



**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**  
**UJI MOTILITAS SPERMA IKAN MAS *Cyprinus carpio* SEBAGAI**  
**ACUAN KEGIATAN PENGAWETAN SPERMA**  
**BIDANG KEGIATAN**  
**PKM-AI**

Disusun Oleh :

Rangga Garnama      C14090029    (2009)  
Kresna Yusuf          C14070053    (2007)

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**BOGOR**

**2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Uji Motilitas Sperma Ikan Mas *Cyprinus carpio* Sebagai Acuan Kegiatan Pengawetan Sperma
2. Bidang Kegiatan : (✓) **PKM-AI** ( ) **PKM-GT**
3. Bidang Keilmuan : Bidang Pertanian
4. Ketua Pelaksanaan Kegiatan
  
5. Anggota Pelaksana Kegiatan : 1 orang
6. Dosen Pendamping

Bogor, 2 Maret 2011

Menyetujui,

Ketua Departemen  
Budidaya Perairan,

Ketua Pelaksana Kegiatan,

(Dr. Odang Carman)  
NIP. 195912221986011001

(Rangga Garnama)  
NIM. C14090029

Wakil Rektor  
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pendamping,

( Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono MS )

( Dr. Odang Carman )

NIP. 195812281985031003

NIP. 195912221986011001

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penyusun ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan PKM Artikel Ilmiah (AI) dengan judul “Uji Motilitas Sperma Ikan Mas *Cyprinus carpio* Sebagai Acuan Kegiatan Pengawetan Sperma”.

Penyusun sampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada; Dr.Odang Charman selaku pembimbing PKM (AI) ini sekaligus Ketua Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, dan kepada teman-teman mahasiswa yang telah banyak mencurahkan tenaga dan pikirannya di dalam memberikan masukannya kepada penyusun.

Besar harapan semoga PKM AI yang dibuat ini bermanfaat bagi semuanya.

Bogor, Maret 2011

Penyusun

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rangga Garnama

Dengan ini menyatakan bahwa penggunaan seluruh acuan pustaka dalam penyusunan artikel ilmiah ini adalah benar serta dapat dipertanggungjawabkan. Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bogor, 2 Maret 2011

Ketua Departemen  
Budidaya Perairan, FPIK, IPB

Ketua Pelaksana

(Dr. Odang Carman)  
NIP. 195912221986011001

(Rangga Garnama)  
NIM. C14090029

**UJI MOTILITAS SPERMA IKAN MAS *Cyprinus carpio* SEBAGAI  
ACUAN KEGIATAN PENGAWETAN SPERMA**

**Rangga Garnama, Kresna Yusuf  
Institut Pertanian Bogor**

**ABSTRACT**

*The availability of seeds in fish culture is important, but sometimes the male gonad maturity out of sync with the female gonads. One appropriate solution to solve this problem is preservation of sperm. Sperm can survive longer if the storage temperature and pressure of osmotic was regulated. The implementation of the activities conducted at the breeding and fish genetic laboratory, Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bogor Agricultural University on October 22, 2009. The object of observation is the sperm of common carp *Cyprinus carpio*. The purpose of this activity is to determine the level of sperm survival outside the body and a good solution for the preservation of sperm. The method of sperm preservation is examination the sperm of male carp in the various treatments. Parameters observed during the activities are the age of common carp sperm in solution experiments and sperm motility index. The fish sperm treated with physiological solution and pocari does not made movement. Sperm that were given tap water to move quickly. Age longest sperm found in experiments that use milk. The obtained conclusion is solution can be used for preservation of sperm is water from coconut, water faucets, and distilled water.*

*Key word : sperm, common carp, gonad, preservation*

**ABSTRAK**

*Ketersediaan benih dalam budidaya ikan sangatlah penting, namun kematangan gonad jantan kadang – kadang tidak sinkron dengan gonad betina. Salah satu solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan melakukan preservasi sperma (pengawetan sperma). Sperma mampu bertahan lebih lama jika suhu penyimpanan dan tekanan osmotiknya diatur. Pelaksanaan kegiatan dilakukan di Laboratorium Pengembangbiakkan dan Genetik Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor pada tanggal 22 Oktober 2009. Objek pengamatan adalah sperma ikan mas *Cyprinus carpio*. Tujuan dari kegiatan ini adalah mengetahui tingkat kelangsungan hidup sperma diluar tubuh dan larutan yang baik untuk preservasi sperma. Metode yang digunakan adalah melakukan pengamatan*

