

**PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP KONDISI ANESTESI PADA BAWAL
TAWAR *Colossoma macropomum* DAN LOBSTER TAWAR
*Cherax quadricarinatus***

*The Effect Temperature to Anesthetic of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) and
Redclaw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*)*

**Ima Wijayanti^{1,2}, Elizabeth J Tapotubun¹, Agus Salim M¹, Nani Nuer'aenah¹,
Christina Litaay¹, R Marwita Sari Putri¹, Adrianus O W Kaya³, Ruddy Suwandi⁴**

¹ Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Sekolah Pascasarjana, IPB

² Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto Tembalang, Semarang. e-mail: imawijayanti@yahoo.co.id

³ Program Studi Hasil Perikanan, FPIK, Universitas Pattimura, Ambon

⁴ Program Studi Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

The study of effect low temperature to anesthetic with both direct and gradual method conducted on tambaqui (*Colossoma macropomum*) and freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*) aims to determine the optimal temperature for the anesthesia, the ice is needed, anesthetic time, fainting and recovery time. The method used consisted of the direct method, 30 minutes and 10 minutes gradually phased. The temperature required to anesthetic tambaqui and freshwater crayfish that is not statistically different between the 9-14 °C. Ice is required to achieve anesthetic temperature on tambaqui 240-280 g/L while the freshwater crayfish 200-360 g/L. The anesthetic time of tambaqui positively correlated with long blackouts and recovery time. The longer the anesthetic time the longer blackout and recovery time. While in freshwater crayfish anesthetic time positively correlated with long fainting.

Keywords: Tambaqui *Colossoma macropomum*, freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*, anesthetic, temperature

PENDAHULUAN

Permintaan komoditas ikan hidup, terutama untuk ikan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi semakin meningkat dengan pesat baik di pasar domestik maupun di pasar internasional. Ikan dalam bentuk hidup diyakini lebih sehat dan terhindar dari bahan pengawet, seperti penggunaan formalin yang saat ini sedang marak terjadi pada produk-produk hasil perikanan.

Peluang pasar yang cukup menjanjikan tersebut perlu mendapat dukungan berupa teknologi penanganan transportasi ikan hidup yang ekonomis, efektif, dan efisien. Transportasi hidup diartikan sebagai suatu tindakan memindahkan biota perikanan dalam keadaan hidup yang di dalamnya diberi tindakan-tindakan untuk menjaga agar derajat kematiannya kecil setelah sampai di tempat tujuan. Semakin

jauh jarak yang ditempuh atau semakin lama waktu transportasi dituntut teknologi yang mampu mempertahankan agar biota perikanan yang diangkut tetap hidup.

Pada dasarnya pengangkutan ikan hidup adalah memaksa menempatkan ikan dalam suatu lingkungan baru yang berlainan dengan lingkungan asalnya, dimana dalam terjadi perubahan sifat lingkungan yang sangat mendadak (Purwaningsih 1998). Salah satu kunci dalam transportasi hidup agar derajat kematiannya kecil adalah ikan/lobster yang akan diangkut harus diimotilisasi (dipingsankan). Dengan imotilisasi tersebut diharapkan aktivitas metabolisme ikan/lobster berada dalam kondisi basal. Pada kondisi ini tingkat respirasi dan metabolisme sangat rendah, sehingga ikan/lobster dapat diangkut dalam waktu yang lama dengan derajat kematian kecil. Ada beberapa cara imotilisasi, yaitu dengan menggunakan suhu rendah atau dengan menggunakan bahan antimetabolit alami maupun buatan (Suryaningrum *et al.* 2001).

Salah satu komoditas perikanan hidup air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah lobster air tawar jenis *Cherax quadricarinatus*. Permintaan lobster air tawar untuk pasar ekspor dalam keadaan hidup sangat tinggi terutama untuk negara-negara Eropa dan Asia seperti Jepang, Korea, Taiwan, China, dan Singapura (Lawrence *et al.* 1995). Permintaan di dalam negeri juga semakin meningkat khususnya di beberapa kota besar seperti Jakarta, Yogyakarta, dan Serang. Di Yogyakarta misalnya, lobster ukuran konsumsi dipasarkan untuk memenuhi permintaan restoran yang berkisar 1,5 kg/minggu dengan harga jual Rp. 150.000 – Rp. 200.000/kg (Wibowo *et al.* 2005).

