

Potensi Ekstrak Daun Picung (*Pangium edule*) sebagai Bahan Pemingsan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Transportasi Sistem Kering

Potency of Pangium edule Leaf Extract as Anesthetic Material on Dry Transportation System of Oreochromis niloticus

Aris Munandar*, Forcep Rio Indaryanto, Hana Nurullita Prestisia, Novi Muhdani

Program Studi Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Raya Jakarta KM. 04. Pakupatan, Serang-Banten

^{*)}Penulis untuk korespondensi: aris.munandar@untirta.ac.id

ABSTRACT

Consumer demand for live fish commodities has increased, especially for the type of fish that have high economic value, one of which is tilapia (*Oreochromis niloticus*). Good handling transportation system is needed to make fish still alive until destination. The purpose of this research is to determine the concentration of *Pangium edule* leaves extract best as the fainting of tilapia in fish transportation. This research method was an experiment with two replications with each concentration 0, 600, 800, 1000, 1300, 1700 and 2500 ppm. The research consists of a preliminary research to determine the limited concentration extract of *Pangium edule* leaves that can make mortality to the fish and primary research to determine effective concentration as anaesthetic material and application during dry transportation system. The results showed that the effective concentration of *Pangium edule* leaves was 2500 ppm with faint average 35 minutes and recovery time was 5 minutes. Application of *Pangium edule* leaves extract for the dry transportation system with a concentration of 2500 ppm reached an optimum level of survival rate was 100% for 2 hours.

Keywords: Anesthetic, *Oreochromis niloticus*, *Pangium edule*

ABSTRAK

Permintaan konsumen untuk komoditas ikan hidup meningkat, terutama untuk jenis ikan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, salah satunya adalah nila (*Oreochromis niloticus*). Sistem transportasi dengan penanganan yang baik diperlukan untuk membuat ikan tetap hidup sampai tujuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi ekstrak daun picung (*Pangium edule*) terbaik sebagai bahan pemingsan ikan nila dalam transportasi ikan. Penelitian ini dilakukan dalam dua kali ulangan dengan perbedaan konsentrasi ekstrak daun picung sebesar 0, 600, 800, 1000, 1300, 1700, 2200 dan 2500 ppm. Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan untuk mengetahui konsentrasi ekstrak daun picung yang dapat membuat mortalitas pada ikan dan penelitian utama untuk menentukan konsentrasi terbaik sebagai bahan pemingsan dan transportasi sistem kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi daun picung yang paling efektif adalah 2500 ppm dengan rata-rata waktu pingsan 35 menit dan sadar setelah 5 menit. Penerapan ekstrak daun picung untuk sistem transportasi kering dengan konsentrasi 2500 ppm mencapai tingkat ketahanan hidup optimum 100% selama 2 jam.

Kata kunci: Bahan pemingsan, daun picung, ikan nila

PENDAHULUAN

Konsumsi ikan nasional selalu mengalami peningkatan, tercatat pada tahun 2014 konsumsi ikan nasional adalah

37,89 kg/kapita. Salah satu jenis ikan yang populer di masyarakat adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila merupakan ikan konsumsi yang merupakan salah satu komoditas unggulan. Pada tahun 2014,

produksi ikan nila tercatat sebesar 912.613,29 ton, dengan rata-rata kenaikan produksi sebesar 19,03% (KKP 2015). Peningkatan konsumsi ikan juga diikuti dengan peningkatan kesadaran konsumen terhadap keamanan pangan. Permintaan konsumen terhadap ikan konsumsi sudah mengalami pergeseran, dari ikan segar (beku) menjadi ikan hidup (Dobsikova *et al.* 2009). Hal itu disebabkan ikan yang masih hidup selain memiliki rasa dan kualitas yang baik, keamanan pangannya juga terjamin. Oleh karena itu, pendistribusian ikan nila juga harus baik untuk mendukung besarnya permintaan ikan terhadap jenis tersebut.

