

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOKITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG
KERANG HIJAU (*Perna viridis* L.)**
**ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF NANOCHITOSAN FROM GREEN MUSSEL SHELL
WASTE (*Perna viridis* L.)**

Nida Mayanti Rasya, Ade Yeni Aprillia, Winda Trisna Wulandari

Program Studi Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada Tasikmalaya

Jl. Letjen Mashudi No. 20, Setiaratu, Kec. Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat 46196

Email: windatrisnalestari@universitas-bth.ac.id

Received: January 2025; Revised: February 2025; Accepted: March 2025; Available online: April 2025

ABSTRACT

Infectious diseases caused by bacteria such as *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* represent a serious global health challenge, exacerbated by mounting antibiotic resistance. The outer shell of green mussels (*Perna viridis* L.), widely discarded as waste, contains chitin—a biopolymer that can be converted into chitosan, a compound with inherent antibacterial activity attributed to its amine functional groups. To improve absorption capacity and bioavailability, chitosan derived from green mussel shell was further processed into nanochitosan through ionic gelation using sodium tripolyphosphate (NaTPP). Nanochitosan was characterized and subsequently assessed for antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 87394 and *Staphylococcus aureus* ATCC 65381 at concentrations of 0.2%, 0.4%, 0.6%, and 0.8% using the well diffusion method. Physicochemical characterization revealed a mean particle size of 278.1 nm, a polydispersity index of 0.3 indicating a monodisperse system, and a zeta potential of -15.2 mV suggesting adequate suspension stability. Antibacterial inhibition zones were detected beginning at 0.2%, with the maximum inhibitory activity observed at 0.8% for both bacterial strains. At this concentration, nanochitosan produced mean inhibition zones of 14.0 mm against *Escherichia coli* and 13.6 mm against *Staphylococcus aureus*, both classified as strong antibacterial activity according to established criteria.

Keywords: Nanochitosan, antibacterial, green mussel, *Perna viridis*

ABSTRAK

Penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri merupakan permasalahan kesehatan global yang serius dan terus berkembang, diperparah dengan meningkatnya resistensi terhadap antibiotika. Bakteri *Escherichia coli* menjadi penyebab utama infeksi saluran cerna, sementara *Staphylococcus aureus* kerap menginfeksi kulit dan jaringan lunak. Limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L.) yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal mengandung kitin, suatu polisakarida alami yang dapat dikonversi menjadi kitosan. Kitosan memiliki sifat antibakteri karena gugus amina ($-NH_2$) yang terkandung di dalamnya mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif maupun gram positif. Guna meningkatkan daya absorpsi dan bioavailabilitas kitosan, dilakukan modifikasi menjadi nanokitosan menggunakan metode gelasi ionik dengan natrium tripolifosfat (NaTPP). Pengujian aktivitas antibakteri nanokitosan dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 87394 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 65381 pada konsentrasi 0,2%; 0,4%; 0,6%; dan 0,8% menggunakan metode difusi sumuran. Karakterisasi fisikokimia menunjukkan ukuran partikel rata-rata sebesar 278,1 nm, nilai indeks polidispersitas 0,3 yang mengindikasikan sistem monodispersi, serta nilai zeta potensial $-15,2$ mV yang mencerminkan stabilitas suspensi yang memadai. Zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri mulai terbentuk pada konsentrasi 0,2%, dan mencapai nilai tertinggi pada konsentrasi 0,8%. Pada konsentrasi tersebut, nanokitosan menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 14,0 mm terhadap *Escherichia coli* dan 13,6 mm terhadap *Staphylococcus aureus*, keduanya termasuk dalam kategori kuat.

Kata kunci: Nanokitosan, antibakteri, Kerang Hijau, *Perna viridis*

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi masih menjadi salah satu penyebab utama kesakitan dan kematian di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Dua agen infeksi bakteri yang paling sering dijumpai secara klinis adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif yang mampu menghasilkan enterotoksin dan menyebabkan berbagai manifestasi penyakit mulai dari infeksi kulit ringan hingga kondisi serius seperti sindrom syok toksik akibat produksi sitokin yang berlebihan dalam peredaran darah (Gama *et al.*, 2017). Sementara itu, *Escherichia coli* sebagai anggota famili *Enterobacteriaceae* merupakan flora normal usus yang dalam kondisi tertentu mampu menyebabkan infeksi pada jaringan tubuh lain, termasuk saluran kemih dan saluran gastrointestinal (Kuswiyanto, 2014).