*terhadap sperma induk jantan ikan mas yang diberi berbagai perlakuan. Parameter yang diamati selama kegiatan adalah umur sperma ikan mas didalam larutan percobaan dan indeks motilitas sperma. Sperma ikan yang diberi perlakuan larutan fisiologis dan pocari tidak mengalami pergerakan. Sperma yang diberi air keran bergerak dengan cepat. Umur sperma terpanjang terdapat pada percobaan yang menggunakan bahan susu. Kesimpulan yang didapatkan adalah larutan yang dapat digunakan untuk preservasi sperma adalah air kelapa, air kran, dan akuades.*

*Kata kunci : sperma, ikan mas, gonad, preservasi*

## **PENDAHULUAN**

Ikan merupakan salah satu sumber protein bagi manusia. Tingginya permintaan terhadap ikan menyebabkan pentingnya dilakukan kegiatan budidaya. Dalam budidaya ketersediaan benih ikan merupakan suatu keharusan, namun kematangan gonad jantan kadang – kadang tidak sinkron dengan gonad betina. Salah satu solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan melakukan preservasi sperma. Preservasi sperma adalah pengawetan sperma sehingga dapat digunakan sewaktu diperlukan. Kegunaan lain dari preservasi sperma adalah untuk keperluan konservasi jenis – jenis ikan yang sudah langka serta intensifikasi benih.

Fungsi penyimpanan gamet menurut Davy dan Chouinard (1980) adalah memudahkan pengangkutan (tidak harus mengangkut induk yang akan diambil gametnya, tetapi cukup mengangkut gametnya) dari satu tempat ke tempat lain dan mengurangi jumlah induk yang dipelihara, menghindari gamet mengalami *overripening* (lewat matang), memungkinkan untuk memproduksi benih sepanjang tahun, dan memudahkan melakukan pemijahan dari induk yang diinginkan dengan pematangan gonad induk jantan dan betina pada saat yang berbeda.

Tingkat kelangsungan hidup sperma di luar tubuh umumnya singkat, hanya dalam hitungan detik hingga menit. Jika berada diluar tubuh sperma akan terus bergerak hingga akhirnya mati karena kehabisan tenaga. Sperma mampu bertahan lebih lama jika suhu penyimpanan dan tekanan osmotiknya diatur. Pada suhu yang sangat rendah seperti pada nitrogen cair, sperma dapat hidup sampai beberapa tahun. Proses pembekuan yang cepat dapat melindungi sperma dari kerusakan akibat efek larutan tetapi dapat mengakibatkan cold shock dan pembentukan kristal es yang akan merusak sperma. Sedangkan proses pembekuan yang lambat akan mencegah munculnya kristal es tetapi akan menyebabkan naiknya konsentrasi garam dan tekanan osmotik yang akan merusak protein yang dikandung oleh sel.

## **TUJUAN**

Mengetahui tingkat kelangsungan hidup sperma diluar tubuh dan larutan yang baik untuk preservasi sperma.

## **METODE**

### **Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kegiatan**

Kegiatan ini dilaksanakan pada hari Kamis pukul 15.00 s.d 18.00 WIB tanggal 22 Oktober 2009 di Laboratorium Lapang Pengembangbiakkan dan Genetik Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Institut Pertanian Bogor.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada praktikum adalah mikroskop, *stopwatch*, *syringe* 2,5ml, gelas objek, gelas penutup, dan alat tulis. Bahan yang digunakan pada praktikum adalah sperma induk jantan ikan mas, larutan fisiologis, air kran, akuades, minuman isotonik, susu beruang.

### **Prosedur Kerja**

#### ***Prosedur pengambilan sperma ikan***

Sperma yang digunakan pada percobaan adalah sperma induk jantan ikan mas. Induk jantan ikan mas yang telah matang gonad, diurut perutnya secara hati-hati kearah lubang sampai spermanya keluar. Sperma yang keluar langsung dihisap menggunakan *syringe* tanpa jarum.

