
**AKTIVITAS KITOSAN LIMBAH CANGKANG KERANG BULU
(*Anadara antiquata*) TERHADAP *Aeromonas hydrophila*
PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

Tuti Aulia¹, Syafrina Sari Lubis², dan Diannita Harahap⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

⁴Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

Received :

Accepted :

Published :

ABSTRACT

Aquaculture in Indonesia is carried out in freshwater, brackish and marine waters with limited production of several fish species such as tilapia. Although tilapia is easy to adapt to the environment, it can be infected with *Aeromonas hydrophila* bacteria. One of the efforts to treat bacteria is to use chitosan which is a chitin derivative that can be developed as an antimicrobial candidate because it contains lysozyme enzymes and aminopolysaccharide groups that can inhibit microbial growth. The purpose of this study was to determine the activity of chitosan from feather shell waste (*Anadara antiquata*) in inhibiting *Aeromonas hydrophila* in vitro and in vivo in tilapia. The methods used for the manufacture of chitosan include deproteinization, demineralization, depigmentation, and deacetylation. In vitro testing was conducted to test the antibacterial activity using the disc diffusion method (Kirby-Bauer test). In vivo testing was carried out by the immersion method. The results showed that the chitosan yield was 77.2%. The most effective concentration of chitosan antibacterial activity against *Aeromonas hydrophila* was at 7% with an inhibition zone value of 6.85 mm. The results of data analysis showed that there was a significant difference between the test treatments. The in vivo test on tilapia showed that the highest percentage was found in the optimal concentration treatment (7% chitosan) with a value of 68.74%. The results of data analysis showed that there was no significant difference between optimal concentration treatment and positive control.

Keywords: Chitosan, *Aeromonas hydrophila*, Tilapia, Activity Antimicrobial, Fish Survival

ABSTRAK

Akuakultur di Indonesia dilakukan di perairan air tawar, payau dan laut dengan produksi terbatas pada sejumlah spesies ikan seperti ikan nila. Meskipun ikan nila mudah beradaptasi dengan lingkungan akan tetapi dapat terserang infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Salah satu upaya untuk pengobatan terhadap bakteri tersebut adalah dengan menggunakan kitosan yang merupakan turunan kitin yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai kandidat antimikroba karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hidrophila* secara in vitro dan in vivo pada ikan nila. Metode yang digunakan untuk pembuatan kitosan meliputi deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Pengujian secara invitro dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram (Tes Kirby-Bauer). Pengujian secara invivo dilakukan dengan metode perendaman. Hasil penelitian menunjukkan rendemen kitosan sebesar 77,2%. Aktivitas antibakteri kitosan terhadap *Aeromonas hidrophila* konsentrasi yang paling efektif yaitu pada 7% dengan nilai zona hambat sebesar 6,85 mm. Hasil analisis data didapatkan bahwa terdapat signifikan antara perlakuan uji. Adapun Pengujian secara in vivo pada ikan nila didapatkan hasil pesentase kelangsungan tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi optimal (kitosan 7%) dengan nilai 68,74%. Hasil analisis data didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan kosentrasi optimal dan kontrol positif.

Kata Kunci: Kitosan, *Aeromonas hydrophila*, Ikan Nila, Aktivitas Antimikroba, Kelangsungan Hidup

Corresponding Author:

Syafrina Sari Lubis

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: syafrinasarilbs@ar-raniry.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki industri perikanan dengan peluang yang besar, baik dari segi sumber daya industri tangkap maupun industri akuakultur (Sunardi *et al.*, 2020). Akuakultur di Indonesia dilakukan di perairan tawar, payau dan laut dengan produksi terbatas pada sejumlah spesies ikan (Tran *et al.*, 2017). Tahun 2015 Indonesia termasuk 3 produsen teratas produksi global dari ikan nila dengan jumlah 1,12 juta metrik ton (MMT) (Jansen & Mohan, 2017).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yaitu sejenis ikan air tawar yang didatangkan dari Afrika Timur ke Indonesia pada tahun 1969. Budidaya pada kolam renang air tawar ikan ini sangat populer (Koesharyani *et al.*, 2018). Ikan nila mudah menyesuaikan diri dengan keadaan lingkungan yang baru sehingga habitatnya cukup beragam yaitu pada air payau, kolam, sungai, sawah, rawa, danau, tambak dan waduk. Ikan tersebut dapat bertahan hidup pada suhu 14°C - 38 °C, pH 7 (netral) dan kisaran salinitas air di bawah 30 ppm ikan nila masih dapat mentoleransi (Rahmawati & Dailami, 2021). Meskipun ikan nila mudah beradaptasi pada kondisi lingkungan, namun serangan hama dan penyakit pada budidaya ikan dapat terinfeksi sehingga merugikan para pembudidaya (Amrijed, 2019).

Menurut Hasan *et al.*, (2020), infeksi penyakit pada budidaya ikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti teknik budidaya, lingkungan budidaya, interaksi patogen, cara penanganan panen dan setelah dipanen yang kurang efisien serta ukuran dan jenis bahan yang digunakan dalam wadah tidak sesuai sehingga menyebabkan ikan terluka. Salah satu infeksi penyakit yang menyerang ikan nila yaitu bakteri patogen *Aeromonas hydrophilla* (Dawan *et al.*, 2021). Bakteri *Aeromonas hydrophilla* merupakan bakteri Gram negatif yang secara alami dapat hidup pada lingkungan akuatik yaitu pada air tawar dan pada mikrobiota usus hewan air dan darat (Vaz Farias *et al.*, 2020).

