



Jurnal Sains Akuakultur Tropis

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698

Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

PENGARUH EUGENOL TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH DAN KELULUSHIDUPAN BENIH IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*, Lac.) SELAMA DAN SETELAH PERIODE TRANSPORTASI SISTEM TERTUTUP

The Effect of Eugenol on Blood Glucose Level and Survival Rate of Gouramy (Osphronemus gouramy, Lac.) Fries During and After the Transportation Period by Using a Closed Transportation System

Arika Midihatama, Subandiyono*, Alfabetian Harjuno Condro Haditomo

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah –50275, Telp/Fax. +62247474698

*Corresponding author: s_subandiyono@yahoo.com

ABSTRAK

Masalah yang sering dihadapi dalam transportasi ikan gurami adalah rendahnya tingkat kelulushidupan. Penambahan eugenol diharapkan mampu menekan laju metabolisme, sehingga kematian dapat diminimalkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kadar glukosa darah dan kelulushidupan gurami selama proses transportasi sistem tertutup. Metode penelitian ini adalah metode eksperimental rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan pada media transportasi dengan eugenol 0,000; 0,002; 0,004; dan 0,006 ml/L, masing-masing untuk perlakuan A, B, C, dan D. Data yang diambil ada 2, yaitu periode transportasi dan pemeliharaan, yang dilakukan selama 10 hari. Variabel yang diukur saat transportasi adalah kadar glukosa darah dan kelulushidupan (SR). Variabel yang diukur saat pemeliharaan adalah SR. Parameter kualitas air yang diamati adalah suhu, oksigen terlarut (DO), tingkat keasaman (pH), dan amonia (NH₃). Hasil penelitian dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan masing-masing dengan selang kepercayaan 95%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, konsentrasi maksimal eugenol yang dapat digunakan untuk transportasi adalah 0,002 ml/L.

Kata Kunci : Eugenol, Kadar Glukosa Darah, Kelulushidupan, Gurami, Transportasi.

ABSTRACT

The problem that often encountered in transportation of the fish included low survival levels during and after the transportation period. The addition of eugenol in transportation media might suppress the metabolism rate of the fish; so that, the fish mortality during transportation could be minimized. This study was aimed to examine the blood glucose levels and survival rate of the trial fish during and after the transportation period by using a closed transportation system. The experimental method used was completely randomized design with 4 treatments and 3 replications for each treatment. The four treatments were the addition of eugenol into the transportation media with the concentrations of 0,000; 0,002; 0,004; and 0,006 ml/L water, for treatment A, B, C, and D respectively. There were 2 data gained, namely during and after the transportation period. After period transportation the trial fish was reared for 10 days and fed on commercial feed. The variables measured during transportation period were blood glucose levels, and survival rate (SR). The variables measured during rearing period were SR. The water quality parameters observed during the transportation and rearing period were temperature, dissolved oxygen (DO), acidity (pH), and total ammonia. The data were analyzed by ANOVA and continued with Duncan test each with 95% confidence interval. Based on the results it was concluded that, the maximum concentration of eugenol could be used for transportation is 0,002 ml/L.

Keywords : Eugenol, Blood Glucose Levels, Survival rate, Gouramy, Transportation..

PENDAHULUAN

Masalah yang sering dihadapi dalam transportasi ikan gurami adalah rendahnya tingkat kelulushidupan selama dan setelah proses transportasi. Hal tersebut diduga adanya proses metabolisme dan persaingan dalam konsumsi oksigen, sementara ketersediaan oksigen dalam media semakin menurun. Fenomena tersebut diduga dapat membuat benih ikan selama proses transportasi lebih berkompetisi dalam mendapatkan oksigen sehingga memacu ikan semakin stres. Stres dalam kondisi oksigen yang semakin rendah diduga memicu kematian ikan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi ikan stres adalah dengan menekan aktivitas metabolisme ikan agar konsumsi oksigen selama transportasi rendah, namun tetap mempertimbangkan aspek fisiologis kesehatan ikan yang dapat berakibat pada kematian ikan. Sehingga diperlukan teknik transportasi ikan hidup yang dapat menjamin ikan sampai ke konsumen dalam keadaan masih hidup (Syamdidi *et al.* 2006).