Salah satu cara yang paling efektif untuk melakukan distribusi ikan adalah dengan cara transportasi ikan hidup. Proses awal untuk melakukan transportasi ikan hidup adalah pemingsanan ikan dengan menggunakan zat anestetik. Proses pemingsanan pada ikan secara komersial biasanya menggunakan zat anestetik sintesis seperti *tricaine* (MS-222). Namun, Penggunaan zat anestetik sintesis akan memberikan efek negatif pada ikan dan juga manusia sebagai konsumen. Penggunaan bahan kimia sebagai bahan anestetik dapat meninggalkan residu yang berbahaya bagi ikan, manusia dan lingkungan (Saskia *et al.* 2012). Residu pada tubuh ikan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, menurunnya daya tetas telur, toksisitas dan penurunan kualitas telur ikan sehingga perlu dicari bahan alternatif yang lebih baik dalam pembiusan ikan (Daud *et al.* 1997). Selain itu, MS-222 memiliki harga yang relatif mahal dan sulit untuk dicari.

Beberapa penelitian mengenai pemingsanan ikan dengan menggunakan bahan alami telah banyak dilakukan. Bahan yang digunakan antara lain alga laut (*Caulerpa racemosa*), minyak sereh (*Cymbopogon* sp.), minyak cengkeh (*Sygnium aromaticum*), daun jambu (*Psidium guajava*), ekstrak umbi teki (*Cyperus rotundus*), dan infusum daun durian (Pramono 2002; Supriyono *et al.* 2010; Saskia *et al.* 2012; Suwandi *et al.* 2013; Hanum 2014; Munandar *et al.* 2017). Bahan anestesi alami biasanya didapatkan dari bahan kimia alami yang dihasilkan dari metabolit sekunder pada tanaman tingkat tinggi. Daun picung (*Pangium*

edule) memiliki kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, kuinon, steroid, dan triterpenoid (Rusman 2002; Syahbirin *et al.* 2007). Senyawa saponin dan alkaloid pada daun picung berpotensi sebagai zat pemingsan pada ikan. Oleh karena itu harus dilakukan penelitian potensi daun picung sebagai bahan anestesi alternatif. Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi ekstrak daun picung (*Pangium edule*) terbaik sebagai pemingsan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) dalam transportasi ikan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ikan nila (*O. niloticus*) dengan berat 200-250 g, ekstrak daun picung (*Pangium edule*), serbuk gergaji, akuades, NH₄Cl, MnSO₄, chlorox, dan reagen fenat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *homogenizer* (Hitachi), akuarium, aerator, timbangan analitik (Krisbow), DO meter (WalkLab), dan spektrofotometer (Hitachi).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yakni penelitian pendahuluan dan utama. Penelitian pendahuluan meliputi ekstraksi (Sulistianingsih 2014) dan penentuan ambang atas dan bawah. Penelitian utama meliputi penentuan daya anestesi menggunakan EC-100 (*Effective Concentration*), pengukuran kualitas air sebelum dan sesudah pemberian ekstrak serta transportasi ikan.

Penentuan ambang atas dan bawah dinyatakan dengan *Lethal Concentration* (LC-100). Ambang bawah yaitu konsentrasi yang masih memungkinkan ikan hidup sebanyak 95% yang diujikan selama 48 jam. Ambang atas adalah konsentrasi yang dapat menyebabkan seluruh hewan uji mati selama 24 jam. Derajat konsentrasi yang digunakan untuk menentukan ambang batas adalah 0, 100, 500, 1000, 2500, dan 5000 ppm. Perhitungan ambang atas dan bawah dilakukan pada wadah 10 L yang berisi 3 ikan setiap wadah. Pengamatan dilakukan pada

jam ke-24 dan ke-48. Dosis perlakuan pada uji daya anestetik ekstrak daun picung didapatkan dari rumus menurut APHA (2005):

$$\log \frac{N}{n} = k \left(\log \frac{a}{n} \right) \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d} = \frac{N}{e} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- N = Konsentrasi ambang atas
- n = Konsentrasi ambang bawah
- k = Jumlah konsentrasi yang diuji
- a = Konsentrasi terkecil dalam deret yang ditentukan

Pengamatan kualitas air dilakukan sebelum dan sesudah pemberian ekstrak daun picung selama proses anestesi. Parameter yang diukur antara lain suhu, pH, Total Amoniak Nitrogen (TAN) dan DO. Data parameter kualitas air ini dianalisis secara deskriptif.