Bakteri *A. hydrophilla* menyebabkan salah satu penyakit yaitu Motile Aeromonas Septicemia (MAS), penyakit ini dapat mengakibatkan angka kematian yang tinggi pada ikan yaitu 80-100% pada waktu yang singkat 1-2 minggu. (Christy *et al.*, 2019). Serangan bakteri *A. hydrophilla* bersifat patogen pada ikan nila, sehingga gejala klinis yang ditimbulkan yaitu bercak merah pada permukaan tubuh ikan (*haemorrhagic*), mata ikan menonjol (*exophthalmia*) dan perut buncit serta warna tubuh ikan menjadi gelap (*dropsy*) ujung sirip terputus-putus serta pada bagian sirip punggung terdapat bintik putih dan geripis (Rosidah *et al.*, 2018). Menurut Kurniawan *et al.*, (2019), gejala klinis lain pada ikan nila akibat infeksi *A.*

hydrophilla terjadinya perubahan tingkah laku ikan berupa respon pakan ikan lambat, pergerakan berenang ikan pasif, tidak stabil, serta mengambil oksigen dipermukaan air atau di dasar perairan.

Upaya pengendalian penyakit pada budidaya ikan biasanya mengandalkan penggunaan bahan kimia, obat-obatan atau antibiotik. Pemakaian kimia selama ini belum memperoleh hasil yang tepat dan tidak dianjurkan karena berdampak negatif pada kelangsungan hidup ikan, lingkungan perairan ikan serta membahayakan kesehatan manusia (Syafitri *et al.*, 2020). Berdasarkan hal tersebut, untuk menggantikan penggunaan antibiotik diperlukan alternatif lain dalam mengendalikan hama dan bakteri patogen pada ikan salah satunya yaitu menggunakan bahan-bahan alami dari alam berupa kitosan dari limbah cangkang kerang.

Limbah menjadi salah satu masalah terbesar diberbagai Negara di dunia seperti limbah hasil dari laut yaitu kerang (Sulistiyoningrum *et al.*, 2013). Salah satu cangkang kerang yang dapat dimanfaatkan adalah cangkang kerang bulu. Cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan, dan masih banyak kita lihat dibuang berserakan begitu saja pada daerah penjualan kerang, restoran ataupun dirumah-rumah (Masruriati *et al.*, 2020). Seperti diolah sebagai makanan sehingga cangkang kerang bulu yang menjadi bahan sisa produksi makanan dapat menimbulkan limbah (Nikmah, 2017). Cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) di dalam tubuhnya mengandung kitin (Fajri & Amri, 2018). Kitin memiliki sifat yang tidak beracun dan mudah terdegradasi sehingga mendorong berbagai upaya modifikasi kitin dengan tujuan mengoptimalkan penggunaan kitin secara luas di berbagai bidang. Salah satu senyawa turunan dari kitin yang banyak dikembangkan dalam berbagai aplikasi adalah kitosan (Shobib *et al.*, 2015). Kitosan merupakan suatu polimer yang bersifat *polikationik*, kitosan efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik (protein dan lemak) karena kitosan memiliki gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimer (Baharuddin & Isnaeni, 2020). Polimer pada kitosan dapat sebagai antimikroba yang bekerja terhadap antibakteri secara aktif dan pasif (Hosaina *et al.*, 2020).

Menurut penelitian Yildirim-Aksoy & Beck (2017), aktivitas antibakteri kitosan dapat menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophyla* pada konsentrasi 0,8 %. Selain itu penelitian Baharuddin & Isnaeni (2020), pemberian kitosan dari kerang bulu dengan konsentrasi 7% menggunakan metode *Kirby Bauer* memberikan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. Penelitian ini menggunakan kitosan limbah cangkang kerang bulu sebagai antibakteri *Aeromonas hydrophyla* konsentrasi kitosan 1%, 3%, 5% dan 7% dengan menggunakan metode *Kirby Bauer* pada uji invitro, selanjutnya dari uji in vitro tersebut diperoleh konsentrasi optimum kitosan yang efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Aeromonas hydrophilla*, lalu akan dijadikan

standar dosis kitosan untuk digunakan pada uji *in vivo* dengan metode perendaman pada ikan nila.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu (*Anadara antiquata*) dalam menghambat *Aeromonas hydrophyla* secara *in vitro* dan *in vivo* pada ikan nila.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober sampai Desember 2021 yang bertempat di Banda Aceh, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi, gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah gelas ukur, erlenmeyer, laminar air *flow* (LAF), pipet tetes, pinset, penggaris, cawan petri, pipet volume, labu ukur, *beker gelas*, kertas saring, labu pemanas, pH meter, neraca analitik, *hotplate*, ember, aerator, cawan petri, jangka sorong, bunsen, mortar dan alue (*Pestle*), oven, inkubator, desikator, alat tulis, blender, labu ukur, pinset, *magnetic stirrer*, gelas kimia, jarum ose, mikropipet 100 μ L-1000 μ L, jarum suntik (1 mL), DO meter dan ayakan. Bahan-bahan yang digunakan *Aeromonas hydrophila*, ikan nila, cangkang kerang bulu, TSB (*Trypticase Soy Broth*), TSA (*Trypticase Soy Agar*), NaOH 1%, HCl 1M, Akuades, NaOH 25 %, NaOCl 4%, kertas saring (*whatman* 42), asam asetat 1%, kloramfenikol 30 (μ g/ml), kertas cakram, larutan McFarland 0.5, larutan NaCl 0,9 %, plastik *wrap* dan kertas label.

Prosedur Persiapan dan Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah secara *simple random sampling* (Gunawan *et al.*, 2015). Sampel yang digunakan berupa limbah cangkang kerang bulu yang diperoleh dari tempat pembuangan limbah cangkang kerang pada Gampong Alue Naga kecamatan Syiah Kuala, Kabupaten Aceh Besar. Limbah tersebut berasal dari pedagang warung yang berjualan di daerah tersebut.

Cangkang kerang bulu diambil sebanyak 1 kg kemudian dicuci terlebih dahulu dengan air hingga bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8-12 jam atau dalam oven dengan suhu 80°C selama 24 jam sehingga diperoleh produk kering dengan kadar air \pm 10%. Setelah itu dihaluskan dengan mortar dan alue (*Pestle*) dan di blender (Ariyanti *et al.*, 2020) lalu diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh (Baharuddin & Isnaeni, 2020).

Pembuatan Kitosan

Prosedur pembuatan kitosan dari limbah cangkang kerang bulu mengacu pada Hastuti & Tulus (2015) yang mencakup proses deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi.