Teknik transportasi ikan hidup yang biasa digunakan masyarakat adalah sistem basah menggunakan drum plastik. Upaya untuk meningkatkan kapasitas angkut telah dilakukan dengan mengurangi jumlah air yang digunakan atau meningkatkan jumlah ikan yang diangkut. Namun demikian, upaya tersebut masih belum di ikuti dengan upaya untuk meningkatkan ketahanan hidup ikan sehingga masih banyak masalah yang dihadapi (Syamdidi *et al.* 2006).

Upaya ini dapat dilakukan dengan pemberian anestesi, misalnya dengan menggunakan eugenol. Senyawa tersebut dikenal sebagai anestesi pada ikan maupun hewan. Proses pemingsanan dengan anestesi dikenal dengan imotilisasi. Menurut Abid *et al.* (2014), anestesi ikan merupakan suatu tindakan yang membuat kondisi dimana tubuh ikan kehilangan kemampuan untuk merasa karena aktivitas respirasi dan metabolisme rendah, sehingga ikan akan mengalami perubahan secara fisiologis dari keadaan sadar menjadi sedasi.

Bahan anestesi dapat berupa bahan alami dan bahan kimia sintetik. Bahan alami banyak digunakan karena lebih aman sebagai bahan anestesi. Eugenol merupakan senyawa aromatik yang dapat digunakan sebagai bahan anestesi. Menurut Ilhami *et al.* (2015) senyawa aromatik seperti *eugenol*, *polyfenol*, *etanol*, dan minyak atsiri (*geraniol*, *sitronellol*, *linalol*, dan *fenetil alkohol*) yang dapat memberikan efek halusinasi dan menekan laju metabolisme tubuh pada konsentrasi tertentu sehingga potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan anestesi.

Senyawa eugenol yang mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$ mengandung beberapa gugus fungsional yaitu alil ($-CH_2-CH=CH_2$), fenol ($-OH$), dan metoksi ($-OCH_3$). Senyawa eugenol merupakan komponen utama yang terkandung dalam minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dengan kandungan dapat mencapai 70-96% (Towaha, 2012). Menurut Sumahiradewi (2014) eugenol sangat efektif walaupun dalam dosis rendah, mudah dalam proses induksi, waktu pemulihan kesadaran lebih lama, dan harganya yang jauh lebih rendah dibandingkan bahan kimia lainnya.

Uji coba senyawa eugenol pada proses transportasi perlu dilakukan pada ikan gurami yang diketahui sebagai komoditas unggulan. Diharapkan ikan dengan penambahan eugenol memiliki tingkat kelulushidupan lebih tinggi. Penelitian ini diharapkan bisa mengetahui konsentrasi eugenol yang optimal selama proses transportasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh konsentrasi eugenol terhadap kadar glukosa darah dan kelulushidupan ikan gurami pada saat dan sesudah transportasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2017 sampai dengan bulan September 2017. Kegiatan penelitian dilakukan di Ngrajek, Magelang dan di Laboratorium Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ikan gurami, eugenol, wadah plastik volume 5 L, kertas label, botol sampel 50 ml, pisau, gelas ukur, dan *styrofoam*. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *water quality checker* (WQC), pipet ukur 1 ml, pulp, *stopwatch*, dan pengukur kadar glukosa darah digital.

Metode Penelitian

Ikan gurami yang digunakan diperoleh dari petani ikan daerah Ngrajek, Muntilan. Sebelum transportasi, ikan gurami dipuasakan selama 24 jam, untuk mengurangi aktivitas metabolisme. Ikan kemudian ditransportasikan selama 6 jam tanpa diberi pakan. Pasca transportasi, ikan dipelihara selama 10 hari untuk melihat tingkat kelulushidupan ikan gurami.

