

PENGARUH EKSTRAK KAYU MANIS (*Cinnamomum sp.*) DAN PEMBEKUAN TERHADAP FISILOGI IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)

Ruddy Suwandi, Fafa Rizkon Karima, Agoes M Jacob, Roni Nugraha*
Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University

Diterima: 30 Mei 2021/Disetujui: 31 Agustus 2021
Korespondensi: rnugraha@apps.ipb.ac.id

Cara sitasi: Suwandi R, Karima FR, Jacob AM, Nugraha R. 2021. Pengaruh ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*) dan pembekuan terhadap fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 24(2): 255-268.

Abstrak

Distribusi ikan hidup pascapanen dapat dilakukan dengan perlakuan awal pemingsanan dengan bahan anestesi untuk mengurangi stres selama proses transportasi. Bahan anestesi yang digunakan dapat berupa bahan alami misalnya kayu manis. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh pemberian larutan ekstrak kulit kayu manis dalam air terhadap waktu pingsan ikan mas, serta menentukan pengaruh lama pemberian pembekuan terhadap laju sintasan, kadar glukosa darah, kondisi mata, dan insang ikan. Konsentrasi terbaik ekstrak kayu manis adalah 1%, yang menyebabkan ikan pingsan setelah $1,58 \pm 0,04$ menit. Nilai laju sintasan ikan dengan perlakuan pemingsanan setelah dibekukan mencapai 100% pada semua waktu pembekuan -13°C . Kejutan 45 menit tanpa pemingsanan menghasilkan nilai 100%, sedangkan pada waktu 60 dan 75 menit menghasilkan nilai 88,89% dan 66,67%. Insang ikan mas yang diberi pembekuan semakin lama dapat menyebabkan terjadinya pendarahan dan kerusakan pada filamen insang. Waktu pembekuan yang semakin lama membuat nilai glukosa darah semakin meningkat.

Kata kunci: *Cyprinus caprio*, fisiologi ikan, kayu manis, pembekuan, pemingsanan

Effect of Cinnamon (*Cinnamomum sp.*) Extract and Freezing on the Physiology of Common Carp (*Cyprinus carpio*)

Abstract

Post-harvest live fish distribution can be pretreated with anesthetics to reduce stress levels of the fish. A compound from natural plants such as cinnamon can be used as an anesthetic. This study was aimed to determine the effect of cinnamon extract on the fainting time of common carp, and to determine the effect of freezing shock duration on the survival rate, blood glucose levels, eye, and gill condition. The fish in cinnamon extract 1% was readily lost of consciousness after $1.58 \pm 0,04$ minutes. The survival rate of stunned fish after freezing reached 100%. Meanwhile, a 45-minute freezing shock without stunning resulted in the 100% survival rate, but at 60 and 75 minutes, the survival rate was down to 88.89% and 66.67%, respectively. The freezing shock caused bleeding and damage to the gill filaments and increased the blood glucose value of the fish.

Keywords: cinnamon, *Cyprinus caprio*, fish physiology, freezing, immotilisation

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu ikan air tawar yang memiliki banyak peluang dalam pengembangannya untuk meraih potensi pasar yang terus meningkat. Produksi ikan mas berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan mengalami peningkatan secara berurut dari tahun 2015 hingga 2019 yaitu 461.546, 497.208, 320.941, 536.349 dan 584.496 ton (KKP 2020). Selain itu, ikan mas termasuk hewan yang mengandung protein tinggi dan dapat memenuhi gizi masyarakat Indonesia (Syafar *et al.* 2017). Ikan mas menjadi ikan konsumsi yang banyak digemari oleh masyarakat selain ikan nila dan mujair. Ikan mas menjadi ikan dengan nilai ekonomis tinggi, karena ikan ini memiliki jumlah permintaan yang besar terutama pada beberapa pasar lokal. Ikan mas memiliki daging dengan tekstur yang lembut dengan kandungan gizi yang baik dan memiliki potensi ekonomi yang tinggi serta ikan yang mudah dibudidayakan (Fathihatunnisa 2019). Ikan mas dapat ditemukan di berbagai macam perairan. Ikan mas adalah salah satu jenis ikan air tawar, namun dapat ditemukan juga di perairan payau.

Teknik pemingsanan merupakan salah satu penanganan ikan pascapanen yang banyak digunakan dalam distribusi dari satu tempat ke tempat lainnya. Pemingsanan ikan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan arus listrik, suhu rendah dan bahan anestesi. Bahan anestesi pada pemingsanan ikan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu bahan anestesi kimia dan alami. Bahan anestesi kimia yang biasa digunakan antara lain MS-222, 2-4 *methychnolin* (Yanto 2009). Bahan anestesi alami yang dapat digunakan berupa alga laut (*Caulerpa racemosa*), minyak sereh (*Cymbopogon* sp.), minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*), daun jambu (*Psidium guajava*), ekstrak umbi teki (*Cyperus rotundus*), dan infusum daun durian (Munandar *et al.* 2017). Pemingsanan ikan dengan bahan anestesi alami lainnya dapat menggunakan kulit kayu manis (Septiana 2018) dengan konsentrasi ekstrak kulit kayu manis 2,5% dan waktu pingsan 1 menit 47 detik dan waktu bugar 86 detik.

Kayu manis (*Cinnamomum* sp.) adalah tumbuhan yang banyak ditemukan di Asia Selatan, daratan Cina dan Asia Tenggara. Indonesia merupakan produsen kayu manis terbesar kedua setelah Cina (Prasetyaningrum *et al.* 2012). Bahan-bahan kimia yang terdapat pada kayu manis yaitu zat penyamak, minyak atsiri, eugenol, damar, kalsium oksalat, tanin, safrol, sinamaldehida (Sari *et al.* 2016; Puspita 2014). Kandungan eugenol yang ada pada minyak atsiri dapat digunakan sebagai pembius untuk memingsankan ikan (Septiana 2018). Akan tetapi, bahan anestesi tidak mampu membuat ikan pingsan pada waktu yang lama.

