

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTENDER SARI BUAH YANG BERBEDA
TERHADAP KUALITAS SPERMA IKAN MAS KOI (*Cyprinus carpio*) PADA
PROSES PRESERVASI**

SKRIPSI

Oleh :

**MUHAMMAD ARSAL BAYU ADI
NIM. 155080500111010**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTENDER SARI BUAH YANG BERBEDA
TERHADAP KUALITAS SPERMA IKAN MAS KOI (*Cyprinus carpio*) PADA
PROSES PRESERVASI**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**MUHAMMAD ARSAL BAYU ADI
NIM. 155080500111010**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTENDER SARI BUAH YANG BERBEDA
TERHADAP KUALITAS SPERMA IKAN MAS KOI (*Cyprinus carpio*) STRAIN
P PADA PROSES PRESERVASI**

Oleh :

**MUHAMMAD ARSAL BAYU ADI
NIM. 155080500111010**

Telah di pertahankan di depan penguji
Pada tanggal 3 Oktober 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

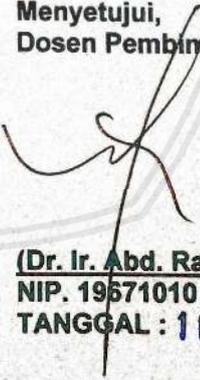


**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**



**(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)
NIP. 19680919 200501 1 001
TANGGAL : 10 OCT 2019**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**



**(Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, MS.)
NIP. 19671010 199702 1 001
TANGGAL : 10 OCT 2019**



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat diberikan kemudahan dan kelancaran dalam penulisan laporan SKRIPSI. Pada kesempatan yang baik ini, perkenankanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta yang selalu memberi motivasi, dukungan, nasehat dan juga doa kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta ilmu hingga kepada penulis.
3. Pihak-pihak di IBAT Punten yang telah memberikan masukan, bimbingan, nasehat dan ilmu kepada penulis.
4. Teman Satu Tim Penelitian Rofik, Ramanda, Sandya, dan Ainun yang telah bekerja sama serta selalu memberikan dorongan untuk menyelesaikan proposal skripsi ini.
5. Nadhien Leila Chandrika yang selalu memberikan dukungan dan semangat, hingga penulisan proposal selesai.
6. Keluarga AQUALATTE 2015 yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
7. Pihak-pihak lain yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini.

Semoga kebaikan atas dukungan dan bantuan yang diberikan dibalas oleh Allah SWT.

Malang, 13 Januari 2019

Muhammad Aرسال Bayu Adi

RINGKASAN

MUHAMMAD ARSAL BAYU ADI. Pengaruh Pemberian Ekstender Sari Buah Yang Berbeda Terhadap Kualitas Sperma Ikan Mas Koi (*Cyprinus Carpio*) pada Proses Kriopreservasi (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, M.Si**).

Ikan hias air tawar merupakan komoditas perikanan yang bisa dibudidayakan secara terus menerus. Salah satu jenis ikan hias yang mudah beradaptasi dengan lingkungan barunya ialah ikan koi (*Cyprinus carpio*). Ikan koi merupakan ikan hias koi sudah lama dikenal masyarakat karena bentuk yang bermacam-macam dan warnanya yang indah sehingga permintaan akan ikan hias ini semakin meningkat. Oleh sebab itu, banyak dari kalangan masyarakat yang ingin membudidayakan ikan ini. Akan tetapi, masa pematangan gamet induk ikan jantan dan betina terkadang tidak terjadi secara bersamaan dan akan mengakibatkan kesulitan di dalam pemijahan serta mengganggu ketersediaan benih. Salah satu alternatif pemecahan dalam masalah tersebut adalah melakukan penyimpanan spermatozoa ikan, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama dan dapat diatur penggunaannya sesuai dengan kebutuhan. Penyimpanan sperma dapat dilakukan dengan menggunakan ekstender sari buah dan kemudian menyimpan sperma pada suhu rendah dalam beberapa hari.

Penelitian ini akan dilaksanakan di Instalasi Budidaya Air Tawar Punten, Batu, Jawa Timur pada bulan Februari 2019 - Maret 2019.

Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen menggunakan RAL dengan 5 perlakuan serta masing-masing perlakuan 3 kali ulangan. Perlakuan konsentrasi penambahan sari buah yang berbeda dalam penelitian ini adalah perlakuan kontrol tanpa penambahan sari buah, perlakuan A yaitu 1 ml sari kurma dengan 99 ml ringer laktat, perlakuan B yaitu 1 ml sari buah tin dengan 99 ml ringer laktat, perlakuan C yaitu 1 ml sari buah zaitun dengan 99 ml ringer laktat, perlakuan D yaitu 1 ml sari buah apel hijau dengan 99 ml ringer laktat, dan perlakuan E yaitu 1 ml sari buah kelapa dengan 99 ml ringer laktat. Parameter utama yang diukur adalah motilitas, viabilitas, dan fertilitas. Selain itu terdapat parameter penunjang yang diukur berupa kualitas air yang meliputi Suhu, dan kandungan oksigen terlarut (DO).