Proses deproteinasi mulanya cangkang kerang yang sudah diayak ditimbang sebanyak 400 gr, kemudian dicampur dengan 3000 ml NaOH 1%. Lalu dipanaskan pada suhu 60-80°C selama 1 jam menggunakan *magnetic stirrer* di dalam gelas kimia dengan kecepatan 50 rpm. Larutan didinginkan dan disaring sehingga didapat padatan, dicuci padatan dengan aquades sampai pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 80⁰C hingga kering ± 3 jam.

Kitin yang telah dideproteinasi selanjutnya dilakukan proses demineralisasi, serbuk cangkang kerang hasil deproteinasi sebanyak 200 gram ditambah dengan larutan 2000 ml HCl 1 M dicampur dalam gelas kimia kemudian dipanaskan pada suhu kamar sambil dilakukan pengadukan dengan kecepatan 50 rpm selama 1 jam. Diperoleh padatan dan dicuci menggunakan akuades beberapa kali sampai pH netral. Kemudian menyaring dan mengeringkan endapan dalam oven pada temperatur 80⁰C selama 3 jam, hasil endapan proses ini disebut kitin.

Padatan kitin hasil demineralisasi dilakukan proses depigmentasi (pemutihan cangkang kerang) dengan menggunakan NaOCl 4% (1:10). Campuran diaduk selama 1 jam pada suhu ruang, kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dinetralkan dengan akuades. Hasil padatan dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam (Bahri *et al.*, 2015).

Kitin yang diperoleh ditambah NaOH konsentrasi 25% dengan perbandingan 1 : 5, dipanaskan pada suhu 70-75°C selama dua jam. Larutan kemudian disaring sehingga didapat padatan, lalu dicuci dengan air sampai pH netral. Padatan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 36 jam. Kitosan yang diperoleh ditimbang dan disimpan dalam kantong plastik pada suhu kamar (Ariyanti *et al.*, 2020)

Konsentrasi kitosan yang digunakan pada pengujian aktivitas antibakteri mengacu pada penelitian Baharuddin *et al.*, (2018) ; Baharuddin & Isnaeni (2020) dengan konsentrasi efektifnya 1%, 3%, 5%, dan 7%. Konsentrasi 1% ditimbang sebanyak 1 gram serbuk kitosan, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, setelah itu larutan asam asetat 1% ditambahkan sedikit demi sedikit hingga kitosan larut sampai tanda batas volumenya. Pada pembuatan kitosan konsentrasi 3%, 5%, dan 7% cara yang sama dilakukan seperti pada konsentrasi 1%. Adapun kontrol positif digunakan kloramfenikol 30 (µg/ml) (Sinaga *et al.*, 2016).

Uji In Vitro Aktivitas Antibakteri Dengan Metode Kirby Bauer

Mulanya suspensi bakteri *Aeromonas hydrophila* diinokulasi ke dalam cawan petri yang telah berisi media TSA sebanyak 0,1 ml lalu diratakan

menggunakan batang L (*spreader*) (Agustina, 2018). Kemudian kertas cakram steril diberikan beberapa perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1%, 3%, 5%, dan 7% (Baharuddin & Isnaeni, 2020) dengan cara diteteskan sebanyak 20 μ L, kertas cakram dikeringkan selama 1 menit (Aisyah *et al.*, 2017). Perlakuan kontrol positif digunakan kloramfenikol 30 (μ g/ml). Kemudian kertas cakram yang telah mengandung kitosan dan kontrol diletakkan pada media agar yang sudah ditanam bakteri dengan menggunakan pinset steril, sedikit menekan supaya *paper disk* benar-benar menempel pada agar (Komariah *et al.*, 2012). Pengamatan dan pengukuran diameter zona hambatan dilakukan setelah masa inkubasi 1 x 24 jam pada suhu 37⁰C.

Uji In Vivo Kitosan Pada Ikan Nila

Ember digunakan sebagai wadah dalam penelitian ini yang berdiameter 30,5 x 26,5 cm dengan volume 5 liter sebanyak 20 wadah. Air yang digunakan sebagai media hidup ikan berasal dari air sumur. Menurut Hanief *et al.*, (2014), untuk menjaga kualitas air, dilakukan setiap 2 hari sekali penyiponan agar kotoran yang terdapat di dasar wadah tidak menumpuk. Kemudian pergantian air dilakukan setiap seminggu sekali sebanyak 1/2 - 1/3 dari volume wadah. Adapun kualitas air diamati setiap seminggu sekali pada pagi atau sore hari, parameter kualitas air yang diamati adalah suhu air, keasaman (pH) kadar dengan menggunakan pH meter, oksigen terlarut (DO) digunakan alat DO meter.

Ikan nila yang digunakan berasal dari pembudidaya di daerah BPBAP, kemudian ikan nila diukur panjang dan ditimbang bobot yaitu 7–10 cm per ekor dan bobot badan 7-18 g dengan umur \pm 30 hari (Mangunwardoyo *et al.*, 2010). Sebanyak masing-masing 3 ekor ikan dimasukkan ke dalam 18 ember yang telah didesinfeksi. Sebelum ikan uji diinfeksi, mereka diaklimatisasi di dalam tangki selama seminggu. Tujuan aklimatisasi adalah untuk mengetahui status kesehatan ikan yang digunakan dalam penelitian. Pemberian pakan selama aklimatisasi (adaptasi ikan) dilakukan dengan pelet apung yang tersedia secara komersial. Jumlah pakan yang diberikan (FR) sebanyak 3% dari biomassa ikan per hari dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari (Wahjuningrum *et al.*, 2010). Adapun pakan yang diberikan pada ikan selama penelitian yaitu secara *at satiation* dengan pemberian pakan tiga kali sehari. (Rejeki *et al.*, 2018).

Penelitian uji in vivo terdiri dari 1 kelompok perlakuan dari hasil optimal uji in vitro dilakukan 16 kali ulangan dan 1 kontrol positif dengan 4 kali ulangan.