#### ***Prosedur pengamatan dengan masing-masing bahan yang diujikan***

Pengamatan sperma mulai dilakukan dengan menghidupkan *stopwatch* saat sperma diteteskan ke masing – masing bahan, yaitu larutan fisiologis, air kran, akuades, minuman isotonik, susu beruang. Setelah itu sperma langsung diamati dibawah mikroskop. Amati berapa lama sperma tersebut bergerak (motil) hingga mati lalu catat dan beri angka motilitas.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Ikan yang digunakan untuk kegiatan ini adalah ikan mas *cyprinus carpio* yang telah matang gonad. Pemilihan ikan mas dikarenakan jumlah permintaan akan

ikan mas terbilang tinggi, sehingga diperlukan ketersediaan benih secara kontinyu. Ikan mas merupakan salah satu jenis ikan yang mudah untuk di *stripping*. Berikut adalah hasil uji motilitas sperma ikan mas yang telah dilakukan

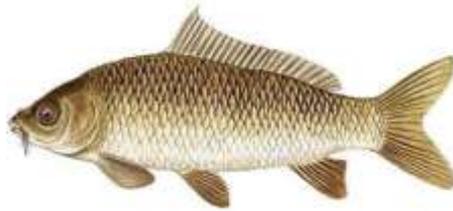
Tabel 1. Hasil uji motilitas sperma ikan mas (*Cyprinus carpio*)

| Bahan     | Ulangan | Umur | IM | Keterangan  |
|-----------|---------|------|----|---|
| Air keran | 1       | 180  | 4  | Banyak sperma bergerak sangat cepat dengan peregerakan ekor cepat, beberapa sperma memperlihatkan getaran yang kuat di tempat |
|           | 2       | 73   | 3  | Banyak sperma bergerak cepat dan yang lain bergetar di tempat   |
|           | 3       | 40   | 3  | Banyak sperma bergerak cepat dan yang lain bergetar di tempat   |
| Akudes    | 1       | 110  | 4  | Banyak sperma bergerak sangat cepat dengan peregerakan ekor cepat, beberapa sperma memperlihatkan getaran yang kuat di tempat |
|           | 2       | 80   | 4  | Banyak sperma bergerak sangat cepat dengan peregerakan ekor cepat, beberapa sperma memperlihatkan getaran yang kuat di tempat |
|           | 3       | 60   | 3  | Banyak sperma bergerak cepat dan yang lain bergetar di tempat   |
| Kelapa    | 1       | 207  | 2  | Banyak sperma bergetar dengan sedikit memperlihatkan pergerakan cepat   |
|           | 2       | 73   | 2  | Banyak sperma bergetar dengan sedikit memperlihatkan pergerakan cepat   |
|           | 3       | 36   | 2  | Banyak sperma bergetar dengan sedikit memperlihatkan pergerakan cepat   |
| Susu      | 1       | 480  | 5  | Semua sperma bergerak sangat cepat dengan pergerakan ekor bervariasi  |
|           | 2       | 379  | 5  | Semua sperma bergerak sangat cepat dengan pergerakan ekor bervariasi  |
|           | 3       | 135  | 5  | Semua sperma bergerak sangat cepat dengan pergerakan ekor bervariasi  |
| Larfis    | 1       | 0    | 0  | Semua spera tidak bergerak dan bergetar   |
|           | 2       | 0    | 0  | Semua spera tidak bergerak dan bergetar   |
|           | 3       | 0    | 0  | Semua spera tidak bergerak dan bergetar   |
| Pocari    | 1       | 0    | 0  | Semua spera tidak bergerak dan bergetar   |
|           | 2       | 0    | 0  | Semua spera tidak bergerak dan bergetar   |
|           | 3       | 0    | 0  | Semua spera tidak bergerak dan bergetar   |

Berdasarkan tabel 1 di atas, tampak bahwa sperma ikan yang diberi perlakuan larutan fisiologis dan pocari tidak mengalami pergerakan. Sperma yang diberi air keran bergerak dengan cepat. Umur sperma terpanjang terdapat pada percobaan yang menggunakan bahan susu. Hal itu tampak pada indek motilitas (IM) pada sperma yang di uji.