Karakter sperma pada ikan mas koi yaitu berwarna putih susu, memiliki pH 7, konsentrasi sebesar $3,58 \times 10^9$ dan pergerakan sperma (+++) aktif bergerak cepat. Tingkat motilitas rata-rata tertinggi didapatkan pada perlakuan sari kurma sebesar 82,96% dan motilitas terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 58,75%. Perlakuan pemberian sari buah yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap viabilitas sperma. Tingkat viabilitas tertinggi pada perlakuan sari buah kurma dengan rata-rata sebesar 83,11% dan viabilitas terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 62,10%. Tingkat fertilitas tertinggi pada perlakuan sari buah kurma dengan rata-rata sebesar 73,33% dan fertilitas terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 42%. Sedangkan Tingkat *hatching rate* tertinggi pada perlakuan sari buah kurma

dengan rata-rata sebesar 70.32% dan *hatching rate* terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 38.02%.



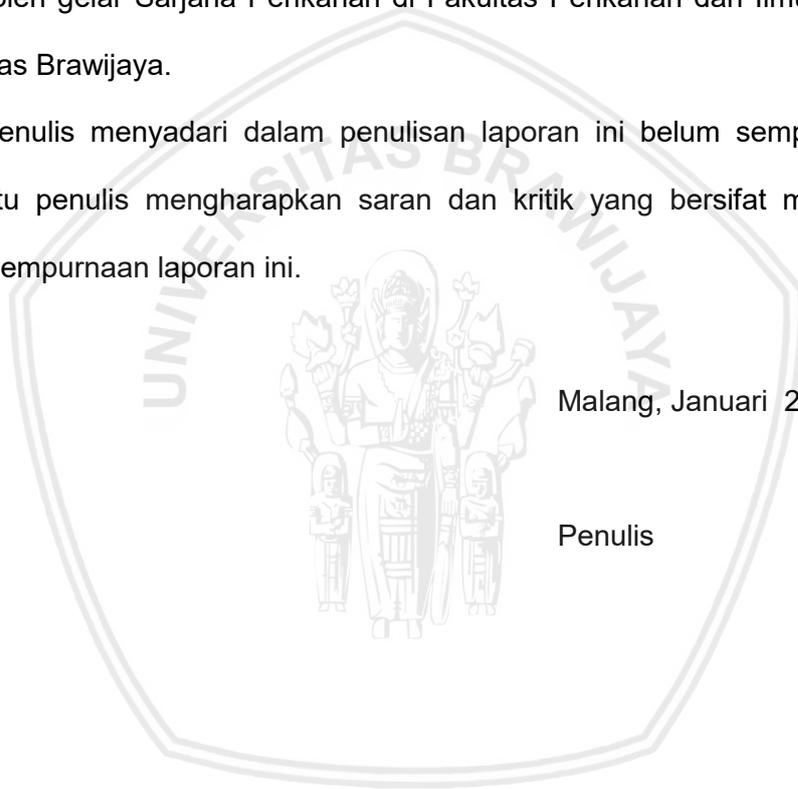
KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat taufik serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan SKRIPSI dengan judul “Pengaruh Pemberian Ekstender Sari Buah Yang Berbeda Terhadap Kualitas Sperma Ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio*) pada Proses Preservasi”. Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
RINGKASAN.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Kegunaan.....	5
1.5 Hipotesis.....	5
1.6 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas Koi (<i>C. carpio</i>)	7
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	7
2.1.2 Asal dan Penyebaran	8
2.1.3 Jenis Ikan Koi	10
2.2 Biologi Reproduksi Ikan Mas Koi (<i>C. carpio</i>).....	17
2.3 Pemijahan Buatan Ikan Mas Koi (<i>C. carpio</i>)	18
2.4 Karakteristik Ikan Mas Koi (<i>C. carpio</i>) Matang Gonad.....	20
2.5 Spermatozoa Ikan Mas Koi (<i>C. carpio</i>)	21
2.6 Spermatogenesis.....	23
2.7 Pengawetan Sperma	24
2.8 Macam-macam Teknik Pengawetan Sperma	25
2.8.1 Kriopreservasi	25
2.8.2 Preservasi	25
2.9 Kelebihan dan Kekurangan Teknik Preservasi.....	26
2.10 Motilitas Spermatozoa	26
2.11 Viabilitas Spermatozoa	27
2.12 Fertilisasi	28
2.13 Kandungan Sari Buah.....	29
2.14 Bahan Pengencer Sperma.....	36
2.18 Sukrosa	37
2.19 Glukosa	38
2.20 Fruktosa	39
2.21 Mekanisme Pemanfaatan Sari Buah oleh Spermatozoa	39