Resistensi bakteri terhadap antibiotika telah berkembang menjadi ancaman kesehatan internasional. Kegagalan respons bakteri terhadap terapi antibakteri berimplikasi pada perpanjangan masa sakit, peningkatan risiko kematian, dan durasi rawat inap yang lebih panjang di fasilitas kesehatan (Gama *et al.*, 2017). Situasi ini mendorong upaya intensif dalam pencarian dan pengembangan senyawa antibakteri baru dari berbagai sumber daya alam yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Salah satu sumber daya alam potensial yang selama ini kurang diperhatikan adalah limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L.). Kerang hijau merupakan komoditas perikanan yang dikonsumsi dagingnya, sementara cangkangnya umumnya dibuang begitu saja. Padahal, penyusun utama cangkang kerang hijau adalah kitin—polimer polisakarida alami terbesar kedua setelah selulosa—yang dapat dimodifikasi lebih lanjut menjadi kitosan melalui proses deasetilasi (Sarwono, 2010). Kitosan memiliki sifat antibakteri yang berhubungan erat dengan keberadaan gugus amina positif ($-NH_2$) pada struktur molekulnya, yang mampu berinteraksi dengan komponen bermuatan negatif pada membran sel bakteri sehingga mengganggu integritasnya (Nurainy *et al.*, 2008).

Meski demikian, penggunaan kitosan dalam bentuk konvensional masih menghadapi keterbatasan, terutama terkait kelarutan dan absorpsinya yang kurang optimal pada kisaran pH fisiologis. Modifikasi kitosan ke dalam bentuk nanopartikel (nanokitosan) menawarkan berbagai keunggulan, di antaranya peningkatan reaktivitas, perbaikan bioavailabilitas, kemampuan menembus ruang antarsel, serta peningkatan stabilitas senyawa aktif (Abdassah, 2017). Pembentukan nanokitosan umumnya dilakukan melalui metode gelasi ionik, yakni kompleksasi polielektrolit antara kitosan yang bermuatan positif dengan agen pengikat silang seperti natrium tripolifosfat (NaTPP) yang bermuatan negatif. Pendekatan ini menghasilkan partikel dalam kisaran nanometer dengan distribusi ukuran yang seragam (Mardiyati *et al.*, 2012). Studi sebelumnya oleh Qi *et al* dalam Oktarina dan Husniati (2014) membuktikan bahwa kitosan berskala nano memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan kitosan konvensional terhadap berbagai mikroorganisme.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengisolasi dan mengkarakterisasi kitosan serta nanokitosan dari limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L.); (2) mengevaluasi aktivitas antibakteri nanokitosan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada berbagai konsentrasi; serta (3) menentukan konsentrasi nanokitosan yang memberikan daya hambat antibakteri optimal.

METODE PENELITIAN

Alat

Peralatan yang digunakan mencakup ayakan mesh 60, batang pengaduk, corong, gelas kimia (pyrex), gelas ukur (pyrex), kertas saring, magnetic stirrer MS200, hot plate (Merk Ika Tipe HS-7), oven (Merk Memmert), neraca analitik (Mettler Toledo AL-204), pH indikator universal, spektrofotometer Fourier Transform Infrared

(FTIR), Particle Size Analyzer (PSA), Clean Bench (ruang aseptik dilengkapi lampu UV, Merk Kottermann-Jerman), lemari inkubator, autoklaf, jangka sorong (Merk Vernier Caliper), cawan petri, Erlenmeyer, dan peralatan laboratorium lainnya.