Penginfeksian *A. hydrophyla* Pada Ikan Nila

Suspensi bakteri disiapkan dengan memindahkan koloni *Aeromonas hydrophila* ke dalam 10 mL, kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sampai homogen. Suspensi bakteri 1,5 x 10⁸ cfu/ml sebanyak 0,1 mL

disuntikkan secara intramuskular dengan jarum suntik (1 mL) pada tiga ekor ikan nila yang sebelumnya diinaktifkan dengan cara dicelupkan di dalam air suhu 25°C selama 30 detik. Dimasukkan ke dalam ember dan dibiarkan selama 24 jam atau sampai tampak gejala klinis pada ikan (Mangunwardoyo *et al.*, 2010). Infeksi yang ditimbulkan sirip geripis, sisik rontok, sirip punggung berwarna merah, pembengkakan pada perut dan bersifat akut dengan tanda klinis warna kulit menjadi lebih gelap (Panigoro *et al.*, 2018). Gejala klinis yang diamati pada penelitian ini yaitu pembengkakan perut serta pada bekas suntik, bercak merah pada punggung ikan punggung ikan (*hemoragi*), perubahan warna permukaan tubuh menjadi gelap dan sirip dada yang putus.

Perendaman Kitosan Pada Ikan Nila Terinfeksi *A. hydrophila* Secara In Vivo

Setelah tampak gejala infeksi *Aeromonas hydrophila* pemberian kitosan dilakukan dengan cara perendaman pada ikan yaitu dengan dimasukan ke dalam wadah ember larutan kitosan sebanyak 200 ml dan kemudian direndam selama 24 jam pada konsentrasi dari optimum kitosan uji invitro dan kontrol positif dengan menggunakan kloramfenikol. Setelah proses perendaman selesai, air pada wadah ember diganti dengan air normal dan dilakukan pengamatan.

Parameter Penelitian

Pengamatan dilakukan dengan melihat dan menghitung ikan yang hidup pada setiap unit perlakuan. Perhitungan jumlah ikan yang mati dilakukan diakhir pengamatan setelah ikan nila diuji tantang sampai hari ke 14 pasca uji tantang (Rikawati, 2018).

Analisis Data

Dari hasil pengamatan data uji in vitro, dilihat secara deskriptif dengan melihat zona hambat (zona bening) yang terbentuk untuk menentukan satu perlakuan terbaik dari setiap konsentrasi kemudian data dianalisis menggunakan *one way* ANOVA, kemudian dengan bantuan program Microsoft Excel 2010 dan SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) 23 selang kepercayaan 95% (Reynalta *et al.*, 2019). Data uji in vivo dengan parameter kelulushidupan ikan nila data dianalisis menggunakan uji t independent.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas limbah kitosan cangkang kerang bulu Terhadap *Aeromonas hydrophila* secara In-vitro

Deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi merupakan proses untuk menghasilkan kitosan. Deproteinasi untuk menghilangkan protein, demineralisasi untuk menghilangkan mineral dan depigmentasi untuk menghilangkan zat warna pada kitin (Dompeipen, 2017), sedangkan proses pembuatan kitosan dengan cara deasetilasi

kitin atau penghilangan gugus asetil pada kitin (Mursida *et al.*, 2018). Hasil dari tahapan tersebut beserta rendemennya dapat dilihat pada Tabel 1.

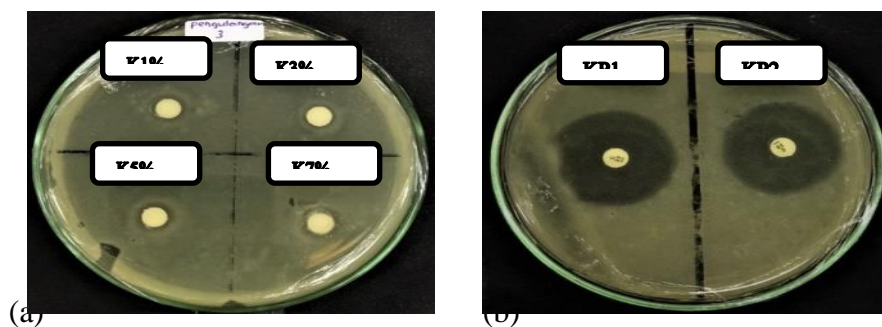
Tabel 1. Hasil Kitosan Cangkang Kerang Bulu

No	Tahapan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Keterangan	Rendemen %
1	Deproteinasi	400	374,88	Uji lanjut tahap 2	93,7
2	Demineralisasi	200	157,55	Uji lanjut tahap 3	78,7
3	Depigmentasi	100	65,66	Kitin duji lanjut tahap 3	65,6
4	Deasetilasi	40	30,88	Kitosan	77,2

Keterangan: R-k = Reaktor, Kontrol R-1= Reaktor 1, dan R-2= Reaktor

Berdasarkan Tabel diatas, didapatkan hasil analisa rendemen kitosan cangkang kerang bulu dengan nilai sebesar 77,2%. Menurut Handayani *et al.*, (2018), rendemen yaitu persentase yang diperoleh dari berat bahan baku awal, Apabila rendemen yang dihasilkan semakin tinggi nilainya maka semakin baik pula proses yang dilakukan. Besarnya nilai rendemen yang diperoleh menandakan tingkat keberhasilan kitosan. Berdasarkan penelitian Baharuddin, (2020), rendemen yang dihasilkan cangkang kerang bulu sebesar 81,06%. Jumlah rendemen kitosan dipengaruhi oleh ukuran partikel, temperatur dan waktu reaksi konsentrasi reagen.

Hasil pengujian kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophyla* secara In-vitro dengan kosentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% setelah inkubasi 24 jam menunjukkan aktivitas antibakteri tersebut dapat dilihat dari terbentuknya zona hambat pada setiap perlakuan (Gambar 1). Adapun rerata yang dihasilkan berbeda setiap perlakuan konsentrasi kitosan seperti pada Tabel 2. Terlihat bahwa rata-rata zona hambat cenderung semakin meningkat seiring dengan meningkatnya dosis kitosan yang diberikan.



