

## AKTIVITAS ANTIBAKTERI KITOSAN DARI BERBAGAI JENIS BAHAN BAKU HEWANI : REVIEW JOURNAL

Siti Ningrum Ratna Ningsih\*, Evi Tania, Nisa Nur Azizah, Siti Lulu Lutfiah, Neni Sri Gunarti

Fakultas Farmasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [fm19.sitiningasih@mhs.ubpkarawang.ac.id](mailto:fm19.sitiningasih@mhs.ubpkarawang.ac.id)

### Abstrak

Kitosan memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif dan negatif, serta jamur (Supotngarmkul *et al.*, 2020). Kitosan berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antibakteri, karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba (Riski *et al.*, 2017). Kitosan juga merupakan biopolimer yang bersifat hidrofobik, sehingga kitosan sangat cocok jika digunakan sebagai bahan komposit pembentuk lapisan tipis (film) bersama dengan pati yang bersifat hidrofilik. Maka dilakukan rievew journal dengan metode komperatif yang mengumpulkan berbagai sumber untuk inklusinya dari 10 tahun terakhir, dengan menggunakan database dari *google scholar* dan *pubmed* baik berbahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Sehingga bisa di simpulkan bahwa dari rievew journal terdapat 9 artikel bahan baku yang mengandung aktivitas antibakteri dengan bahan kitosan. Diantaranya yaitu cangkang kepiting, ulat sutra, kulit udang, sotong, tulang rawan cumi-cumi, kulit udang vannemei, cangkang kerang buku, dan kerang hijau.

**Kata kunci : Aktivitas, Antibakteri, Pemanfaatan, Kitosan**

### Abstract

*Chitosan has antimicrobial activity against Gram positive and negative bacteria, and fungi (Supotngarmkul et al., 2020). Chitosan has the potential to be used as an antibacterial ingredient, because it contains lysozyme enzymes and aminopolysaccharide groups that are able to inhibit microbial growth (Riski et al., 2017). Chitosan is also a hydrophobic biopolymer, so chitosan is very suitable if used as a composite material to form a thin layer (film) together with hydrophilic starch. Then a review journal was carried out using a comparative method which collected various sources for inclusion from the last 10 years, using databases from Google Scholar and PubMed in both Indonesian and English. So that it can be concluded that from the review journal there are 9 articles of raw materials containing antibacterial activity with chitosan ingredients. Among them are crab shells, silkworms, shrimp shells, cuttlefish, squid cartilage, vannemei shrimp shells, book clam shells, and green mussels.*

**Keywords:** Activity, Antibacterial, Utilization, Chitosan

## PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai daerah laut seluas ±3.446.488 km<sup>2</sup> dengan kekayaan alam yang berlimpah di dalamnya seperti rajungan, udang, kepiting dan kerang. Di Indonesia memiliki potensi yang cukup besar di bidang perikanan. Pabrik pemrosesan rajungan dari rajungan segar hingga menjadi produk siap sajitersebar di beberapa tempat seperti Medan, Lampung, Pematang, Pare-pare, Cirebon, Pasuruan dan Pontianak. Hewan air ini kemudian diolah dan menyisakan limbah yang tidak dimanfaatkan, kebanyakan limbah ini akan dibuang ke lingkungan dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Fatnah, 2018). Kitosan merupakan pemanfaatan suatu upaya dalam meningkatkan produk hasil perairan seperti udang dan kepiting sekaligus mengatasi masalah karena

udang dan kepiting menghasilkan limbah berupa kulit atau cangkang yang selama ini kurang termanfaatkan. Kitosan salah satu bahan pengawet alami yang dapat disintesa dari kulit udang, karena mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Costa *et al.*, 2018; Hajji *et al.*, 2018; Chakravartula *et al.*, 2019). Kitosan memiliki bahan bioaktif sangat berpotensi untuk dikembangkan terutama di Indonesia. kegunaannya sangat banyak di berbagai bidang diantaranya dalam bidang farmasi, pertanian, lingkungan industri, pangan dan kosmetik (Suherman *et al.*, 2018).