Bahan

Bahan utama penelitian adalah limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L.) yang diperoleh dari pedagang seafood di daerah Tasikmalaya. Bahan kimia yang digunakan meliputi natrium hidroksida (NaOH), asam klorida (HCl), asam asetat (CH₃COOH), aquadest, dan natrium tripolifosfat (NaTPP). Kultur bakteri uji yang digunakan adalah *Escherichia coli* ATCC 87394 (gram negatif) dan *Staphylococcus aureus* ATCC 65381 (gram positif). Media yang digunakan adalah Nutrient Agar (NA), Nutrient Broth (NB), dan Muller Hinton Agar (MHA). Bahan pendukung lainnya mencakup alkohol 70% dan spiritus.

Preparasi Sampel

Sampel cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L.) diperoleh dari pedagang seafood di wilayah Tasikmalaya dan dideterminasi di Departemen Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran untuk memastikan kebenaran identitas spesies. Cangkang dicuci menggunakan air mengalir guna menghilangkan pengotor seperti tanah dan kotoran yang menempel, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air minimal. Cangkang yang telah kering dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan mesh 60 untuk memperoleh serbuk dengan ukuran partikel yang seragam.

Isolasi Kitin Menjadi Kitosan

Isolasi kitosan dari cangkang kerang hijau dilakukan melalui tiga tahap berurutan, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi.

Deproteinasi bertujuan memisahkan protein dari matriks cangkang. Serbuk cangkang kerang hijau sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 mL, lalu ditambahkan larutan NaOH 3% dengan perbandingan 3:1 (mL NaOH/g cangkang) dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam. Campuran kemudian dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 80°C selama 30 menit, disaring, dan dinetralkan hingga pH 7 melalui pencucian dengan aquadest. Residu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C (Nasution et al., 2015).

Demineralisasi bertujuan melarutkan mineral anorganik seperti CaCO₃ dan Ca₃(PO₄)₂ yang terikat pada residu hasil deproteinasi. Serbuk hasil deproteinasi ditambahkan larutan HCl 1,25 N dengan perbandingan 3:1 (mL HCl/g cangkang), dipanaskan pada suhu 75°C selama 1 jam, disaring, lalu dinetralkan dengan pencucian aquadest hingga pH 7, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C (Nasution et al., 2015).

Deasetilasi dilakukan untuk mengkonversi kitin menjadi kitosan melalui pemutusan gugus asetil (-COCH₃) yang terikat pada atom nitrogen, sehingga berubah menjadi gugus amina (-NH₂). Proses ini dilakukan menggunakan metode Knorr, yaitu dengan menambahkan NaOH 60% dengan perbandingan 20:1 (mL NaOH/g kitin), dipanaskan pada suhu 90–100°C selama 60 menit sambil diaduk, lalu didinginkan, disaring, dinetralkan hingga pH 7, dan dikeringkan pada suhu 60°C (Dompeipen et al., 2016).

Sintesis Nanokitosan

Nanokitosan dibuat menggunakan metode gelasi ionik berdasarkan prinsip kompleksasi polielektrolit antara kitosan bermuatan positif dengan natrium tripolifosfat (NaTPP) yang bermuatan negatif. Larutan kitosan 1% disiapkan dengan melarutkan kitosan dalam larutan asam asetat 2%, diaduk menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruang selama 2 jam, kemudian disaring untuk menghilangkan partikel tidak terlarut. Larutan NaTPP 0,05% disiapkan dengan melarutkan NaTPP dalam aquadest. Sebanyak 10 mL larutan kitosan ditempatkan dalam gelas kimia dan diaduk secara kontinyu; larutan NaTPP 0,05% kemudian ditambahkan secara perlahan ke dalam larutan kitosan hingga terbentuk suspensi nanopartikel. Pengadukan dilanjutkan selama 1 jam untuk memastikan proses crosslinking berlangsung sempurna. Suspensi nanopartikel yang terbentuk disimpan dalam lemari pendingin hingga dilakukan karakterisasi (Nadia et al., 2014).