Proses transportasi diawali dengan pemingsanan ikan terlebih dahulu agar ikan tenang selama perjalanan. Proses pemingsanan menggunakan konsentrasi ekstrak daun picung terbaik. Ikan yang sudah pingsan kemudian dikemas untuk dilakukan transportasi. Pengemasan dilakukan dengan meletakkan hancuran es yang telah ke dalam styrofoam, kemudian serbuk gergaji diletakkan di atas es secara merata. Ikan yang sudah dipingsankan dengan ekstrak daun picung kemudian dibungkus koran lalu dimasukkan ke dalam kotak styrofoam yang sudah berisi es dan serbuk gergaji dengan suhu awal serbuk gergaji adalah 14°C. Setiap kotak styrofoam berisi 3 ekor ikan. Setelah itu ditambahkan serbuk gergaji di atasnya, kotak ditutup dengan rapat dan direkatkan. Setelah proses transportasi dilakukan, kemasan dibongkar dengan masing masing waktu transportasi selama 0, 2, 4, 6 dan 8 jam. Ikan kemudian disadarkan dengan menggunakan aerasi dan lakukan perhitungan kelangsungan hidup (Abid *et al.* 2014).

Metode analisis data yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Jumlah perlakuan yang digunakan disesuaikan dengan hasil dari taraf EC-100 yang didapatkan pada penelitian pendahuluan ambang atas dan ambang

bawah. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan konsentrasi ekstrak daun picung sebagai bahan anestesi ikan nila. Data hasil penelitian selanjutnya diuji statistika dengan RAL (Hanafiah 2004):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = pengaruh ekstrak picung durian ke -i ulangan ke -j
- μ = rata-rata umum
- τ_i = pengaruh perlakuan ke -i
- ϵ_{ij} = pengaruh perlakuan ke -i dan ulangan ke -j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Ambang Batas dan Bawah

Langkah awal untuk melakukan teknik pemingsanan adalah mengetahui konsentrasi ambang atas dan bawah yang digunakan dalam proses pemingsanan. Hasil uji dari ambang atas dan bawah disajikan dalam Tabel 1. Pada konsentrasi 2500 dan 5000 ppm ditemukan kematian ikan sebanyak 100%. Berdasarkan data tersebut, konsentrasi yang digunakan sebagai ambang atas adalah konsentrasi sebesar 2500 ppm karena konsentrasi tersebut lebih efisien jika dibandingkan dengan konsentrasi 5000 ppm. Pada pengujian selama 48 jam, konsentrasi 0 sampai 500 ppm tidak ditemukan kematian ikan uji. Konsentrasi yang digunakan sebagai ambang bawah adalah konsentrasi 500 ppm. Hal ini disebabkan karena konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi tertinggi yang masih memungkinkan ikan nila hidup sebanyak 100% selama 48 jam.

Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka kandungan senyawa aktif akan semakin tinggi dan mortalitas ikan semakin cepat. Kandungan senyawa aktif yang ada pada daun picung diantaranya adalah saponin, alkaloid, flavonoid, steroid, triterpenoid, tanin dan kuinon (Rusman 2002; Syahbirin *et al.* 2007). Kandungan saponin pada ekstrak dapat menyebabkan plasmolisis sel darah merah, sehingga dapat menyebabkan kematian pada ikan (Septiarusli *et al.* 2012). Oleh karena itu, saponin juga disebut dengan *piscidal* karena sifat toksiknya bagi ikan (Sezgin *et al.* 2010). Senyawa

saponin berpengaruh terhadap keseimbangan kationik tertentu di dalam otak dan terganggunya sistem syaraf yang dapat menyebabkan hemolisis sel akibat interaksi senyawa saponin dengan sel darah merah sehingga berkurangnya jumlah oksigen yang berperan sebagai sumber energi (Seeman 1967).

Penentuan Daya Anestesi

Pengujian daya anestesi menggunakan beberapa konsentrasi, yaitu 0, 600, 800, 1000, 1300, 1700, 2200, dan 2500 ppm. Lama

waktu pingsan dan sadar ikan dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 0 sampai 1000 ppm tidak dapat membuat ikan pingsan. Hal ini karena konsentrasi yang diberikan belum bisa mempengaruhi tingkat keseimbangan ikan, tetapi tidak menutup kemungkinan adanya zat aktif yang masuk ke dalam tubuh melalui insang dan difusi membran (Pramono 2002). Selain itu, sifat toleransi terhadap perubahan lingkungan dari ikan nila juga mempengaruhi proses pemingsanan yang dilakukan.