Pembekuan diperlukan agar ikan tetap berada dalam kondisi pingsan. Pemberian suhu rendah atau pembekuan dapat menggunakan refrigerasi, es, *slurry ice* (es cair), air dingin. Ikan yang berada pada suhu rendah atau suhu beku dapat tetap hidup dalam waktu tertentu meskipun daya tahannya ditentukan oleh ukuran ikan tersebut (Rahmahidayati *et al.* 2014). Suwandi *et al.* (2020) menyatakan dalam penelitiannya bahwa suhu terbaik untuk membekukan ikan mas yaitu -13 °C, sehingga ikan mas dapat hidup dan dapat bertahan dalam suhu beku hingga ikan dibugarkan kembali. Pembekuan diduga mampu menjaga ikan tetap hidup dalam kondisi pingsan. Akan tetapi, proses pemingsanan ikan dengan pembekuan secara langsung dapat membuat ikan meronta dan merusak jaringan tubuh. Kombinasi pemingsanan menggunakan bahan anestesi dan pembekuan belum pernah dilakukan pada ikan mas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi ikan yang dipingsankan melalui dua tahap pemingsanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan mas (dengan bobot rata-rata 100 g yang diperoleh dari Mandiri Mas Jaya yang terletak di belakang Terminal Laladon, Bogor. Bahan-bahan lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit kayu manis.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini berupa akuarium dengan ukuran 44x24x35 cm³, aerator Amara BS410, wadah berukuran 28x20x14 cm³, timbangan digital SF 400, *portable LCD digital microscope user manual*-(G600), GlukoDR AGM 2100, *test strip* AGM-2100, suntikan, TP 101 termometer digital, freezer AQUA AQP-200 (W), *scoresheet*, *stopwatch*, styrofoam, penggaris.

Metode Penelitian

Penyiapan ikan dan ekstrak kayu manis

Pembuatan larutan ekstrak kulit kayu manis dilakukan menurut hasil penelitian Septiana (2018). Pembuatan ekstrak kayu manis dilakukan dengan menghancurkan kulit kayu manis menggunakan ulekan hingga berukuran 3 sampai 5 cm. Kulit kayu manis yang sudah dihancurkan kemudian ditimbang sesuai konsentrasi yang akan dibuat yaitu 1%; 1,5% dan 2% (b/v). Selanjutnya, kulit kayu manis diekstraksi dengan cara merebusnya selama 30 menit di dalam 4 L akuades.

Penentuan konsentrasi ekstrak kayu manis dengan waktu pingsan dan bugar tercepat

Penentuan pengaruh konsentrasi ekstrak kayu manis terhadap waktu pingsan dan waktu bugar ikan dilakukan menggunakan tiga ekor ikan yang dimasukkan ke dalam 4 L air ekstrak kulit kayu manis. Pengamatan waktu pingsan ikan dimulai saat ikan dimasukkan ke dalam larutan kayu manis hingga ikan mengalami pingsan. Perhitungan waktu bugar ikan dilakukan saat ikan dipindahkan dari larutan ekstrak kulit kayu manis ke dalam air yang dilengkapi aerator hingga ikan bergerak secara normal.

Pemingsanan ikan dengan ekstrak kayu manis dan pembekuan

Ikan diaklimatisasi dan dipuasakan terlebih dahulu selama 24 jam, kemudian ikan dipingsankan dengan konsentrasi terpilih. Waktu pingsan dicatat dan tingkah lakunya diamati. Ikan yang sudah pingsan selanjutnya dimasukkan ke dalam freezer dengan suhu -13 °C selama 45, 60, dan 75 menit. Suhu -13

°C untuk suhu pembekuan ikan mas mengacu pada penelitian Suwandi *et al.* (2020). Sebelum ikan mas dimasukkan ke dalam freezer, darah ikan diambil menggunakan semprit (*syringe*) dan kadar glukosanya diukur menggunakan glukometer.

Ikan selanjutnya dibugarkan kembali dengan menggunakan aerasi dan dicatat waktu bugar serta diamati tingkah lakunya. Pembedugaran ikan dilakukan di dalam akuarium yang berukuran 44x24x35 cm³. Kadar glukosa darah ikan kembali diukur. Kelangsungan hidup ikan serta perubahan yang terjadi pada mata serta insangnya diamati selama 12 jam. Mata dan insang diamati dua kali, yaitu saat ikan masih dalam keadaan beku dan setelah bugar. Setiap lama waktu pemberian pembekuan dilakukan tiga kali ulangan, dengan masing-masing ulangan menggunakan tiga ekor ikan.

Laju sintasan (*survival rate*)

Analisis laju sintasan merupakan analisis data suatu variabel yang diperhatikan yaitu waktu dari awal pengamatan sampai laju sintasan ikan terjadi dengan melihat beberapa variabel yang mampu memengaruhi laju sintasan ikan tersebut. Laju sintasan didapatkan berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan oleh Zonneveld *et al.* (1991):

$$SR = \frac{N_0}{N_T}$$

Keterangan:

SR: laju sintasan (%)

N_t: jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

N₀: ikan pada awal penelitian (ekor)

Waktu pingsan dan bugar ikan mas

Waktu pingsan dan bugar diamati pada ikan dengan pemingsanan dan tanpa pemingsanan. Pencatatan waktu pingsan ikan dengan ekstrak kulit kayu manis dilakukan sejak ikan dimasukkan ke dalam ekstrak kulit kayu manis hingga pingsan. Waktu pingsan ikan tanpa pemingsanan dicatat dari ikan dimasukkan ke dalam freezer hingga pingsan. Waktu pembedugaran dicatat sejak ikan dimasukkan ke dalam akuarium hingga sadar sepenuhnya.

Pengamatan mata dan insang

Kondisi mata dan insang ikan diamati menggunakan alat mikroskop digital *user manual*-(G600). Mata ikan diamati pada kondisi beku dan bugar namun insang diamati saat kondisi ikan sudah bugar.

Analisis kadar glukosa darah (GlucoDR AGM 2100) (Roohi dan Imanpoor 2015)

Analisis glukosa darah diuji menggunakan alat GlucoDR AGM 2100. Penggunaan alat ini dilakukan dengan memasukkan *test strip* ke dalam *port test*. Darah yang akan diuji ditempelkan pada *test strip* dengan jumlah minimal darah 4 μ L dalam satu kali pengujian. Hasil pengujian dapat dilihat pada layar alat GlucoDR AGM 2100 dan kadar glukosa darah yang dihasilkan memiliki nilai rentang 30-600 mg/dL.

Rancangan percobaan dan analisis data

Data hasil pengujian yang didapat diolah dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2007 dan Statistical Product and Service Solutions (SPSS) 21, serta disajikan dalam bentuk grafik. Pengaruh konsentrasi ekstrak kayu manis terhadap waktu pingsan dan waktu bugar dianalisis dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor. Perlakuan untuk RAL satu faktor berupa yaitu 1%; 1,5% dan 2% (b/v).

HASIL DAN PEMBAHASAN Konsentrasi Terpilih Ekstrak Kayu Manis untuk Pemingsanan

Penentuan konsentrasi terpilih ekstrak kayu manis menggunakan tiga konsentrasi yaitu 1%, 1,5% dan 2%. Konsentrasi ditentukan dengan melihat waktu pingsan dan waktu bugar ikan. Hasil penentuan konsentrasi terbaik kulit kayu manis dapat dilihat pada *Figure 1*.