Gambar 4.1. Zona Hambat (a) Kosentrasi Kitosan (b) Kontrol Positif Kloramfenikol

Tabel 2. Zona Hambat Kitosan Terhadap *Aeromonas hydrophila*

Perlakuan	Diameter Zona Bening (mm)						Rerata
	UI	UII	UIII	IV	V	VI	
konsentrasi 1 %	6,165	2,115	5,1	3,67	5,3	2,165	4,08
konsentrasi 3 %	7,175	4,65	5,61	4,73	3,02	5,075	5,04
konsentrasi 5 %	2,205	5,485	7,895	5,335	6,06	5,505	5,41
konsentrasi 7 %	6,32	6	8,915	7,03	7,01	5,83	6,85
kontrol positif (Kloramfenikol) 30µg	25,455	27,605	-	-	-	-	26,3

Variasi konsentrasi kitosan yang digunakan dalam pengujian efektivitas antibakteri sangat berpengaruh terhadap daya hambat yang dihasilkan, dimana konsentrasi 1% masuk dalam klasifikasi respon hambatan lemah dan konsentrasi 3 %, 5% dan 7% masuk dalam kategori sedang. Menurut Ramadhoni, (2020) katagori penghambatan antimikroba berdasarkan diameter zona hambat yaitu zona hambat < 5mm dikategorikan lemah. zona hambat terbentuk antara 5-10 mm dikategorikan sedang. Zona hambat yang terbentuk antara 10-20 mm dikategorikan kuat dan zona hambat >20 mm maka dikategorikan sangat kuat.

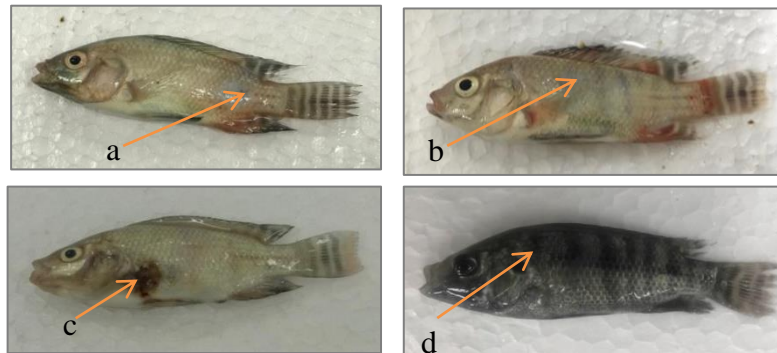
Berdasarkan hasil analisis menggunakan *One Way Anova* dengan kepercayaan 95% seperti pada diperoleh nilai sig. 0,000 (< 0,05) dengan nilai F hitung perlakuan semua konsentrasi terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila* lebih besar dari nilai F Tabel menandakan adanya perbedaan rata-rata diameter zona hambat *Aeromonas hydrophila* yang terbentuk pada konsentrasi 1%, 3%, 5%, 7%, dan kontrol positif. Selanjutnya dilakukan uji lanjut yaitu LSD (Uji Beda Nyata Terkecil) menunjukkan bahwa konsentrasi 1% dengan 7% berbeda signifikan kemudian konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% berbeda signifikan dengan kontrol positif.

Zona hambat yang terbentuk karena kitosan berpotensi sebagai bahan antimikroba karena mengandung enzim lysozim dan gugus aminopolisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri atau jamur. Adapun enzim lisozim mampu mencerna dinding sel bakteri mengakibatkan bakteri kehilangan kemampuannya menimbulkan penyakit dalam tubuh (sel bakteri akan mati dikarenakan hilangnya sel dinding ini). Kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang berkemampuan menekan pertumbuhan bakteri sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Yuniarti & Hatina, 2021).

Hasil penelitian pada kontrol positif (antibiotik kloramfenikol) mampu menghambat *Aeromonas hidrophyla* (Tabel . 4.2.). Zona hambat yang dihasilkan sebesar 26,3 mm termasuk ke dalam katagori zona hambat sangat kuat. Sama halnya dengan penelitian purba *et al.*, (2022), menggunakan kloramfenikol 30 µg sebagai kontrol positif terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* dan *Aeromonas salmonicida*, dengan zona hambat yang terbentuk adalah 14,93 mm, 15,33 mm dan 16,12 mm. Antibiotik kloramfenikol dipilih karena bersifat bakteriostatik dengan spektrum yang luas sehingga aktif terhadap bakteri Gram negatif dan Gram positif.

Aktivitas Kitosan Terhadap *Aeromonas hydrophyla* Pada Ikan Nila Secara In Vivo

Infeksi ikan nila akibat terserang bakteri *Aeromonas hydrophyla* diamati secara visual. Adapun gejala infeksi *Aeromonas hydrophyla* pada ikan nila setelah 24 jam memperlihatkan gejala klinis yang ditimbulkan berupa pembengkakan perut serta pada bekas suntik, pendarahan punggung ikan (*hemoragi*), perubahan warna permukaan tubuh menjadi gelap dan sirip dada mengalami putus (Gambar 2).



Gambar 2. Gejala Klinis *A. hydrophyla* pada Ikan Nila (a) Pembengkakan Perut Ikan dan Bekas Suntik, (b) Pendarahan Punggung Ikan (c) Sirip Dada Putus (d) Badan Ikan Hitam

Pengobatan ikan nila dari serangan bakteri *Aeromonas hydrophyla* menggunakan metode perendaman, menurut Sugiani *et al.*, (2019) daya larut antibiotik terhadap air ini sangat penting karena aplikasi pemberian antibiotik dalam perairan dan budidaya ikan lebih banyak menggunakan metode perendaman. Adanya perendaman kitosan cangkang kerang bulu pada ikan nila dengan konsentrasi 7% ikan yang hidup menunjukkan adanya perubahan luka pada tubuh ikan yang menuju kearah penyembuhan seperti pembekakan pada perut serta bekas suntik yang mengecil. Akan tetapi ada beberapa ikan yang tidak terjadinya penyembuhan.

