

ANALISIS RESIDU ANTIBIOTIK PADA UDANG VANNAME (*Litopenaeus vannamei*) DI TAMBAK INTENSIF KALIPURO, BANYUWANGI

*Analysis Of Antibiotic Residue On Vaname Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) In Kalipuro Intensive Pond, Banyuwangi*

Faridha Kusumaningrum¹, Suciyo¹, Sapto Andriyono^{2*}

¹Program Studi Akuakultur, Sekolah Ilmu Kesehatan dan Ilmu Alam, Universitas Airlangga Banyuwangi Jl. Wijaya Kusuma No. 13 No. Banyuwangi, Jawa Timur 68411, Indonesia

²Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C Mulyorejo Surabaya, Jawa Timur 600115, Indonesia

*Korespondensi: sapto.andriyono@fpk.unair.ac.id

Diterima: 31 Agustus 2022; Disetujui: 25 Oktober 2022

ABSTRAK

Antibiotik merupakan salah satu senyawa yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan penyakit atau biasa disebut sebagai obat. Beberapa contoh antibiotik yang paling umum digunakan pada budidaya udang adalah tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan kloramfenikol. Pada budidaya udang fungsi dari antibiotik adalah sebagai pencegahan penyakit atau sebagai obat penyembuhan penyakit. Tetapi apabila dalam penggunaannya tidak sesuai dosis maka akan menyebabkan residu pada tubuh udang dan berdampak negatif pada kesehatan manusia apabila dikonsumsi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan kloramfenikol pada udang vanname di tambak intensif Kalipuro, Banyuwangi, Jawa Timur serta untuk mengetahui keamanan dan kelayakan produk udang vanname yang dikonsumsi masyarakat berdasarkan indeks EDI (*Estimate Daily Intake*) dan HQ (*Hazzard Quotiens*). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode HPLC (*High Perfomance Liquid Cromatography*) dan ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent*) untuk menganalisis kandungan antibiotik pada udang vanname kemudian data yang didapat diolah menggunakan metode EDI (*Estimate Daily Intake*) untuk didapatkan estimasi harian dan HQ (*Hazzard Quotiens*) untuk melakukan penilaian resiko antibiotik pada tubuh manusia. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah udang vanname di tambak intensif Kalipuro, Banyuwangi, Jawa Timur negatif dari antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan kloramfenikol. Maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah udang vanname dari tambak intensif di Kalipuro, Banyuwangi, Jawa Timur aman dikonsumsi karena negatif dari residu kandungan antibiotik

Kata Kunci: antibiotik, residu, pencemaran, udang, perikanan

ABSTRACT

Antibiotics are compounds that are used to inhibit the growth of disease or are commonly referred to as drugs. Some examples of antibiotics most commonly used in shrimp culture are tetracycline, oxytetracycline, and chloramphenicol. In shrimp farming, antibiotics function as disease prevention or as a cure for the disease. But if the application is not under the dose, it will cause residues on the shrimp and harm human health if consumed. The purpose of this study was to determine the antibiotic content of tetracycline, oxytetracycline, and

chloramphenicol in vannamei shrimp in intensive ponds in Kalipuro, Banyuwangi, East Java, and to determine the safety and feasibility of vannamei shrimp products consumed by the public based on the EDI (Estimated Daily Intake) and HQ (Hazard) indexes. Quotients). The research was conducted using HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) and ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent) methods to analyse the antibiotic content of vannamei shrimp then, the data obtained were processed using the EDI (Estimate Daily Intake) method to obtain daily estimates and HQ (Hazard Quotient). to carry out an antibiotic risk assessment in the human body. The results obtained from this study were that vannamei shrimp in intensive ponds in Kalipuro, Banyuwangi, and East Java were negative for tetracycline, oxytetracycline, and chloramphenicol antibiotics. So the conclusion obtained from this study is that vannamei shrimp from intensive ponds in Kalipuro, Banyuwangi, and East Java is safe for consumption because it is negative for antibiotic residues.