Variabel penelitian selama periode transportasi meliputi: kadar glukosa darah dan kelulushidupan, sedangkan pada periode pemeliharaan adalah kelulushidupan. Pengamatan kualitas air meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), amonia (NH_3), dan tingkat keasaman (pH).

a. Kadar Glukosa Darah

Pengukuran menggunakan alat pengukur kadar glukosa darah digital. Caranya dengan memasukan kertas strip ke dalam alat digital, ditunggu hingga alat memunculkan gambar darah. Pengambilan darah melalui vena kaudal yang berada di pangkal ekor ikan. Kertas strip kemudian ditempelkan pada darah yang keluar, dan ditunggu hingga hasil muncul dilayar.

b. Kelulushidupan (SR)

Menurut Effendi (1979) dalam Setiawati *et al.* (2008) *Survival Rate* (SR) merupakan persentase kelulushidupan ikan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{\text{Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)}}{\text{Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)}} \times 100 \%$$

Parameter Kualitas Air

Pengamatan kualitas air pada periode transportasi dilakukan di awal dan akhir. Pada periode pemeliharaan pengamatan kualitas air yaitu amonia dilakukan pada awal dan akhir penelitian, sedangkan pengamatan kualitas air seperti DO, pH, dan suhu dilakukan setiap hari. Pengukuran kandungan amonia dianalisis menggunakan *spectrophotometer*, sedangkan pengukuran pH, oksigen terlarut (DO), dan suhu menggunakan *Water Quality Checker* (WQC) dengan mencelupkan ujung alat indikator ke dalam air kemudian menunggu hingga konstan dan mencatat nilainya.

Rancangan Percobaan

Metode penelitian ini adalah metode eksperimental rancangan acak lengkap (RAL) berupa 4 perlakuan 3 ulangan. Konsentrasi eugenol yang digunakan yaitu A (0 ml/L), B (0,002 ml/L), C (0,004 ml/L), dan D (0,006 ml/L). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, dengan probabilitas masing-masing percobaan sama. Selama pemeliharaan dilakukan pergantian air menggunakan air masing-masing perlakuan sebanyak 20% hingga 30% untuk menjaga penurunan kualitas media pemeliharaan.

HASIL

Kadar Glukosa Darah

Data rerata kadar glukosa darah benih gurami selama periode transportasi menunjukkan hasil terendah pada perlakuan pemberian eugenol dengan konsentrasi 0,002 ml/L (B) yakni sebesar 80,67±14,36 mg/L dan nilai glukosa tertinggi pada perlakuan pemberian eugenol dengan konsentrasi 0,006 ml/L (D) yaitu sebesar 123,67±15,14 mg/L. Data rerata kadar glukosa darah benih gurami selama periode transportasi dapat pula dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kadar Glukosa Darah Ikan Gurami (*O. gouramy*) Selama Periode Transportasi.

Ulangan	Perlakuan (mg/L)			
	A	B	C	D
1	86	70	106	141
2	90	75	79	113
3	100	97	109	117
Rerata±SD	92± 7,21 ^a	80,67± 14,36 ^a	98±16,52 ^{ab}	123,67±15,14 ^b

Keterangan: Nilai dengan huruf *Superscript* yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P>0,05).

Kelulushidupan Selama Periode Transportasi

Data rerata kelulushidupan benih gurami selama periode transportasi menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Data rerata kelulushidupan benih gurami selama periode transportasi dapat pula dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kelulushidupan Ikan Gurami (*O. gouramy*) selama Periode Transportasi.

Ulangan	Perlakuan (%)			
	A	B	C	D
1	100	100	100	100
2	100	100	90	90
3	100	100	100	95
Rerata± SD	100,00±0,00 ^a	100±0,00 ^a	96,67±5,77 ^a	95,00±5,00 ^a

Keterangan: Nilai dengan huruf *Superscript* yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata (P<0,05).

Parameter Kualitas Air Selama Periode Transportasi

Parameter kualitas air media transportasi menunjukkan nilai yang masih sesuai berdasarkan kelayakan untuk kegiatan transportasi ikan. Data pengamatan parameter kualitas air selama periode transportasi tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter Kualitas Air Ikan Gurami (*O. gouramy*) Selama Transportasi

Perlakuan	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air Saat Transportasi			
	Suhu ($^{\circ}$ C)	pH	DO (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
A	26,5-26,9	7	3,72-3,78	0,0008-0,0034
B	26,5-26,6	6,97-7	3,61-3,68	0,0002-0,0059
C	26,7-26,8	6,89-7	3,58-3,68	0,0009-0,0034
D	26,5-26,9	6,84-6,95	3,33-3,55	0,0009-0,0137
kelayakan	25-33 ^a	7-9 ^a	>2 ^b	<0,02 ^b

Keterangan:

^a)Ghufran, et al. (2007),

^b)Ghozali (2007)

