

# Review Artikel: Pengaruh Aktivitas Antibakteri Beberapa Kitosan Hewan Air pada *Propionibacterium acne*

Kintan Yulia & Anggi Arumsari

*Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia*

*email: yulia\_kintan@yahoo.co.id, anggiarumsari@yahoo.com*

**ABSTRACT:** Indonesia has a very large marine area with abundant natural resources including small crab, shrimp and shellfish. These aquatic animals can be processed into the form of ready-to-eat products and leave large amounts of unused waste. Chitin can be obtained from the water animal waste which can then be converted into chitosan which can be used as antibacterial. This literature search aims to determine chitosan from aquatic animals, namely crab, tiger prawns, vannamei shrimp, green clams and scallops which have good activity to inhibit *Propionibacterium acne* bacteria. The results of the literature search showed that chitosan originating from crab with a concentration of 5% was not found in the diameter of the inhibition zone, while for tiger prawns, vannamei prawns, green clams and scallops at a concentration of 1%, the inhibition zones were 1.34 cm respectively; 1,223 cm; 0 cm; and 0 cm. Chitosan derived from tiger prawns and vannamei shrimp has good potential to inhibit the *Propionibacterium acne* bacteria.

**Keywords:** Chitin, chitosan, aquatic animals, *Propionibacterium acne*

**ABSTRAK:** Indonesia memiliki daerah laut yang sangat luas dengan kekayaan alam yang berlimpah di dalamnya termasuk rajungan, udang dan kerang. Hewan air ini dapat diolah menjadi bentuk produk siap saji dan menyisakan limbah yang tidak digunakan dalam jumlah yang cukup besar. Kitin dapat diperoleh dari limbah hewan air tersebut yang selanjutnya dapat diubah menjadi kitosan yang dapat digunakan sebagai antibakteri. Dalam penelusuran pustaka ini bertujuan untuk menentukan kitosan dari hewan air yaitu rajungan, udang windu, udang vannamei, kerang hijau dan kerang simping yang memiliki aktivitas yang baik untuk menghambat bakteri *Propionibacterium acne*. Hasil dari penelusuran pustaka didapatkan bahwa pada kitosan yang berasal dari rajungan konsentrasi 5% tidak ditemukan diameter zona hambat sementara untuk udang windu, udang vannamei, kerang hijau dan kerang simping pada konsentrasi 1% didapatkan zona hambat berturut-turut yaitu 1,34 cm; 1,223 cm; 0 cm; dan 0 cm. Kitosan yang berasal dari udang windu dan udang vannamei memiliki potensi yang baik untuk menghambat bakteri *Propionibacterium acne*.

**Kata Kunci:** Kitin, kitosan, hewan air, *Propionibacterium acne*.

## 1 PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai daerah laut seluas  $\pm 3.446.488 \text{ km}^2$  dengan kekayaan alam yang berlimpah di dalamnya seperti rajungan, udang dan kerang. Pabrik pemrosesan rajungan dari rajungan segar hingga menjadi produk siap saji tersebar di beberapa tempat seperti Medan, Lampung, Pematang, Pare-pare, Cirebon, Pasuruan dan Pontianak (Bisnis Rajungan, 2014). Hewan air ini kemudian diolah dan menyisakan limbah yang tidak dimanfaatkan, kebanyakan limbah ini akan dibuang ke lingkungan dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Kitin merupakan salah satu karbohidrat yang termasuk kedalam golongan polisakarida yang berfungsi

sebagai jaket pelindung bagi hewan yang termasuk golongan invertebrata (Fatmah, 2018).

Kitosan merupakan suatu polisakarida yang diperoleh dari hasil deasetilasi kitin melalui penghilangan sebagian gugus 2-asetil dari kitin. Kitin pada umumnya berasal dari limbah kulit hewan *Crustacea*. Kitosan merupakan bahan bioaktif dan aktivitasnya dapat diaplikasikan dalam bidang farmasi, pertanian, lingkungan industri (Suherman dkk, 2018).