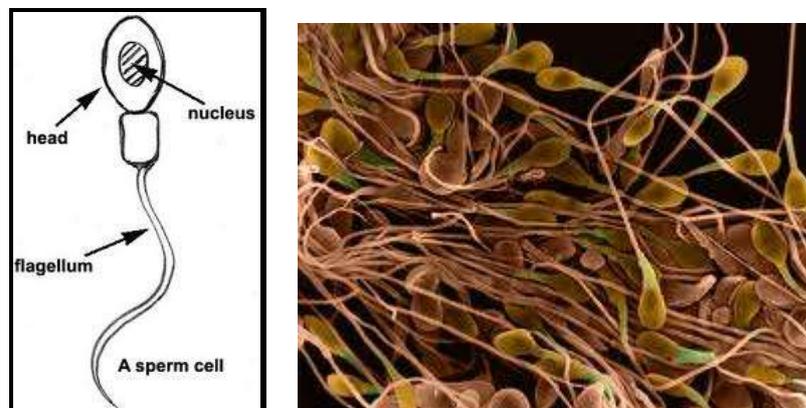
## Pembahasan

Menurut Saanin (1980) dalam Sundara (1993) penggolongan ikan mas merupakan ikan yang termasuk dalam filum chordata, famili cyprinidae, dan Spesies *Cyprinus carpio* Ikan ini hidup dengan baik didaerah ketinggian 150-600 m diatas permukaan laut dengan suhu berkisar antara 25-30°C. ikan mas tergolong ikan omnivora. Namun demikian, makanan utamanya adalah yang ada dan tumbuh didasar perairan dan daerah tepian (BPBPAT, 2005 dalam Sundara 1993).



Gambar 1. Ikan Mas *Cyprinus carpio* (Sundara 1993)

Sperma merupakan perubahan spermatozoa setelah mengalami beberapa tahap pembelahan. Menurut Harvery dan Hoar (1979) dalam Arie (2008) sperma sebagai larutan spermatozoa yang berada dalam larutan seminal dan dihasilkan oleh hidrasi testes, atau salah satu bagian dari alat reproduksi ikan. Sperma berisi materi genetik jantan, Sperma meliputi dua bagian, yaitu zat cair dan sel. Cairan merupakan tempat hidup sperma. Sel-sel yang hidup dan bergerak disebut spermatozoa, dan zat cair dimana sel-sel tersebut berenang disebut plasma seminal (Partodihardjo, 1987 dalam Arie, 2008).



Gambar 2. Sperma ikan mas *Cyprinus carpio* (Anonim, 2011)

Pergerakan sperma ikan sangat penting dalam kegiatan budidaya untuk menghasilkan generasi baru sebagai hasil dari penggabungan sperma dan sel telur. Berdasarkan data hasil pengamatan presrvasi sperma diperoleh bahwa sperma yang diberi air keran, akuades, air kelapa dan beberapa larutan fisiologis mengalami pergerakan. Sedangkan sperma yang diberi minuman isotonik tidak mengalami pergerakan. Beberapa larutan uji yang digunakan dapat menyebabkan terjadinya motilitas pada sperma sedangkan beberapa lainnya tidak menyebabkan motilitas sperma. Sperma dapat bergerak karena memiliki ekor. Inti spermatozoa terdapat pada bagian kepala, sedangkan ekor berguna sebagai organ untuk berenang (Nelsen 1953 dalam Arie, 2008). Selain itu pergerakan sperma dipengaruhi oleh salinitas air. Umumnya pergerakan sperma ikan yang memijah

dalam air laut lebih lama dibandingkan dengan dalam air tawar. Hal ini disebabkan karena air laut lebih banyak mengandung zat-zat yang terdapat dalam sperma (Harvey dan Hoar, 1979 *dalam* Arie, 2008).

Sperma yang ditetesi oleh air kran, akuades, dan air kelapa akan motil, hal ini dikarenakan adanya perbedaan konsentrasi antara larutan dan sperma. Air kran bukanlah larutan isotonik. Isotonis menyatakan banyaknya ion yang masuk dan ion yang keluar dari sperma adalah sama, akibatnya perbedaan konsentrasi tersebut menyebabkan terjadinya pergerakan sperma. Motilitas sperma yang diberi perlakuan air kran tidak bertahan lama, hal ini dikarenakan tidak terdapat ion-ion yang dapat memberikan energi bagi sperma. Energi tersebut digunakan oleh sperma untuk bergerak. Tidak adanya ion penyumbang energi bagi sperma menyebabkan waktu gerak sperma menjadi pendek. Hal yang sama terjadi pada saat sperma diberi perlakuan akuades. Akuades merupakan air murni hasil penyaringan lebih lanjut dari air kran. Akuades menyebabkan waktu gerak sperma menjadi pendek. Hal itu juga disebabkan tidak terjadinya transfer energi yang berasal dari larutan pengencer.