Ikan bawal tawar adalah salah satu spesies dipelihara dan paling populer terutama di daerah Utara Amerika Latin. Ikan ini mudah dipelihara dan memiliki produktivitas yang baik dan pasokan dapat diandalkan.

Pada dasarnya dalam transportasi ikan hidup suhu rendah merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat kelulusan hidup selama transportasi (Berka 1986). Imotilisasi dengan suhu rendah dapat dilakukan secara langsung atau bertahap. Imotilisasi secara langsung dilakukan dengan memasukkan ikan/lobster ke dalam air yang suhunya telah diatur 14–15 °C selama 15–20 menit tergantung pada kondisi atau ukuran ikan atau lobster. Sedangkan imotilisasi secara bertahap dilakukan dengan cara menurunkan suhu media ikan atau lobster dari suhu air normal ke suhu 14 °C secara perlahan-lahan (Suryaningrum *et al.* 2001).

Krustasea merupakan hewan yang mempunyai alat pernapasan tambahan yang disebut *labirinth*. Adanya alat pernapasan tambahan ini, krustasea mampu beradaptasi untuk hidup di luar air selama beberapa jam dalam lingkungan yang lembab pada suhu rendah. Secara anatomi, pada saat udang dalam keadaan tanpa air, pada rongga karapas masih mengandung air, sehingga masih mampu menyerap oksigen yang terdapat pada air dalam rongga karapas. Dengan memanfaatkan sifat fisiologis yang unik tersebut, maka krustasea dapat diangkut dengan menggunakan sistem kering. Krustasea yang diimotilisasi dengan penurunan suhu bertahap sampai 14–15 °C dapat ditransportasikan dengan sistem kering selama 19 jam untuk udang dan 25–40 jam untuk lobster.

Penelitian pengaruh suhu rendah yang berpengaruh dalam transportasi ikan atau lobster hidup telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Karmila & Edison

(2001) menyebutkan bahwa suhu dan waktu terbaik untuk pembiusan ikan jambal siam dengan suhu rendah secara bertahap adalah 15 °C selama 15 menit. Sedangkan menurut Ikasari *et al.* (2008) menyebutkan bahwa metode *shock* secara langsung selama 45 menit dan metode *shock* secara bertahap selama 30 menit berpeluang untuk digunakan dalam penanganan dan transportasi lobster air tawar hidup.

Studi ini bertujuan untuk mendapatkan suhu pembiusan, waktu pembiusan dan sifat fisiologis dari ikan bawal tawar (*Colossoma macropomum*) dan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) dengan menggunakan metode pemingsanan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam studi ini adalah ikan bawal tawar (*Colossoma macropomum*) yang diperoleh dari kolam budidaya Ciherang dan lobster air tawar jenis *Cherax quadricarinatus* yang diperoleh dari kolam budidaya Rumpin, Bogor. Ikan bawal tawar yang digunakan memiliki bobot 204–342 g dan lobster air tawar memiliki bobot 13–22 g. Bahan bantu lain yang digunakan dalam studi ini adalah es untuk menurunkan suhu. Peralatan yang digunakan dalam studi ini berupa aerator (HT-3800), timbangan analitik, thermometer ruang, dan aquarium kecil.

Dalam studi ini disiapkan wadah yang berisi air sebanyak 5 liter untuk ikan bawal tawar dan 3 liter untuk lobster air tawar. Ikan bawal tawar dan lobster air tawar yang digunakan untuk studi ini masing-masing sebanyak 6 ekor. Ikan bawal tawar dan lobster terlebih dahulu ditimbang sebelum diberi shock suhu rendah, kemudian aklimatisasi ikan bawal tawar dan lobster air tawar di dalam wadah yang telah disiapkan selama 5–10 menit. Pemingsanan dengan suhu rendah dilakukan secara langsung dan bertahap. Pada metode pemingsanan secara langsung untuk ikan bawal tawar berat es yang digunakan 1200 g sedangkan lobster air tawar es yang digunakan 600 g.