3. METODE PENELITIAN	41
3.1 Materi Penelitian.....	41
3.1.1 Alat-Alat Penelitian	41
3.1.2 Bahan-Bahan Penelitian	41
3.2 Metode Penelitian.....	42
3.3 Pengambilan Data	42
3.4 Rancangan Penelitian.....	43
3.5 Prosedur Penelitian	46
3.5.1 Persiapan Induk.....	46
3.5.2 Sterilisasi Wadah Percobaan (<i>Eppendorf</i>)	46
3.5.3 Stripping Indukan Ikan Mas Koi (<i>C. carpio</i>) Jantan	47
3.5.4 Pengamatan Parameter Spermatozoa.....	47
3.5.5 Perlakuan Kontrol.....	49
3.5.6 Perlakuan Penambahan Konsentrasi Sari Buah	49
3.5.7 Penyimpanan Sampel pada Lemari Pendingin (Suhu 5°C).....	49
3.5.8 Fertilisasi	50
3.6 Parameter Uji.....	50
3.6.1 Parameter Utama	50
3.6.2 Parameter Penunjang.....	52
3.7 Analisis Data	53
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Kualitas Sperma Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>).....	54
4.2 Motilitas Sperma.....	55
4.3 Viabilitas Sperma.....	60
4.4 Fertilitas Telur.....	63
4.5 Daya Tetas Telur	67
4.6 Kualitas air.....	70
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	74
GLOSARIUM.....	79
LAMPIRAN.....	83

DAFTAR TABEL

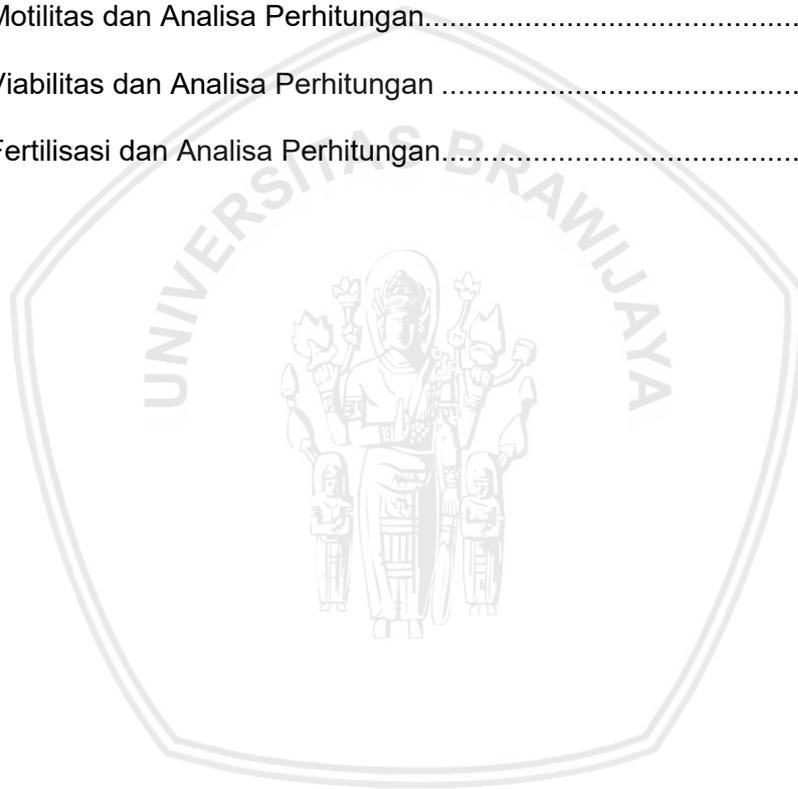
Tabel	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan untuk penelitian.....	41
2. Bahan-bahan yang digunakan penelitian	42
3. Pemeriksaan Sperma Segar Ikan Koi	54
4. Motilitas Sperma Ikan Koi (<i>C. carpio</i>) (%)	56
5. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Motilitas Sperma Ikan Koi.....	58
6. Uji BNT Motilitas Sperma Ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	58
7. Viabilitas Sperma Ikan Koi (<i>C. carpio</i>) (%)	61
8. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Viabilitas Sperma Ikan Koi (<i>C. carpio</i>).....	62
9. Uji BNT Viabilitas Sperma Ikan Koi (<i>C. carpio</i>).....	62
10. Tingkat Fertilisasi Telur Ikan Koi (<i>C. carpio</i>) (%)	65
11. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Tingkat Fertilisasi Ikan Koi (<i>C. carpio</i>).....	66
12. Uji BNT Tingkat Fertilisasi Ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	66
13. Daya tetas Ikan Koi (<i>C. carpio</i>) (%).....	68
14. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Daya Tetas Telur Ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	69
15 Uji BNT Daya Tetas Telur Ikan Koi (<i>C. carpio</i>).....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>) Sanke	8
2. Ikan Koi Kohaku.....	11
3. Ikan Koi Sanke.....	12
4. Ikan Koi Ogon.....	14
5. Ikan Koi Bekko.....	15
6. Ikan Koi Asagi.....	17
7. Siklus Hidup Ikan Koi.....	18
8. Skema Rangsangan Hormon HCG pada Pemijahan Ikan.....	19
9. Ikan Mas Koi Matang Gonad.....	21
10. Morfometri Spermatozoa.....	22
11. Sperma Ikan Mas.....	23
12 . Proses Spermatogenesis	24
14. Telur yang Terbuahi mengalami Embriogenesis	29
15. Kurma (<i>Phoenix dactylifera</i> L.).....	30
16. Buah Zaitun (<i>Olea europaea</i>).....	32
17. Buah Tin (<i>Ficus carica</i> L.).....	33
18. Buah Apel Hijau (<i>Malus sylvestris</i> Mill).....	34
19. Buah Kelapa (<i>Cocos nucifera</i> L.)	35
21. Interaksi Sari Buah dan Spermatozoa.....	40
22. Denah Penelitian Hasil Pengacakan	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	83
2. Data Pengamatan Kualitas Air.....	88
3. Hasil Motilitas Spermatozoa Ikan Mas Koi (<i>Cyprinus carpio</i>).....	89
4. Hasil Viabilitas Spermatozoa Ikan Mas Koi (<i>Cyprinus carpio</i>).....	92
5. Data Motilitas dan Analisa Perhitungan.....	95
6. Data Viabilitas dan Analisa Perhitungan.....	97
7. Data Fertilisasi dan Analisa Perhitungan.....	99