Karakterisasi Kitosan dan Nanokitosan

Karakterisasi kitosan dilakukan menggunakan spektrofotometer FTIR untuk identifikasi gugus fungsi dan penentuan derajat deasetilasi (DD). Sebanyak 1 mg kitosan dicampur dengan KBr 1% (b/b), ditekan membentuk pelet, kemudian direkam spektrum serapan inframerahnya pada bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} (Sinardi et al., 2013). Nilai derajat deasetilasi dihitung menggunakan rumus Ray (2011): $\text{DD (\%)} = [1 - (A_{1655}/A_{3450}) \times 1/1,33] \times 100\%$.

Karakterisasi nanokitosan dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk menentukan distribusi ukuran partikel, nilai indeks polidispersitas, serta nilai zeta potensial. Sebanyak 2 tetes suspensi nanokitosan ditambahkan ke dalam 5 mL aquadest, kemudian 3 mL campuran diukur menggunakan PSA pada temperatur 25°C (Sukma, 2018).

Uji Aktivitas Antibakteri

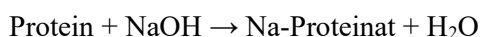
Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran terhadap *Escherichia coli* ATCC 87394 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 65381. Konsentrasi nanokitosan yang diuji adalah 0,2%; 0,4%; 0,6%; dan 0,8%. Kontrol positif yang digunakan adalah amoksisilin, sementara kontrol negatif adalah asam asetat 2% yang merupakan pelarut nanokitosan. Diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar sumur diukur menggunakan jangka sorong setelah inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kategori daya hambat mengacu pada Susanto et al dalam Permadani (2015), yaitu lemah (<5 mm), sedang (5–10 mm), kuat (11–20 mm), dan sangat kuat (>20 mm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi dan Isolasi Kitosan

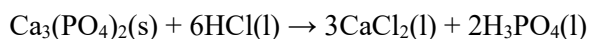
Proses deproteinasi adalah ekstraksi kitin melalui tahap pemisahan protein dari cangkang kerang hijau. Proses deproteinasi ini dilakukan menggunakan basa kuat yaitu NaOH dengan konsentrasi 3% yang merupakan konsentrasi maksimal dalam proses pemisahan protein. Serbuk cangkang kerang hijau yang digunakan sebanyak 100 gram, protein yang terkandung dalam serbuk cangkang kerang hijau akan bereaksi dengan NaOH sehingga protein akan terlepas dengan membentuk garam proteinat yang larut (Martati et al, 2012). Rendemen yang diperoleh dari tahap deproteinasi sebanyak 90,9183%.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Demineralisasi bertujuan untuk memisahkan mineral organik yang terikat pada ekstrak yaitu CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dengan larutan HCl 1,25 N. HCl dapat melarutkan ion Ca^{2+} yang berikatan sebagai CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dengan menghasilkan senyawa CaCl_2 yang mudah larut dalam air sehingga dapat menghasilkan kitosan yang sudah bebas mineral. Rendemen yang diperoleh setelah pengeringan adalah sebanyak 75,0810%.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Deasetilasi bertujuan untuk memutuskan gugus asetil yang terikat pada atom nitrogen dalam struktur senyawa kitin dan atom karbon pada gugus asetil ($-\text{COCH}_3$), sehingga berubah menjadi gugus amina ($-\text{NH}_2$) (Fawzya dalam Nugroho, 2011).

Proses deasetilasi ini menggunakan NaOH 60%. Konsentrasi NaOH yang tinggi ini merupakan kondisi optimum pada proses pemutusan gugus asetil yang berikatan dengan atom nitrogen membentuk gugus amina ($-\text{NH}_2$), serta untuk meningkatkan derajat deasetilasi dan mempengaruhi besarnya derajat deasetilasi yang dihasilkan (Kim et al dalam Agustina et al, 2015). Rendemen yang diperoleh setelah pengeringan sebesar 59,327%.

Pembuatan nano kitosan dari kerang hijau ini dilakukan dengan konsentrasi natrium tripoliposfat (NaTPP) yaitu 0,05% dan kitosan kerang hijau dengan konsentrasi 1%. Selanjutnya distribusi ukuran partikel dikarakterisasi dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*).



Gambar 1 Hasil Sintesis Nanokitosa Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis* L.)