Pada metode pemingsanan secara bertahap dilakukan dengan dua tahap yaitu secara bertahap 30 menit dengan berat es yang ditambahkan setiap tahap adalah 600 g pada ikan bawal tawar dan 300 g pada lobster air tawar. Untuk metode secara bertahap 10 menit ditambahkan es sebanyak 200 g pada ikan bawal tawar dan 100 g untuk lobster air tawar. Es dimasukkan ke dalam wadah sesuai dengan perlakuan dan diukur suhunya setiap 10 menit. Parameter pengamatan yang dilakukan berupa suhu, waktu kecepatan pingsan, lama pingsan, berat awal dan akhir, kondisi fisiologis saat penurunan suhu, dan kondisi fisiologis saat pingsan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

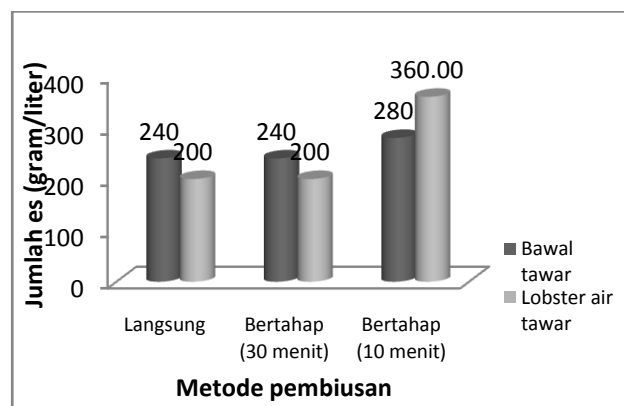
Suhu media secara fisik berpengaruh pada tingkat kelarutan oksigen di dalam air, semakin dingin suhu air, konsentrasi oksigen terlarut akan semakin tinggi (Schmittou 1991 *dalam* Imanto 2008). Suhu media yang dingin secara langsung akan mempengaruhi suhu badan ikan dan suhu darah, semakin dingin suhu darah

tingkat viskositas darah akan mengental dan mengakibatkan aliran darah yang lebih lambat. Penurunan suhu berdampak pada penurunan konsumsi oksigen dan menurunnya produk metabolisme yang dapat bersifat racun baik dalam bentuk gas CO₂ maupun ammonia dalam bentuk NH₃ (Wedemeyer 1996 dalam Imanto 2008).

Jumlah Es

Es dapat digunakan untuk mendinginkan media air pada proses pemingsanan ikan dengan suhu rendah. Jumlah total es yang digunakan sebagai media pendingin dalam pembiusan ikan dan lobster yang dilakukan secara langsung dan bertahap disajikan pada Gambar 1.

Hasil analisa statistika menunjukkan tidak ada perbedaan jumlah es yang dibutuhkan untuk memingsankan ikan bawal tawar pada metode langsung dan bertahap 30 menit maupun 10 menit ($P>0,05$). Meskipun demikian nampak dalam histogram (Gambar 1) bahwa pada ikan bawal menunjukkan metode bertahap 10 menit membutuhkan es yang lebih banyak yaitu rata-rata 280 g/L air untuk memingsankan ikan.

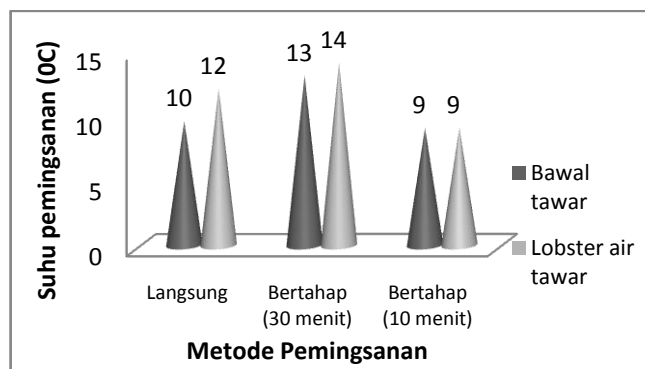


Gambar 1. Jumlah Total Es yang Diperlukan untuk Pemingsanan Ikan Bawal Tawar dan Lobster Air Tawar.