Keywords: *antibiotic, residual, pollution, shrimp, fisheries*

PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu komoditas unggulan budidaya di Indonesia dan menjadi komoditas ekspor ke berbagai negara, sehingga potensi berkembangnya usaha tambak cukup besar (Remiasa dan Sugiharto, 2019). Volume ekspor udang di Indonesia sepanjang tahun 2020 mengalami kenaikan sebesar 27.4% (KKP, 2018). Selain dikarenakan minat ekspor dari negara lain yang tinggi, udang vannamei juga digemari masyarakat karena merupakan makanan berprotein tinggi dengan rasa yang lezat dan lebih murah dibandingkan daging sapi. Udang vannamei memiliki berbagai kelebihan lainnya. Diantaranya adalah budidaya udang yang mudah, waktu pemeliharaan yang lebih pendek dikarenakan pertumbuhannya yang cepat dan bersifat eurihalin karena udang vannamei mampu hidup pada perairan dengan salinitas sekitar 0,5-40 ppt (Juliana dan Yulian, 2020)

Penggunaan bahan kimia dalam obat-obatan yang mengandung antibiotik untuk penanggulangan penyakit udang yang tidak mempertimbangkan waktu, jenis, dan dosis obat yang tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku dapat menyebabkan residu pada produk budidaya udang. Maka dari itu kementerian kelautan dan perikanan Republik Indonesia menetapkan batas

maksimal residu pada produk perikanan yang masih aman untuk dikonsumsi. Batas Maksimal Residu (BMR) ditetapkan langsung oleh Badan Standarisasi Nasional. Batas Maksimal Residu untuk tiap antibiotik berbeda-beda tergantung dengan tingkat toksik antibiotik tersebut dan seberapa besar tubuh manusia dapat mentoleransinya. Dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No 37/PERMEN-KP/2019 menyatakan BMR (Batasan Maksimum Residu) untuk antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin adalah 100 µg/kg sedangkan pada kloramfenikol adalah 0,3 µg/kg.

Mengingat buruknya dampak yang ditimbulkan antibiotik baik bagi udang maupun manusia maka pemerintah menetapkan peraturan untuk menjamin agar produk budidaya perikanan dapat aman dikonsumsi oleh masyarakat serta terbebas dari antibiotik yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Hal ini diwujudkan oleh dibuatnya peraturan menteri kelautan dan perikanan Republik Indonesia nomor 39/PERMEN-KP/2015 tentang pengendalian residu obat ikan, bahan kimia, dan kontaminan pada kegiatan pembudidayaan ikan konsumsi. Salah satu isi peraturan tersebut adalah pengendalian residu obat ikan, bahan kimia, dan kontaminan yang selanjutnya disebut pengendalian residu adalah upaya

yang dilakukan agar produksi hasil budidaya perikanan bebas dari residu atau memiliki kandungan residu di bawah ambang batas yang dipersyaratkan.

Untuk menjamin kualitas produk hasil perikanan khususnya pada udang agar terbebas dari akumulasi bahan kimia, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan antibiotik Oksitetrasiklin, Tetrasiklin, dan Kloramfenikol pada udang vannamei di tambak intensif Kecamatan Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi, Jawa timur.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Peneliti

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2022. Lokasi pengambilan sampel udang vannamei terletak di tambak udang intensif desa Bulusan, kecamatan Kalipuro, Banyuwangi, Jawa Timur. Pengujian analisis residu antibiotik pada udang vannamei dilakukan di laboratorium Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan (PMP2KP) Surabaya.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode observasi dengan melakukan pengujian analisis residu antibiotik di laboratorium PMP2KP Surabaya. Data pendukung berupa data kualitas air meliputi nilai DO, salinitas, suhu, dan nilai pH. Untuk pengujian analisis residu antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) menurut penelitian sebelumnya (Shahbazi *et al.*, 2015). Sementara itu, pengujian kloramfenikol menggunakan metode ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) menurut method (Chughtai *et al.*, 2017).

Analisis Data

Data hasil yang telah didapat dari analisis residu antibiotik tersebut kemudian

diolah dengan menggunakan dua metode analisis data yaitu metode EDI (*Estimate Daily Intake*) dan HQ (*Hazzard Quotiens*)

1. EDI (*Estimate Daily Intake*)

Data yang telah didapatkan dari uji antibiotik ELISA dan HPLC diolah menggunakan metode EDI (*Estimate Daily Intake*) untuk didapatkan estimasi harian. Berikut rumus metode analisis data menggunakan EDI Gherjyan *et al* (2019).

$$EDI = \frac{C \times M}{BW}$$

Keterangan :

C (antibiotik) : Konsentrasi antibiotik dengan satuan g/kg.