Kelulushidupan Setelah Periode Transportasi

Data rerata kelulushidupan benih gurami selama periode transportasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Data rerata kelulushidupan benih gurami setelah periode transportasi tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kelulushidupan Ikan Gurami (*O. gouramy*) Setelah Periode Transportasi

Ulangan	Perlakuan (%)			
	A	B	C	D
1	90	90	80	70
2	85	85	80,40	42,88
3	90	95	75	48,24
Rerata \pm SD	88,33 \pm 2,89 ^b	90,00 \pm 5,00 ^b	78,47 \pm 3,01 ^b	53,71 \pm 14,36 ^a

Keterangan: Nilai dengan huruf *Superscript* yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (A:0,00; B:0,002; C:0,004; dan D:0,006 ml/L).

Parameter Kualitas Air Selama Pemeliharaan

Parameter kualitas air media pemeliharaan menunjukkan nilai yang masih sesuai berdasarkan kelayakan untuk kegiatan budidaya. Data parameter kualitas air pada media pemeliharaan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 5. Nilai Parameter Kualitas Air Ikan Gurami (*O. gouramy*) Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air			
	Suhu ($^{\circ}$ C)	pH	DO (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
A	26,8-29,9	7,56-7,70	3,30-3,69	0,001-0,053
B	26,6-29,9	7,61-8,01	3,42-3,65	0,001-0,089
C	26,6-29,3	7,63-8,04	3,19-3,68	0,001-0,083
D	26,7-29,3	7,63-7,95	3,18-3,55	0,001-0,014
kelayakan	28-30 ^a	6,5-9 ^b	3-7 ^b	0-0,12 ^b

Keterangan:

^a)Oktavianto *et al.* (2014),

^b)Nirmala dan Rasmawan (2010)

PEMBAHASAN

Kadar Glukosa Darah

Nilai kadar glukosa darah dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tingkat stres pada ikan. Semakin tinggi kadar glukosa darah, tingkat stres yang dialami oleh ikan juga semakin tinggi. Menurut Rachmawati *et al.* (2010), ikan yang mengalami stres akan mengalami peningkatan glukokortikoid yang berakibat pada meningkatnya kadar glukosa darah akibat kebutuhan energi yang tinggi pada saat stres. Dari pernyataan tersebut, mengindikasikan bahwa ikan D mengalami stres yang lebih tinggi dari perlakuan lain. Kadar glukosa darah normal untuk ikan mengandung 40-90 mg/L (Rahardjo *et al.*, 2011).

Tingginya kadar glukosa darah merupakan dampak adanya respon stres pada ikan. Anestesi mampu menimbulkan respon stres pada ikan. Menurut Lumanauw *et al.* (2016) respon stres merupakan suatu keadaan dimana terjadi perubahan fisiologis tubuh sebagai reaksi terhadap kerusakan jaringan yang ditimbulkan oleh keadaan-keadaan seperti anestesia, pembedahan, syok, dan infeksi. Terjadinya respon stres dapat meningkatkan sekresi kortisol dan menyebabkan peningkatan kadar gula darah. Nilai kadar glukosa darah yang tinggi pada penambahan eugenol sebesar 0,006 ml/L (perlakuan D) diduga karena adanya respon stres yang timbul akibat penggunaan anestesi.

Ikan dengan penambahan eugenol sebesar 0,002 ml/L (perlakuan B) menunjukkan kadar glukosa darah yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini karena dosis senyawa anestesi yang digunakan cukup rendah, sehingga mampu menurunkan metabolisme ikan. Hal tersebut sesuai dengan Septiarusli *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan anestesi bertujuan untuk menekan metabolisme serta mengurangi risiko ikan mengalami stres.

Berdasarkan hasil pengamatan frekuensi bukaan operkulum ikan gurami menunjukkan hasil terendah pada ikan dengan penambahan eugenol sebesar 0,006 ml/L (perlakuan D) dan tertinggi pada penambahan 0 ml/L (perlakuan A). Pada perlakuan dengan penambahan dosis eugenol, bukaan operkulum lebih lambat dari tanpa penambahan eugenol. Hal tersebut dibenarkan oleh Hu (2001), pada proses anestesi ikan terlihat respon ikan yang menurun dan gerak operkulum yang melambat sehingga menurunkan tingkat respirasi ikan. Penurunan laju respirasi akan mengganggu proses metabolisme ikan, ketika tingkat metabolisme ikan rendah hal ini akan menyebabkan ikan tidak mampu untuk menanggapi respon dari luar akibat penurunan mekanisme kerja otak menurun akibat kekurangan oksigen dan dapat melumpuhkan sistem syaraf motorik ikan.