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan hias air tawar merupakan komoditas perikanan yang bisa dibudidayakan secara terus menerus. Ikan hias air tawar tidak hanya diminati oleh pasar lokal, tetapi juga telah memasuki pasar ekspor. Angka ekspor dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, mulai 0,09-9% per tahun. Satu dasawarsa yang lalu, Indonesia hanya mengekspor ikan hias ke Singapura. Namun, sekarang telah masuk ke 60 negara lain di dunia. Melihat potensi pasar ekspor ikan hias air tawar yang sangat prospektif, banyak orang dari kalangan pembudidaya dan penghobi ikan hias yang mulai mengusahakan dan membudidayakannya (Bachtiar, 2004).

Ikan koi merupakan jenis ikan hias yang sudah mampu dibudidayakan dan dikuasai teknologi budidayanya oleh masyarakat. Ikan Koi dapat dengan mudah beradaptasi dengan lingkungan barunya dan dapat menempati hampir semua tempat (Subamia, *et al.*, 2013). Pada proses budidaya ikan koi terdapat kekurangannya yaitu masa pematangan gametnya yang berbeda. Masa pematangan gamet induk ikan jantan dan betina terkadang tidak terjadi secara bersamaan dan akan mengakibatkan kesulitan pada saat pemijahannya sehingga dapat mengganggu ketersediaan benih. Salah satu alternatif pemecahan dalam masalah tersebut adalah melakukan penyimpanan spermatozoa ikan, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama dan dapat diatur penggunaannya sesuai dengan kebutuhan (Condro, *et al.*, 2012).

Penelitian mengenai preservasi khususnya sperma, sudah dimulai sekitar 50 tahun lalu dan sudah dilakukan pada lebih dari 230 spesies organisme akuatik. Teknologi preservasi telah dikembangkan secara ekstensif untuk tujuan

memperpanjang kemampuan hidup gamet dengan teknik penyimpanan pada temperatur rendah sehingga dapat mengurangi aktifitas metabolik gamet tersebut. Pada temperatur 5°C, gamet dapat bertahan untuk waktu tertentu (Wicaksono dan Afriantini, 2008).

Penyimpanan sperma memiliki keuntungan karena dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dan dapat digunakan setiap saat diperlukan. Penyimpanan sperma diperlukan karena secara alamiah masa hidup spermatozoa ikan air tawar di alam sangat singkat setelah keluar dari testis. Umur sperma ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) di dalam air tawar hanya 30–60 detik. Secara normal masa hidup sperma setelah keluar kedalam air hanya sekitar 1-2 menit (Kurniawan, *et al.*, 2013).

Keberhasilan pengawetan sperma ditentukan oleh bahan pengencer (*extender*), bahan pengawet (*cryoprotectant*), rasio pengenceran (*dilution ratio*), laju pembekuan dan pencairan kembali (*freezing* dan *thawing rate*) dan larutan pengencer pada pembuahan (Sunarma, *et al.*, 2010). Penyimpanan sperma membutuhkan bahan pengencer yang dapat melindungi sperma dari suhu rendah dan memberikan sumber energi selama proses penyimpanan, karena tanpa adanya bahan pengencer sperma akan rusak dan mati selama penyimpanan. Pengencer yang dibutuhkan dapat mensuplay nutrisi dan bersifat isotonik yang dapat mempertahankan tekanan osmotik dan keseimbangan elektrolit yang sesuai, sehingga sperma dapat bertahan hidup. Salah satu pengencer yang dapat digunakan sebagai bahan pengencer adalah air kelapa, karena air kelapa dapat dijadikan sebagai sumber energi bagi spermatozoa (Kurniawan, *et al.*, 2013). Energi yang dibutuhkan oleh spermatozoa ini disediakan oleh gula sederhana (monosakarida) seperti fruktosa dan glukosa. Penambahan fruktosa atau glukosa dalam pengencer berguna untuk mendukung daya hidup spermatozoa pasca pengenceran. Karena proses pembentukan

Adenosin Trifosfat (ATP) dan *Adenosin Difosfat* (ADP) harus terus dilakukan agar motilitas dapat terus berlangsung. Gula sederhana (monosakarida) yang dibutuhkan oleh spermatozoa untuk menjaga kelangsungan hidupnya (Rahardhianto, *et al.*, 2012).