Figure 1 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak kayu manis yang digunakan untuk memingsankan ikan, maka waktu pingsannya akan semakin cepat dan waktu bugarnya pun akan semakin lama. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Arlanda *et al.* (2018), bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan untuk pemingsanan ikan, maka semakin banyak juga kandungan ekstrak ataupun senyawa aktif yang terserap ke dalam tubuh ikan, sehingga ikan akan semakin cepat mengalami pingsan dan semakin lama juga waktu yang dibutuhkan ikan untuk bugar. Konsentrasi ekstrak kayu manis yang berbeda memengaruhi secara nyata waktu pingsan dan waktu bugar ikan mas ($p < 0,05$). Konsentrasi terbaik pemingsanan ikan menggunakan ekstrak kulit kayu manis yang didapatkan yaitu konsentrasi 1% dengan waktu pingsan dan waktu bugar yang lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi 1,5% dan 2% ($p < 0,05$). Waktu pingsan dan waktu bugar yang diperoleh yaitu $1,58 \pm 0,04$

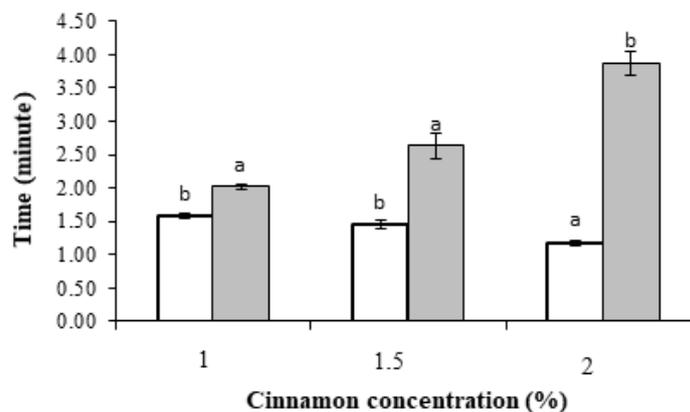


Figure 1 Effects of cinnamon concentration on the induction time (empty bar) and the recovery time (shaded bar) of the carp. Different letters on the bar indicate significant differences ($p < 0.05$).

menit pada waktu pingsan dan $2,20 \pm 0,04$ menit pada waktu bugar. Bahan anestesi dinyatakan efektif untuk memingsankan ikan yaitu yang memiliki waktu pingsan kurang dari 3 menit. Selain itu, bahan anestesi yang baik dapat membuat ikan bugar kurang dari 5 menit (Aini *et al.* 2014). Proses pemingsanan membuat ikan mengalami perubahan tingkah laku.

Ikan mas yang diberi ekstrak kulit kayu manis saat pemingsanan terjadi perubahan tingkah laku, yaitu ikan mengalami penurunan pergerakan tubuh, operkulum bergerak lambat, badan tidak seimbang, metabolisme menurun dan tidak memiliki reaksi pada rangsangan luar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arlanda *et al.* (2018), bahwa ikan yang mengalami fase pingsan memiliki pergerakan renang yang pasif, sistem kerja metabolisme dan respirasi mengalami penurunan, pergerakan operkulum mengalami penurunan serta ikan tidak mempunyai reaktivitas terhadap rangsangan dari luar kecuali berupa suatu tekanan yang cukup besar. Efektivitas ikan bugar memiliki waktu kurang dari 5 menit. Ikan pingsan yang dilakukan penyadaran akan diawali dengan pergerakan operkulum, badan ikan secara perlahan akan bergerak dan mengeluarkan ekstrak yang terdapat di dalam tubuh ikan hingga bugar sepenuhnya. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Khalil *et al.* (2013), bahwa ikan yang mulai sadar ditandai dengan pergerakan operkulumnya, beberapa saat setelahnya ikan akan berenang dengan perlahan hingga kembali bugar. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan membuat ikan semakin lama juga untuk sadar karena semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak pula kandungan ekstrak yang terserap. Aini *et al.* (2014) menyatakan bahwa bahan anestesi yang efektif digunakan untuk memingsankan ikan yaitu memiliki waktu pingsan kurang dari 3 menit dan dapat membuat ikan bugar kurang dari 5 menit. Ikan yang pingsan lebih dari 3 menit akan mengalami stres secara berlebih sehingga dapat menyebabkan ikan mengalami kematian. Selain itu, penentuan konsentrasi terbaik dengan melihat jumlah konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi yang digunakan semakin banyak maka membuat

waktu pingsan ikan akan semakin cepat dan waktu bugarnya akan semakin lama. Semakin besar konsentrasi yang digunakan untuk memingsankan ikan juga dapat berakibat fatal yaitu mampu membuat ikan mengalami kematian. Ikan yang dipingsankan dengan konsentrasi yang semakin besar maka kandungan toksisitas yang masuk ke dalam tubuh ikan pun akan semakin besar sehingga dapat menyebabkan kematian. Maryani *et al.* (2018) menyatakan bahwa konsentrasi yang semakin besar membuat bahan aktif untuk memingsankan ikan pun akan semakin toksik sehingga mampu memberikan respon kematian pada ikan yang semakin besar juga.

Perubahan Tingkah Laku Ikan Mas

Pemingsanan ikan merupakan salah satu teknik penanganan yang dapat dilakukan agar ikan tidak mengalami stres selama pengangkutan dan mengurangi berat beban pengangkutan ikan (Maraja *et al.* 2017). Pemingsanan ikan dilakukan menggunakan ekstrak kulit kayu manis 1% dan pembekuan $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pengamatan pemingsanan ikan menggunakan ekstrak kulit kayu manis dimulai saat ikan dimasukkan ke dalam larutan ekstrak, sedangkan pengamatan pemingsanan menggunakan suhu rendah $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ saat ikan dimasukkan ke dalam freezer. Ikan yang dipingsankan menggunakan ekstrak kulit kayu manis 1% pada detik ke 0-30 masih dalam keadaan normal, yakni badan berdiri tegak, operkulum dan mulut bergerak normal. Tingkah laku ikan pada detik 30-60 mulai panik ditandai dengan ikan mulai menggelepar. Detik ke 60-90 ikan kehilangan kendali dan ikan bergerak pasif. Kondisi ikan pada detik ke 90-120 badan miring, posisi berada di dasar, operkulum dan mulut bergerak lambat serta reaktivitas terhadap rangsangan dari luar hingga ikan mengalami pingsan.