M : Konsumsi harian perkapita dalam satuan g/hari.

BW : Berat badan rata-rata untuk orang dewasa di Indonesia

Banyaknya konsumsi ikan per kapita pada masyarakat Indonesia adalah 154,5 g/hari (KKP, 2021) dan untuk berat badan rata-rata orang dewasa di Indonesia adalah 60 kg (Muljati *et al.*, 2016)

2. HQ (*Hazzard Quotient*)

Untuk melakukan penilaian resiko antibiotik dilakukan perhitungan menggunakan metode HQ (*Hazzard Quotiens*). Dihitung dari rasio antara hasil perhitungan EDI (*Estimate Daily Intake*) dan ADI (*Acceptable Daily Intake*) yang merupakan batas maksimum berat daging udang yang dapat ditolerir dalam waktu satu hari. Nilai ADI yang telah direkomendasikan oleh WHO adalah sebesar 0-3 µg/kg bw/day (Gherjyan *et al.*, 2019) Berikut rumus metode analisis data menggunakan metode HQ menurut Gherjyan *et al* (2019). Jika $HQ \geq 1$ maka hasil menunjukkan resiko tinggi dari efek Kesehatan yang merugikan, sedangkan jika hasil menunjukkan $HQ \leq 1$ maka

menunjukkan resiko rendah (Gherjyan *et al.*, 2019).

$$HQ = \frac{EDI}{ADI}$$

Keterangan :

EDI : *Estimate Daily Intake*

ADI : *Acceptable Daily Intake*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kandungan Antibiotik

Hasil yang didapatkan dari pengujian analisis kandungan antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan kloramfenikol yang dilakukan di laboratorium PMP2KP Surabaya adalah ND (*Not Detected*) atau negatif dari ketiga antibiotik tersebut (Tabel 1). Sampel udang vannamei yang diamati berjumlah 3 kelompok sampel dengan masing-masing kelompok mempunyai berat 300gram menunjukkan hasil negatif dari semua parameter uji antibiotik.

Tabel 1. Hasil Uji Analisis Antibiotik

Parameter Uji	Hasil	Batas Standar	LOD	Acuan
Tetrasiklin	ND	100	13,55 µg/kg	SNI 2354.11:2009
Oksitetrasiklin	ND	100	13,55	SNI 2354.11:2009
Kloramfenikol	ND	0,3	0,064	IK 2.4.15

Keterangan :

Batas Standar: Batas standar maksimum kadar residu antibiotik pada udang yang ditetapkan oleh pemerintah
 LOD: Limit of Detection atau batasan minimum (sensitivitas) masing-masing metode dalam mendeteksi kadar residu antibiotik pada udang

Nilai EDI dan HQ

Hasil perhitungan rumus EDI dan HQ dari masing-masing antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan kloramfenikol menunjukkan nilai yang ND atau tidak diketahui. Nilai EDI dan HQ dapat dilihat pada Tabel 2. Indeks ADI yang digunakan dalam perhitungan HQ untuk antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin adalah sebesar 0.03 mg/kg bw/hari (WHO, 2002). Sedangkan antibiotik kloramfenikol tidak memiliki nilai ADI dikarenakan WHO kekurangan data mengenai anemia aplastik pada manusia yang diinduksi kloramfenikol sehingga WHO tidak dapat mengidentifikasi studi pada hewan atau studi epidemiologi yang akan membantu evaluasi toksikologi lebih

lanjut dan menyimpulkan bahwa tidak tepat untuk menetapkan nilai ADI pada kloramfenikol. Maka untuk kloramfenikol tidak perlu menghitung nilai HQ (WHO 2004).

Dari penelitian yang telah dilakukan, udang vanname di tambak intensif Kalipuro, Banyuwangi mendapatkan hasil negatif dari antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, maupun kloramfenikol. Hal ini dikarenakan jumlah kadar antibiotiknya berada di bawah batas deteksi atau LOD (*Limit of Detection*).