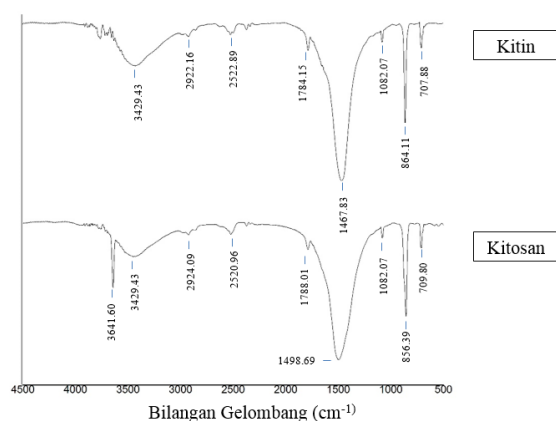
Karakterisasi FTIR Kitin dan Kitosan

Analisis FTIR dilakukan untuk mengkonfirmasi keberhasilan proses isolasi dan transformasi kitin menjadi kitosan dengan mengidentifikasi perubahan gugus fungsi pada bilangan gelombang spesifik. Pengujian karakteristik kitosan ini meliputi identifikasi dengan FTIR dan analisis nilai derajat deasetilasi sedangkan karakterisasi nanokitosannya yaitu menggunakan analisis PSA (*Particle Size Analyzer*) dan nilai zeta potensial. Analisis menggunakan FTIR dilakukan untuk menentukan gugus fungsi dari kitin dan kitosan, menunjukkan adanya pita serapan gabungan gugus NH amina dan gugus OH hidroksil. Untuk membuktikan pembacaan pita serapan bilangan gelombang pada gugus fungsi kitin dan kitosan hasil analisis FTIR dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Identifikasi Puncak Serapan FTIR Kitin dan Kitosan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis* L.)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Kitin	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Kitosan	Literatur cm ⁻¹ (Silverstein, 2005)
NH Stretching	—	3641,60	3750–3000
OH Stretching	3429,43	3429,43	3500–3400
CH Stretching	2922,16	2924,09	3000–3400
NH Stretching (Amine)	2522,89	2520,96	2800–2000
C=O Stretching	1784,15	1788,01	1870–1540
CH Bending	1467,83	1498,69	1462–1468
CO Stretching	1082,07	1082,07	1085–1050
C-C Stretching	864,11	856,39	1200–800
CN Stretching	707,88	709,80	800–666

Hasil analisis FTIR menunjukkan perbedaan spektrum yang signifikan antara kitin dan kitosan pada bilangan gelombang 3641,60 cm⁻¹, di mana hanya kitosan yang memperlihatkan puncak pelebaran pada daerah tersebut akibat terbentuknya gugus NH amina primer (-NH₂) (Silverstein, 2005). Kemunculan puncak NH baru ini mengkonfirmasi keberhasilan proses deasetilasi. Puncak pada bilangan gelombang 1784,15 cm⁻¹ (kitin) dan 1788,01 cm⁻¹ (kitosan) yang berhubungan dengan vibrasi regangan C=O amida masih terdeteksi pada kedua spektrum, mengindikasikan bahwa proses deasetilasi belum berlangsung sempurna—suatu kondisi yang umum dijumpai pada proses deasetilasi heterogen (Silverstein, 2005). Keberadaan puncak OH *stretching* yang kuat pada 3429,43 cm⁻¹ pada keduanya menunjukkan gugus hidroksil yang tetap terintegrasi dalam struktur polimer.



Gambar 2 Spektrum FTIR Kitin dan Kitosan

Analisis Derajat Deasetilasi (DD)

Pada hasil penelitian penggunaan konsentrasi NaOH 60% menghasilkan nilai derajat deasetilasi 48,66% dengan rumus perhitungan menurut Ray (2011) sebagai berikut:

$$DD = \left[1 - \frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1,33} \right] \times 100\%$$

Nurbaiti (2015) menyatakan nilai derajat padat kitosan yaitu pada rentang 40-98%, maka hasil penelitian menyatakan kitosan yang dihasilkan dapat digunakan untuk aplikasi selanjutnya karena memiliki nilai derajat deasetilasi yang sesuai.