Ikan yang dipingsankan dengan suhu rendah $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ mengalami kepanikan pada menit 1-3 ditandai dengan operkulum mulut bergerak cepat. Pada menit 3-5 badan mulai diam, operkulum dan mulut bergerak cepat serta masih memiliki reaktivitas terhadap rangsangan dari luar yang sangat kecil. Keadaan ikan saat menit ke 5-6 badan

diam, operkulum dan mulut bergerak lambat, serta ikan tidak memiliki reaktivitas terhadap rangsangan dari luar walaupun sangat kecil hingga ikan pingsan. Hasil yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan Arlanda *et al.* (2018), bahwa ikan dalam fase pingsan ditandai dengan terjadinya pergerakan operkulum mengalami penurunan, penurunan sistem kerja metabolisme dan respirasi, serta ikan tidak mempunyai reaktivitas terhadap rangsangan dari luar kecuali berupa suatu tekanan yang cukup besar.

Waktu Pingsan Ikan Mas

Pemingsanan ikan menggunakan ekstrak kayu manis dan pembekuan dilakukan untuk mempersingkat waktu pemingsanan dan mengurangi tingkat stres ikan. Pemingsanan ikan dengan suhu rendah merupakan pemingsanan yang aman digunakan, sebab pemingsanan dengan cara ini tidak akan meninggalkan residu kimia di dalam ikan yang dipingsankan (Maraja *et al.* 2017). Waktu pemingsanan ikan mas menggunakan ekstrak kulit kayu manis 1% dan tanpa ekstrak kayu manis 1% dapat dilihat pada *Figure 2*.

Figure 2 menunjukkan waktu pingsan dengan menggunakan ekstrak kayu manis 1% memperoleh hasil yang tidak berbeda jauh yaitu memiliki kisaran waktu selama 1-2 menit, sedangkan waktu pingsan ikan tanpa menggunakan ekstrak kayu manis 1% memiliki kisaran waktu selama 5-6 menit. Kondisi ini sesuai dengan pengamatan Aini *et al.* (2014) yang menggunakan bahan

anestesi dengan waktu pingsan kurang dari 3 menit dapat dikatakan sebagai bahan anestesi yang sangat efektif untuk memingsankan ikan. Ekstrak kulit kayu manis dapat digunakan sebagai bahan anestesi karena mengandung minyak atsiri yang terdiri dari kamfer, safrol, eugenol, sinamaldehida, sinamilasetat, terpen, sineol, sitral, sitronelal, polifenol dan benzaldehida. Selain itu kulit kayu manis memiliki kandungan lain di antaranya alkaloid, flavonoid, dan tanin (Anto dan Rato 2018).

Minyak atsiri di dalam kayu manis mempunyai suatu senyawa yang sangat penting untuk memingsankan ikan, salah satunya yaitu eugenol. Eugenol sendiri masuk ke dalam golongan zat cair, yang dapat larut dalam pelarut, misal air, kloroform dan alkohol (Septiana 2018). Kandungan senyawa eugenol yang terdapat di dalam kulit kayu manis 17,62% (Djarot *et al.* 2019). Senyawa dapat digunakan sebagai bahan anestesi karena senyawa ini dapat memberikan efek halusinasi pada ikan hingga menyebabkan ikan pingsan. Efek halusinasi diakibatkan karena senyawa eugenol ini masuk ke dalam golongan senyawa alkaloid yang mampu menyebabkan ikan mengalami pingsan jika senyawa ini masuk ke dalamnya dengan konsentrasi yang sesuai (Nur'aini 2016).

Hasil yang diperoleh waktu pemingsanan tanpa ekstrak kayu manis 1% membutuhkan waktu pingsan yang lama. Hal tersebut berbeda dengan penelitian Pratisari (2010) yang memingsankan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan suhu rendah secara langsung

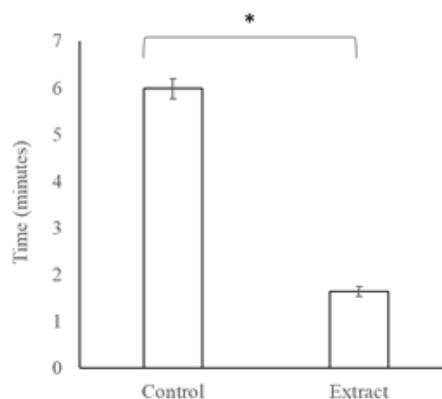


Figure 2 Induction time of carp at freezing temperature (-13 °C) with addition of cinnamon extract. Note: * significantly different from control ($p < 0.05$).

menggunakan es sebanyak 2 kg/1 L air pada suhu 6-7 °C mendapatkan waktu pingsan ikan selama 10 menit. Hasil tersebut juga berbeda dengan penelitian Arsyad *et al.* (2014) yang mendapatkan waktu pingsan ikan lele (*Clarias* sp.) dan gurami (*Ospbronemus goramy*) dengan suhu rendah 8 °C secara bertahap yaitu 3,36 menit dan 4,51 menit. Perbedaan disebabkan karena ikan mas merupakan ikan termofili sehingga lebih kuat dan mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan serta kondisi lingkungan yang ekstrim (Arsyad *et al.* 2014).

Hal ini sesuai dengan penelitian Primadona *et al.* (2017) bahwa ikan yang dipingsankan dengan suhu rendah membutuhkan waktu yang cukup lama. Waktu yang dibutuhkan untuk memingsankan ikan dengan suhu rendah bahkan bisa mencapai 20-45 menit tergantung jenis dan ukuran ikannya. Semakin besar ukuran ikan yang digunakan maka akan semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk memingsankan ikan (Arsyad *et al.* 2014).

Ikan yang dipingsankan dengan cara ini ketika dimasukkan ke dalam freezer bersuhu -13 °C mengalami kepanikan ditandai dengan ikan menggelepar-gelepar, bergerak tidak beraturan dan pergerakan mulut serta operkulum yang begitu cepat. Hal tersebut didukung oleh Suwetja *et al.* (2016) yang menyatakan ikan yang dimasukan ke dalam suhu rendah akan mengalami kepanikan, hal ini disebabkan perubahan suhu yang terjadi secara tiba-tiba sehingga membuat ikan kaget

dan panik. Ikan yang panik akan menggelepar tetapi secara perlahan operkulum dan mulut ikan mulai bergerak lambat namun membutuhkan waktu yang lama untuk pingsan. Ikan yang mengalami kepanikan karena pemberian suhu rendah dapat membuat ikan mengalami stres bahkan dapat menyebabkan kematian. Hal tersebut sesuai dengan yang dijelaskan dalam penelitian Nur'aini (2016) bahwa ikan yang diberi suhu rendah dapat mengalami stres bahkan menyebabkan kematian, karena suhu rendah merupakan sumber stres yang berpengaruh terhadap perubahan fisiologis yang terjadi pada tubuh ikan dan suhu yang tidak sesuai dengan suhu lingkungan tempat ikan hidup dapat membuat ikan mengalami kematian.