Pada Lobster air tawar jumlah es yang dibutuhkan untuk memingsankan ikan dengan metode bertahap 10 menit berbeda ($P<0,05$) dengan metode langsung dan bertahap 30 menit. Sedangkan metode langsung dan bertahap 10 menit memerlukan jumlah es yang sama untuk memingsankan lobster air tawar. Pemingsanan dengan metode bertahap 10 menit membutuhkan es paling besar yaitu 360 g/L.

Suhu Pemingsanan

Suhu pemingsanan baik pada ikan bawal tawar maupun lobster air tawar secara statistika tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu pemingsanan pada ikan bawal tawar dan lobster air tawar masing-masing berkisar antara 9-13 °C dan 9-14 °C. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu rendah jauh di bawah suhu ruang (28°C) ikan tidak mampu bertahan dan pingsan.



Gambar 2. Suhu Pemingsanan Ikan Bawal Tawar dan Lobster Air Tawar dengan Metode yang berbeda.

Pada metode langsung ikan bawal diberi shock suhu 10 °C. Suhu yang rendah menyebabkan ikan bawal mengalami stres. Ciri tersebut diperlihatkan dengan gerakan renang yang cepat dan panik ketika es ditambahkan di dalam air dan suhu mencapai 10 °C.

Pada metode bertahap ikan relatif lebih tenang dibanding pada metode langsung, namun ketika suhu terus turun dan mencapai batas toleransinya ikan mulai mengalami hypoxia yaitu rendahnya kemampuan mengambil oksigen (Suwandi *et al.* 2011). Hal tersebut dicirikan dari pergerakan operculum insang ikan mulai berjalan lambat dan ikan mulai kehilangan keseimbangan. Chen *et al.* (2001) melaporkan bahwa stress akibat suhu rendah (*cold stress*) menyebabkan perubahan nilai cortisol dan catecholamine pada ikan nila. Catecholamin dapat mempengaruhi sistem kardiovaskular, kapasitas respirasi, energi metabolisme dan imunitas.

Donaldson *et al.* (2008) menyatakan bahwa respon terhadap kondisi stress pada ikan dibagi menjadi 3 grup yaitu primer (contohnya respon neuroendrokin dan pelepasan corticosteroid dan catecholamin); sekunder (contohnya perubahan metabolisme, seluler, haematologis, osmoregulatori dan imunologis); dan tersier (respon fisiologis dan perilaku stres secara keseluruhan. Seiring dengan penurunan suhu, respon perilaku stres antara lain hiper responsif pada stimulasi sentuhan, kemudian penurunan lebih lanjut akan menyebabkan ikan menabrak dinding tangki dan spontan berputar-putar, selanjutnya kehilangan keseimbangan dan pada akhirnya kehilangan seluruh keseimbangan dan pingsan.

Pada proses pemingsanan metode langsung dengan suhu 12 °C, lobster memberi respon panik terhadap suhu yang ekstrim dengan ditunjukkan gerakan lobster berenang mundur dengan cepat. Hasil ini sesuai dengan penelitian Ikasari *et al.* (2008) bahwa lobster air tawar yang dimasukkan pada media air dengan suhu 12 °C secara langsung menyebabkan lobster panik sehingga lobster langsung meloncat-loncat ke belakang secara tidak beraturan. Pemingsanan dengan suhu rendah secara langsung mampu menekan respirasi lobster air tawar. Selain itu, pada metode bertahap nampak lobster air tawar tidak menunjukkan aktifitas yang menyolok pada awal perlakuan. Namun seiring waktu, lobster memberi respon terhadap kondisi penurunansuhulingkungan dengan bergerak ke atas permukaan air. Pada metode bertahap, lobster air tawar lebih tenang dibanding pada metode

langsung. Pada suhu yang rendah (9-14 °C) menyebabkan lobster terganggu keseimbangannya sehingga lobster yang bergerak ke permukaan air tidak mampu menyangga tubuhnya sendiri dan jatuh dengan posisi tubuh terbalik. Lobster bergerak lemah dan tidak bisa kembali ke posisi semula. Pada fase immotil, lobster tidak merespon sentuhan, lobster diam, kaki renang dan kaki jalan juga diam dan ketika diangkat lobster tidak memberi respon. Dari hasil penelitian Ikasari *et al.* (2008) menunjukkan bahwa pada metode bertahap konsumsi oksigen lebih rendah dibandingkan pada metode langsung hal ini ditunjukkan dengan aktivitas lobster yang dibius dengan metode bertahap lebih tenang dibanding metode langsung yang lebih aktif gerakannya.