Hal ini menunjukkan bahwa kandungan dalam kitosan dapat bereaksi pada penyembuhan ikan akibat bakteri *Aeromonas hydrophyla*, dipengaruhi juga oleh sistem imun pada ikan yang bekerja sebagai akibat adanya perendaman yang masuk ke dalam tubuh ikan. Sehingga meningkatkan respon ikan terhadap serangan pathogen. Menurut Setiati *et al.*, (2021), pada kitosan Mekanisme kerja kitosan sebagai antibakteri yaitu kitosan memiliki sifat afinitas yang sangat kuat terhadap DNA mikroba sehingga dapat berikatan dengan DNA yang kemudian mengganggu mRNA dan sintesa proteinnya.

Berdasarkan gejala klinis yang terjadi pada ikan nila akibat infeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla* didapatkan kelangsungan hidupnya selama pemeliharaan 14 hari didapatkan data berkisar antara 66.66% - 68.74% dapat dilihat pada Tabel 3. Pesentase

kelangsungan tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi optimal (kitosan 7%) dengan nilai 68.66% sedangkan persentase kelangsungan hidup yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol positif (kloramfenikol) dengan nilai 66.66%. Tingkat kelangsungan hidup ikan selama penelitian tergolong baik hal ini dinyatakan oleh Afdola, (2018) dan Nursihan *et al.*, (2020) kelangsungan hidup ikan tergolong baik apabila >50%, 30-50% tergolong sedang dan apabila kelangsungan hidup ikan < 30% dinyatakan tidak baik.

Tabel 3. Persentase Kelangsungan Hidup (SR) Ikan Nila Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan	Ikan Awal	Ikan Akhir	SR%
KO 7% Kitosan	1	3	2	66.66
	2	3	2	66.66
	3	3	2	66.66
	4	3	2	66.66
	5	3	3	100.00
	6	3	2	66.66
	7	3	2	66.66
	8	3	1	33.33
	9	3	2	66.66
	10	3	1	33.33
	11	3	2	66.66
	12	3	3	100.00
	13	3	3	100.00
	14	3	2	66.66
	15	3	3	100.00
	16	3	1	33.33
Rata-rata		3	2	68.74
KP Kloramfenikol	1	3	1	33.33
	2	3	3	100.00
Rata-rata		3	2	66.66

Rata - rata kelangsungan hidup benih ikan nila sebelum dianalisa lebih lanjut terlebih dahulu diuji dengan menggunakan uji normalitas dan homogenitas didapatkan hasil distribusi normal dan berdistribusi homogen selanjutnya dilakukan uji lanjut Uji T independent. Kelangsungan hidup ikan (SR) didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Persentase kelangsungan hidup (SR) antara perlakuan KO (konsentrasi optimal) dengan pembandingan KP (kontrol positif). Hal itu dibuktikan dengan hasil penghitungan uji mean t hitung < t Tabel (0,111<2,119).

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor yang sangat penting pada pertumbuhan ikan, apabila kualitas air yang buruk dapat menghambat pertumbuhan, menimbulkan penyakit pada ikan bahkan sampai pada kematian. Adapun Pengukuran parameter kualitas air selama penelitian, bahwa suhu berkisar 25 - 29 °C, pH berkisar antara 7.2 - 8.7 dan DO berkisar antara 5.2 - 5.7 mg/l (Tabel 4). Nilai tersebut masih berada pada kisaran normal sehingga baik untuk pertumbuhan ikan nila. Menurut (SNI 7550:2009) untuk kelayakan kelangsungan dan pertumbuhan ikan nila kisaran suhu 25 - 32 °C dengan pH 6.5 - 8.5 dan $DO \geq 3$ mg/l. Oleh karena itu, dapat dikemukakan bahwa kualitas air selama penelitian memenuhi persyaratan optimum untuk budidaya ikan nila sehingga kematian ikan nila selama penelitian bukan disebabkan oleh kondisi perairan melainkan karena serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Tabel 4. Kisaran Kualitas Air Selama Penelitian

Perlakuan	Parameter Kualitas Air		
	suhu (°C)	Ph	DO (mg/l)
Konsentrasi Optimum	25 - 29	7.2 - 8.7	5.2 - 5.7
Kontrol Positif	25 - 29	7,0 - 8.7	5.2 - 5.6
Kualitas air untuk ikan nila	25-32	6.5 - 8.5	>3

Keterangan: Kualitas air untuk ikan nila (SNI 7550 : 2009)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Pengujian aktivitas kitosan limbah cangkang kerang bulu terhadap *Aeromonas hydrophila* secara invitro menunjukkan dari hasil uji one way Anova bahwa signifikan yaitu konsentrasi 1% dengan 7% berbeda signifikan kemudian konsentrasi 1%, 3%, 5% dan 7% berbeda signifikan dengan kontrol positif sedangkan secara invivo didapatkan hasil persentase kelangsungan ikan nila dengan hasil Hasil uji t independent menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan perlakuan KO (konsentrasi optimal) dengan pembanding KP (kontrol positif).

DAFTAR PUSTAKA.

- Amrijed. (2019). Pengaruh Ekstrak Asam Humat Tanah Gambut Terhadap Hematologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diuji Tantang Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan <https://doi.org/10.29406/jr.v9i1.2609>.
- Aisyah, S., Agustiana, Adawyah, R., & Candra. (2017). Daya Hambat Kitosan dari Cangkang Limbah Budidaya Kepiting “ Soka ” Terhadap Empat Isolat Bakteri Pembentuk Histamin pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Inhibition of