Laju Sintasan Ikan Mas dengan Pemingsanan dan Tanpa Pemingsanan

Laju sintasan ikan dapat dipengaruhi oleh adanya perlakuan. Hal tersebut terbukti dengan adanya perbedaan pada laju sintasan ikan dengan pemberian pembekuan yang berbeda baik ikan yang dipingsankan maupun ikan yang tidak dipingsankan. Perbedaan waktu pembekuan yang diberikan yaitu 45, 60, dan 75 menit. Hasil tersebut dapat dilihat pada *Figure 3*.

Figure 3 menunjukkan adanya perbedaan pada nilai laju sintasan ikan mas. Semakin lama waktu kejutan suhu yang diberikan maka akan semakin memengaruhi kelangsungan hidup ikan. Pembekuan 45 menit memperoleh nilai laju sintasan 100% baik yang dipingsankan

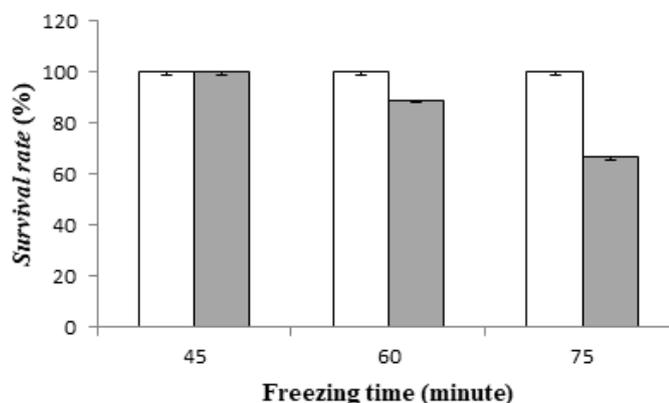


Figure 3 Survival rate of the carp stunted at -13 °C with (white bar) and without (grey bar) prior addition of cinnamon extract.

maupun yang tidak dipingsankan. Nilai laju sintasan ikan mas pada pembekuan 60 dan 75 dengan pemingsanan adalah 100% sedangkan ikan yang tidak dipingsankan pada waktu pembekuan 60 memperoleh nilai 88,89% dan 66,67% pada pembekuan 75 menit. Hasil yang didapat dengan pemingsanan menggunakan ekstrak kayu manis memiliki nilai laju sintasan yang lebih baik dibandingkan dengan ikan yang tidak diberikan pemingsanan terlebih dahulu, hal ini dapat disebabkan bahwa ikan yang dipingsankan menggunakan ekstrak kayu manis dapat menurunkan tingkat metabolisme ikan sehingga tingkat stres ikan akan ikut terhambat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Yustiati *et al.* (2017) yang mendapatkan hasil nilai laju sintasan ikan nila menggunakan pemingsanan lebih tinggi dibandingkan ikan yang tanpa pemingsanan. Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan Heriyati dan Kasman (2017) yang menggunakan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan perlakuan pemingsanan suhu rendah 15 °C dan perbedaan lama waktu transportasi ikan menunjukkan bahwa semakin lama waktu transportasi yang diberikan maka ikan akan mengalami kematian. Ikan yang dipingsankan terlebih dahulu dapat menekan tingkat stres ikan yang dapat menyebabkan kematian (Yustiati *et al.* 2017). Laju sintasan ikan dapat dipengaruhi oleh suhu karena ikan dikhawatirkan tidak mampu hidup dalam kondisi di luar habitatnya (Heriyati dan Kasman 2017).

Ikan dengan pemingsanan dan pembekuan diduga dapat mencegah peningkatan stres pada ikan. Ikan tanpa pemingsanan mengalami stres yang berlebih disebabkan adanya perubahan suhu secara tiba-tiba yang membuat ikan mengalami kepanikan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Nugraha (2019) bahwa ikan dengan perlakuan pembekuan yang semakin lama dapat membuat ikan tidak dapat bertahan dan menyebabkan kematian. Ikan yang diberi pemingsanan terlebih dahulu memperoleh nilai 100% disebabkan adanya zat anestesi yang mampu mencegah ikan mengalami stres berlebih. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Fathihatunnisa (2019), bahwa

ikan yang diberi perlakuan pemingsanan terlebih dahulu dapat membuat tingkat metabolisme ikan menjadi rendah, sehingga peningkatan stres ikan akan terhambat dan mencegah kematian pada ikan. Ikan yang mengalami stres tinggi kemungkinan akan mati karena ikan pada kondisi ini akan banyak menggunakan energi, sehingga homeostasis di dalam tubuh ikan akan terganggu, yang berakibat pada kematian. Ikan yang tidak dipingsankan metabolismenya akan terus meningkat, yang disebabkan oleh stres karena adanya perubahan suhu secara tiba-tiba dan tidak sesuai dengan suhu lingkungan hidup ikan (Nur'aini 2016). Selain itu, pembekuan dapat meningkatkan aktivitas metabolisme yang membuat ikan membutuhkan banyak oksigen, namun oksigen yang ada di dalam tempat penyimpanan ikan sangat terbatas membuat ikan mengalami kekurangan oksigen yang berujung pada kematian (Suwetja *et al.* 2016).

Kondisi Ikan Mas Selama 12 Jam

Ikan yang sudah dibugarkan perlu diamati selama 12 jam. Pengamatan ikan selama 12 jam bertujuan untuk menentukan daya tahan ikan setelah diberi perlakuan pembekuan yang berbeda yaitu 45, 60 dan 75 menit baik dengan pemingsanan maupun tidak menggunakan pemingsanan. Pengamatan kondisi ikan selama 12 jam dilihat secara visual dengan melihat jumlah ikan yang mati setiap jamnya. Kelangsungan hidup ikan selama 12 jam dapat dilihat pada *Figure 4*.

Figure 4 menunjukkan terjadinya penurunan kondisi ikan selama 12 jam. Perubahan nilai laju sintasan dengan pemingsanan terjadi pada jam ke-6 untuk yang dibekukan selama 75 menit, jam ke-9 untuk yang dibekukan 60 menit, jam ke-1 untuk yang dibekukan selama 60 dan 75 menit tanpa pemingsanan, sedangkan yang dibekukan 45 menit tidak ada perubahan nilai laju sintasan baik menggunakan pemingsanan maupun tanpa pemingsanan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan waktu pembekuan yang memengaruhi kelangsungan hidup ikan selama 12 jam. Ikan yang diberi pembekuan semakin lama akan membuat kondisinya selama 12 jam menurun. Selain itu, pemberian