Karakterisasi Nanokitosan dengan PSA

Analisis PSA nanokitosan yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel nanopartikel kitosan yang dihasilkan. Hasil analisis ukuran partikel nanopartikel kitosan memiliki nilai sebesar 278,1 nm. Menurut Mohanraj dan Chen (2006) nanopartikel adalah ukuran partikel atau partikel padat dengan kisaran ukuran 10-1000 nm. Maka sampel sampel tersebut telah mencapai ukuran nano. Selain itu diperoleh nilai polidispersitas nanokitosan konsentrasi 0,05% sebesar 0,3 yang berarti nanopartikel yang terbentuk memiliki rentang distribusi ukuran yang pendek serta tingkat keseragaman cukup baik (Mardiyati, 2012).

Kemudian dilakukan analisis nilai zeta potensial. Nilai zeta potensial yang diperoleh yaitu sebesar -15,2 mV. Menurut Andasari (2017) menyatakan nilai zeta potensial hanya 20 mV atau jauh lebih rendah dapat memberikan stabilisasi yang cukup.

Uji Aktivitas Antibakteri Nanokitosan

Pengujian aktivitas antibakteri nanokitosan cangkang kerang hijau menggunakan metode difusi sumuran. Bakteri uji yang digunakan dalam pengujian ini bakteri Gram negatif, yaitu *Escherichia coli* dan bakteri Gram positif yaitu *Staphylococcus aureus*. Konsentrasi nanokitosan yang digunakan adalah sebesar 0,2% ; 0,4% ; 0,6% ; 0,8%. Kontrol positif yang digunakan meliputi amoxycilin sedangkan kontrol negatif yang digunakan berupa asam asetat 2% yang digunakan sebagai pelarut nanokitosan. Hasil uji antibakteri nanokitosan cangkang kerang hijau dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**

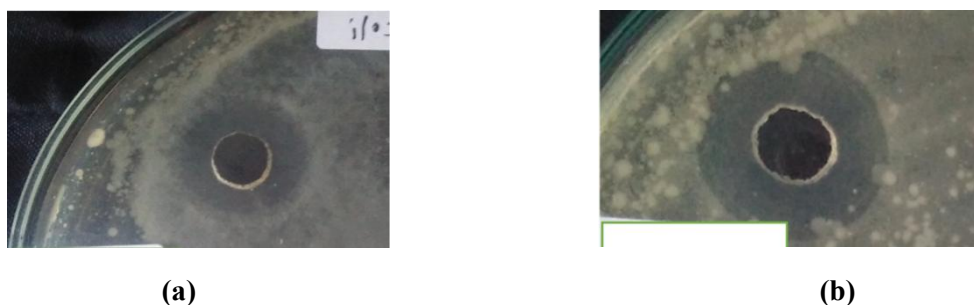
Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Nanokitosan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Konsentrasi (%)	Daya Hambat (mm) Replikasi I	Daya Hambat (mm) Replikasi II	Rata-Rata ± SD (mm)
Kontrol (+) Amoksisilin	14,1	13,6	13,8 ± 0,35
Kontrol (-) Asam Asetat 2%	3,7	3,3	3,5 ± 0,28
0,2	14,1	12,2	13,1 ± 1,34
0,4	14,3	12,1	13,2 ± 1,55
0,6	14,6	12,4	13,5 ± 1,55
0,8	14,8	13,3	14,0 ± 1,06

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Nanokitosan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi (%)	Daya Hambat (mm) Replikasi I	Daya Hambat (mm) Replikasi II	Rata-Rata ± SD (mm)
Kontrol (+) Amoksisilin	13,3	13,7	13,5 ± 0,28
Kontrol (-) Asam Asetat 2%	3,2	2,9	3,05 ± 0,21
0,2	11,3	14,1	12,7 ± 1,97
0,4	12,1	14,1	13,1 ± 1,41
0,6	12,6	14,2	13,4 ± 1,13
0,8	12,7	14,5	13,6 ± 1,27

Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa zona hambatan sudah terbentuk pada konsentrasi nanokitosan 0,2%, sedangkan pada konsentrasi 0,8% menunjukkan zona hambatan terbesar pada kedua jenis bakteri uji. Kemampuan antibakteri nanokitosan pada *S.aureus* menunjukkan hasil yang berbeda terhadap *E.coli*.