Kitosan berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antimikroba, karena kitosan mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Enzim lisozim adalah enzim yang dapat mencerna

dinding sel bakteri sehingga bakteri akan kehilangan kemampuannya untuk menimbulkan penyakit dalam tubuh (jika dinding sel hilang maka akan menyebabkan sel bakteri mati). Kitosan memiliki polikation bermuatan positif sehingga mampu menghambat atau menekan pertumbuhan bakteri (Riski & Sami, 2017).

Mekanisme yang mungkin saja bisa terjadi yaitu molekul kitosan yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan senyawa pada permukaan sel bakteri kemudian akan teradsorpsi membentuk semacam lapisan (layer) yang dapat menghambat saluran transportasi sel sehingga sel mengalami kekurangan substansi untuk berkembang biak dan pada akhirnya akan mengakibatkan sel bakteri tersebut mati (Riski dan Sami, 2017).

Kitosan yang diperoleh dari beberapa hewan air ini selanjutnya akan dilakukan pengujian sebagai anti bakteri untuk bakteri *Propionibacterium acne*. *Propionibacterium acne* merupakan bakteri penyebab jerawat dan berperan penting dalam menghasilkan inflamasi melalui kemampuannya dalam memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas (Zaenglein *et al.*, 2008).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dalam *review* ini akan dibahas beberapa hewan air yang memiliki kandungan kitin seperti cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*), cangkang udang windu (*Penaeus monodon*), cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*), kerang simping (*Amusium pleuronectes*), dan kerang hijau (*Perna viridis*).

*Review* ini bertujuan untuk menentukan kitosan dari hewan air yang memiliki aktivitas yang baik untuk menghambat bakteri bakteri *Propionibacterium acne*.

## 2. LANDASAN TEORI

### Kerang Hijau

Kerang hijau (*Perna viridis*) atau dikenal sebagai *green mussels* adalah binatang lunak (*mollusca*) yang hidup di laut, bercangkang dua dan berwarna hijau (Kastawi, 2008). Kerang hijau merupakan salah satu jenis biota kerang yang prospektif untuk dikembangkan dalam suatu sistem budidaya karena pertumbuhannya yang cepat dan dapat dilakukan sepanjang tahun, serta diketahui memiliki toleransi yang tinggi terhadap berbagai

kondisi lingkungan, sehingga menguntungkan secara ekonomis untuk suatu sistem budidaya (Sagita dkk, 2017).

Kerang hijau merupakan salah satu jenis kerang yang dikenal memiliki nilai ekonomis dan kandungan gizi yang sangat baik untuk di konsumsi yaitu terdiri dari 40,8% air, 21,9% protein, 15,5% lemak, 18,5% karbohidrat dan 4,3% abu sehingga menjadikan kerang hijau sebanding dengan daging sapi, telur, maupun daging ayam (Murdinah, 2009).

### Kerang Siping

Kerang simping jenis *Amusium pleuronectes* yang sering disebut kerang kapak atau dengan nama internasional disebut dengan *Asian Moon Scallop* merupakan salah satu jenis kerang yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dalam perdagangan (Ernawati, 2011).

### Rajungan

Rajungan (*Portunus pelagicus*) berasal dari famili portunidae mempunyai gambaran diagnostik yaitu karapas pipih atau agak cembung, bentuk umum adalah bulat telur memanjang atau berbentuk kebulat-bulatan. Rajungan mempunyai gigi kerapas yang berjumlah tujuh sampai sembilan, satu pasang capit, satu pasang kaki renang dan tiga pasang kaki jalan (Suharta, 2015).

Kulit atau cangkang rajungan mempunyai kandungan mineral yang tinggi, di antaranya kalsium sebanyak 19,97% dan fosfor sebanyak 1,81% sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperkaya kandungan nutrisi makanan (Yanuar dkk, 2009).

### Udang Vannamei

Udang vannamei memiliki tubuh berwarna putih transparan sehingga lebih umum dikenal sebagai "*white shrimp*", namun ada juga yang memiliki warna kebiruan karena lebih dominasinya kromatofor biru (Umam, 2017).

### Udang Windu

Terdapat banyak jenis crustaceae, termasuk organisme berbeda seperti lobster, *brine shrimp*, dan *barnacle*. Udang windu termasuk kedalam kelas crustaceae dan sub kelas malacoctaca (Hakim, 2016).