Tabel 2. Nilai EDI dan HQ penelitian

Parameter Uji	EDI	HQ	**ADI (mg/kg bw/hari)
Tetrasiklin	*ND	*ND	0,03
Oksitetrasiklin	*ND	*ND	0,03
Kloramfenikol	*ND	*ND	-

*ND : Not Detected (tidak terdeteksi)

**Acceptable Daily Intake (ADI) untuk jenis antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin menurut WHO (2002)

**Acceptable Daily Intake (ADI) untuk jenis antibiotik kloramfenikol menurut WHO (2004)

Kualitas Air

Kualitas air yang telah diukur pada tambak intensif di Kalipuro tergolong baik karena sesuai dengan standar optimum kualitas air pada budidaya udang (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Kualitas Air	Jumlah	Standar Optimum Kualitas Air Untuk Udang	Acuan
Salinitas	23 ppt	15-25 ppt	Sjahrijanna dan Sahabuddin (2014)
Suhu	27°C	20-30°C	Sjahrijanna dan Sahabuddin (2014)
pH	7,9	7,5-8,5	Sjahrijanna dan Sahabuddin (2014)
DO	5,1 mg/L	4-8 mg/L	Putra dan Manan (2014)

LOD adalah jumlah atau konsentrasi terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi, namun tidak perlu diukur sesuai dengan nilai sebenarnya (Harmita, 2004). LOD pada masing-masing metode yang digunakan di laboratorium P2MKP Surabaya untuk tetrasiklin dan oksitetrasiklin 13,55 µg/kg

sedangkan untuk kloramfenikol 0,064 µg/kg. Dikarenakan hasil yang didapat dari pengujian seluruh sampel tidak terdeteksi jumlah kandungan antibiotiknya maka untuk perhitungan menggunakan metode EDI (*Estimate Daily Intake*) dan HQ (*Hazard Quotients*) tidak dapat dilakukan. Beberapa sampel yang hasilnya berada dibawah batas deteksi sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan EDI maupun HQ (Ghrejyan, *et al.*, 2019).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No 37/PERMEN-KP/2019 BMR (Batasan Maksimum Residu) untuk antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin adalah 100 µg/kg sedangkan pada kloramfenikol adalah 0,3 µg/kg yang berarti udang dari tambak intensif di Kalipuro aman untuk dikonsumsi karena hasil yang didapat dari pengujian kandungan antibiotik adalah *non detectable* atau negatif. Dapat dikatakan negatif karena hasil yang didapat jauh dibawah dari BMR yang sudah ditentukan.

Hasil negatif dari analisis antibiotik pada udang vanname didapatkan karena dalam proses budidayanya, tambak udang intensif di Kalipuro, Banyuwangi menerapkan budidaya udang yang tersertifikasi CBIB (Cara Budidaya Ikan Yang Baik). Standar atau sertifikasi digunakan dalam pasar global untuk memastikan ketelusuran produk (*traceability*) melindungi konsumen dari bahaya kontaminasi. Di Indonesia, sertifikasi CBIB merupakan salah satu sertifikasi budidaya perikanan yang dikenalkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang bertujuan untuk menghasilkan pasokan perikanan yang aman dengan cara mengelola fasilitas, tata letak dan lokasi, legalitas, kualitas air dan limbah (Yulisti *et al.*, 2021). Salah satu penerapan CBIB di tambak udang vanname intensif di Kalipuro, Banyuwangi adalah pengelolaan air yang baik dan benar agar kualitas air terjaga untuk mencegah udang terkena penyakit sehingga harus dilakukannya pengobatan menggunakan antibiotik. Hal ini dilakukan untuk menjaga mutu udang yang dihasilkan dari tambak intensif di Kalipuro, Banyuwangi dikarenakan selain diedarkan ke pengepul udang lokal, udang hasil panen juga ada yang di ekspor ke luar negeri.