Tabel 1. Hasil uji ambang atas dan ambang bawah pada ikan nila dengan menggunakan ekstrak daun picung

Konsentrasi (ppm)	Letal 24 jam				Letal 48 jam			
	Ulangan		Jumlah	Mortalitas	Ulangan		Jumlah	Mortalitas
	1	2			1	2		
0	0/3	0/3	0/6	0 %	0/3	0/3	0/6	0 %
100	0/3	0/3	0/6	0 %	0/3	0/3	0/6	0 %
500	0/3	0/3	0/6	0 %	0/3	0/3	0/6	0 %
1000	0/3	0/3	0/6	0 %	3/3	3/3	6/6	100%
2500	3/3	3/3	6/6	100%	3/3	3/3	6/6	100%
5000	3/3	3/3	6/6	100%	3/3	3/3	6/6	100%

Tabel 2. Lama waktu pingsan dan waktu sadar selama proses pemingsanan

Konsentrasi (ppm)	Waktu Pingsan (Menit)		Waktu Sadar (Menit)	
	1	2	1	2
0 ppm	-	-	-	-
600 ppm	-	-	-	-
800 ppm	-	-	-	-
1000 ppm	-	-	-	-
1300 ppm	60	60	5	5
1700 ppm	50	55	5	5
2200 ppm	48	45	5	6
2500 ppm	35	38	6	5

Konsentrasi 1300 - 2500 ppm terlihat mampu menunjukkan kinerja dari ekstrak yang diberikan. Hal ini dapat dilihat dari perubahan aktivitas ikan nila. Konsentrasi tersebut dianggap cukup mampu mempengaruhi keseimbangan ikan nila menuju proses pingsan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka waktu yang dibutuhkan untuk pemingsanan semakin cepat. Namun, konsentrasi yang terlalu tinggi dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan kematian pada ikan. Konsentrasi yang terlalu tinggi akan

menyebabkan sel darah merah ikan akan pecah (Septiarusli *et al.* 2012).

Ekstrak daun picung pada proses anestesi ikan nila terlihat adanya interaksi pada respon ikan yang menurun dan gerak operkulum yang melambat menurunkan tingkat respirasi ikan. Penurunan laju respirasi akan mengganggu proses metabolisme ikan. Ketika tingkat metabolisme ikan rendah dapat menyebabkan ikan tidak mampu menanggapi respon dari luar akibat penurunan mekanisme kerja otak menurun akibat kekurangan oksigen dan dapat melumpuhkan sistem syaraf motorik ikan (Hu 2001).

Salah satu kandungan metabolit sekunder yang ada dalam daun picung merupakan saponin. Menurut Lindeboom (2005), saponin bersifat racun bagi hewan yang berdarah dingin seperti ikan, namun tidak berbahaya bagi manusia karena saponin tidak diabsorpsi oleh sistem pencernaan manusia. Oleh karena itu, penggunaan saponin dalam proses pemingsanan dianggap aman bagi konsumen. Semakin tinggi konsentrasi zat pemingsan yang digunakan, maka waktu pingsan ikan akan semakin cepat (Septiarusli *et al.* 2012).

Lama waktu penyadaran ikan setelah proses pemingsanan membutuhkan waktu rata-rata selama 5 menit. Menurut Susanto *et al.* (2014) pada saat ikan pingsan, ikan tidak mengalami kekurangan oksigen yang terlalu banyak, sehingga proses penyadaran membutuhkan waktu yang singkat. Semakin lama ikan dipingsankan akan menyebabkan ikan lebih lama beradaptasi dalam proses penyadaran, karena kekurangan oksigen dalam waktu yang lama menyebabkan otot menjadi lemas dan mengendor (Junianto 2003).

Kualits Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan nila. Pengamatan kualitas air dilakukan sebelum perlakuan dan setelah pemberian ekstrak daun picung selama proses anestesi. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, TAN dan DO. Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan selama proses penelitian disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kualitas air sebelum dan sesudah proses pemingsanan

Perlakuan	Parameter			
	Suhu (°C)	pH	TAN (ppm)	DO (mg/L)
Sebelum	30,1	7,2	0,05	5,8
Sesudah	32°	7,1	0,08	5,6

Suhu air selama proses pemingsanan mengalami peningkatan, yaitu dari 30,1 °C menjadi 32 °C. Namun, secara keseluruhan kisaran suhu selama proses pemingsanan

masih dalam batas normal. Menurut Boyd (1976) dan BSN (2009), kisaran suhu optimal untuk ikan hidup adalah sekitar 25-32°C.