### Kitin

Kitin berasal dari bahasa Yunani yaitu "*kiton*" yang artinya baju rantai dari besi. Hal ini sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai jaket pelindung bagi hewan yang termasuk golongan invertebrata. Kitin merupakan salah satu karbohidrat yang termasuk dalam golongan

#### 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### Pembuatan Kitin dan Kitosan

Proses pembuatan kitin dan kitosan dari beberapa hewan laut ini memiliki tiga tahapan yaitu deproteinasi dengan NaOH encer, kemudian demineralisasi dengan HCl encer, lalu selanjutnya deasetilasi menggunakan NaOH pekat.

Proses pertama yaitu deproteinasi, dimana serbuk cangkang rajungan, udang dan kerang dilarutkan menggunakan NaOH. Tujuannya yaitu untuk memutuskan ikatan antara protein dan kitin dengan mengekstraknya di dalam larutan NaOH pada suhu tertentu dengan waktu prendaman tertentu (Nurpatmawati dan Sunengsih, 2019).

Proses kedua yaitu demineralisasi, dimana serbuk hasil proses deproteinasi sebelumnya dimasukkan kedalam larutan HCl dengan suhu dan waktu perendaman tertentu. Tujuan dari proses ini yaitu untuk menghilangkan garam-garam organik dan kandungan mineral lainnya yang terdapat pada cangkang rajungan, udang dan kerang seperti  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , mineral ini mudah untuk dipisahkan karena hanya terikat secara fisik (Nurpatmawati dan Sunengsih, 2019).

Proses terakhir yaitu deasetilasi, dimana proses ini merupakan proses perubahan gugus asetil ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) pada kitin diubah menjadi gugus amina ( $-\text{NH}_2$ ) dengan penambahan basa kuat yaitu NaOH (Dompeipen dkk, 2016). Tujuan dari proses ini yaitu mengubah gugus asetil pada kitin menjadi gugus amina yang dinamakan dengan hidrolisis. Dari hasil proses ini maka akan didapatkan serbuk yang dinamakan kitosan (Nurpatmawati dan Sunengsih, 2019).

Setiap akan melakukan proses berikutnya serbuk wajib dicuci menggunakan air hingga pH netral pencucian ini bertujuan agar kitin dan kitosan tidak mudah rusak, karena prosesnya melibatkan asam dan basa yang kuat sehingga perubahan pH yang ekstrem akan terjadi jika tidak dinetralkan terlebih dahulu.

##### Hasil Pengujian Aktivitas Antimikroba Dari Kitosan Cangkang Rajungan

Kitosan yang diperoleh dari cangkang rajungan diformulasikan kedalam bentuk sediaan krim. Krim yang mengandung kitosan cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) memiliki beberapa konsentrasi yaitu 5%, 7% dan 9% masing-masing

polisakarida kedua terbanyak di alam setelah selulosa (Fatnah, 2018).

Kitin merupakan senyawa yang stabil terhadap reaksi kimia, tidak beracun dan mudah terurai secara hayati (*biodegradable*) (Ajeng dan Dina, 2010). Kitin merupakan senyawa karbohidrat yang termasuk dalam polisakarida yang tersusun atas monomer-monomer asetil glukosamin yang saling berikatan. Kitin adalah bahan organik utama yang terdapat pada kelompok hewan seperti crustaceae, insekta, fungi, mollusca dan arthropoda. Kitin merupakan polisakarida rantai linier dengan rumus  $(1-4)-2\text{-asetamido-2-deoksi-D-glucopyranosa}$  (Silvia dkk, 2014).

##### Kitosan

Kitosan yang disebut juga  $\beta$ -1,4-2 amino-2-dioksi-D-glukosa merupakan turunan dari kitin yang melalui proses deasetilasi. Kitosan merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan gugus hidroksil sekunder. Gugus fungsi ini menyebabkan kitosan memiliki reaktifitas kimia yang tinggi. kitosan adalah senyawa yang tidak larut pada air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl,  $\text{HNO}_3$ , dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan tidak larut dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Silvia dkk, 2014).