- Chitosan From Waste Shell Of Cultivated “Soka” Crab (*Scylla* sp.) Against Four Hi. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basa, Jilid 1*, 266–272. ISBN 978-602-6483-33-1.
- Agustina, R. (2018). Efektifitas Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro. *Skripsi*. Lampung, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. <http://repository.radenintan.ac.id/5516/1/SKRIPSI.pdf>
- Ariyanti, E. M., Imadahidayah, T., & Sulistianingsih, E. N. 2020. Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Sebagai Pengawet Ikan Pari (*Dasyatis* Sp.) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Riset Informasi Kesehatan*, 9(1), 12-21. ISSN 2548-6462 (online), ISSN 2088-8740. <https://doi.org/10.30644/rik.v8i2.241>
- 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. <https://doi.org/10.24123/mpi.v3i2.3181>
- Baharuddin, 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, XIV* (1), 116–127. DOI: <https://doi.org/10.32382/mf.v14i1.145>.
- Bahri, S., Rahim, E. A., & Syarifuddin. (2015). Dengan Penambahan Naoh Secara Bertahap Chitosan Deacetylation Degree From Anadara granosa by Gradually Adding NaOH. *Kovalen*, 1(1), 36-42. ISSN: 2477-5398.
- Christy, G., Kusdawarti, R., & Handijatno, D. (2019). Determination Of The Aerolysin Gene In *Aeromonas hydrophila* Using The Polymerase Chain Reaction (Pcr) Technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012097>
- Dawan, G., Salosso, Y., & Jasmanindar Yudiana. (2021). Pengaruh Penggunaan Ekstrak Daun Patikan Kerbau (*Euphorbia hirta*) dalam Pencegahan dan Pengobatan Bakteri *Aeromonas hydrophilla* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuatik*, 42–52. ISSN 2301-538.
- Dompeipen, E.J. (2017). Isolasi dan Identifikasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Dengan Spektroskopi Inframerah. *Majalah Biam*, 13(1), 31-41. e-ISSN 2548 4842, p-ISSN 0215 1464.
- Handayani, L., Syahputra, F., & Astuti, Y. (2018). Utilization and Characterization of Oyster Shell as Chitosan and Nanochitosan. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 21(4), 224–231. <https://doi.org/10.14710/jksa.21.4.224-231>
- Hanief, M. A. R., Subandiyono, & Pinandoyo. (2014). Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(1981), 67–74. <https://doi.org/http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>.
- Hasan, Afifa, N., Maulana, I., Wahyuni, S., Novita, Anugrah, D., Fitri, Hafza, Naharia, , Yusran Sahodding, A. R., & Hartono, Aminullah, E. (2020). Budidaya Ikan

- Nilu pada Kolam Tanah. *Maspul Journal of Community Empowerment*. 1(2), 24–33. ISSN Online : 2716-4225.
- Hasan, Afifa, N., Maulana, I., Wahyuni, S., Novita, Anugrah, D., Fitri, Hafza, Naharia, , Yusran Sahodding, A. R., & Hartono, Aminullah, E. (2020). Budidaya Ikan Nilu pada Kolam Tanah. *Maspul Journal of Community Empowerment*. 1(2), 24–33. ISSN Online : 2716-4225.
- Hastuti, B., & Tulus, N. (2015). Sintesis Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara inflata*) Sebagai Adsorben ION Cu²⁺. *Seminar nasional kimia dan pendidikan kimia VII*. ISBN : 978-602 73159-0-7
- Hosaina, H. W., Siagian, Z. A., & Sim, M. (2020). Uji Potensial Antibakteri Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) - Kitosan Nanopartikel 1 % Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 9(2), 47–56. <https://doi.org/10.32793/jmkg.v9i2.470>
- Fajri, R., & Amri, Y. (2018). Uji Kandungan Kitosan dari Limbah Cangkang Tiram (*Crassostrea* sp.). *Jurnal Jeumpa*, 5(2), 10–17. ISBN 9781450349185.
- Jansen, M. D., & Mohan, C. V. (2017). Tilapia Lake Virus (Tilv): Literature Review. July, 12. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/121> diakses pada Tanggal 29 Maret 2021, 20:00
- Kurniawan, A., Suminto, S., & Haditomo, A. (2019). Pengaruh Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik *Bacillus methylothropicus* pada Pakan Buatan Terhadap Profil Darah dan Performa Pertumbuhan Ikan Nilu (*Oreochromis niloticus*) yang Diuji Tantang dengan Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Sains Akuakultur Tropis*, 3(1), 82-92. e-ISSN: 2621-0525. <https://doi.org/10.14710/sat.v3i1.3956>
- Koesharyani, I., Gardenia, L., Widowati, Z., Khumaira, K., & Rustianti, D. (2018). Studi Kasus Infeksi Tilapia Lake Virus (TiLV) pada Ikan Nilu (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 85. <https://doi.org/10.15578/jra.13.1.2>
- Komariah, Wulansari, N., & Harmayanti, W. (2012). Efektivitas Kitosan Dengan Derajat Deasetilasi dan Konsentrasi Berbeda dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Gram Negatif (*Pseudomonas aeruginosa*) dan Gram Positif (*Staphylococcus aureus*) Rongga Mulut. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1–8. ISSN 2528-5742 (Print).
- Mangunwardoyo, W., Ismayasari, R., & Riani, E. (2010). Uji Patogenisitas dan Virulensi *Aeromonas hydrophila* Stanier pada Ikan Nilu (*Oreochromis niloticus* Lin.) Melalui Postulat Koch. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(2), 145. <https://doi.org/10.15578/jra.5.2.2010.145-255>
- Masruriati, E., Ariyanti, Imadahidayah, T., & Sulistianingsih, E. N. (2020). Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquate*) Sebagai Pengawet Ikan Pari (*Dasyatis* sp.) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Riset Informasi Kesehatan*, 9(1), 12-21. ISSN 2548-6462 (online), ISSN 2088-8740. <https://doi.org/10.30644/rik.v8i2.241018.85-92>.
- Mursida, Tasir, & Sahriawati. (2018). Efektifitas Larutan Alkali pada Proses Deasetilasi. *Jphpi*, 21(2), 356–366. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/view/23091/15127>