Air kelapa mengandung NaCl yang dapat memperpanjang waktu gerak sperma. Berdasarkan tabel satu di atas, tampak bahwa sperma yang ditetesi air kelapa memiliki waktu motil yang lebih besar dibandingkan akuades dan air keran. Keadaan tersebut terjadi karena adanya transfer ion  $\text{Na}^+$  pada sperma yang dapat mempertahankan sperma dan menjadi penyumbang energi sehingga sperma tetap bergerak dalam waktu yang cukup lama. Lain halnya dengan pocari dan larutan fisiologis, kedua larutan ini merupakan larutan isotonis dimana kondisi ion-ion di dalam larutan sama dengan kondisi ion pada sperma. Keadaan yang isotonis tidak menyebabkan terjadinya pergerakan pada sperma karena tidak ada perangsang berupa perbedaan osmotik antara larutan dan sperma.

Sperma juga mengalami pergerakan ketika diberi tetesan susu. Hal tersebut karena adanya sumber energi pada susu yang berupa glukosa dapat meningkatkan aktifitas protein yang terdapat pada ekor spermatozoa, protein dinein ini penting karena mempunyai aktivitas ATP-ase. ATP-ase akan lancar dan menyebabkan peningkatan motilitas dan viabilitas spermatozoa (Purwaningsih 2000 *dalam* Hidayaturrahmah 2007). Menurut Hidayaturrahmah (2007), pengaruh adanya glukosa pada sperma cukup besar. fruktosa dapat dijadikan sebagai sumber energi dan nutrisi untuk spermatozoa, meningkatkan aktifitas protein yang terdapat pada ekor spermatozoa, mengurangi kecepatan rusaknya permeabilitas spermatozoa dibanding air sebagai larutan fertilisasi yang terjadi di alam. Ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^+$  berfungsi dalam membantu menjaga sperma tetap hidup. Ion  $\text{Na}^+$  berfungsi mempertahankan daya hidup sperma dan pengganti elektrolit dalam tubuh. Berdasarkan semua larutan yang digunakan, maka larutan susu memberikan energy yang besar pada sperma untuk bergerak dan waktu yang digunakan untuk bergerak lebih besar dibandingkan yang lainnya.

Keadaan yang isotonis tidak menyebabkan terjadinya pergerakan pada sperma. Hal ini terjadi pada sperma yang ditetesi pocari dan larutan fisiologis. Sperma yang diberi pocari dan larutan fisiologis tidak bergerak. Hal tersebut juga disebabkan kesamaan konsentrasi antara pocari dan sperma. Energi sperma yang mendapat perlakuan larutan fisiologis dan pocari tetap terjaga sehingga sperma tersebut tetap hidup dengan baik. Kelebihan kandungan ion pada larutan pengencer dapat menyebabkan terjadinya pergerakan pada sperma ikan.

Pergerakan terjadi karena adanya perbedaan tekanan osmotik. Larutan uji memberikan pengaruh terhadap waktu hidup sperma. Sperma akan motil dalam waktu yang cukup lama apabila tersedia energi yang cukup bagi sperma tersebut. Energi dapat diperoleh dengan cara menambahkan air kelapa dan susu. Air kelapa memberikan sumbangan ion dan susu mengandung glukosa yang sebagai pengaktivasi enzim yang terdapat pada ekor sperma.

Sedangkan dalam mempertahankan sperma dapat dilakukan dengan penambahan larutan elektrolit seperti yang terdapat pada larutan fisiologis dan pocari. Dalam kedua larutan tersebut terkandung ion-ion seperti elektrolit  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ . Adanya larutan isotonik menyebabkan kondisi yang stabil. Sperma tidak bergerak atau motil karena konsentrasi yang terdapat pada larutan tersebut sama dengan konsentrasi sperma. Fungsi ion-ion ini dapat mengganti elektrolit tubuh yang hilang dalam hal ini sperma. Komposisi yang terkandung di dalam minuman isotonik ini sebenarnya sama dengan yang terdapat di dalam cairan infus. Cairan infus yang digunakan dalam dunia medis sebagai asupan bagi pasien yang mengalami dehidrasi atau kesulitan mengonsumsi makanan secara oral (Werdyaningsih 2009).