Derajat keasaman (pH) air selama proses pemingsanan mengalami penurunan, yaitu dari 7,2 menjadi 7,1. Penurunan nilai pH ini dipengaruhi oleh peningkatan CO₂ yang dapat mempengaruhi keasaman air (Abdullah 2012). Peningkatan CO₂ tersebut disebabkan karena proses metabolisme ikan. Proses metabolisme akan meningkat menjelang ikan pingsan (Yanto 2012). Hasil penelitian Susanto *et al.* (2014) menunjukkan bahwa derajat keasaman air untuk pemeliharaan benih ikan nila yaitu pada kisaran 6,7-7,1 masih dalam kisaran toleransi ikan nila. Menurut SNI (2009), derajat keasaman (pH) kualitas air yang baik untuk produksi ikan nila kelas pembesaran yaitu 6,5-8,5.

Nilai TAN selama proses pemingsanan mengalami peningkatan, yaitu dari kisaran 0,05 ppm menjadi 0,09 ppm. Peningkatan nilai TAN dipengaruhi oleh akumulasi dari zat sisa yang dikeluarkan selama proses metabolisme pada saat proses pemingsanan berlangsung (Yanto 2012). Hasil metabolisme ikan akan dieksresikan ke lingkungan, salah satunya adalah amonia. Peningkatan amonia yang terjadi akan meningkatkan nilai TAN yang diukur pada air. Namun, nilai TAN tersebut masih memungkinkan ikan untuk hidup.

Oksigen terlarut dalam air dapat mempengaruhi aktivitas ikan nila dan berpengaruh terhadap metabolisme dalam tubuh ikan. Kandungan oksigen terlarut (DO) selama proses anestesi berlangsung mengalami penurunan, yaitu dari kisaran 5,8 mg/L turun menjadi 5,6 mg/L. Penurunan nilai DO disebabkan karena terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh ikan selama menjelang pingsan (Aini *et al.* 2010). Hal tersebut ditandai dengan naiknya ikan ke permukaan selama menjelang pingsan. Namun, kisaran tersebut masih memungkinkan ikan untuk tetap hidup. Menurut SNI (2009), kandungan oksigen terlarut yang baik pada untuk produksi ikan nila kelas pembesaran yaitu ≥ 3 mg/L. Nilai kandungan oksigen terlarut masih berada

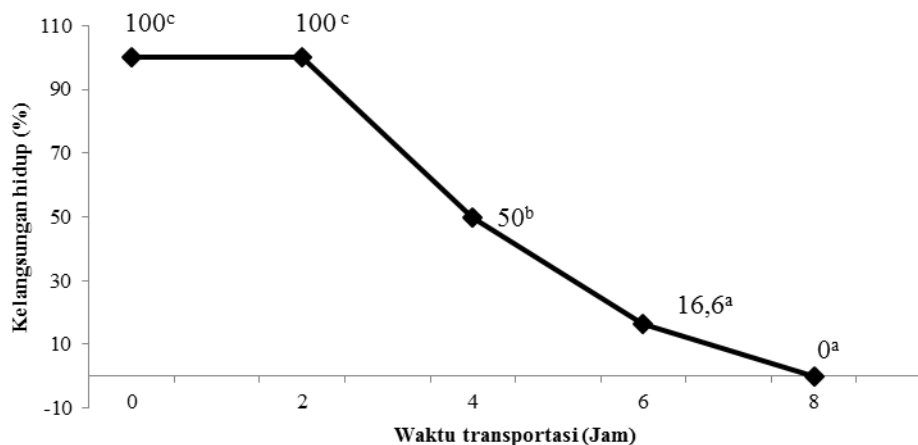
dalam batas minimal kadar yang dianjurkan sehingga ikan masih mampu bertahan hidup.