Sari buah merupakan ekstruder yang memiliki kandungan yang tepat dalam mempertahankan kondisi sperma selama masa penyimpanan. Air kelapa mengandung glukosa dan fruktosa yang juga terkandung dalam sperma, sehingga dapat dimanfaatkan spermatozoa sebagai sumber energi, dan diharapkan sperma akan bertahan hidup selama penyimpanan (Kurniawan, *et al.*, 2013). Selain itu terdapat buah kurma mengandung komponen penyusun buah yang sebagian besar merupakan gula pereduksi, yaitu glukosa dan fruktosa sekitar 20-70% (bobot kering) (Retnowati dan Kusnadi, 2014). Daya preservasi bahan aktif yang terkandung di dalam buah tin berasal dari kandungan antioksidan terutama α -tokoferol cukup tinggi. Demikian juga kandungan vitamin A, B1, B2, dan C serta berbagai mineral sehingga memberikan dampak signifikan untuk melindungi spermatozoa dari dampak stres oksidatif. Selain itu, bahan-bahan aktif tersebut akan mempertahankan tekanan osmotik pengencer serta melindungi keutuhan membran sel (Zaenuri, *et al.*, 2017). Pada buah apel memiliki kandungan fruktosa 45 mg/g, glukosa 37,2 mg/g dan sukrosa 45,4 mg/g (Caturryanti, *et al.*, 2008). Zaitun mengandung omega-9 dan 3 (Soebahar, *et al.*, 2016), Suplementasi omega-3 atau *polyunsaturated fatty acid* (PUFA) yang mengandung *eicosa pentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA) dalam pengencer semen terhadap kualitas spermatozoa *post thawing*, pemberian PUFA dan α -tokoferol secara *in vitro* dapat melindungi spermatozoa domba saat proses kriopreservasi (Nurcholis, *et al.*, 2016).

1.2 Perumusan Masalah

Ikan mas Koi (*C. carpio*) merupakan komoditas ikan hias yang mudah dibudidayakan karena memiliki tingkat adaptasi yang tinggi, Masa pematangan Gamet induk jantan dan betina pada ikan koi terkadang terjadi tidak bersamaan, dikarenakan baik faktor internal dan eksternal. Hal tersebut mengakibatkan kesulitan dilakukan pemijahan secara buatan sehingga mengganggu ketersediaan benih. Oleh karena itu perlu dilakukannya intensifikasi pemijahan ikan mas koi untuk meningkatkan produksi benih yakni dengan teknik pengawetan sperma.

Na-fis atau ringer laktat sebagai bahan pengencer dalam pengawetan sperma memiliki kekurangan yaitu dalam hal penyediaan energi. Ketersediaan nutrisi yang sangat sedikit selama masa penyimpanan menyebabkan daya hidup dan pergerakan sperma menjadi sangat terbatas sehingga banyak sperma yang mati sebelum proses fertilisasi. Tidak tercapainya proses fertilisasi sperma pada telur ikan mas koi tentunya menyebabkan produksi pembenihan tidak maksimal.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan dalam mengatasi kelamahan Na-fis atau ringer laktat ini yaitu dengan menerapkan ekstender kombinatif yang terdiri dari Na-fis dan bahan alami yang mengandung kadar glukosa dan fruktosa yang tinggi, Omega-3, dan alfa tocopherol. Bahan alami yang digunakan dalam pembuatan ekstender alami berasal dari sari buah seperti air kelapa (*C. nucifera*), sari apel (*M. sylvestris*) dan sari kurma (*P. dactylifera*) yang mengandung kadar fruktosa dan glukosa yang tinggi sebesar 20-70%. Sedangkan buah tin (*F. carica*) yang mengandung alfatochoperol dan buah zaitun (*O. europaea*) yang mengandung Omega-3 yang dapat membantu mempertahankan kualitas sperma. Penambahan sari buah tersebut diharapkan dapat meningkatkan persentase fertilisasi sperma ikan mas koi (*C. carpio*) selama proses kriopresevasi.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstender dari sari buah yang berbeda pada dosis 1% dalam larutan Na-fis selama proses penyimpanan.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini bagi mahasiswa adalah diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penggunaan sari buah yang terbaik sebagai ekstender dalam larutan Na-fis pada proses kriopresevasi terhadap persentase fertilitas sperma ikan mas koi (*C. carpio*) setelah masa penyimpanan. Selain itu, kegunaan untuk masyarakat yakni masyarakat dapat mengetahui alternatif bahan alami yang dapat digunakan dalam pengetan sperma sehingga dapat membantu dalam hal kegiatan pembenihan ikan mas koi. Kegunaan bagi Pemerintah, yakni informasi ini dapat digunakan sebagai acuan atau dasar dalam melakukan sosialisasi mengenai pengawetan sperma dengan menggunakan bahan alami yang ekonomis sehingga tidak merusak lingkungan. Bagi lembaga FPIK, kegunaannya yakni penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam meningkatkan pengetahuan dibidang Reproduksi khususnya pengawetan sperma, selain itu dapat digunakan sebagai acuan penelitian lebih lanjut untuk pengawetan sperma yang lebih efektif dan efisien.