Waktu Pemingsanan, Lama Pingsan dan Pemulihan

Suhu pemingsanan, waktu pemingsanan, lama pingsan dan lama recovery/pemulihan dari ikan bawal tawar dengan metode yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Waktu pemingsanan pada ikan bawal tawar dengan perlakuan langsung maupun bertahap menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Dari hasil uji BNT menunjukkan waktu pemingsanan pada metode langsung berbeda dengan metode bertahap 30 menit maupun bertahap 10 menit. Sedangkan metode bertahap 30 menit tidak berbeda dengan bertahap 10 menit dalam hal waktu pemingsanan.

Tabel 1. Waktu pemingsanan, lama pingsan dan pemulihan ikan bawal tawar

Metode	Suhu	Waktu (detik)		
	Pemingsanan (°C)	Pemingsanan	Lama Pingsan	Pemulihan
Langsung	10	510 ± 127,28	303±251,02	90±42,43
Bertahap (30 menit)	13	2820 ± 169,70	360±169,70	129±72,83
Bertahap (10 menit)	9	4325±1024,6	1222±171,83	110±14,14

Keterangan : ± adalah standar deviasi dari 2 ulangan.

Dengan metode langsung pada ikan bawal tawar dibutuhkan waktu yang paling singkat untuk memingsankan ikan yaitu 510 detik. Metode pemingsanan langsung menyebabkan suhu turun secara drastis sehingga ikan lebih cepat pingsan. Hal ini sesuai dengan pendapat Nitibaskoro *et al.* (2006) bahwa biota perairan yang dipingsankan dengan metode langsung pada suhu 17-19 °C akan mengalami immotil (pingsan) setelah 5-10 menit (300-600 detik). Pada metode bertahap suhu juga turun secara bertahap sehingga menyebabkan ikan lebih lama pingsan karena ikan berusaha menyesuaikan diri pada perubahan lingkungannya.

Lama pingsan ikan bawal berbeda ($P < 0,05$) pada perlakuan metode bertahap 10 menit dengan metode langsung dan bertahap 30 menit. Pemingsanan dengan metode bertahap 10 menit pada ikan bawal menunjukkan waktu lama pingsan yang paling tinggi yaitu 1222 detik. Sedangkan lama pingsan pada metode langsung dan metode bertahap 30 menit secara statistika tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Meskipun demikian pada ikan bawal menunjukkan lama pingsan berkorelasi linear dengan waktu pemingsanan. Semakin lama waktu pemingsanan menunjukkan semakin panjang pula waktu pingsannya.

Waktu pemulihan ikan bawal pada pemingsanan dengan suhu rendah baik metode langsung maupun bertahap secara statistika tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$). Pada metode langsung menunjukkan ikan bawal paling cepat pemulihannya dibanding metode bertahap. Pada Tabel 2 menyajikan suhu pemingsanan, waktu pemingsanan, lama pingsan dan lama pemulihan dari lobster air tawar dengan metode yang berbeda.

Tabel 2. Waktu Pemingsanan, lama pingsan dan pemulihan lobster air tawar.

