

Uji Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*) Terhadap Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)

Leni Mardiana¹, Nunik Cokrowati^{1*}, Alis Mukhlis¹,

¹Prodi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jl. Majapahit No 62 Selaparang Kota Mataram 83115 Nusa Tenggara Barat

*nunik.cokrowati@unram.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i2.10137>

ABSTRACT

White snapper (Lates calcarifer) is a type of seawater fish that is in great demand by the public. This study aims to determine the 48-hour LC50 value and the effect of using betel leaf extract on the health status of white snapper. This research was conducted in July 2020 which took place at the Sekotong Coastal Aquaculture Development Center (BPBPP), West Lombok Regency, West Nusa Tenggara. This research was conducted using experimental methods. This study used 5 treatments and three replications, to obtain 15 experimental units with doses of 0 ppm, 80 ppm, 90 ppm, 100 ppm and 200 ppm. Data analysis was performed using a linear regression test, namely probit analysis by testing the mortality of tested animals and calculated through statistical data using Microsoft Excel. The higher the betel leaf extract concentration, the higher the number of white snapper seed deaths. This happens because the betel leaf extract contains active antimicrobial compounds, but at high concentrations, it can poison the white snapper seeds. For further research, it is recommended to test the toxicity of betel leaf extract on the mortality of white snapper with variations in water quality.

Key words : marine aquaculture, white snapper, active compounds, mortality, water quality

PENDAHULUAN

Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) merupakan jenis ikan air laut yang banyak diminati masyarakat. Ikan Kakap Putih mempunyai daging yang halus dan bernilai jual tinggi yaitu Rp.60.000-Rp.70.000/Kg. Baik didalam negeri maupun ekspor, permintaan pasar maupun ekspor untuk ikan ini cukup tinggi yaitu 98,86 ton/tahun. Pesatnya perkembangan budidaya kakap putih lebih banyak disebabkan oleh akses pasar ekspor yang cukup luas, seperti Thailand, Eropa, Malaysia, dan Amerika (Hikmayani, 2013).

Faktor atau kendala yang dapat menghambat keberhasilan di dalam budidaya ikan laut adalah penyakit dan parasit. Pada awalnya, antibiotik sering digunakan dalam pengendalian penyakit pada ikan. Namun hal tersebut mengakibatkan dampak negatif, yaitu menyebabkan bakteri bakteri di lingkungan menjadi resisten terhadap antibiotik. Selain itu, antibiotik dapat menimbulkan residu pada ikan dan akan membahayakan kesehatan

konsumen apabila dikonsumsi (Alifuddin, 2002). Oleh karena itu dibutuhkan alternatif penanggulangan penyakit yang efektif dan tidak menimbulkan efek negatif bagi petani dan konsumen, serta ramah lingkungan (Wahjuningrum, 2010).

Penggunaan bahan alami dapat menjadi alternatif yang baik untuk menggantikan peran antibiotik. Bahan alami yang potensial sebagai pengganti antibiotik yaitu ekstrak daun sirih (*Piper betle*) (Ferdinandus, 2019). Menurut Rahim (2016), perendaman benih ikan nila yang terinfeksi *Trichodina sp* menggunakan larutan daun sirih dengan dosis berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap sintasan benih ikan nila. Dosis larutan daun sirih (*Piper betle*) terbaik untuk mengendalikan penyerangan *Trichodina sp* yaitu pada dosis 4 gram/liter dengan sintasan benih ikan nila terbaik yang dihasilkan sebesar 66,67%. Selain itu, ekstrak daun sirih terbukti memiliki aktivitas antifungi, hal

Cite this as:

Mardiana, L., Cokrowati, L., Septianasari & Mukhlis, A. (2022). Uji Toksisitas Daun Sirih (*Piper betle*) terhadap Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*). *Rekayasa* 15 (2). 151-156 pp.
doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i2.10137>

© 2022 Mardiana

Article History:

Received: August, 8th 2021; **Accepted:** July, 17th 2022

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

ini dapat dilihat dari penelitian yang telah dilakukan oleh Kusdarwati (2013) bahwa ekstrak daun sirih (*Piper betle* L) mempunyai aktivitas dalam menghambat dan membunuh pertumbuhan *Saprolenia sp* secara in vitro.