Kualitas air sebelum dan sesudah penambahan ekstrak daun picung tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa proses pingsan yang terjadi pada ikan nila disebabkan oleh ekstrak yang diberikan pada ikan nila dan bukan disebabkan karena penurunan kualitas air. Hal tersebut juga dapat dilihat bahwa kualitas air sebelum dan sesudah pemberian ekstrak masih lebih baik

dari batas minimum kualitas air yang masih memungkinkan ikan tetap hidup.

Transportasi Sistem Kering

Pengujian transportasi bertujuan untuk mengetahui waktu optimal agar ikan tetap hidup yang sebelumnya telah dipingsankan dengan menggunakan konsentrasi terbaik yaitu 2500 ppm. Hasil pengujian transportasi kering disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kelangsungan hidup ikan pada uji transportasi kering

Hasil analisis data menunjukkan bahwa perbedaan lama waktu transportasi berpengaruh nyata pada tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan 0 dan 2 jam tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan 4, 6 dan 8 jam. Perlakuan 4 jam berbeda nyata dengan perlakuan 6 dan 8 jam. Perlakuan 6 dan 8 jam tidak berbeda nyata. Perlakuan terbaik adalah perlakuan 2 jam, karena perlakuan tersebut merupakan perlakuan yang memberikan kelangsungan hidup paling tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu transportasi maka akan semakin besar tingkat mortalitas pada ikan. Penurunan zat anestesi yang terserap oleh ikan menyebabkan ikan berangsur sadar dan tingkat metabolisme dari ikan menjadi meningkat kembali (Abid *et al.* 2014). Peningkatan metabolisme tersebut menyebabkan ikan membutuhkan oksigen yang tinggi untuk melakukan proses metabolisme.

Peningkatan metabolisme pada tubuh ikan menyebabkan terjadi peningkatan respirasi yang membutuhkan oksigen. Karnila dan Edison (2001) menyatakan bahwa semakin lama waktu transportasi maka semakin menurun tingkat kelangsungan hidup ikan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan suhu kemasan. Suhu yang semakin tinggi menyebabkan ikan sadar dan aktivitas ikan meningkat, sehingga membutuhkan ketersediaan oksigen yang tinggi.

Kandungan oksigen yang rendah pada ruang penyimpanan memungkinkan ikan menjadi stres dan dapat menyebabkan kematian. Hal itu dibuktikan dengan posisi ikan yang berpindah dari tempat semula, yang menandakan bahwa ikan sadar sebelum kemasan dibuka. Hal ini terjadi pada kemasan 6 dan 8 jam. Selain itu, stres yang terjadi pada saat pemingsanan juga diduga sebagai pemicu penurunan daya tahan ikan (Sukmiwati dan Sari 2007).

KESIMPULAN

Konsentrasi ekstrak daun picung terbaik adalah 2500 ppm dengan waktu optimum transportasi selama 2 jam dengan kelangsungan hidup 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah RR. 2012. Teknik imotilisasi menggunakan ekstrak hati batang pisang (*Musa spp*) dalam simulasi transportasi kering ikan bawal air tawar (*Collosoma macropomum*) [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Aini M, Ali M, dan Putri B. 2014. Penerapan teknik imotilisasi benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan ekstrak daun bandotan (*Ageratum conyzoides*) pada transportasi basah. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* (6): 218-226.
- Abid MS, Masithah DE, dan Prayoga. 2014. Potensi senyawa metabolit sekunder infusum daun durian (*Durio zibethinus*) terhadap kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada transportasi ikan hidup sistem kering. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* (6): 1-7.
- [APHA] American Public Health Association. 2005. *Standard Method for Examination of Water and Wastewater. 21st Edition*. New York: American Public Health Association.
- Boyd CE dan Lichtkoppler F. 1976. *Water Quality Management in Pond Fish Culture*. Alabama: Auburn University. 30 hlm.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 7550:2009 *Tentang Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Kelas Pembesaran*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Daud R, Suwardi, Jacob MJ, dan Utojo. 1997. Penggunaan MS-222 (tricaine) untuk pembiusan bandeng umpan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* (3): 47-51.
- Dobsikova R, Svobodova Z, Blahova J, Modra H, dan Velisek J. 2009. The effect of transport on biochemical and haetological indices of common *Cyprinus carpio*. *Journal of Animal Science* 54(11): 510-518.
- Hanafiah KA. 2004. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada. 238 hlm.
- Hanum K. 2014. Penggunaan Ekstrak umbi teki (*Cyperus rotundus* L.) sebagai bahan anestesi ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Hu H and Wu MX. 2001. Mechanism of anesthetic action: oxygen pathway perturbation hypothesis. *Med Hypotheses*. 57(5): 619-627.
- Junianto. 2003. *Tenik Penanganan Ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Karnila R dan Edison. 2001. Pengaruh suhu dan waktu pembiusan bertahap terhadap ketahanan hidup ikan jambal siam (*Pangasius sutchi* F) dalam transportasi sistem kering. *Jurnal Natur Indonesia* (3): 151-167.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. *Laporan Akuntabilitas Kinerja KKP-2014*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Lindeboom N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). [Tesis]. Saskatoon: Department of Applied Microbiology and Food Science, University of Saskatchewan Canada.
- Munandar A, Habibi GT, Haryati A, dan Syamsunarno MS. 2017. Efektivitas infusum daun durian *Durio zibethinus* sebagai anestesi alami ikan bawal air tawar *Colossoma macropomum*. *Depik* 6(1): 1-8.
- Pramono. 2002. Penggunaan ekstrak *Caulerpa racemosa* sebagai bahan pembius pada pratransportasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hidup. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Insitut Pertanian Bogor.
- Rusman. 2002. Penapisan senyawa insektisida dari ekstrak daun picung (*Pangium edule* Reinw.). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