Selain itu Kitosan juga merupakan suatu biopolimer yang bersifat hidrofobik, sehingga kitosan sangat cocok jika digunakan sebagai bahan komposit

pembentuk lapisan tipis (film) bersama dengan pati yang bersifat hidrofilik. Kitosan dapat dikenal secara luas karena adanya aktivitas antimikroba yang kuat dengan spektrum luas, dan tingkat pembunuhan akan tinggi tetapi pada toksisitas rendah terhadap sel mamalia. Meskipun cara kerja antimikroba kitosan tidak sepenuhnya dipahami, struktur molekul kitosan merupakan prasyarat untuk aktivitas antimikrobanya (Kaya *et al.*, 2015). Kitosan memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif dan negatif, serta jamur (Supotngarmkul *et al.*, 2020). Kitosan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu meliputi jenis kitosan, derajat polimerisasi kitosan dan beberapa sifat fisikokimia lainnya (Wardani *et al.*, 2018).

Kitosan berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antibakteri, karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba (Riski *et al.*, 2017). Maka dari itu dilakukan review journal ini dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas antibakteri berbahan dasar kitosan dari beberapa bahan baku dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

## METODE PENELITIAN

Metode penulisan yang digunakan dalam pembuatan review artikel ini adalah dengan metode komparatif dengan mengumpulkan berbagai sumber yang didapat dari jurnal penelitian. Inklusi Journal dari 10 tahun terakhir, *Original Research* dan *Review/Open Review*, Berbahasa indonesia dan inggris. *Review journal* ini dilakukan dengan mencapai pada database *google scholar* dan *pubmed*. Ekstensi Diluar journal dari 10 tahun terakhir, Bukan *Journal Original Research* dan *Review/Open Review*, Selain berbahasa indonesia dan inggris.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil review artikel ini yang berisi tentang pemanfaatan dari berbagai bahan baku kemudian menjadi kitosan dan menunjukkan adanya aktivitas antikosan. Berikut ini adalah hasil penelitian masing-masing yang dicantumkan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Aktivitas Farmakologi Kitosan Dari Berbagai Bahan Baku

No	Bahan baku	Metode	Jenis bakteri	Aktivitas Farmakologi	Referensi
1.	Ulat sutra	In vivo	<i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Bacillus thuringiensis</i>	Antibakteri	Pachiappan et al., 2018
2.	Cangkang Kepiting	Media Plate Count Agar (PCA)	<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Antibakteri	Kamjumhol et al., 2017
3.	Kulit udang	In vitro dengan e <i>Resazurin</i> <i>Microtiter Plate Assay</i> (REMA) dan cakram kertas	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Antibakteri	Wardani et al., 2018
4.	Kulit udang	Cakram kertas	<i>staphylococcus aureus</i> dan <i>escherichia coli</i>	Antibakteri	Kusumawati et.al., 2017
5.	sotong <i>Sepia kobeensis</i>	proses demineralisasi dan deproteinasi	<i>Vibrio cholerae</i> dan <i>pseudomonas aureginosa</i>	Antikoagulan dan Antibakteri	Ramasamy et al., 2021
6.	Tulang rawan cumi-cumi ( <i>Loligo sp.</i> )	1.Karakterisasi kitosan meliputi analisis proksimat (kadar air, kadar abu, dan kadar nitrogen) dan derajat deasetilasi.	<i>Bakteri Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	Antibakteri	Nadia et al., 2021

		2. Pengujian aktivitas antibakteri kitosan ( <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> ) dengan metode difusi agar					
7.	Kulit Udang Vannemei ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )	Difusi agar menggunakan cakram kertas dan media Muller Hilton Agar.	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Propionibacterium agnes</i> , dan <i>Escherichia coli</i>		Antibakteri		Suherman <i>et al.</i> , 2018.
8.	Cangkang Kerang Bulu ( <i>Anadara inflata</i> )	Difusi cakram ( <i>Tes Kirby-Baue</i> ).	<i>Staphylococcus epidermidis</i> dan <i>Escherichia coli</i>		Antibakteri		Baharuddin dan Isnaenu, 2020
9.	Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> L.)	Sumuran	<i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>		Antibakteri		Wulandari <i>et al.</i> , 2021