Kitosan memiliki keunggulan yaitu mampu untuk menghambat dan membunuh mikroba atau sebagai zat antibakteri, seperti mikroba penyebab penyakit tifus yang resisten terhadap antibiotik yang ada. Berbagai hipotesa yang sampai saat ini masih berkembang mengenai mekanisme kerja kitosan sebagai antibakteri adalah sifat afinitas yang dimiliki oleh kitosan yang sangat kuat dengan DNA mikroba sehingga dapat berikatan dengan DNA yang kemudian mengganggu mRNA dan sintesa protein (Killay, 2013).

##### *Propionibacterium acne*

*Propionibacterium acnes* merupakan bakteri gram positif penyebab jerawat dan berperan penting dalam menghasilkan inflamasi melalui kemampuannya dalam memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas (chomnawang, dkk 2007).

##### METODOLOGI PENELITIAN

*Review* ini disusun menggunakan teknik studi pustaka dengan mencari sumber atau literatur dalam bentuk data primer berupa jurnal internasional dan jurna nasional. Dalam penyusunan *review* ini dilakukan pencarian data

sebanyak 100 gram. Kemudian krim ini akan di uji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Propionibacterium acne* yang dilakukan dengan cara metode difusi sumuran. Hasil yang didapatkan yaitu pada konsentrasi 5% dan 7% tidak ditemukan zona bening yang terbentuk, sementara pada konsentrasi 9% ditemukan zona bening sebesar 1,205 cm. Pada konsentrasi 9% kitosan cangkang rajungan mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acne* sementara pada konsentrasi 5% dan 7% tidak memiliki daya untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acne* (Nurpatmawati dan Sunengsih, 2019).

### Hasil Pengujian Aktivitas Antimikroba Dari Kitosan Cangkang Udang Windu

Kitosan cangkang udang windu (*Penaeus monodon*) diformulasikan menjadi bentuk krim nanopartikel dengan tiga bentuk formulasi. Untuk pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* sampel uji untuk ketiga formula tersebut dibuat dengan konsentrasi 0,1%, 0,5% dan 1% yang dibuat dengan cara melarutkan pada asam asetat 2% kemudian diencerkan. Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan metode difusi cakram kertas.

Tabel 1 Data hasil pengamatan kitosan cangkang udang windu (Riski dan Sami, 2017).

Formula	Diameter Zona hambat (cm)	Rata-rata (cm)
F1 0,1%	1,19	
F1 0,5%	1,13	1,147
F1 1%	1,12	
F2 0,1%	1,31	
F2 0,5%	1,425	1,346
F2 1%	1,305	
F3 0,1%	0	
F3 0,5%	0	0
F3 1%	0	

Dari **Tabel 1** dapat dilihat, uji aktivitas antibakteri krim kitosan cangkang udang windu diperoleh rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada ketiga formulasi sampel uji berturut-turut yaitu 1,14 cm, 1,34 cm dan 0 cm. Maka diameter zona hambat paling besar dihasilkan pada formulasi kedua yaitu dengan diameter hambat sebesar 1,34 cm.

Cangkang udang windu memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acne* yang ditandai dengan adanya zona hambat yang terbentuk pada media agar yang berisi suspensi bakteri tersebut (Riski dan Sami, 2017).

### Hasil Pengujian Aktivitas Antimikroba Dari Kitosan Cangkang Udang Vannamei

Pengujian antibakteri dilakukan dari kitosan yang berasal dari cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) terhadap bakteri *Propionibacterium acne* menggunakan metode cakram kertas. Konsentrasi kitosan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1%, 3%, 5% dan 7% dalam larutan asam asetat 1%.

Tabel 2 Data hasil pengamatan kitosan cangkang udang vannamei (Suherman dkk, 2018).

Sampel Uji	Diameter Zona Hambat (cm)	Rata-rata (cm)
Kontrol (-)	1	0,65
	2	0,7
	3	0,75
1%	1	1,25
	2	1,17
	3	1,25
3%	1	1,35
	2	1,33
	3	1,3
5%	1	1,45
	2	1,41
	3	1,45
7%	1	1,66
	2	1,66
	3	1,86
Kontrol (+)	1	1,98
	2	2,06
	3	2,16

Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk kemudian diambil rata-ratanya. Dari hasil pengamatan yang terdapat pada **Tabel 2** didapatkan rata-rata diameter zona hambat untuk kontrol positif dan kontrol negatif berturut-turut yaitu 2,066 cm dan 0,7 cm. Sementara untuk diameter rata-rata konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% berturut-turut yaitu sebesar 1,223 cm, 1,326 cm, 1,436 cm dan 1,726 cm.