Metode	Suhu Pemingsanan ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu (detik)		
		Pemingsanan	Lama Pingsan	Pemulihan
Langsung	12	375 \pm 233,34	181,5 \pm 33,23	60 \pm 0
Bertahap (30 menit)	14	2580 \pm 254,55	240 \pm 0	90 \pm 42,42
Bertahap (10 menit)	9	6576 \pm 33,23	360 \pm 339,41	121 \pm 82,73

Keterangan : \pm adalah standar deviasi dari 2 ulangan

Uji BNT waktu pemingsanan pada lobster air tawar dengan metode langsung berbeda ($P < 0,05$) dengan metode bertahap 30 menit dan 10 menit. Demikian pula waktu pemingsanan pada metode bertahap 30 menit berbeda ($P < 0,05$) dengan waktu pemingsanan pada metode bertahap 10 menit. Pada metode langsung waktu yang dibutuhkan untuk memingsankan ikan ± 6 menit pada suhu 12 $^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada metode bertahap 30 menit menunjukkan lobster air tawar pingsan setelah ± 43 menit. Hasil ini sesuai pernyataan Suryaningrum *et al.* (2007) bahwa lobster air tawar yang dipingsankan dengan suhu 12-14 $^{\circ}\text{C}$ selama 30-45 menit menyebabkan lobster diam, kaki renang dan kaki jalan tidak bergerak dan mudah dikemas.

Pada lobster menunjukkan pola yang sama seperti ikan bawal, bahwa waktu pemingsanan pada lobster air tawar paling cepat pada metode langsung dan paling lama dengan metode bertahap 10 menit. Pada metode bertahap 10 menit waktu pemingsanan mencapai 110 menit (6576 detik), hal tersebut karena toleransi lobster terhadap perubahan suhu sangat baik sehingga lobster air tawar dapat beradaptasi dengan perubahan tersebut. Hal ini karena kisaran suhu hidup lobster air tawar sangat luas yaitu 36 $^{\circ}\text{C}$ sampai dengan 10 $^{\circ}\text{C}$ (Jones 2001 *dalam* Suryaningrum *et al.* 2008).

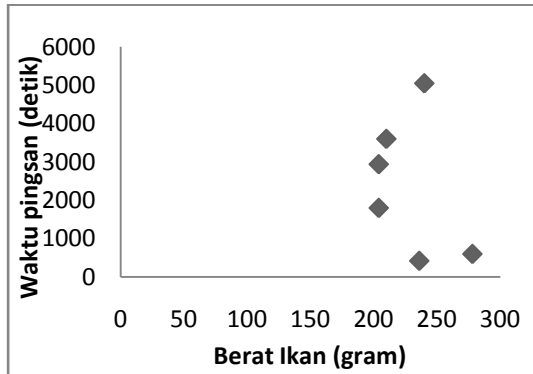
Waktu lama pingsan lobster air tawar secara statistika tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Namun dilihat dari nilai rata-rata waktu lamanya pingsan lobster air tawar menunjukkan paling tinggi adalah bertahap 10 menit. Pada lobster menunjukkan semakin lama waktu pemingsanan maka waktu pingsannya lebih tinggi. Hal tersebut ditunjukkan dengan lama pingsan tertinggi terjadi pada lobster air tawar yang dianestesi dengan suhu rendah dengan metode bertahap 10 menit. Pola ini sama dengan yang terjadi pada ikan bawal tawar.

Berdasarkan uji anova waktu pemulihan lobster air tawar pada metode langsung maupun bertahap tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Namun demikian dari nilai rata-rata menunjukkan waktu pemulihan paling cepat pada lobster yang dibius dengan metode langsung dan yang paling lama adalah yang dibius dengan metode bertahap 10 menit.

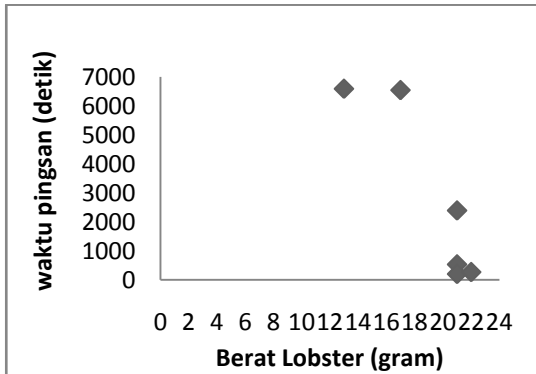
Hubungan Berat dan Waktu Pemingsanan

Dari hasil pengamatan lobster air tawar menunjukkan korelasi linear antara waktu pemingsanan, lama pingsan dan pemulihan. Bahwa semakin lama waktu pemingsanan diikuti pula semakin lama waktu pingsan dan pemulihannya.

a.



b.