1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan sebagai berikut:

Ho: Diduga pengaruh pemberian ekstender sari buah yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap kualitas sperma ikan mas koi (*C. carpio*) pada proses preservasi .

H1: Diduga pengaruh pemberian ekstender sari buah yang berbeda

memberikan pengaruh terhadap kualitas sperma ikan mas koi (*C. carpio*) pada proses preservasi .

1.6 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Budidaya Air Tawar Punten, Batu, Jawa Timur pada bulan Februari 2019 - Maret 2019.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas Koi (*C. carpio*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Munir, *et al.* (2016), ikan koi *Cyprinus carpio* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Actinopterygii
Order	: Cyprinidae
Genus	: Cyprinus
Species	: <i>Cyprinus carpio</i>

Menurut Subamia, *et al.* (2013), ikan koi merupakan jenis ikan hias yang dikuasai teknologi budidayanya oleh masyarakat. Ikan hias koi dikenal masyarakat karena bentuk yang bermacam-macam dan warnanya yang beragam sehingga permintaan akan ikan hias ini semakin meningkat. Warna pada ikan koi yang beragam disebabkan oleh adanya sel pigmen atau *chromatophore* yang terdapat dalam dermis pada sisik, diluar maupun di bawah sisik (Gambar 1). Warna merah atau kuning merupakan warna yang banyak mendominasi ikan hias. Komponen utama pembentuk pigmen warna merah dan kuning pada ikan koi ini adalah pigmen karotenoid.

Menurut Putriana, *et al.* (2015), ikan koi (*Cyprinus carpio* L.) merupakan ikan yang termasuk dalam kerabat ikan mas. Ikan koi memiliki warna tubuh yang berwarna-warni dengan berbagai jenis dan pola. Kriteria ikan koi yang baik adalah bentuk tubuh ideal tidak melebar, tidak bengkok tulang punggungnya. Selain itu, warnanya cemerlang serta kontras tanpa ada gradasi warna atau

bayangan. Ikan koi (*Cyprinus carpio* L.) bergerak tenang namun gesit serta tidak menyendiri dan sakit.



Gambar 1. Morfologi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Sanke (Prayugo,2012)

Perbedaan dengan morfologi Ikan mas mempunyai bentuk tubuh agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulut terletak di ujung tengah (terminal) dan dapat disembulkan (protaktil). Bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut berukuran pendek. Secara umum, hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi sisik dan hanya sebagian kecil saja yang tubuhnya tidak ditutupi sisik. Sisik ikan mas berukuran relatif besar dan digolongkan dalam tipe sisik sikloid berwarna hijau, biru, merah, kuning keemasan atau kombinasi dari warna-warna tersebut sesuai dengan rasnya.

Menurut Amri dan Khairuman (2008), bentuk tubuh ikan mas agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulutnya terletak di bagian tengah ujung kepala (*terminal*) dan dapat disembulkan (*protaktil*). Di bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut. Di ujung dalam mulut terdapat gigi kerongkongan (*pharyngeal teeth*) yang terbentuk atas tiga baris gigi geraham. Secara umum, hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi sisik, kecuali pada beberapa varietas yang hanya memiliki sedikit sisik. Sisik ikan mas berukuran besar dan digolongkan ke dalam sisik tipe sikloid (lingkaran).

2.1.2 Asal dan Penyebaran

Menurut Prayugo (2008), koi merupakan jenis ikan hias air tawar. Koi mampu bertahan hidup dalam air yang agak asin, sekitar 10 per mil. Secara

umum kualitas air menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Suhu air yang ideal bagi pertumbuhan koi yaitu 25-27°C. Peningkatan suhu air akan mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya O₂, CO₂, H₂ dan CH₄. Suhu air yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme, respirasi dan konsumsi oksigen. Suhu yang terlalu rendah bisa memicu tumbuhnya jamur. Kondisi pH air yang nyaman untuk koi yaitu sekitar 6,5-7,5. Kadar oksigen terlarut yang ideal untuk koi yaitu minimal 5 ppm.

Menurut Esther dan Sipayung (2010), ikan koi merupakan ikan yang berasal dari China dan Jepang. Habitat asli ikan koi adalah di perairan dengan mata air yang bersih dan selalu mengalir. Kolam ikan harus di jaga agar selalu bersih dan cocok bagi ikan koi, dan juga memiliki sistem aliran air. Suhu optimal untuk ikan koi berkisar antara 15-25°C. Iklim di Indonesia masih bisa di gunakan atau masih layak untuk memelihara ikan koi. Kolam koi perlu di perhatikan agar tidak terkena sinar matahari karena hal ini dapat menyebabkan suhu kolam melebihi suhu optimal. Suhu air yang terlalu tinggi menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme serta respirasi. Ikan koi yang sering terkena sinar matahari secara langsung warnanya juga akan cenderung pudar. Ikan koi merupakan ikan yang berasal dari China dan Jepang.