- Nikmah, M. (2017). Potensi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter dalam Proses Depurasi Terhadap Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). 1-95. *Skripsi*. Surabaya, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. ISBN 1953050519840.
- Nursihan, M., Damayanti, A. A., & Lestari, D. P. (2020). Pengaruh Tingkat Ketinggian Air Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Perikanan Unram*, 10(1), 84–91. <https://doi.org/10.29303/jp.v10i1.181>.
- Panigoro, C., Juliana, & Koniyo, Y. (2018). Penggunaan Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Sebagai Antibakteri Ramah Lingkungan Terhadap Penanggulangan Infeksi Ektoparasit *Aeromonas hydrophila* pada Budidaya Ikan Air Tawar. Laporan Akhir Tahun Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Penggunaan. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76887-8%0> Diakses Tanggal 10 Juni 2021.
- Purba, P. Y., Yoswaty, D., & Nursyirwani, N. (2022). Antibacterial Activity of *Avicennia alba* Leaves and Stem Extracts Against Pathogenic Bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas salmonicida*, *Staphylococcus aureus*). *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 3(2), 144-151. e-issn: 2746-4512 p-issn: 2745-4355. <https://doi.org/10.31258/jocos.3.2.144-151>.
- Rahmawati, A., Dailami, M. 2021. *Budidaya Ikan Nila Terpadu*. Malang : Brainy Bee. ISBN 978 623-90166-4-7.
- Rejeki, M. S., Sasanti, A. D., & Taqwa, F. H. (2018). Pemanfaatan Tepung Paci-Paci (*Leucas lavandulaefolia*) untuk Mengobati Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Patin (*Pangasius Sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(2), 165–176. <https://doi.org/10.36706/jari.v6i2.7160>.
- Reynalta, R., Yuhana, M., & Lusiastuti, A. M. (2019). Effectivity of *Streptococcus agalactiae* Bacterial Vaccine With Different Coatings for Increasing the Immunity System On Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(2), 205. <https://doi.org/10.32491/jii.v19i2.478>
- Rikawati. (2018). Pengaruh Pemberian Larutan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Biawan (*Helostoma teminchi*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *SKRIPSI*. Pontianak, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak. ISBN 1112048502.
- Rosidah, R., Lili, W., Iskandar, I., & Afriliansyah, M. R. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Kersen untuk Pengobatan Benih Ikan Nila yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Akuatika Indonesia*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i1.23436>.
- Shobib, A., Mulyaningsih, M. S., Firyanto, R., & Susilowati, N. (2015). Isolasi Kitosan dari Kulit Udang. *Prosiding Senatek Fakultas 2015 Teknik UMP*. ISBN978-602-14355-0-2 <http://senatekprosiding.ump.ac.id/index.php/snt/article/view/16>
- Setiati, R., Siregar, S., Wahyuningrum, D., & Fathaddin, M. T. (2021). Potensi Keberhasilan Kulit Udang Sebagai Bahan Dasar Polimer Kitosan : Studi Literatur. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas*

- Trisakti.*, 6(1), 156-164. p-ISSN 0853-7720; e-ISSN 2541-4275.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25105/pdk.v6i1.8635>
- Sinaga, L., Suryanto, D., Lesmana, I., (2016). Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dalam Mengendalikan Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda* dan Jamur *Saprolegnia* sp. Secara In Vitro. *Jurnal Aguacoastmarine*, 11(1), 1–14. <http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=1431933&val=4129&title>
- Sugiani, D., Urwaningsih, U., Andriyanto, S., & Lusiastuti, A. M. (2019). bakteri pada ikan gabus *Channa striata*, semah Tor spp., dan baung Hemibagrus sp.: identifikasi, virulensi, dan kerentanan terhadap beberapa antibiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(4), 347. <https://doi.org/10.15578/jra.13.4.2018.347-356>.
- Sulistiyoningrum, R. S., Suprijanto, J., & Sabdono, A. (2013). Aktivitas Anti Bakteri Kitosan dari Cangkang Kerang Simping pada Kondisi Lingkungan Yang Berbeda : Kajian Pemanfaatan Limbah Kerang Simping (*Amusium* sp.). *Journal Of Marine Research*, 2(4), 111–117. <https://doi.org/10.1038/141548c0>.
- Sunardi, N., Hamsinah, S., Rusilowati, U., & Marjohan, M. (2020). Manajemen Pengelolaan Budidaya IkanLaut (*sea farming*) untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Abdi Masyarakat Humanis*, 1(2), 75–86. ISSN (online) : 2686-5858 ISSN (print): 2686-171.
- Syafitri, E., Afriani, D. T., Siregar, B., & Gustiawan, Y. (2020). Kandungan Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteria Ekstrak Daun Mangrove (*Sonneratia alba*) Secara Invitro Terhadap *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 15(224), 253–259. ISSN 2502-6534
- Tran, N., Rodriguez, U., Chan, C., Phillips, M., Henriksson, P., Koeshendrajana, S., Suri, S., Hall, S. (2017). Indonesian Aquaculture Futures: An Analysis of Fish Supply and Demand in Indonesia To 2030 and Role of Aquaculture Using the Asiafish Model. *Marine Policy*, 79, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.02.002>.
- Vaz Farias, T. H., Arijó, S., Medina, A., Pala, G., da Rosa Prado, E. J., Montassier, H. J., Pilarski, F., & Antonio de Andrade Belo, M. (2020). Immune Responses Induced by Inactivated Vaccine Against *Aeromonas hydrophila* in Pacu, *Piaractus mesopotamicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 101, 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.03.059>.
- Wahjuningrum, D., Solikhah, E. H., Budiardi, T., & Setiawati, M. (2010). Pengendalian Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) dengan campuran meniran (*Phyllanthusniruri*) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) dalam Pakan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(2), 93–103. <https://core.ac.uk/download/pdf/294990293.pdf>.
- Yuniarti, D. P., & Hatina, S. (2021). Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Bekicot (*Achatina fullica*) Sebagai Pengawet Alami pada Ikan Nila Segar. *Jurnal Redoks*, Vol 6(No. 2), 127–138.
- Yildirim-Aksoy, M., & Beck, B. H. (2017). Antimicrobial Activity of Chitosan and A Chitosan Oligomer Against Bacterial Pathogens of Warmwater Fish.

Journal of Applied Microbiology, 122(6),
[10.1111/jam.13460](https://doi.org/10.1111/jam.13460).

1570–1578.

<https://doi.org/>