Kelulushidupan Selama Periode Transportasi

Berdasarkan data kelulushidupan di atas, penambahan eugenol dapat memengaruhi tingkat kelulushidupan ikan selama periode transportasi. Konsentrasi eugenol yang sesuai mampu meningkatkan kelulushidupan ikan setelah pengangkutan, namun jika tidak sesuai dapat menyebabkan kematian. Rendahnya tingkat kelulushidupan pada penambahan eugenol 0,006 ml/L (perlakuan D) karena pemberian konsentrasi eugenol yang terlalu tinggi. Menurut Riesma *et al.* (2014) semakin rendah konsentrasi minyak cengkeh yang digunakan maka kelangsungan hidup hewan uji akan tinggi dan semakin tinggi konsentrasi minyak cengkeh yang digunakan maka kelangsungan hidup ikan uji semakin rendah. Hal ini dikarenakan ikan uji tidak mampu menoleransi kandungan senyawa eugenol pada minyak cengkeh yang terlalu tinggi. Sehingga penggunaan obat bius harus hati-hati, karena pada dasarnya obat itu beracun (Dayat dan Sitanggang, 2014).

Tingginya tingkat kelulushidupan pada perlakuan A diduga karena kondisi ikan yang dalam kondisi yang sehat dan baik. Sedangkan untuk perlakuan B karena konsentrasi eugenol yang diberikan sedikit, sehingga tidak menimbulkan infeksi dan mengakibatkan tingkat kelulushidupannya tetap tinggi. Beberapa faktor seperti guncangan dan suhu sepertinya tidak berpengaruh pada tingkat kelulushidupan selama transportasi. Berdasarkan hasil di atas, penggunaan konsentrasi eugenol 0,006 ml/L atau lebih tidak dianjurkan untuk kegiatan transportasi ikan. Ikan pada penambahan eugenol sebesar 0,006 ml/L (perlakuan D) menunjukkan tingkat stres yang tinggi dan berpengaruh pada tingkat kelulushidupan benih gurami.

Kelulushidupan Setelah Periode Transportasi

Berdasarkan pada hasil yang didapat selama penelitian dapat dilihat, bahwa ikan dengan penambahan eugenol sebesar 0,006 ml/L (perlakuan D) terus mengalami kematian setelah periode transportasi atau masa pemeliharaan. Pada konsentrasi eugenol 0,002 ml/L (perlakuan B) kematian yang terjadi tidak begitu banyak ketimbang pada perlakuan A. Terjadinya kematian pada setiap perlakuan disebabkan oleh lemahnya kondisi ikan setelah proses transportasi dan harus mendapat lingkungan yang baru. Selain itu diduga ikan mengalami kerusakan jaringan akibat penambahan eugenol pada saat periode transportasi. Hal ini diperkuat oleh Rindanto dan Istanto (2013) respon stres merupakan sebuah reaksi terhadap kerusakan jaringan yang ditimbulkan oleh keadaan syok, trauma, anestesi, dan infeksi.

Parameter Kualitas Air Selama dan Setelah Periode Transportasi

Berdasarkan hasil penelitian nilai parameter kualitas air selama dan setelah periode transportasi, yaitu untuk nilai suhu sudah dalam kisaran yang disarankan. pH pada pemeliharaan masih berada pada kisaran yang dianjurkan. Variabel DO pada pemeliharaan masih berada pada kisaran yang dianjurkan. Begitupun dengan amonia masih pada kisaran yang dianjurkan. Penambahan kadar amonia pada saat proses transportasi, diduga berasal dari cadangan energi ikan gurami tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil selama penelitian ini adalah bahwa pada periode transportasi, konsentrasi maksimal eugenol yang dapat ditambahkan ke dalam media transportasi adalah sebesar 0,002 ml/L.

Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Pengamatan histologi hendaknya dilakukan pada insang setelah proses transportasi untuk melihat adanya kerusakan yang ditimbulkan oleh eugenol.
2. Volume air pemeliharaan hendaknya disesuaikan dengan jumlah ikan yang hidup setelah proses transportasi.
3. Pengamatan respon ikan terhadap pakan setelah periode transportasi hendaknya dilakukan untuk melihat nafsu makan ikan setelah periode transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, M.S., Endang D.M., dan Prayogo. 2014. Potensi Senyawa Metabolit Sekunder Infusum Daun Durian (*Durio zibethinus*) terhadap Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Transportasi Ikan Hidup Sistem Kering. *J. Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6(1): 93-99.
- Dayat, M. dan Sitanggang. 2004. Budi Daya Koi Blitar. Penerbit PT Agro Media Pustaka. Depok. Hal: 63-68.
- Ghozali, M.F.R. 2007. Pengaruh Penambahan Zeolit dan Karbon Aktif terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Maanvis (*Pterophyllum scalare*) pada Pengangkutan Sistem Tertutup. Skripsi. IPB. Bogor.
- Ghufran, M., H. Kordi, A.B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Hu, H. 2001. Mechanisms of Anesthetic Action: Oxygen Pathway Perturbation Hypothesis. Departement of Pathology the Mount Sinai Medical Centre. New York. 17 p.
- Ihhami, R., M. Ali, dan B. Putri. 2015. Transportasi Basah Benih Nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan Ekstrak Bunga Kamboja (*Plumeria acuminata*). *J. Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(2): 389-396.
- Lumanauw, I.F., H.F. Tambajong, dan B.I. Kambey. 2016. Perbandingan Kadar Gula Darah Pasca Pembedahan dengan Anestesia Umum dan Anestesia Spinal. *Jurnal e-Clinic (eCl)*. 4(2).
- Nirmala, K. dan Rasmawan. 2010. Kinerja Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus goramy* Lac.) yang ipelihara pada Media Bersalinitas dengan Paparan Medan Listrik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(1):46-55.
- Oktavianto, D., U. Susilo, dan S. Priyanto. 2014. Respon Aktivitas Amilase dan Protease Ikan Gurami *Osphronemus gouramy* Lac. terhadap Perbedaan Temperatur Air. *Scripta Biologica*. 1(4): 14-18.
- Rachmawati, F.N., U. Susilo, dan Y. Sistiana. 2010. Respon Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Distimulasi dengan Daur Pemuasaan dan Pemberian Pakan Kembali. Semnas Biologi, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Rahardjo, M.F., Sjafei D.S., Affandi R., dan Sulistiono. 2011. Ikhtologi. Jakarta: Lubuk Agung
- Riesma, B.A., H. Hasan, dan E.I. Rahardjo. 2014. Pengaruh Konsentrasi Minyak Cengkeh (*Eugenia aromatica*) terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) dalam Transportasi Sistem Tertutup.
- Rindanto dan W. Istanto. 2013. Pengaruh Morfin dan Klonidin pada Bupivakain Dosis Rendah pada Anestesi Spinal untuk Bedah Sesar Ditinjau dari Perubahan Hemodinamik dan Kadar Glukosa Darah. *Medica Hospitalia*. 2(2): 6-13.
- Septiarusli, I.E., K. Haetami, Y. Mulyani, dan Danar D. 2012. Petensi Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Biji Buah Keben (*Barringtonia asiatica*) dalam Proses Anestesi Ikan Kerapu Macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 295-299.
- Setiawati, M., R. Sutajaya, dan M.A. Suprayudi. 2008. Pengaruh Perbedaan Kadar Protein dan Rasio Energi Protein Pakan terhadap Kinerja Pertumbuhan Fingerling Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *J. Akuakultur Indonesia*. 7(2): 171-178.
- Sumahiradewi, L.G. 2014. Pengaruh Konsentrasi Minyak Cengkeh (*Eugenia aromatica*) terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) Pada Proses Transportasi. *Media Bina Ilmiah*. 8(1): 42-45.
- Syamdid, D. Ikasari, dan S. Wibowo. 2006. Studi Sifat Fisiologi Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) pada Suhu Rendah untuk Pengembangan Teknologi Transportasi Ikan Hidup. *J. Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 1(1): 75-83.
- Towaha, J. 2012. Manfaat Eugenol Cengkeh dalam Berbagai Industri di Indonesia. *Perspektif*. 11(2): 79-90.