Adanya aktivitas antibakteri kitosan sebagian besar pengujiannya menggunakan bakteri gram positif dan gram negatif. Beberapa peneliti lain juga menunjukkan bahwa kitosan umumnya yang menunjukkan efek yang lebih kuat untuk bakteri g-positif yaitu seperti (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus megaterium*, *B. cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*, *L. bulgaris*, dll.) dan untuk bakteri g-negatif seperti (*E.coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus*, dll.) (Vilar *et al.*, 2016).

Adapun pada bakteri patogen, *Stafilokokus aureus* dan *Bacillus thuringiensis* yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri gram positif, Membran sel bakteri gram positif ditutupi oleh dinding sel yang terdiri dari lapisan peptidoglikan yang mengandung asam asetimuramat serta asam Lamino dan asam techoic, yang dapat mengikat gugus amino kitosan yang bermuatan positif, mengakibatkan distorsi dinding sel gangguan dan mengekspos membran sel terhadap kejutan osmotik dan eksudasi isi sitoplasma. Pengikatan kitosan dengan asam techoic ditambah dengan ekstraksi potensial lipid membran menghasilkan kematian bakteri (Tortora, 2010). Hasil dari beberapa jurnal yang kami review hampir seluruhnya untuk mengetahui adanya antibakteri kitosan dengan bahan baku kitosan yang berbeda dan bakteri yang berbeda.

### Aktivitas Antibakteri Dengan Bahan Baku Ulat Sutra

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Pachiappan *et al.*, 2018) menyatakan bahwa pada kitosan dengan konsentrasi 2,5% menghasilkan kematian larva yang signifikan lebih rendah yaitu 10,50% pada larva yang diinokulasi dengan bakteri *Stafilokokus aureus*. Dengan kematian larva sebanyak 73,00% terlihat pada kontrol yang diberi perlakuan negatif secara signifikan tinggi. Kitosan dengan konsentrasi 2,5% menunjukkan bahwa bobot larva yang tertinggi (22,99 g), bobot kokon (1,62 g), bobot pupa (1,34 g) dan bobot cangkang (0,27 g), dan pada kitosan dengan konsentrasi 2% dengan bobot larva (21,02 g), bobot kokon (1,52 g), bobot pupa (1,25 g) dan bobot cangkang (0,26 g). Kontrol negatif menunjukkan mortalitas tertinggi (73,00%), bobot larva terendah (17,12g), bobot kokon (0,94g), bobot pupa (0,75g) dan bobot cangkang (0,19g). Penurunan mortalitas larva ulat sutera pada yang diuji oleh aktivitas antibakteri larutan kitosan yang diberikan pada ulat sutera melalui daun yang menunjukkan ketahanan penyakit terhadap patogen.

Aktivitas antibakteri kitosan terhadap bakteri *Bacillus thuringiensis* pada ulat sutera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan dengan konsentrasi 2,5% menghasilkan kematian (17,00 %) yang relative rendah, bobot larva tertinggi (23,49 g), bobot kokon (1,82 g),

bobot pupa (1,50 g) dan bobot cangkang (0,32 g). Serta pada kitosan dengan konsentrasi 2% yang menunjukkan adanya kematian larva (18,00%), berat larva (21,53 g), berat kokon (1,62 g), berat pupa (1,31g) dan berat cangkang (0,31g). Mortalitas tertinggi (92,00 %) dan berat larva terendah (17,63 g), berat kokon (1,15g), berat pupa (0,90 g) dan berat cangkang (0,25 g) diamati pada kontrol perlakuan negatif.