Sehingga kitosan cangkang udang vannamei ini memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acnes* (Suherman dkk, 2018).

### Hasil Pengujian Aktivitas Antimikroba Dari Kitosan Cangkang Kerang Hijau

Pengujian potensi antibakteri kitosan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) terhadap

bakteri *Propionibacterium acnes* yang dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dengan konsentrasi kitosan yaitu 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%.

Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil yaitu hanya terbentuk zona hambatan pada kitosan cangkang kerang hijau konsentrasi 1%. Diameter yang terbentuk hanya sebesar 0,1 cm sedangkan pada konsentrasi lainnya tidak terbentuk zona hambat sama sekali.

Kitosan cangkang kerang hijau kurang memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acnes* (Muna, 2018).

### Hasil Pengujian Aktivitas Antimikroba Dari Kitosan Cangkang Kerang Samping

Pengujian potensi antibakteri pada kitosan cangkang kerang samping (*Amusium pleuronectes*) dilakukan terhadap bakteri *Propionibacterium acne*. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode difusi sumuran dengan konsentrasi kitosan yaitu 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%.

Hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil yaitu tidak ditemukannya zona hambat pada semua konsentrasi sehingga zona bening yang dihasilkan yaitu 0. Dapat diketahui bahwa kitosan cangkang kerang samping kurang memiliki potensi dalam menghambat bakteri *Propionibacterium acnes* (Leodina, 2018).

Kitosan yang terdapat pada cangkang kerang mungkin kurang memiliki potensi spesifik pada bakteri *Propionibacterium acnes*, namun tidak menutup kemungkinan kitosan pada kerang dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya. Sementara untuk kitosan dari rajungan dan udang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acnes*, hal ini mungkin terjadi karena komponen kimia yang terdapat pada kitosan seperti gugus fungsional amina ( $-NH_2$ ) yang bermuatan positif serta memiliki pasangan elektron bebas yang dapat menarik mineral  $Mg^{2+}$  yang terdapat pada ribosom dan mineral  $Ca^{2+}$  yang terdapat pada dinding sel bakteri *Propionibacterium acnes* yang membentuk ikatan kovalen koordinasi. Kitosan juga mempunyai muatan positif yang kuat yang dapat mengikat muatan negatif dari senyawa lain atau dapat berperan untuk detoksifikasi, menghambat pertumbuhan bakteri karena sifat

utama dari kitosan adalah sebagai antimikroba (Suherman dkk, 2018).

### 4. KESIMPULAN

Dari kelima hasil pengujian, dapat diketahui bahwa kitosan pada cangkang rajungan, kulit udang windu dan kulit udang vannemei memiliki potensi untuk menghambat bakteri *Propionibacterium acnes* sementara untuk kitosan yang berasal dari cangkang kerang hijau dan cangkang kerang simping kurang memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acnes*. Ditandai dengan zona bening yang terbentuk dari kitosan yang berasal dari cangkang udang windu dan vannamei. Sehingga kitosan yang berasal dari cangkang udang windu dan udang vannamei memiliki potensi yang lebih baik dibandingkan kitosan yang berasal dari cangkang rajungan, kerang hijau, dan kerang simping.

### SARAN

Perlu dilakukan pengujian di laboratorium untuk menguji kitosan setiap hewan air dalam bentuk kitosan murni tanpa perlu dijadikan bentuk sediaan, agar dapat diketahui kemampuan kitosan murni dari hewan air diatas untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acne*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng, T. dan Dina, F. (2010). *Studi Kinetika Penjerapan Ion Khromium dan Ion Tembaga menggunakan Kitosan Produk dari Cangkang Kepiting*. Skripsi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Bisnis Rajungan. (2014). Daftar perusahaan rajungan. <http://bisnisrajungan.blogspot.com/p/daftar-perusahaan-rajungan.html>. Juni 2020.
- Chomnawang, M.T., Suvimol, S., Veena, S., Nukoolkarn, dan Wandee, Gritsanapan. (2007). 'Effect of *Garcinia mangostana* on Inflammation Caused by *Propionibacterium acnes*', *Fitoterapia*.
- Dompeipen, E. J., Kaimudin, M., & Dewa, R. P. (2016). 'Isolasi kitin dan kitosan dari limbah kulit udan', *Majalah Biam*, Vol. 12, No. 1.