- Saputra. 2001. Potensi Daging biji picung (*Pangium edule* Reinw.) sebagai fungisida botani terhadap fusarium solani secara *in-vitro*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Saskia, Harpeni, dan Kadarini. 2012. Toksisitas dan kemampuan anestetik minyak cengkeh (*Sygnium aromaticum*) terhadap benih ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*). *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan* 2(1): 83-88.
- Seeman P. 1967. Transient holes in the erythrocyte membrane during hypotonic hemolysis and stable holes in the membrane after lysis by saponin and lysolecithin. *The Journal of Cell Biology*. 32 (1): 55-70.
- Septiarusli IE, Haetami K, Mulyani Y, dan Dono D. 2012. Potensi senyawa metabolit sekunder dari ekstrak biji buah keben (*Barringtonia asiatica*) dalam proses anestesi ikan kerapu macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* (3): 295-299.
- Sezgin, Ceyhun, dan Artik, N. 2010. Determination of saponin content in turkish tahini halvah by using HPLC. *Advance Journal of Food Science and Technology* 2(2): 109-115.
- Sufianto. 2008. Uji transportasi ikan mas koki (*Carrasius auratus* L.) hidup sistem kering dengan perlakuan suhu dan penurunan konsentrasi oksigen [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sukmiwati M dan Sari NI. 2007. Pengaruh konsentrasi ekstrak biji karet (*Havea branciliensis* Muel. ARG) sebagai pembius terhadap aktivitas dan kelulusan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*, L) selama transportasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* (12): 23-29.
- Sulistianingsih. 2014. Uji toksisitas ekstrak biji kluwak (*Pangium edule* Reinw.) sebagai moluskisida keong mas (*Pomacea canaliculata* Lamarck, 1804.) pada tanaman padi. [Skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Teknobiologi, Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Supriyono, Budiyaniti, dan Budiardi. 2010. Respon fisiologi benih ikan kerapu macan *Epinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Ilmu Kelautan* 15(2): 103-112.
- Susanto H, Taqwa FH, dan Yulisman. 2014. Pengaruh lama waktu pingsan saat pengangkutan dengan sitem kering terhadap kelulusan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 2(2):202-2014.
- Suwandi R, Novriani A, dan Nurjanah. 2008. Aplikasi rak dalam wadah penyimpanan untuk transportasi lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) tanpa media air. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 16(9): 21-27.
- Syahbirin, Batubara, dan Setiawati. 2007. Senyawa aktif daun picung (*Pangium edule*) sebagai insektisida botani terhadap ulat grayak (*Spodoptera litera*). *Prosiding Simposium Kimia Bahan Alam* (15): 56-66.
- Yanto H. 2012. Kinerja MS-222 dan kepadatan ikan botia (*Botia macracanthus*) yang berbeda selama transportasi. *Jurnal Penelitian Perikanan* 1(1): 43-51.