(a) (b)

Gambar 3. Hasil uji aktivitas antibakteri nanokitosan dari limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L.) dengan konsentrasi 0,8% pada bakteri (a) *Escherichia coli* dan (b) *Staphylococcus aureus*

Hasil pada bakteri *E.coli* dengan konsentrasi 0,8% menghasilkan zona hambat lebih besar dengan nilai rata-rata yaitu 14,0 mm sedangkan pada bakteri *S.aureus* menghasilkan nilai zona hambat dengan nilai rata-rata sebesar 13,6 mm. Hal ini dikarenakan dinding sel bakteri gram negatif lebih tipis daripada dinding sel bakteri gram positif. Dinding sel bakteri gram negatif mengandung peptidoglikan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan yang terdapat pada dinding bakteri gram positif (Hardiyati, 2018). Menurut Susanto, *et al* dalam Permadani (2015) mengatakan bahwa daya hambat pada rentang diameter 11-20 mm masuk pada kategori kuat. Jadi daya hambat nanokitosan pada konsentrasi 0,8% pada masing-masing bakteri termasuk pada kategori kuat.

Pada penelitian Nurainy *et al*, (2008), menyatakan bahwa konsentrasi kitosan pada 0.8% hanya menghasilkan zona hambat sebesar 6,82 mm pada bakteri *S. aureus* dan 14,22 mm pada bakteri *E.coli*. Maka dapat dikatakan bahwa nanokitosan cangkang kerang hijau lebih baik dalam penghambatannya terhadap bakteri *S.aureus*. Sedangkan pada bakteri *E.coli*, sampel nanokitosan memiliki aktivitas yang hampir sama dengan kitosan. Dan pada kontrol negatif didapatkan zona hambat sebesar 3,05 mm pada *S.aureus* dan 3,5 mm pada *E.coli*. Hal tersebut dapat terjadi karena asam asetat memiliki kemampuan menghambat bakteri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat aktivitas tertinggi nanokitosan sebagai antibakteri pada konsentrasi 0,8% terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan diameter penghambatan sebesar 13,6 mm dan pada bakteri *Escherichia coli* sebesar 14,0 mm. Menurut Susanto, *et al* dalam Permadani (2015) mengatakan bahwa daya hambat pada rentang diameter 11-20 mm masuk pada kategori kuat. Jadi daya hambat nanokitosan pada konsentrasi 0,8% pada masing-masing bakteri termasuk pada kategori kuat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdillah Muhibbuddin, N. R. Khoirotun Nazilah, Eva Agustina. 2017. Identification Of Active Substance In Ajwa Date (*Phoenix Dactylvera* L.) Fruit Flesh Methanol Extract. *Biotropic The Journal of Tropical Biology*. 1(1).
2. Abdassah, Marline. 2017. *Nanopartikel Dengan Gelasi Ionik*. *Farmaka* Vol 15, No 1 (2017)
3. Agustina, Sry., *et al*. 2015. Isolasi Kitin, Karakterisasi, Dan Sintesis Kitosan Dari Kulit Udang. *Jurnal Kimia* 9 (2), Juli 2015: 271-278
4. Andasari, Sholikhah Deti. 2017. Formulasi Nanopartikel Zerumbon Dari Rimpang Lempuyang Gajah (*Zingiber Zerumbet* L.): Enkapsulasi Dengan Kitosan Dan Aktivitas Sitotoksiknya Terhadap Sel Kanker T47d. *Naskan Publikasi*. Surakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta
5. Dompeipen Edward J, Marni Kaimudin dan Riardi P. Dewa. 2016. Isolasi Kitin Dan Kitosan Dari Limbah Kulit Udang. *Jurnal Balai Riset dan Standarisasi Industri Ambon*