- Ernawati, T., Bambang S., dan Wedjatmiko. (2011). 'Kepadatan Stok, Sebaran Panjang, Dan Hubungan Panjang bobot Kerang Simpson (*Amusium Pleuronectes*) Di Perairan Tegal Dan Sekitarnya', *Bawal*, Vol. 3 No. 5.
- Fatnah, N. (2018). 'Pemanfaatan Kitosan Hasil Deasetilasi Kitin Cangkang Udang Putih Sebagai Penjernih Air Pada Air Sungai Citarum', *Jurnal Redox*, Vol. 6, No. 2.
- Hakim, A. L. (2016). *Bioakumulasi logam berat kadmium (Cd) pada udang windu (Penaeus monodon) di tambak tradisional Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo*. Skripsi Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Kastawi, Yusuf. (2008). *Zoologi Avertebrata*. Malang: Jica.
- Killay, A. (2013). 'Kitosan sebagai Antibakteri pada Bahan Pangan yang Aman dan Tidak Berbahaya', *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*.
- Leodina, W. O. (2018). *Potensi Kitosan Cangkang Kerang Simpson (Amusium pleuronectes) Terhadap Daya Hambat Propionibacterium acnes ATCC 6919*. Skripsi Jurusan Farmasi Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Muna, N. (2018). *Potensi Kitosan Cangkang Kerang Hijau (Perna viridis) Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri Propionibacterium acnes Secara In Vitro*. Skripsi Jurusan Farmasi Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Murdinah. (2009). 'Penanganan Dan Diversifikasi Produk Olahan Kerang Hijau. Peneliti Pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan', *SQUALEN*, Vol 4. No. 2
- Nurpatmawati, N., & Sunengsih, S. (2019). 'Uji Aktivitas Antibakteri Krim Kitosan Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*', *Praeparandi*, Vol. 3, No. 1.
- Riski, R., & Sami, F. J. (2017). 'Formulasi Krim Anti Jerawat Dari Nanopartikel Kitosan Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*)', *Jurnal Farmasi UIN Alauddin Makassar*, Vol. 3, No. 4.
- Sagita, A., Kurnia, R., & Sulistiono, S. (2017). 'Budidaya Kerang Hijau (*Perna Viridis* L.) dengan Metode dan Kepadatan Berbeda di Perairan Pesisir Kuala Langsa, Aceh', *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol. 12, No. 1.
- Silvia, R., Waryani, S. W., & Hanum, F. (2014). 'Pemanfaatan kitosan dari cangkang rajungan (*Portonius sanguinolentus* L.) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastrelliger* sp) dan ikan lele (*Clarias Batrachus*)', *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 3, No. 4.
- Suharta. (2015). *Pengaruh Fase Bulan Terhadap Perilaku Rajungan (Portunus pelagicus) Berdasarkan Hasil Tangkapan Jaring Kejer Di Akhir Musim Barat Di Perairan Bondet Kabupaten Cirebon*. Skripsi Program Pascasarjana UT. Jakarta.
- Suherman, S., Latif, M., & Dewi, S. T. R. (2018). '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*, Vol. 14, No. 1.
- Umam, Addarul. (2017). *Efektifitas Ekstrak Buah Mengkudu (Morinda citrifolia L.) Terhadap Imunitas Dan Sintasan Udang Vannemei (Litopenaeus vannamei) Yang diinfeksi Bakteri Vibrio harveyi*. Skripsi Jurusan Perikanan UMM. Malang.
- Yanuar, V., Santoso, J., dan Salamah, E. (2009). 'Pemanfaatan Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Sebagai Sumber Kalsium Dan Fosfor Dalam Pembuatan Produk Crackers', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan* Vol. XII, No. 1.
- Zaenglein, A.L., E.M., Graber, D.M., Thiboutot, dan J.S., Strauss. (2008). *Acne Vulgaris and Acneiform Eruption*. McGraw Hill, New York.