Daun sirih (*Piper betle*) secara umum telah dikenal masyarakat sebagai bahan obat tradisional. Seperti halnya dengan antibiotika, daun sirih juga mempunyai daya antibakteri. Kemampuan tersebut karena adanya berbagai zat yang terkandung di dalamnya. Menurut Warsito (2015), daun sirih mengandung 4,2 % minyak atsiri yang sebagian besar terdiri dari *Chavicol paraallyphenol* turunan dari *Chavica betel*. Isomer *Euganol allypyrocatechine*, *Cineol methyl euganol* dan *Caryophyllen*, kavikol, kavibekol, estragol, terpinen. Daun sirih mengandung kavikol dan kavibetol yang merupakan turunan dari fenol yang mempunyai daya antibakteri lima kali lipat dari fenol biasa terhadap *Staphylococcus aureus*. Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai LC_{50} 48 jam dan pengaruh yang ditimbulkan oleh penggunaan ekstrak daun sirih terhadap status kesehatan ikan kakap putih.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian dan Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2020 bertempat di Balai Pengembangan Budidaya Perikanan Pantai (BPBPP) Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Ikan kakap putih yang digunakan yaitu ikan yang berasal dari hasil budidaya Balai Budidaya Laut (BBL) Sekotong dengan jumlah ikan sebanyak 120 ekor dengan ukuran 3-5 cm. Setiap wadah berisi 10 ekor benih.

- a. P1 : Kontrol (tanpa penambahan ekstrak daun sirih)
- b. P2 : Penambahan ekstrak daun sirih dengan dosis 80 ppm
- c. P3 : Penambahan ekstrak daun sirih dengan dosis 90 ppm
- d. P4 : penambahan ekstrak daun sirih dengan dosis 100 ppm
- e. P5 : penambahan ekstrak daun sirih dengan dosis 200 ppm.

Konsentrasi perlakuan dari pertama sampai perlakuan kelima secara berurutan yaitu 0 ppm, 80 ppm, 90 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm. Ekstrak daun

sirih berbagai konsentrasi tersebut dimasukkan ke dalam masing-masing wadah yang telah disiapkan sebelumnya.

Volume larutan ekstrak yang dimasukkan sesuai dengan volume air yang dikeluarkan, sehingga volume air tetap 10 L. Air pada wadah diaduk secara perlahan bertujuan agar seluruh larutan ekstrak bercampur. Parameter kualitas air yang diukur meliputi pH, salinitas, oksigen terlarut, dan suhu. Pengukuran kualitas air dilakukan setelah pemberian ekstrak daun sirih pada masing-masing wadah pemeliharaan.

Ekstraksi Daun Sirih dan Uji Fitokimia

Pembuatan ekstrak daun sirih dimulai dengan memilih daun yang tidak rusak, tidak ada ulatnya, tidak berbecak kuning. Kemudian dikeringkan sampai benar-benar kering, setelah itu di oven untuk memastikan daun benar-benar kering selama 2-3 jam (Wahyuni, 2015). Kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan diayak sampai menjadi serbuk dan siap digunakan. Pembuatan ekstrak daun sirih dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% sebagai pelarut. Serbuk daun sirih selanjutnya direndam menggunakan etanol 96% selama 3 x 24 jam hingga homogen. Maserasi bubuk daun sirih disaring menggunakan kertas whatman No. 42. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan dengan *Rotary vacuum evaporator* pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ dengan kecepatan 120 rpm (Sumiati, 2014).

Uji fitokimia pada ekstrak daun sirih dilakukan menggunakan metode kualitatif dengan menambahkan suatu pereaksi masing-masing senyawa yang akan diuji dengan melihat perubahan warna dan bentuk suatu cairan yang diujikan. Hal ini dilakukan sesuai dengan penelitian Kumalasari (2020). Adapun senyawa yang diujikan antara lain uji flavonoid, uji alkaloid, uji steroid, uji saponin, uji tanin dan uji fenolik.

Analisis Data

Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah tingkat toksisitas ekstrak daun sirih terhadap ikan kakap putih. Uji toksisitas dilakukan untuk mendapatkan data mortalitas dari konsentrasi yang diberikan. Data mortalitas kemudian akan digunakan untuk menentukan LC_{50} (*Lethal Concentration 50%*) dari ekstrak daun sirih terhadap ikan kakap putih. Proses analisis data yang digunakan untuk menentukan nilai LC_{50} adalah Analisis Probit (Metode Hubbert). Analisis tersebut

merupakan hubungan nilai logaritma konsentrasi bahan toksik uji dan nilai probit dari persentase mortalitas hewan uji yang merupakan fungsi linier $Y = a + bx$. Nilai LC_{50} diperoleh dari anti log m , di mana m adalah logaritma konsentrasi bahan toksik pada $Y = 5$, yaitu nilai Probit 50% hewan uji maka persamaan regresi menjadi sebagai berikut :

$$m = \frac{5 - a}{b}$$

dengan nilai a dan b diperoleh berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum XY - \frac{1}{n}(\sum X \sum Y)}{\sum X^2 - \frac{1}{n}(\sum X)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum Y - b \sum X)$$