Menurut Udin dan Sitanggung (2010), koi aslinya merupakan ikan air tawar, tetapi masih bertahan hidup dalam air yang agak asin, yakni sekitar 10 ppm. Koi merupakan hewan yang hidup di daerah beriklim sedang dengan suhu 17-32°C. Koi tidak tahan jika mengalami perubahan suhu yang drastis. Apabila hidup pada suhu yang terlalu rendah, dalam tempo singkat koi tidak akan bertahan hidup. Apabila suhu air turun hingga 7°C, biasanya koi akan beristirahat di dasar kolam dan berlaku statis. Ikan koi ini ternyata bisa dipelihara juga di seluruh wilayah Indonesia, dari pantai hingga daerah pegunungan.

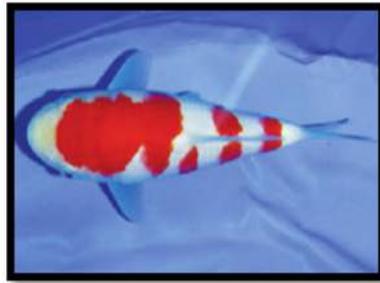
2.1.3 Jenis Ikan Koi

a. Kohaku

Menurut Bercovich, *et al.* (2012), ikan koi kohaku memiliki warna merah dan putih. *Strain* kohaku terdiri dari dua subpopulasi, satu dengan alel umum (seperti pada *strain* dan ikan mas lainnya) dan yang kedua dengan alel polimorfik. Alel polimorfik ini sering disebut "alel langka", karena hanya ditemukan pada 33% *strain* kohaku dan tidak dapat ditemukan pada *strain* lain. Kohaku dengan "alel langka" adalah yang paling genetis jauh, bila dibandingkan dengan *strain* lainnya yang diperiksa. Ikan koi *strain* Kohaku memiliki dua alel yang berbeda diidentifikasi pada tiga fragmen mitokondria.

Menurut Gan, *et al.* (2015), *strain* kohaku banyak digunakan dalam suatu penelitian. Hal ini dikarenakan *strain* kohaku berguna dalam penelitian infeksi kohabitasi. Ikan tersebut dapat hidup di suhu kurang lebih 20°C. Ikan ini juga biasa diberi pakan dengan pakan komersial 1-2% dari total berat badannya. Kohaku dewasa memiliki berat badan sekitar 3,4-7,0 g. Kohaku dan ogon memiliki kekerabatan yang jauh (*outbreeding*). Ikan kohaku sering dikolaborasikan dalam suatu penelitian.

Menurut Muharam, *et al.* (2012), persilangan dapat dilakukan dengan mengawinkan *strain* koi kohaku dengan *strain* lain seperti tancho, dan shiro. Hal ini dikarenakan *strain* tersebut mempunyai indeks kesamaan yang rendah. Indeks kesamaan yang rendah menunjukan koi *strain* kohaku, tancho dan shiro memiliki kekerabatan yang relatif jauh dan mempunyai tingkat polimorfisme tinggi. Persilangan diantara *strain* koi tersebut berpotensi menghasilkan warna dan corak koi yang baru yang mempunyai heterozigositas yang tinggi. Koi *strain* kohaku (Gambar 2), shiro dan tancho memiliki hubungan kekerabatan yang relatif jauh dengan indeks kesamaan berkisar 48-55%.



Gambar 2. Ikan koi kohaku (Pietsch dan Hirsch, 2015).

b. Sanke

Warna tubuh taisho sanke berwarna putih dengan bintik merah dan hitam. *Melanophores*, *eritropores* dan *lipophores* di kulit, sisik dan sirip. Tes RT-PCR untuk mengeksplorasi varietas yang berbeda dari ikan koi T. sanke, yang memiliki 4 jenis sel pigmen diperiksa untuk perubahan warna tubuh selama pembuatan embrio T. sanke transparan, dan tidak ada sel pigmen diamati di tubuhnya kecuali di mata. Jumlah *xanthophores* meningkat dan berangsur-angsur muncul dari kepala ke ekor (Liu, *et al.*, 2015).

Taisho sanke dibedakan atas Tsubo-Sumi yaitu koi yang mempunyai badan putih yaitu koi yang mempunyai badan putih dengan bercak hitam dan Kasane-Sumi, yakni koi yang warna hitam hitamnya terdapat di atas bercak merah. Jenis yang dianggap paling ideal adalah koi dengan sirip yang juga mempunyai tiga pola warna. Selain dua jenis tersebut, masih ada Aka-Sanke, yakni Taisho-Sanke yang memiliki warna merah membentang dari kepala hingga ekor dan Doitsu-sanke, yaitu Taisho-Sanke yang masih merupakan keluarga karper kaca dari Jerman. T. sanke adalah koi yang memiliki warna dasar putih, dihiasi dengan warna merah dan juga hitam. Pola pada bagian dasar tubuhnya berwarna merah pada bagian kepala T. sanke dan garis lebar hitam yang berada pada bagian dalamnya (Esther dan Sipayung, 2010).