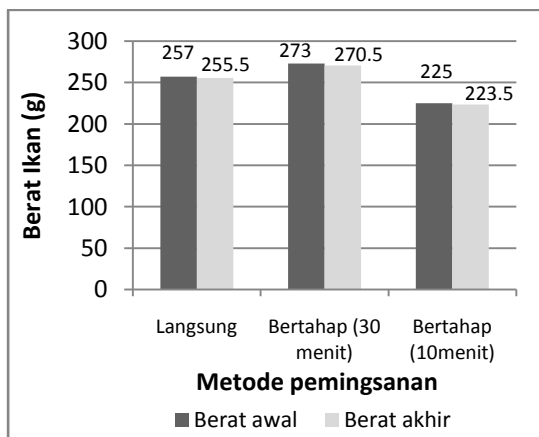
Gambar 3. Berat dan waktu pingsan ikan bawal (a) dan lobster (b).

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa berat tidak berpengaruh terhadap kecepatan pingsan ikan bawal tawar. Tidak terdapat hubungan linear antar berat bawal tawar dengan kecepatan pingsan (Gambar 3a). Demikian pula pada lobster air tawar menunjukkan hal yang sama dengan bawal bahwa berat lobster tidak menunjukkan hubungan yang linear dengan waktu pingsan, namun metode pemingsanan lebih berpengaruh terhadap waktu pemingsanan (Gambar 3b). Pada kedua biota (ikan bawal dan lobster air tawar) lebih cepat pingsan dengan metode langsung dibanding metode bertahap.

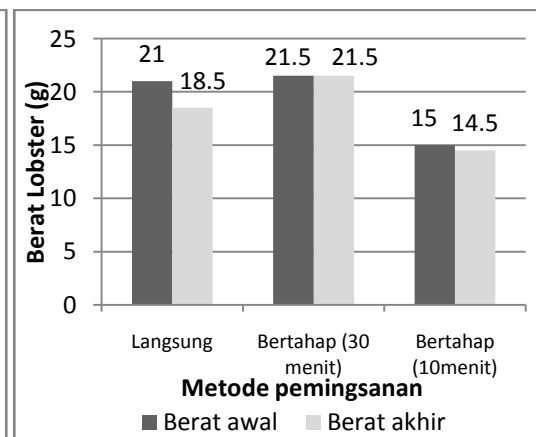
Berat Awal dan Akhir Ikan dan Lobster

Hasil penimbangan ikan bawal dan lobster air tawar setelah pingsan disajikan pada Gambar 4 berikut ini.

a.



b.



Gambar 4. Berat awal dan akhir ikan bawal tawar (a) dan lobster (b) yang dipingsankan pada suhu rendah dengan metode berbeda.

Meskipun tidak banyak terjadi perubahan namun pada semua metode pemingsanan menunjukkan terjadi penurunan berat badan pada ikan bawal tawar. Penurunan berat badan berkisar 1,5 sampai 2,5 g. Penurunan berat badan tersebut disebabkan oleh terjadinya stress akibat penurunan suhu lingkungan (*thermal stress*) yang disebabkan suhu air di luar rentang suhu optimal. Hal tersebut menyebabkan terjadinya stres yang membutuhkan energi yang besar dan berpotensi menurunkan daya tahan tubuh individu (Hjeltnes *et al.* 2008).

Data berat awal dan akhir lobster air tawar yang dipingsankan dengan metode berbeda disajikan pada Gambar 6. Berat badan lobster turun dari 0-2,5 g. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penurunan berat terbesar terjadi pada lobster air tawar yang dipingsankan secara langsung yaitu sebesar 2,5 g. Sedangkan pada perlakuan metode bertahap 30 menit tidak terjadi penurunan berat badan dan hanya 0,5 g terjadi pada metode bertahap 10 menit. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada metode langsung terjadi stres yang menyebabkan diperlukannya energi yang tinggi yang berakibat pada penurunan berat badan. Sedangkan pada metode bertahap lobster relatif lebih tenang sehingga berat badan pun tidak terjadi penurunan atau hanya kecil sekali (0,5 g). Penurunan berat badan lobster kemungkinan disebabkan panik akibat proses aklimatisasi terhadap lingkungan baru yang membutuhkan energi yang lebih banyak (Ikasari *et al.* 2008).