### **Aktivitas Antibakteri Dengan Bahan Baku Cangkang Kepiting**

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Kamjumhol *et al.*, 2017) menyatakan bahwa aktivitas antibakteri dinilai dengan teknik plate count setelah pengobatan dengan 0,2, 0,5, 1, 2 atau 5 mg ml<sup>-1</sup> kitosan selama 0, 24 dan 48 jam. Kitosan di 5 mg ml<sup>-1</sup> benar-benar membunuh keempat isolat *B. pseudomallei* dalam waktu 24 jam, sementara 2 mg ml<sup>-1</sup> kitosan menurunkan viabilitas *B. pseudomallei* sebesar 20% dalam waktu yang sama rentang waktu. Kitosan dapat bekerja dengan merusak membran sel, melepaskan intraseluler komponen yang dapat dideteksi secara spektrofotometri pada 260 dan 280 nm. Pemeriksaan mikroskop elektron transmisi *B. pseudomallei* yang diobati dengan kitosan mengungkapkan kerusakan pada membran bakteri.

### **Aktivitas Antibakteri Dengan Bahan Baku Kulit Udang**

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Wardani *et al.*, 2018) sehingga didapatkan MIC dari nanopartikel kitosan melawan *Mycobacterium tuberculosis strain H37Rv* menggunakan metode *Resazurin Microtiter Plate Assay* (REMA) adalah 1200 g/ mL, dengan melakukan pengenceran sebanyak empat kali lipat nanopartikel kitosan pada dosis 0 g/mL; 150 g/mL; 300 g/mL; 600 g/mL; 1200 g/ml; dan 2400 g/mL. sedangkan MBC nanopartikel kitosan terhadap *Mycobacterium tuberculosis strain H37Rv* adalah 2400 g/mL.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (kusumawati *et al.*, 2017) menyatakan bahwa uji antibakteri formula gel hand sanitizer kitosan dengan konsentrasi 1% dengan metode *Kirby Bauer* (kertas cakram). Sebagai pembanding digunakan kontrol positif (Dettol) dan kontrol negatif (larutan DMSO 1%) Hasil daya hambat terhadap bakteri pada formula hand sanitizer dengan konsentrasi kitosan 1% menunjukkan bahwa daya hambat dari hand sanitizer tersebut tergolong lemah baik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* maupun *Escherichia coli* yaitu sebesar 2,49 mm dan 4,57 mm. Dikarenakan hand sanitizer menghasilkan hasil yang kental, sehingga mempengaruhi pada saat perendaman kertas cakram. Akibatnya zat aktif kitosan tidak terserap sempurna pada saat perendaman sehingga mempengaruhi hasil pengukuran daya hambat yang diperoleh.

Dan pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Suherman *et al.*, 2018) menyatakan pengujian antibakteri dengan menggunakan metode difusi agar (*disc diffusion*) cakram kertas, dimana bahan uji yang digunakan adalah ekstrak kitosan kulit udang *Vannemei (Litopenaeus vannamei)* yang dibuat dengan beberapa variasi konsentrasi. Konsentrasi yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut yaitu pada konsentrasi kitosan 7% b/v dan berdasarkan Analisis Varians (ANAVA) menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antar perlakuan 1% b/v, 3% b/v, 5% b/v dan 7% b/v dan kontrol positif (Tetrasiklin) dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada taraf  $P=0,000 < 0,05$

### **Aktivitas Antibakteri Dengan Bahan Baku Tulang Rawan Cumi-Cumi dan Sotong Sepia Kobiensis**

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Nadia *et al.*, 2021) metode yang dilakukan terdapat beberapa tahap. Tahap pertama merupakan tahap pembuatan kitosan. Karakterisasi kitosan meliputi analisis proksimat (kadar air, kadar abu, dan kadar nitrogen) dan derajat deasetilasi. Sedangkan tahap kedua

merupakan tahap pengujian aktivitas antibakteri kitosan, alkohol 70% (kontrol positif) dan asam asetat 0,1% (kontrol negatif) dengan metode difusi agar. Kitosan yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu kitosan yaitu kadar air 7,82%, kadar abu 0,57%, kadar nitrogen 3,8% dan derajat deasetilasi 87,43%. Sedangkan, Aktivitas antibakteri kitosan pada konsentrasi kitosan 0,8% memiliki penghambatan lebih besar dari alkohol 70% (kontrol positif) dengan zona hambat sebesar 11,1±0,12 pada bakteri *S. aureus* dan sebesar 12,8±0,06 pada bakteri *E. coli*.