Keterangan:

- Y : Nilai Probit Mortalitas
- X : Logaritma konsentrasi bahan uji
- a : Konstanta
- b : Slope/kemiringan
- m : Nilai X pada $Y = 5$
- n : Jumlah hewan uji per akuarium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Ikan Kakap putih

Hasil uji toksisitas ekstrak daun sirih terhadap mortalitas ikan kakap putih disajikan pada Tabel 1. Pengamatan mortalitas ikan dilakukan selama 2 hari (48 jam) pada jam ke 0, 2, 4, 18, 24 dan 48 setelah ikan ditebar. Berdasarkan pengamatan tersebut diketahui bahwa selama penelitian hewan uji memperlihatkan bahwa tidak ada perubahan tingkah laku pada semua perlakuan hingga pada menit ke 4. Namun demikian perubahan tingkah laku seperti pergerakan beberapa ikan sudah tidak lincah dan bergerak di dasar air mulai diperlihatkan oleh hewan uji pada perlakuan 3 dan 4.

Kematian hewan uji tercepat mulai terlihat pada perlakuan 4 dan meningkat jumlahnya dengan penambahan waktu percobaan. Pada menit ke 18 sampai menit ke 48 ditemukan ikan mati secara berturut-turut disemua perlakuan. Persentase total mortalitas benih ikan kakap putih yang tidak diberikan ekstrak daun sirih (kontrol) adalah 3%, pada konsentrasi 80 ppm, 90 ppm, 100 ppm dan 200 ppm masing-masing memiliki persentase total kematian sebesar 10%, 17%, 53% dan 97%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sirih, maka jumlah kematian benih ikan kakap putih pun semakin banyak. Hal ini terjadi karena ekstrak daun sirih mengandung senyawa aktif antimikroba yaitu

flavonoid, alkaloid, steroid/terpenoid, tannin dan fenolik. Namun jika pada konsentrasi yang tinggi dapat meracuni benih ikan kakap putih. Menurut Warsito, senyawa alkaloid dan fenolik dapat menyebabkan kematian pada ikan dan daun sirih mengandung senyawa tersebut. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Dewilda (2012) yang menyatakan bahwa fenol merupakan senyawa yang dapat menimbulkan bau tidak sedap, bersifat racun dan korosif terhadap kulit (iritasi), menyebabkan gangguan kesehatan manusia dan kematian pada organisme yang terdapat pada air dengan nilai konsentrasi tertentu. Cania (2013) menyatakan senyawa lain yang terkandung dalam ekstrak daun sirih yaitu alkalod, alkaloid berupa garam sehingga mampu mendegradasi membran sel untuk masuk ke dalam dan merusak sel. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya perubahan warna pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakan tubuh larva yang melambat bila dirangsang sentuhan serta selalu membengkokkan badan.

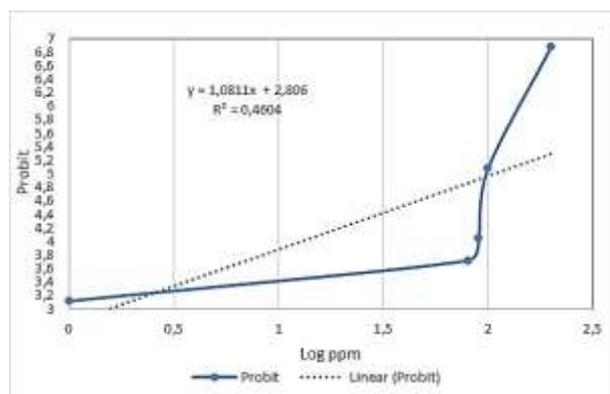
Tabel 1. Mortalitas Kakap Putih

Konsentrasi (ppm)	Ulangan	Jumlah Mortalitas Ikan (Ekor)				Persentase Mortalitas (%)
		4 jam	18 jam	24 Jam	48 jam	
0	A	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0
	C	0	0	1	0	10
80	A	0	1	0	1	20
	B	0	1	0	0	10
	C	0	0	0	0	0
90	A	0	0	1	0	10
	B	0	2	1	0	30
	C	0	1	0	0	10
100	A	0	1	2	2	50
	B	0	2	1	4	70
	C	0	1	1	2	40
200	A	0	3	4	3	100
	B	2	2	3	3	100
	C	0	2	3	4	90