Kualitas air di tambak intensif Kalipuro, Banyuwangi, Jawa Timur

menunjukkan hasil yang baik sesuai dengan standar optimum kualitas air untuk budidaya udang (Tabel 3). Menurut Salmin (2005) yang menyatakan bahwa oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) memegang peranan penting untuk mengetahui kualitas air suatu perairan. Dalam perairan oksigen berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana sebagai nutrient yang dibutuhkan oleh organisme perairan, dan pada udang oksigen digunakan untuk proses metabolisme tubuh udang. Jika kadar DO di perairan rendah maka metabolisme pada tubuh udang akan terganggu sehingga dapat menyebabkan udang menjadi stress dan sistem imun udang menurun. Saat sistem imun udang menurun, udang mudah terserang penyakit sehingga dilakukan penggunaan antibiotik sebagai obat untuk menyembuhkan udang yang terkena penyakit tersebut. Hal ini tidak terjadi pada tambak udang intensif Kalipuro, Banyuwangi, Jawa Timur dikarenakan tambak tersebut menggunakan system CBIB dalam proses budidayanya sehingga kualitas air budidaya udang sangat terjaga.

Dalam penggunaannya, antibiotik mempunyai waktu henti atau waktu yang dibutuhkan antibiotik untuk ter ekskresi dari tubuh udang sehingga dalam jangka waktu tersebut jumlah residu antibiotik dalam tubuh udang dapat berkurang. Terdapat beberapa kasus dimana terdeteksi residu antibiotik kloramfenikol pada udang galah sebesar 7,71 ppm (7710 ppb) setelah 30 hari masa perlakuan residu kloramfenikol menurun menjadi menjadi 2,90 ppm (2900 ppb). Hal ini menunjukkan bahwa selama 30 hari residu kloramfenikol dapat ter ekskresi sebanyak 4,81 ppm (Nurhamida, 2012) sedangkan waktu henti antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin adalah selama 2 sampai 4 hari (Bilandz'ic *et al.*, 2012). Apabila sampling atau pemanenan udang dilakukan setelah waktu henti tersebut maka residu antibiotik pada udang vanname tidak akan terdeteksi karena sudah ter ekskresi dari tubuh udang. Dampak yang ditimbulkan pada lingkungan apabila udang terdeteksi antibiotik adalah berkembangnya genus vibrio yang resisten terhadap antibiotik. Sehingga penerapan antibiotik sebagai upaya pencegahan pada udang agar tidak terkena penyakit vibrio menjadi kurang efektif untuk digunakan. Sedangkan dampak yang

ditimbulkan apabila residu antibiotik pada udang terkonsumsi oleh manusia dapat mengakibatkan infeksi dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia Kusumawati et al., 2018).

Upaya untuk mereduksi residu antibiotik yang dapat dilakukan oleh pembudidaya udang adalah dengan mengurangi dan mengontrol penggunaan antibiotik kemudian menggunakan bahan alternatif yang berasal dari tumbuhan atau probiotik (Bacanli and Başaran 2019). Residu antibiotik juga dapat dikurangi dengan memperhatikan waktu henti saat akan memanen udang. Yaitu untuk antibiotik kloramfenikol 30 hari (Nurhamida, 2012) sedangkan untuk tetrasiklin dan oksitetrasiklin membutuhkan waktu sekitar 2 hingga 4 hari (Bilandz'ic et al., 2012). Panen dapat dilakukan setelah waktu henti tersebut untuk mengurangi kadar residu antibiotik tersebut. Dan untuk air yang sudah tercemar antibiotik dapat diolah terlebih dahulu pada IPAL (Instalasi Pengolahan Limbah) menggunakan system bioreaktor membran yang mampu mengurangi residu antibiotik dengan baik (Le et al. 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa udang vanname pada tambak intensif di Kalipuro, Banyuwangi negatif dari antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan kloramfenikol. Hasil yang didapat dari masing-masing metode pengujian di bawah LOD dari masing-masing metode pengujian sehingga tidak dapat dihitung menggunakan metode EDI (*Hazzard Quotients*) dan HQ (*Hazzard Quotients*), maka dari itu dapat diketahui BMR (Batas Maksimum Residu). Hal ini menunjukkan bahwa pada udang vanname yang berada di tambak intensif Kalipuro, Banyuwangi tidak memiliki residu antibiotik.

DAFTAR PUSTAKA

Bacanli M, and Başaran N. 2019. Importance of Antibiotic Residues in Animal Food. *Journal of Food Chemical Toxicology Elsevier*, 125, 462-466.