Pada penelitian (Ramasamy *et al.*, 2021) menyatakan bahwa uji potensi antibakteri dilakukan dengan difusi sumur metode terhadap sebelas isolat klinis patogen manusia dari keduanya Strain Gram positif dan Gram-negatif dan penghambatan minimum konsentrasi (MIC) dihitung sesuai. kitosan sulfat yang disintesis telah mengekspos zona hambat puncak sekitar 15 mm (5 mg/mL atau konsentrasi 100%) terhadap *Vibrio cholerae* dan zona hambat minimum 8 mm terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. Konsentrasi hambat minimum sulfat kitosan 60 mg/mL untuk *E. coli* yang menunjukkan konsentrasi hambat minimumnya kuat.

### **Aktivitas Antibakteri Dengan Bahan Baku Cangkang Kerang Bulu dan Kerang Hijau**

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Baharuddin dan Isnaenu, 2020) menyatakan bahwa pengujian aktivitas antibakteri kitosan cangkang kerang bulu dilakukan terhadap *S. epidermidis* dan *E. coli* hasil isolat kultur pus dengan konsentrasi kitosan yang digunakan adalah 1,3,5, dan 7%. Hasil pengujian antara masa inkubasi 1 x 24 jam dengan 2 x 24 jam jelas terlihat bahwa adanya penurunan daya hambat yang terjadi pada konsentrasi 1,3, dan 5, sedangkan pada konsentrasi 7% mengalami peningkatan karena kitosan cangkang kerang bulu pada konsentrasi kecil hanya memiliki efek bakteriostatik.

Pengujian aktivitas antibakteri Kitosan dengan menggunakan bahan baku kerang hijau dilakukan

terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Kitosan dibuat melalui tiga proses yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi, dengan metode sumuran. Kemudian variasi konsentrasi kitosan 0,2; 0,4; 0,6 dan 0,8% (b/v). Kitosan yang diperoleh yaitu sebanyak 59,3% dengan nilai derajat deasetilasi sebesar 74,34%. Kitosan dengan konsentrasi sebesar 0,8% (b/v) memberikan zona hambat sebesar 12,5 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dan 16,5 mm terhadap *Escherichia coli*. Dengan demikian kitosan dari cangkang kerang hijau memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik terhadap *Escherichia coli* dibandingkan dengan *Staphylococcus aureus* (Wulandari *et al.*, 2021).

### **PENUTUP**

Berdasarkan *literature review* yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat 9 artikel bahan baku yang mengandung aktivitas antibakteri dengan bahan kitosan diantaranya cangkang kepiting, ulat sutra, kulit udang, sotong, tulang rawan cumi-cumi, kulit udang vannemei, cangkang kerang buku, dan kerang hijau. Bahan baku tersebut juga dilakukan pengujian sebagai antibakteri dengan bahan utama Kitosan. Dan dari masing-masing literatur review tersebut menghasilkan konsentrasi Kitosan yang berbeda-beda serta memiliki konsentrasi yang baik dalam antibakteri.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Baharuddin, S., & Isnaeni, D. (2020). Isolasi dan uji aktivitas kitosan cangkang kerang bulu (*Anadara inflata*) sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 3(2), 60-69.
- Chakravartula, SSN., Cevoli, C., Balestra, F., Fabbri, A and Rosa, MD., 2019. Evaluation of drying of edible coating on bread using NIR spectroscopy; 240, 29-37.