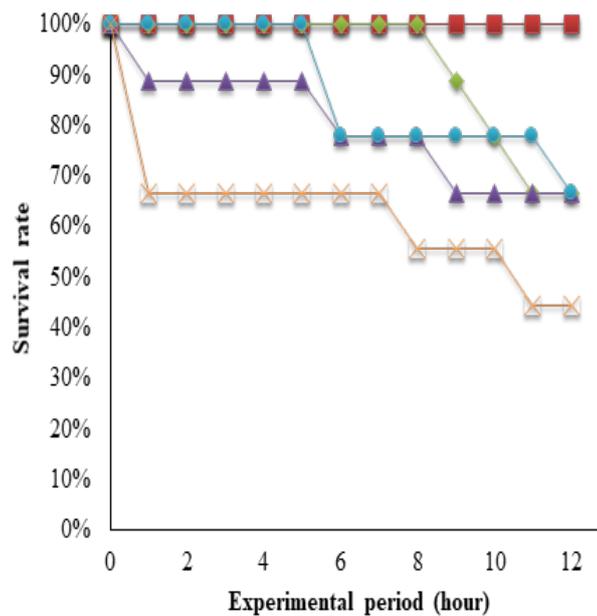


Figure 4 Survival rate of the fish over 12-hour post-recovery period following freezing at different temperatures; —+— 45' extract used; —■— 45' control; —◆— 60' extract used; —▲— 60' control; —●— 75' extract used; —×— 75' control.

ekstrak kayu manis sebagai anestesi dapat mencegah kematian pada ikan karena tingkat stres ikan akan terhambat. Hal ini didukung oleh penelitian Suwetja *et al.* (2016), yang menyatakan pembekuan yang semakin lama dapat meningkatkan kematian pada ikan karena adanya suhu rendah menyebabkan ikan menjadi stres. Pembekuan yang diberikan pada ikan dapat memengaruhi kondisi ikan selama 12 jam. Hal tersebut didukung oleh penelitian Nugraha *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa ikan yang diberi suhu rendah akan membuat metabolisme ikan menurun yang menjadikan konsumsi oksigennya menurun sehingga dapat menyebabkan kematian.

Penampakan Mata dan Insang

Pengujian mata dan insang dilakukan dengan mikroskop digital *user manual*-(G600) secara kualitatif, baik pada mata ikan setelah pemberian pembekuan maupun setelah bugar. Mata ikan dilihat langsung pada bagian kornea. Insang diamati dengan mengeluarkan insang dari kepala ikan. Pengujian ini dilakukan untuk melihat pengaruh ekstrak kayu manis dan perbedaan waktu pembekuan terhadap kenampakan mata dan insang ikan mas.

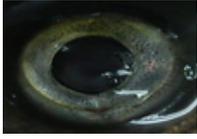
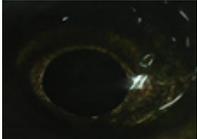
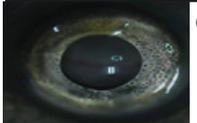
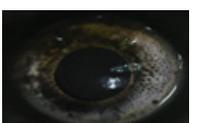
Mata ikan mas

Pengamatan mata ikan merupakan salah satu cara yang cukup mudah dilakukan untuk melihat kondisi ikan terutama pada tingkat kesegaran ikan (Pianusa *et al.* 2015). Kondisi mata ikan diamati pada bentuk mata dan warnanya. Kondisi mata ikan mas setelah diberi pembekuan dengan pemingsanan dan tanpa pemingsanan dapat dilihat pada *Table 1*.

Table 1 menunjukkan adanya perbedaan pada mata ikan yang menggunakan pemingsanan dan tanpa pemingsanan. Mata ikan yang dipingsankan menggunakan pemingsanan ekstrak kayu manis maupun tanpa pemingsanan sebelum dibugarkan memiliki warna mata yang keruh sedangkan ikan yang telah bugar memiliki warna yang lebih jernih. Ikan mas semakin lama diberi pembekuan membuat mata ikan terbentuk kristal es. Mata ikan pada kondisi segar memiliki bentuk mata yang cembung dan mempunyai warna yang jernih.

Ikan baik yang dipingsankan maupun tidak dipingsankan setelah dibugarkan kornea mata tampak jernih dan kondisi mata ikan pada seluruh perlakuan memiliki bentuk mata yang cembung. Kondisi mata ikan yang jernih dengan bentuk mata ikan yang cembung tersebut menandakan bahwa

Table 1 The fish eye condition during freezing and after recovery

Freezing time (°C)	During freezing		After recovery	
45 (A1)		Convex shape and cloudy		Convex shape and clear
45 (A2)		Convex shape and cloudy		Convex shape and clear
60 (A1)		Convex shape and cloudy		Convex shape and clear
60 (A2)		Convex shape and cloudy		Convex shape and clear
75 (A1)		Convex shape and cloudy, ice crystal		Convex shape and cloudy
75 (A2)		Convex shape and cloudy, ice crystal		Convex shape and clear

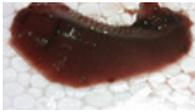
Note: A1= with cinnamon extract, A2= without cinnamon extract (control)

kondisi ikan masih segar (Litaay *et al.* 2017). Meiriza *et al.* (2016) menyatakan bahwa ikan segar memiliki betuk mata yang menonjol, cerah dan kornea jernih. Kristal es yang terbentuk pada mata ikan disebabkan karena pada mata ikan terdapat air bebas yang saat suhu tubuh ikan berada di suhu -10 °C atau lebih rendah akan berubah menjadi kristal es (KKP 2020). Waktu pembekuan yang semakin meningkat membuat mata ikan menjadi semakin berwarna putih keruh, karena kombinasi suhu rendah dan waktu diduga akan dapat membuat indeks bias juga semakin meningkat. Indeks bias yang semakin meningkat disebabkan oleh kerapatan medium yang dilewati. Zat cair yang terdapat pada mata ikan kerapatannya akan semakin meningkat seiring dengan lama waktu pembekuan yang diberikan membuat indeks biasanya meningkat (Zamroni 2013).

Insang ikan mas

Bagian organ ikan yang paling rentan dan sebagai indikator terhadap perubahan kondisi lingkungan salah satunya yaitu insang. Pengamatan insang ikan merupakan metode yang cukup valid untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh waktu pembekuan yang berbeda terhadap kondisi insang ikan (Georgieva *et al.* 2014). Insang ikan sendiri berupa respirasi yang paling utama untuk melakukan difusi yang terdapat di dalam darah dan air seperti gas-gas. Struktur dan fungsi ikan akan terpengaruh sangat besar apabila terjadi perubahan pada lingkungan ikan baik yang terjadi secara langsung ataupun terjadi tidak secara langsung (Veronica *et al.* 2017). Kondisi insang ikan mas setelah diberi pembekuan yang berbeda dengan pemingsanan dan tanpa pemingsanan dapat dilihat pada *Table 2*.