- Bilandz'ic , N., S. Tankovic', I. Varenina, B.. Kolanovic, and M. Smajlovic. 2012. Chloramphenicol Residues in Muscle of Rainbow Trout Following Two Different Dose Treatments. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89, (3), 461-466
- Chughtai MI, Maqbool U, Iqbal M, Shah MS, Fodey T. 2017. Development of in-house ELISA for Detection of Chloramphenicol in Bovine Milk With Subsequent Confirmatory Analysis by LC-MS/MS. *Journal of Environmental Science and Health*, 52, (12), 871-879.
- Dewi, Y. M. 2019. Performansi Kinerja Budidaya Udang Vanname (*Litopennaeus vannamei*) di PT. Buana Bersama Jayaindo Kabupaten Padeglang, Banten
- Gherjyan, E.A., S.A. Stepanyan, L.A. Sireyan. 2019. Risk Assesment of Tetracycline Residues in Ishkhan Fish Meat Cultured in Armenia. *Journal of International Scientific*.1, (65), 66-68
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode HPLC dan Cara Perhitungannya*. *Jurnal Farmasi*, 1, (3), 117-135
- Juliana, M., dan Yulian, M. 2020. Identifikasi Kloramfenikol Pada Udang Vanname (*Litopennaeus vannamei*) Menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). *Journal of Ar-Raniry Chemistry*, 2, (1), 13-18
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2018. Laporan Tahunan 2018. Jakarta:KKP
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2019. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 37/PERMEN-KP/2019 Tentang Pengendalian Residu Pada Pembudidayaan Ikan Konsumsi. Jakarta:KKP
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2021. Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. *Internet*. Diacu pada tanggal 14 Agustus 2022 dari : <https://kkp.go.id/bdrsm/sosek/artikel/41211-angka-konsumsi-ikan-per-provinsi>
- Kusumawati I, Diana F, Humaira L. 2018. Studi Kualitas Air Budidaya Latoh (*Caulerpa racemosa*) di Perairan Lhok Bubon Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Akuakultura*, 2, (1), 33-43
- Le T.H., Ng C., Tran N.H, Chen H., Gin K.Y.H. 2018. Removal of Antibiotic

- Residues, Antibiotic Resistant Bacteria and Antibiotic Resistance Genes in Municipal Wastewater by Membrane Bioreactor Systems. *Journal of Water Research Elsevier* 145, 498-508.
- Muljati, S., A. Triwinarto, N. Utami, dan Hermina. 2016. Gambaran Median Tinggi Badan Menurut Kelompok Umur Pada Penduduk Indonesia Yang Sehat Berdasarkan Hasil Riskeddas 2013. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, 39, (2), 137-144
- Nurhamida, L. 2012. Lama Waktu Henti Obat (*Withdrawal time*) *Chloramphenicol* Pada Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga. Surabaya. Jawa Timur
- Putra, F. R., dan Manan, A. 2014. Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Pembesaran Udang Vanname (*Litopennaeus vannamei*) di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6, (2), 137-141
- Remiasa, M., dan Sugiharto, T. 2019. Posisi Strategi Bersaing Bisnis Pembesaran Udang Vanname (*Litopennaeus vannamei*) Dengan Pendekatan *Competitive Profil matrix* (Studi pada PT. Semar Emas Situbondo, Jawa Timur). *Jurnal Riset Manajemen*, 6, (1), 1-4
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*, 30, (3), 21-26
- Shahbazi, Y., Ahmadi, F., dan Karmani, N. 2015. Screening, Determination and Confirmation of Tetracycline Residues in Chicken Tissues Using Four Plate Test, ELISA and HPLC-UV Methods: Comparasion Between Correlation Results. *Journal of Food and Agricultural Immunology*, 26, (6), 821-834.
- Sahrijanna, A., dan Sahabuddin. 2014. Kajian Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vanname (*Litopennaeus vannamei*) Dengan Sistem Pergiliran Pakan di Tambak Intensif. *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* (hal 312-320). Maros:Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Sulawesi Selatan.
- [WHO] World Health Organization. 2002. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *Internet*. Diacu pada tanggal 14 Agustus 2022 dari : <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/3859>
- [WHO] World Health Organization. 2004. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *Internet*. Diacu pada tanggal 14 Agustus 2022 dari : <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/551>
- Yulisti, M., Mulyawan, I., Deswati, R.H. dan Luhur, E.S., 2021. Dampak Sertifikasi CBIB Terhadap Efisiensi Teknis Pada Budidaya Tambak Udang Vannamei. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 16, (1), 89-102