Analisis Probit

Hasil analisa probit sebagaimana grafik pada Gambar 1. Berdasarkan grafik analisa probit dan perhitungan nilai LC_{50} didapatkan persamaan linier $Y = 1,081x + 2,806$ dengan nilai x sebesar 2,02 dan nilai R^2 sebesar 0,4604. Sehingga diketahui bahwa nilai konsentrasi ekstrak daun sirih yang dapat membunuh 50% hewan uji adalah antilog 2,02 yaitu 107,01 ppm dengan nilai korelasi sebesar 0,4604. Maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih

bersifat toksik karena ekstrak daun sirih mempunyai nilai $LC_{50} < 1000$ ppm yakni 107,01. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Rizqillah (2013) yang menyatakan bahwa ekstrak dikatakan bersifat toksik jika harga $LC_{50} < 1000$ ppm, sedangkan untuk senyawa murni jika $LC_{50} < 200$ ppm berpotensi sebagai anti kanker. Sedangkan menurut Tyas (2016) nilai LC_{50} yang berkisar antara 10-100 ppm maka daya racun tersebut digolongkan dalam daya racun yang sedang, sehingga dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa toksisitas pada ekstrak daun sirih termasuk dalam kategori racun yang sedang.



Gambar 1. Analisis Probit dan LC_{50}

Senyawa flavonoid dan tanin yang terkandung dalam ekstrak daun sirih. Turunan dari flavonoid yaitu rotenon, mempunyai sifat larvasida, seperti yang disampaikan oleh Aulung (2010), rotenon merupakan insektisida alami yang merupakan turunan flavonoid, selain sebagai insektisida rotenon juga merupakan racun bagi ikan. Rotenon bekerja sebagai racun pernapasan. Menurut Kaihena (2011) tanin juga dapat menghambat kerja enzim dan penghilangan substrat (protein). Tanin dapat berikatan dengan lipid dan protein dan diduga mengikat enzim protease yang berperan dalam mengkatalis protein menjadi asam amino yang diperlukan untuk pertumbuhan larva. Terikatnya enzim oleh tanin, maka menyebabkan kerja dari enzim tersebut menjadi terhambat, sehingga proses metabolisme sel dapat terganggu dan larva akan kekurangan nutrisi. Akibatnya pertumbuhan larva menjadi terhambat dan jika proses ini berlangsung terus akan berdampak pada kematian larva.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor pendukung pertumbuhan dan kelulusan hidup benih ikan kakap putih. Parameter kualitas air media pemeliharaan

benih ikan kakap putih selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 2. Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian meliputi suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut. Semua parameter yang diamati berada pada kisaran yang normal dan sesuai dengan kebutuhan benih ikan kakap putih. Diketahui nilai suhu pada setiap perlakuan berkisar antara 29-31°C, hal ini menunjukkan suhu yang optimum untuk kelangsungan hidup benih ikan kakap putih.

Tabel 2. Kualitas Air Media Pemeliharaan Benih Ikan Kakap Putih

Parameter	Perlakuan				
	P1	P2	P3	P4	P5
Suhu (°C)	29	29	29-31	29	29
pH	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Salinitas (ppt)	31	31	31	31	31
DO (ppm)	5,2	5,2-5,3	5,2-5,3	5,2	5,2

Menurut Agustono (2009) kisaran suhu yang diperlukan untuk ikan-ikan budidaya di daerah tropis berkisar antara 27 - 32°C, karena pada suhu tersebut beberapa jenis ikan termasuk ikan kakap putih dapat melakukan proses pencernaan makanan dengan baik, sehingga diikuti pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang baik pula serta suhu air juga dapat mempengaruhi kelarutan oksigen di dalam perairan dan berpengaruh terhadap proses kimia dan biologi perairan. Nilai pH yang didapatkan selama pemeliharaan benih ikan kakap putih adalah 7,6 dimana nilai ini menunjukkan nilai pH yang normal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan kakap putih. Nilai Salinitas yang diperoleh adalah 31 ppt, nilai salinitas selama penelitian ini masih dalam keadaan normal untuk pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan kakap putih.