Table 2 The fish gill conditions

Freezing time (°C)		Gill conditions
45 (A1)		Fresh, red gill with little blood clot and mucus and visible of cinnamon extract.
45 (A2)		Fresh, red gill with little blood clot and mucus
60 (A1)		Fresh, red gill with little blood clot and mucus and visible of cinnamon extract.
60 (A2)		Slight damage to the gill fins and filament, mucus and a little bleeding but the colour is fresh and red.
75 (A1)		Slight damage to the gill fins and filament, mucus and a little bleeding but the colour is fresh and red. Visible of cinnamon extract.
75 (A2)		The gill filaments were damaged with visible distance between the gill filaments, there was a little bleeding in the gills, there was mucus on the gills, the color of the gills was fresh red.

Note: A1= with cinnamon extract, A2= without cinnamon extract (control)

Table 2 menunjukkan adanya perbedaan hasil di setiap lama waktu pemberian pembekuan -13 °C yang berbeda. Insang hasil pembekuan 45 menit memperlihatkan kondisi yang baik, sedangkan pada pembekuan 60 dan 75 menit terlihat bahwa insang mulai mengalami kerusakan terutama pada bagian filamen. Pembekuan 75 menit terdapat kerusakan yang berat pada filamen insang yaitu terlihat adanya jarak cukup besar antar filamen dan terjadinya pendarahan pada insang ikan. Fathihatunnisa (2019) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa ikan yang tidak diberi pembekuan -13 °C tidak akan mengalami kerusakan pada bagian filamennya, sedangkan ikan yang diberi pembekuan dapat menyebabkan kerusakan pada filamen. Filamen sendiri terbagi dua menjadi lamela sekunder dan lamela primer. Filamen yang mengalami kerusakan

menyebabkan terhambatnya air ataupun oksigen yang mengalir disebabkan oleh lamela sekundernya memiliki jarak yang sedikit antar lamela. Pemberian lama waktu pembekuan yang berbeda memengaruhi kondisi insang. Pembekuan juga dapat membuat kesegaran ikan tetap terjaga dan insang terlihat masih berwarna merah segar. Ikan yang masih segar dapat dilihat dari warna dan lendirnya, jika warnanya tidak berubah dan lendirnya sedikit maka ikan tersebut diduga kualitasnya masih segar (Litaay 2017).

Kadar Glukosa Darah Ikan Mas dengan Ekstrak Kayu Manis dan Tanpa Ekstrak Kayu Manis

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan dengan menggunakan alat uji GlucoDR AGM-2100. Darah ikan mas yang diuji diambil dari bagian pangkal

Table 3 Glucose levels of the carp

Freezing time (minutes)	With cinnamon extract		Without cinnamon extract	
	Before	After	Before	After
45	87.17±27.57	134.67±39.43	49.33±8.87	143.33±37.81
60	111.50±22.29	137.33±22.54	64.50±2.78	152.17±15.51
75	134.33±24.46	151.33±38.89	55.00±26.13	160.50±38.25

ekor ikan menggunakan semprit (*syringe*) (Suwandi *et al.* 2013). Glukosa darah ikan diukur untuk mengetahui tingkat stres yang terjadi pada ikan. Kadar glukosa darah ikan yang meningkat dapat terjadi karena adanya efek sekunder dari stres serta memiliki pengaruh terhadap kesehatan ikan (Subiyono *et al.* 2016). Nilai kadar glukosa darah ikan mas dapat dilihat pada *Table 3*.

Table 3 memiliki nilai yang berbeda-beda pada setiap perlakuannya. Nilai terbesar glukosa darah ikan yang didapat pada perlakuan dengan pemingsanan setelah diberikan pembekuan 75 menit, yaitu 151,33±38,89 mg/dL sedangkan yang terendah pada pembekuan 45 menit, yakni 134,33±24,46 mg/dL. Kadar glukosa darah ikan yang terendah pada perlakuan tanpa pemingsanan yang sudah diberi pembekuan mendapatkan nilai sebesar 49,33±8,87 pada pembekuan 45 menit, sedangkan nilai glukosa darah yang tertinggi terdapat pada pembekuan 75 menit sebesar 160,50±38,25. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa ikan yang dipingsankan terlebih dahulu sebelum dibekukan dapat menghambat peningkatan stres ikan. Hastuti *et al.* (2018) menyatakan bahwa kadar glukosa darah ikan yang normal berada di kisaran antara 41 sampai 150 mg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa ikan tanpa pemingsanan setelah dibekukan selama 60 dan 75 menit mengalami stres.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai glukosa darah yang didapatkan terlihat mengalami kenaikan pada perlakuan pemingsanan dengan anestesi dan kontrol. Peningkatan kadar glukosa darah tertinggi terjadi pada perlakuan kontrol. Peningkatan kadar glukosa darah menandakan ikan mengalami stress selama pemberian pembekuan sehingga ikan dengan kadar glukosa darah tinggi maka tingkatan stres yang dialami oleh

ikan akan semakin tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Midihatama *et al.* (2018) bahwa ikan dengan tingkat stres yang tinggi menyebabkan kadar glukosa darah ikan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Kadar glukosa darah yang tinggi disebabkan oleh ikan yang mengalami stres dan membutuhkan banyak energi dan membuat glukokortikoid menjadi meningkat. Syawal *et al.* (2012) menyatakan ikan dalam kondisi stres memerlukan banyak energi untuk beradaptasi dengan kondisi suhu yang ada dalam menjaga dirinya untuk tetap hidup yang berakibat glukosa akan bergerak ke dalam darah yang menyebabkan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah. Ikan dengan perlakuan kontrol setelah diberikan pembekuan memiliki kadar glukosa darah yang lebih tinggi dari ikan dengan perlakuan pemingsanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Oktaviani (2016) bahwa perlakuan pemingsanan dengan anestesi mampu menghambat peningkatan kadar glukosa darah dengan menghambat peningkatan stres ikan.

KESIMPULAN

Pemberian ekstrak kayu manis dan kejutan suhu yang beku yang berbeda memberi pengaruh terhadap nilai laju sintasan ikan mas. Ikan mas yang diberi ekstrak kayu manis dan pembekuan menghasilkan nilai laju sintasan yang lebih tinggi dibandingkan ikan yang dipingsankan hanya menggunakan pembekuan. Namun perlu diperhatikan bahwa waktu pembekuan yang terlalu lama dapat membuat kerusakan fisik pada ikan yang teramati pada organ insang dan mata.

