depan*. IPB Press: Bogor.
- Suherman, B., Muhdar, L., & Rosmala, D. S. T. (2018). Potensi Kitosan Kulit Udang Vannemei (*Litopenaeus bannamei*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes*, dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Media Farmasi*, (9)1.
- Suptijah, P. (2006). Deskripsi Karakteristik Fungsional dan Aplikasi Kitin Kitosan. *Prosiding Seminar Kitin Kitosan 2006*. IPB: Bogor. 16-17.
- Wahyuni, S., Khaeruni, A., & Hartini. (2013). Kitosan Cangkang Udang Windu sebagai Pengawet Ikan Gabus (*Channa striata*). *JPHPI*, (16)3:233-241.
- Wardaniati, R. A. & Setyaningsih S. (2009). Pembuatan Chitosan dari Kulit udang dan Aplikasinya untuk Pengawetan Bakso. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Undip*.
- Windi, Rochima, E. & Hasan, Z. (2016). Aplikasi Kitosan Sebagai Antibakteri pada Filet Patin Selama Penyimpanan Suhu Rendah. *JPHIP*, (19)3. DOI: 10.17844/jphip.2016.19.3.321.