KESIMPULAN

Suhu yang diperlukan untuk memingsankan ikan bawal tawar dan lobster air tawar tidak berbeda secara statistika yaitu antara 9-14 °C. Es yang diperlukan untuk mencapai suhu pemingsanan pada ikan bawal tawar 240-280 g/L sedangkan lobster air tawar 200-360 g/L. Pada ikan bawal tawar waktu pemingsanan berkorelasi positif dengan lama pingsan dan waktu pemulihan. Semakin lama waktu pemingsanan maka lama pingsan dan waktu pemulihan semakin panjang. Demikian pula, pada lobster air tawar waktu pemingsanan berkorelasi positif dengan lama pingsan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Dr. Ir. Ruddy Suwandi, MS, M.Phil selaku koordinator matakuliah Teknologi Penanganan & Transportasi Hasil Perairan; Dede Saputra, Popy, Wahyu, Neng Tjanti, Fariq, Rian yang telah membantu studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Berka R. 1986. *The Transportation of Live Fish*. EIFAC Tech. Pap, FAO (48), 52 p
- Donaldson MR, Cooke SJ, Patterson DA, Macdonald JS. 2008. Review Paper: Cold Shock and Fish. *J Fish Biol* 73:1491-1530.
- Hjeltnes B, Waagbo R, Finstad B, Rosseland BO, Stefanson S. 2008. Transportation of Fish Within Closed system, Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare of the Norwegian Scientific Committee fo Food Safety. Norwegian.

- Ikasari D, Syamdidi, Suryaningrum TD. 2008. Kajian Fisiologis Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) Pada Suhu Dingin Sebagai Dasar Untuk Penanganan dan Transportasi Hidup Sistem Kering. *J Pasca Panen Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol 3 No. 1. DKP Jakarta.
- Imanto PT. 2008. Beberapa Teknik Transportasi Ikan Laut Hidup dan Fasilitasnya Pada Perdagangan Ikan Laut di Belitung.
- Karmila R, Edison. 2001. Pengaruh Suhu dan Waktu Pembusuan Bertahap Terhadap Ketahanan Hidup Ikan Jambal Siam (*Pangusius sutchi*) Dalam Transportasi Sistem Kering. *J Natur Indonesia* 3:151-167.
- Lawrence CS, Marissy NM, Penn J, Jacoby K. 1995. Yabbies (*Cherax albidus*). *Aquaculture* WA.
- Purwaningsih S. 1998. Sistem Transportasi Ikan Hidup. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* Vol. V No. 1. Departemen Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, IPB.
- Suwandi R, Saputra D, Zulfani KE. 2011. Teknologi Penanganan dan Transportasi Biota Perairan. Departemen Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, IPB.
- Suryaningrum, Syamdidi, Ikasari D. 2007. Teknologi Penanganan dan Transportasi Lobster Air Tawar. *Squalen* Vol. 2 No. 2. DKP Jakarta.
- Suryaningrum, Ikasari D, Syamdidi. 2008. Pengaruh Kepadatan dan Waktu Transportasi Sistem Kering Terhadap Sintasan Hidup Lobster Air Tawar. (*Cherax quadricarinatus*). *J Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol 3 No. 1. DKP Jakarta.
- Suryaningrum, Sediadi B, Singgih W. 2001. Teknologi Penanganan dan Transportasi Krustasea Hidup. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Wibowo S, Suryaningrum TD, Muljanah I, Peranginangin R, Hastarini E, Syamsidi, Ikasari D. 2005. Riset Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup Air Tawar. Laporan Teknis. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta. p. 48-57
- Wen-Hsiung Chen, Lian-Tien Sun, Ching-Lin Tsai, Yen-Lin Song, Ching-Fong Chang. 2002. Cold-stress Induced the Modulation of Catecholamines, Cortisol, Immunoglobulin M, and Leukocyte Phagocytosis in Tilapia. *General Comparative Endocrinology* 126:90–100.