6. Gama, Redopatra. A., *et al.* **2017**. Perbandingan Efektifitas Antibakteri Ekstrak Bintang Laut *Culcita* sp. Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal Fakultas Kedokteran*. Majority Vol.6 No.3
7. Hadiyati. **2018**. Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Perak Hasil Elektrolisis Terhadap Daya Hambat Bakteri *Escherichia Coli* Dan *Staphylococcus Aureus*. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
8. Kuswiyanto. **2014**. *Bakteriologi 2*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
9. Mardliyati, Etik, Sjaikhurrizal El Muttaqien dan Damai Ria Setyawati. **2012**. *Sintesis Nanopartikel Kitosan Trypolyposphate Dengan Metode Gelasi Ionik: Pengaruh Konsentrasi Dan Rasio Volume Terhadap Karakteristik Partikel*. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan* ISSN 1411-2213
10. Martati, T.S., *et al.* **2012**. *Isolasi Kitin Dari Cangkang Rajungan (Portunus Pelagicus) Kajian Suhu dan Waktu Proses Deproteinasi*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 3: 129-137
11. Mohanraj, VJ and Y Chen. **2006**. *Research Article Nanoparticles – A Review*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*; 5 (1): 561- 573RI
12. Nadia Laode Muhamad Hazairin, Pipih Suptijah dan Bustami Ibrahim. **2014**. Produksi Dan Karakterisasi Nano Kitosan Dari Cangkang Udang Windu Dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB*
13. Nasution Poso, Sri Sumiyati dan Irawan Wisnu Wardana. **2015**. Studi Penurunan Tss, Turbidity Dan Codi Dengan Menggunakan Kitosan Dari Limbah Cangkang Keong Sawah (*Pila Ampullacea*) Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Pt. Sido Muncul, Tbk Semarang. *Jurnal Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*
14. Nugroho. Agung., *et al.* **2011**. *Sintesis Dan Karakterisasi Membran Kitosan Untuk Aplikasi Sensor Deteksi Logam Berat*. *Molekul*, Vol. 6. No. 2. November, 2011: 123 – 136
15. Nurainy, F., Rizal, S., dan Yudiantoro. **2008**. *Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar (sumur)*. *Jurnal Teknolooigi Industri dan Hasil Pertanian* 13(2): 117- 125
16. Oktariana, E., dan Husniati. **2014**. *Sintesis Nanopartikel Kitosan dan Pengaruhnya Terhadap Inhibisi Bakteri Pembusuk Jus Nanas*. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol. 25 No.2, hlm Hal. 89-95
17. Permadani, Intan Ayu, Puguh Surjowardojo, dan Sarwiyono. **2015**. *Inhibition Of Pluchea Indica L. Leaves Extract With Ethanol Solvent To Growth Of Staphylococcus Aureus And Escherichia Coli That Caused Mastitis In Dairy Cattle*. Malang: Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
18. Setiawan, C. **2012**. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Daun Jati Mas (Tectona Grandis) Metode Microwave-Assisted Extraction terhadap Eschericia 54 colli dan Staphylococcus auteus (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Pelarut: Bahan)*. *Skripsi*. Malang: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
19. Sarwono, R. **2010**. *Pemanfaatan Kitin/Kitosan Sebagai Bahan Antimikroba*. JKTI, VOL. 12, No.1, Juni 2010
20. Silverstein, R.M., Webster, F.X., and Kiemle, D.J. **2005**. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 7th Edition. John Wiley & Sons. New York. Page 80-108
21. Sinardi, Prayatni S dan Suprihanto N. **2013**. Pembuatan, Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytilus Verdis Linneaus*) Sebagai Koagulan Penjernih Air. *Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil 7. Universitas Sebelas Maret (UNS)- Surakarta*
22. Sukma, Widia. **2018**. *Sintesis Nanokitosan Dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (Perna Viridis) Dengan Menggunakan Metode Gelasi Ionik*. *Skripsi*. Tasikmalaya: Prodi Farmasi STIKes Bakti Tunas Husada
23. Suwarda, R., dan M. Syamsul Maarif. **2013**. *Pengembangan Inovasi Teknologi Nanopartikel Berbasis Pat Untuk Menciptakan Produk Yang Berdaya Saing*. *Jurnal Teknik Industri* ISSN: 1411-6340 104