DAFTAR PUSTAKA

Aini M, Ali M, 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*. 2(2): 217-226.
- Anto, Rato R. 2018. Pengaruh penambahan bubuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap sifat kimia dan total mikroba pada nugget ayam. *Jurnal Agropolitan*. 5(1): 1-11.
- Arlanda R, Tarsim, Utomo DSC. 2018. Pengaruh pemberian ekstrak tembakau (*Nicotiana tobacum*) sebagai bahan anestesi terhadap kondisi hematologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 2(2): 32-40.
- Arsyad M, DamayanthiW, Gemaputri AA. 2014. Pengaruh pemberian suhu 8 °C terhadap lama waktu pingsan ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan patin (*Pangasius sp.*), ikan lele (*Clarias sp.*), dan ikan gurame (*Osphronemus guramy*). *Jurnal Ilmiah Inovasi*. 14(2): 110-116.
- Djarot P, Moerfiah, Ambarwati D. 2019. Lilin aromatik minyak atsiri kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai repelen lalat rumah (*Musca domestica*). *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. 19(2): 55-64.
- Fathihatunnisa R. 2019. Perubahan Struktur Histologi Insang dan Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Akibat Pembekuan dan Pemingsanan Dengan Minyak Cengkeh. [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Georgieva E, Velcheva I, Yancheva V, Stoyanova S. 2014. Trace metal effects on gill epithelium of Common Carp, *Cyprinus carpio* L. (Cyprinidae). *Acta Zoologica Bulgarica*. 66(2): 277-282.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. *Laporan Kinerja Tahun 2019*. Dittektorat Jendral Perikanan Budidaya. [Internet]. www.kkp.go.id
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. *Teknologi Baru Pembekuan Produk Perikanan*. Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan. [Internet]. www.kkp.go.id
- Khalil M, Yuskarina, Hartami P. 2013. Efektifitas dosis minyak pala untuk pemingsanan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama transportasi. *Jurnal Agrium*. 10(2): 61-68
- Litaay C, Wisudo SH, Haluan J, Harianto B. 2017. Pengaruh perbedaan metode pendinginan dan waktu penyimpanan terhadap mutu organoleptik ikan cakalang segar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(2): 717-726.
- Maraja MK, Salindeho N, Pongoh J. 2017. Penanganan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hidup dengan menggunakan es sebagai pengawet. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 5(3): 174-179.
- Maryani, Efendi E, Utom DSC. 2018. Efektifitas ekstrak bunga kenanga (*Cananga odorata*) sebagai bahan anestesi pada transportasi benih nila merah (*Oreochromis sp.*) tanpa media air. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 14(1): 8-15.
- Midihatama A, Subandiyono, Haditomo AHC. 2018. Pengaruh eugenol terhadap kadar glukosa darah dan kelulushidupan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac.) selama dan setelah periode transportasi sistem tertutup. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 2(2): 12-17
- Munandar A, Indaryanto FR, Prestisia HN, Muhdani N. 2017. Potensi ekstrak daun picung (*Pangium edule*) sebagai bahan pemingsanan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 6(2): 107-114.
- Nugraha S. 2019. Pengaruh Pemingsanan dan Pembekuan terhadap Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Nur'aini M. 2016. Anestesi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle*) pada Simulasi Transportasi. [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Oktaviani IK. 2012. Pemanfaatan Daun Sirih (*Piper betle*) Sebagai Bahan Anestesi pada Proses Transportasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pianusa Af, Sanger G, Wonggo D. 2015. Kajian perubahan mutu kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang direndam dalam ekstrak rumput laut (*Eucaema spinosum*) dan ekstrak buah bakau

- (*Sonneratia alba*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(2): 66-74.
- Prasetyaningrum, Utami R, Anandito RBK. 2012. Aktivitas antioksidan, total fenol, dan antibakteri minyak atsiri dan oleoresin kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 1(1): 24-31.
- Pratisari D. 2010. Transportasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Hidup Sistem Kering dengan Menggunakan Pembusuan Suhu Rendah Secara Langsung. [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Primadona R, Lestari S, Baehaki A. 2017. Pengaruh pemberian kuat arus listrik terhadap tingkat kelulusan hidup pada transportasi kering benih ikan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 6(2): 145-152.
- Puspita A. 2014. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dalam Menurunkan Pertumbuhan *Streptococcus mutans* Secara In Vitro. [Skripsi]. Surakarta (ID) : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rahmahidayati I, Agustini TW, Nur M. 2014. Pengaruh penambahan ozon selama penyimpanan dingin terhadap kadar lemak bebas ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 3(3): 16-22.
- Roohi Z, Imanpoor MR. 2015. The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L 1758) juveniles. *Aquaculture*. 437: 327-332.
- Sari VD, Ningsih DS, Soraya NE. 2016. Pengaruh konsentrasi ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap kekasaran permukaan resin akrilik heat cured. *Journal of Syiah Kuala Dentistry Society*. 1(2): 130-136.
- Septiana S. 2018. Ekstrak Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum sp.*) Sebagai Anestesi Alami pada Simulasi Transportasi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Subiyono, Martsiningsih MA, Gabrela D. 2016. Gambaran kadar glukosa darah metode GOD-PAP (Glucose Oksidase-Peroxidase Aminoantipirin) sampel serum dan plasma EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetat). *Jurnal Teknologi Laboratorium*. 5(1): 45-48.
- Suwandi R, Nugraha R, Zulfamy KE. 2013. Aplikasi ekstrak daun jambu *Psidium guajava* var. *pomifera* pada proses transportasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(1): 69-78.
- Suwandi R, Nugraha S, Fathihatunnisa R, Jacob AM, Suptijah P. 2020. Effect of stunning and freezing on carp (*Cyprinus carpio* L) Survival rate. *The Electrochemical Society*. 414: 1-10.
- Suwetja IK, Metang F, Pade SW. 2016. Studi teknik penanganan ikan mas (*Cyprinus caprio*-1) hidup dalam wadah tanpa air. *Journal Technology*. 4(1): 37-41.
- Syafar LA, Mahasri G, Rantam FA. 2017. Blood description, parasite infestation and survival rate of carp (*Cyprinus caprio*) which is exposed by spore protein *Myxobolus koi* on rearing pond as immunostimulan material. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 19(2): 1-18.
- Syawal H, Kusumorini N, Manalu W, Affandi R. 2012. Respon fisiologis dan hematologi ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1): 1-11.
- Veronica V, Iskandar CD, Rahmi E. 2017. Histologi insang dan labirin ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 2(1): 23-29.
- Yanto H. 2009. Penggunaan MS-222 dan larutan garam pada transportasi ikan jelowat (*Leptobarbus hoevenii* Blkr.) ukuran sejari. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 16(1): 47-54.
- Yustiati A, Pribadi SS, Rizal A, Lili W. 2017. Pengaruh kepadatan pada pengangkutan dengan suhu rendah terhadap kadar glukosa dan darah kelulusan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuatika Indonesia*. 2(2): 137-145.
- Zamroni A. 2013. Pengukuran indeks bias zat cair melalui metode pembiasan menggunakan plan paralel. *Jurnal Fisika*. 3(2): 108-111.