- Costa, MJ., Maciel, LC., Teixeira, JA., Vicente, AA and Cerqueira, MA. 2018. Use of edible films and coat-ings in cheese preservation: Opportunities and challenges. 107, 84-92.
- Fatnah, N. Pemanfaatan Kitosan Hasil Deasetilasi Kitin Cangkang Udang Putih Sebagai Penjernih Air Pada Air Sungai Citarum. *Jurnal Redox*. 2018; 6(2): 1-5.
- Hajji, S., Younes, I., Affes, S., Boufi, S dan Nasri, M, 2018. Optimization of the formulation of chitosan edible coatings supplemented with carotenoproteins and their use for extending strawberries postharvest life; 83, 375-392.
- Kamjumphol, W., Chareonsudjai, P., and Chareonsudjai, S. Antibacterial Activity of Chitosan Against *Burkholderia Pseudomallei*. *Original Research Wiley Microbiology Open*. 2017; 1-8.
- Kaya, M., Baran, T., Asan., and Ozusaglam, M. Extraction and characterization of chitin and chitosan with antimicrobial and antioxidant activities from cosmopolitan Orthoptera species. 2015. 20 (1): 168-79.
- Kusuwati, E., Supomo., dan Libiyah. Uji Daya Antibakteri pada Sediaan Hand Sanitizer Kitosan Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli*. *Jurnal Sains dan Terapan Politeknik Hasnur*. 2017; 5(1): 1-8.
- Nadia, LMH., Huli, LO., Effendy, WNA., Rieupassa, J., Irma., Nurhikmah., Cahyono, E. Aktivitas Antibakteri Kitosan dari Tulang Rawan Cumi-Cumi (*Loligo sp.*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli*. *Jurnal Fishtech*. 2021; 10(2): 95-101.
- Pachiappan, P., Prabhu, S., Mahalingam, CA., Thangamalar, A., and Umapathy, G. In Vivo Antibacterial Effect of Chitosan Against *Staphylococcus aureus* and *Bacillus Thuringiensis* and its Impact on Economic Parameters of Silkworm *Bombyx Mori*. L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018; 7(2): 2448-2451.
- Ramasamy, P., Sekar, S., Paramasivam, S., Suri, P., Chinnaiyan, U., Singh, R., Raghavaiah, BPT., and Seshardi, VD. 2021. Sulfation of Chitosan From *Sepia Kabiensis* as Potential Anticoagulant and Antibacterial Molecule. *Natural Product Research*. 1-7.
- Riski, R., and Sami, FJ. Formulasi Krim Anti Jerawat Dari Nanopartikel Kitosan Cangkang Udang Windu (*Penaeusmonodon*). *Jurnal Farmasi UIN Alauddin Makassar*. 2017; 3(4): 1-6.
- Suherman, S., Latif, M., & Dewi, S. T. R. Potensi Kitosan Kulit Udang Vannemei (*Litopenaeus vannamei*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes*, dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Media Farmasi*. 2018; 14 (1): 116-127.
- Supotngarmkul, A., Panichuttra, A., Ratisoontorn, C., Nawachinda, M and Matangkasombut, O, 2020. Antibacterial property of chitosan against *E. faecalis* standard strain and clinical isolates. 2020; 39(3): 456-463.
- Tortora J, Funke BR, Case CL. 2010. *Microbiology: An Introduction*; Pearson Benjamins Cummings: New York, NY, USA. 85-88.
- Vilar JC, Ribeaux DR, Silva CAA, Takaki GM. 2016. Physicochemical and Antibacterial Properties of Chitosan Extracted from Waste Shrimp Shells. *Inter J Microbiol*; 1-7.
- Wardani, G., Mahmiah dan Sudjarwo, S A. In vitro Antibacterial Activity of Chitosan Nanoparticles against *Mycobacterium tuberculosis*. 2018; 10(1):162-166.
- Wulandari, WT., Alam, RN., dan Aprillia, AY. Aktivitas Antibakterial Kitosan Hasil Sintesis dan Kitin Kulit Cangkang Kerang Hijau (*Perna Virdis L.*) terhadap *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacy: Jurnal Farmasi Indonesia*. 2021; 18(2): 345-350.