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rayes (2013) bahwa ikan kakap putih dapat dipelihara dan bertahan hidup pada salinitas perairan yang laus, akan tetapi biasanya setelah menjadi benih ikan kakap putih akan berkembang dan tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 30-32 ppt. Selama pemeliharaan nilai oksigen terlarut yang didapatkan berkisar antara 5,1-5,3 ppm, dimana nilai oksigen

terlarut ini dapat dikatakan menunjukkan nilai yang optimum untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan kakap putih. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan WWF Indonesia (2015) yang menyatakan bahwa kisaran oksigen terlarut optimum untuk pertumbuhan benih ikan kakap putih yaitu lebih dari 4 ppm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai LC₅₀ ekstrak daun sirih yang diberikan pada ikan kakap putih adalah 107,01 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih bersifat toksik dan karena ekstrak daun sirih mempunyai nilai LC₅₀ < 1000 ppm. Namun toksisitas pada ekstrak daun sirih termasuk dalam kategori racun yang sedang karena masih berkisar antara 10-100. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sirih, maka jumlah kematian benih ikan kakap putih pun semakin banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustono, Widiana, P. S., Yudi, C. (2009). Pemberian Pakan dengan Energi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Kerapu *Tikus (Cromileptes altivelis)*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol.1 (2). DOI: <http://dx.doi.org/10.20473/jipk.v1i2.11681>
- Aulung, A & Christiani, C. (2010). Daya Larvisida Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* L. *Majalah Kedokteran*. Vol,27 (1). DOI: <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/mk/article/view/1676/1321>
- Alifuddin, M. (2002). Imunostimulasi Pada Hewan Akuatik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol.1 (2) :87-92. DOI: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jai>
- Cania, E & Endah, S. (2013). Uji Efektivitas Larvisida Ekstrak Daun legundi (*Vitex trifolia*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Medical journal*. Vol.2 (4).
- Dewilda, Y., Reri, A & Fano, F.I. (2012). Degradasi Senyawa Fenol Oleh Mikroorganisme Laut. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.9 (1) :59-73. DOI: <http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak9-1/7-YMD.pdf>
- Ferdinandus, A. B. (2019). *Penggunaan Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L) Untuk Pengobatan Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Yang Diinfeksi Bakteri Aeromonas hydrophila*. Skripsi: Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.Palembang. DOI: <https://repository.unsri.ac.id/11957/>
- Hikmayani, Y., Deswati, R.H & Nasution, Z. (2013). Evaluasi dan Strategi Peningkatan Keberhasilan Pelaksanaan Program Pengembangan Usaha Mina Pedesaan Perikanan Budidaya (PUMP PB): Pendekatan Analisis Prospektif. *Jurnal Kebijakan Sosek KP*. Vol.3 (1):47-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jksekp.v3i1.232>
- Kaihena, M., Vika, L & Maria, N. (2011). Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper betle* L) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles sp* dan *Culex*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Pattimura*.
- Kumalasari, M. L. F & Funsu, A. (2020). Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Daun kemangi (*Ocimum basilicum* L). *Indonesian Journal for Health Sciences*. Vol.4 (1) :39-44. DOI: <http://journal.umpo.ac.id/index.php/IJHS/article/view/2279/1309>
- Rayes, R.D., Wayan, S., Nanda D & Apri, I.S. (2012). Pengaruh Perubahan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*, Bloch). *Jurnal Kelautan*, 6(1), 47-56. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v6i1.832>
- Rizkillah, N. (2013). Uji Toksisitas Akut Ekstrak n-Heksan Daun Garcinia benthami Pierre Terhadap Larva Artemia salina Leach Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). Skripsi: Program Studi pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. DOI: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/26401/1/Nur%20Rizqillah-FKIK.pdf>
- Sumiati, E. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kloroform dan Ekstrak Etanol Biji Bidara Laut (*Strychnos ligustrina* BI) Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Dan *Salmonella thypi*. *Jurnal Ilmiah Biologi*. Vol.2 (1) :1-10. DOI: <https://doi.org/10.24252/bio.v2i1.461>

- Tyas, N. M., Djamar, T. F. L. B & Ridwan, A. (2016). Uji Toksisitas Letal Cr⁶⁺ Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol.21 (2) :128-132. DOI: 10.18343/jipi.21.2.128
- Wahjuningrum, D., Solikhah, E.H., Budiardi, T & Setiawati, M. (2010). Pengendalian Infeksi *Aeromonas hydrophila* Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) dengan Campuran Meniran (*Phyllanthus niruri*) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) dalam Pakan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol.9 (2) :93-103.
- Wahyuni, D & Loren, I. (2015). Perbedaan Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Sainetifika*. Vol.17 (1) :38-48. DOI: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/STF>
- Warsito, R. (2015). Uji Toksisitas Ekstrak Daun Kamboja (*Plumiera rubra* L.) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi: Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Sumatera. DOI: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/50204>.
- WWF Indonesia. 2015. Budidaya Ikan Kakap Putih. WWF-Indonesia Jakarta