Sedangkan pada akuades dan air kran tidak terdapat ion-ion yang dibutuhkan sperma akibatnya sperma bergerak cepat dan energi yang terdapat di dalamnya habis dan sperma tidak dapat hidup. Selain melalui penambahan sumber energi kedalam cairan sperma. Masa hidup spermatozoa dapat juga dipanjang melalui penyimpanan pada suhu rendah. Suhu penyimpanan rendah akan menekan aktivitas dan metabolisme spermatozoa sehingga daya hidup spermatozoa akan lebih lama. penyimpanan semen pada  $5^{\circ}\text{C}$  terbukti mampu mempanjang daya hidup spermatozoa dibandingkan pada semen yang disimpan pada suhu kamar (Sexton dan Fewlass, 1978 dalam Angga, 2009).

Agar larutan fisiologis dapat berfungsi sebagai media penyimpanan sperma, maka larutan tersebut harus memiliki syarat-syarat sebagai berikut : bersifat isotonik, memiliki ion-ion essensial, dan sistem buffer serta mengandung nutrisi sebagai sumber energi (Stoss, 1983). Keberadaan ion-ion essensial seperti ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Na}^+$  dalam media penyimpanan membantu mempertahankan permeabilitas membran *vitelline*. Sedangkan ion  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  turut berfungsi mengaktifkan metabolisme sel (Potts dan Rudy, 1969).

Menurut Mayes et al. (1990), ion  $\text{Ca}^{2+}$  berperan sangat penting sebagai sumber pembentuk tulang dan mengatur sejumlah besar aktifitas sel. Sedangkan ion  $\text{Na}^+$  berperan mengatur keseimbangan asam basa dan mempertahankan tekanan osmotik cairan sel. Sistem buffer yang dimiliki oleh media penyimpan berfungsi untuk mengatur pH larutan agar sesuai dengan pH cairan sel.

## **KESIMPULAN**

Tingkat kelangsungan hidup sperma di luar tubuh sangatlah singkat, untuk memperpanjang tingkat kelangsungan hidup sperma digunakan teknik preservasi sperma. Sperma ikan mas akan mengalami pergerakan saat diberi perlakuan larutan air kelapa, air kran, dan akuades. Sperma ikan tidak akan bergerak saat diberi perlakuan larutan fisiologis dan minuman isotonik. Perbedaan tekanan osmotik menyebabkan terjadinya motilitas. Kesimpulan yang didapatkan larutan

yang dapat digunakan untuk preservasi sperma adalah air kelapa, air kran, dan akuades.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim.2011.<http://images.google.co.id/imgres>. [ 27 Februari 2011 ]

Angga. 2009. Pengaruh perbandingan air kelapa dan larutan NaCl fisiologi dalam pengenceran yang mengandung 20% kuning telur terhadap kualitas semen ayam local pada penyimpanan 5 °C. <http://perdanaangga.wordpress.com>. [10 November 2009].

Davy, B.F., and A. Chouinard. 1980. Indiced Fish Breeding In South East Asia. Report of Workshop Held in Singapore, 25-28 November 1980. IDRC – 178 e, Ottawa. Canada. 48p.

Hidayyahturahmah. 2007. Waktu motalitas dan viabilitas spermatozoa ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada beberapa konsentrasi larutan fruktosa. Bioscientiae 4: 9-18

Mayes, P.A., dkk.1990. Biokimia (Harper's Review of Biochemistry) Edisi : 20. Dalam : Darmawan, I., (editor). EGC Penerbit Buku Kedokteran. 771 hal.

Potts, W.T.W., and J.R. Rudy. 1969. Water Balance in the Eggs of the atlantic Salmon *Salmo Salar*. J. Exp. Biol. 50 : 223-237.

Stoss, J. 1983. Fish Gamete Preservation and Spermetozoan Physiology in : W.S. Hoar, D.J. Randall, and E.M. Donaldson (Editors). Fish Physiology. Vol 9B. Academic Press. Orlando, San Diego. 476p.

Sundara, Asep Hidayat. 1993. Fluktuasi Asimetri Pada Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.) Dan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Arie, Usni. 2008. Sperma ikan mas. <http://www.scribd.com/>. [10 November 2009]

Werdyaningsih. 2009. Isotonik. <http://komunikasi.um.ac.id>. [10 November 2009].