Jenis Taisho-sanke yang lain ialah Doitsu-aka-sanke, Koromo-sanke, Kanoko-sanke, Sanke-shusui, Yamato-nishiki dan Kinginrin-sanke. Taisho-sanke

dapat pula mempunyai tanda merah yang terdapat di daerah bibir. Ciri-ciri semacam ini dikenal sebagai Kuchibni-Taisho sanke. Warna tubuh taisho sanke berwarna putih dengan bintik merah dan hitam (Gambar 3). Munculnya pertama kali koi tiga warna ini sampai saat ini belum diketahui secara pasti. T. sanke adalah koi yang memiliki warna dasar putih, dihiasi dengan warna merah dan hitam. Jenis ini telah dikenal sekitar pertengahan zaman Meiji, di mana T. sanke yang pertama berwarna hitam, putih dengan tanda merah. (Effendy, 1993).



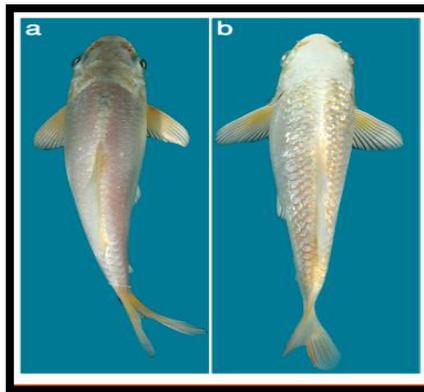
Gambar 3. Ikan koi sanke (Pietsch dan Hirsch, 2015)

c. Ogon

Menurut Dayat dan Sitanggang (2004), mutasi pada koi menurut beberapa ahli terjadi akibat perubahan kromosom pembawa sifat (gen), termasuk pigmen warna. Sel-sel tubuh koi membentuk jaringan baru yang menyebabkan perubahan kromosom secara alamiah tanpa diketahui sebabnya. Munculah karakter-karakter baru pada keturunan koi yang diteruskan (diwariskan) kepada generasi berikutnya. Koi memiliki 50 pasang kromosom, bahkan beberapa biolog Jepang menyatakan koi ogon memiliki 99 pasang kromosom. Koi jenis ogon memiliki sisik dengan kepala berwarna keemasan dan sirip dada berkilauan. Ogon memiliki beberapa jenis, diantaranya Yama buki yaitu ogon yang memiliki warna kuning keemasan, Hi ogon berwarna merah, bersisik, tetapi kepalanya putih bersih dan platinum ogon yang tubuhnya berkilauan seperti platina. Jenis ogon yang paling digemari adalah platinum ogon.

Menurut Blasiola (2005), ogon merupakan varietas yang dikenal bagus dan terkenal, ogon memiliki corak warna tubuh *metallic* emas yang bervariasi dalam rona dari terang ke gelap. Diantaranya terdapat tipe-tipe yang masuk dalam kelompok ini yaitu Doitsu ogon, yang memiliki tipe seperti kulit, Hi ogon memiliki warna tubuh merah. Secara umum warna area tubuhnya seragam, dengan warna putih hingga kuning, Kin matsuba, tipe keemasan dengan warna gelap ditengah sisiknya, sehingga memberikan penampilan yang berpola pada tubuh. Matsuba diartikan sebagai jarum pinus ogon, memiliki pola pewarnaan tubuh dari kuning hingga kuning-jingga. Koi ogon lainnya memiliki warna abu-abu yang sering disebut sebagai platinum.

Menurut Gur, *et al.* (2014), salah satu contoh yang baik tentang pengaruh perak pada ikan adalah koi Jepang (*Cyprinus carpio*) yang memiliki sisik dengan kilau logam serta warna yang berpigmen (Gambar 4). Satu variasi, gin rin platinum ogon, memiliki sisik yang biasanya terletak di kedua sisi dorsal, dengan refleksi yang jauh lebih tinggi daripada platinum ogon koi yang lebih umum. Percobaan yang disajikan di dalam penelitian, peneliti membandingkan sisik gin rin yang sangat mencerminkan dengan sisik umum. Adanya variabilitas dalam refleksi antara skala yang berbeda, sehingga harus mengembangkan metode korelatif yang memungkinkan peneliti mengukur refleksi sisik individu dan untuk mengkarakterisasi parameter struktural lapisan kristal atau sitoplasma dengan sisik yang sama.



Gambar 4. Ikan koi ogon (Gur, *et al.*, 2017)

d. Bekko

Menurut Effendy (1993), bekko adalah nama kelompok ikan koi yang mempunyai warna dasar putih merah, merah dengan bintik-bintik atau berbentuk pola hitam. Perbedaan pola warna bekko dengan utsuri ialah bekko mempunyai tanda hitam lebih banyak dan berukuran kecil yang tersebar di seluruh tubuhnya. Beberapa jenis yang termasuk dalam kelompok bekko adalah shiro bekko dan aka bekko. Shiro bekko memiliki warna dasar putih, badan tanpa dihiasi belang merah dan punggung berbelang hitam dengan ukuran besar. Pangkal sirip dadanya dilengkapi dengan garis-garis atau tanpa garis-garis sama sekali. Aka bekko tubuhnya mempunyai warna dasar merah dengan belang hitam.

Bekko merupakan hasil sampingan dari budidaya Taisho sanshoku. Bekko memiliki corak hitam (sumi) yang sama dengan Taisho sanshoku. Namun, sumi pada bekko bukan di daerah kepala. Bekko dikelompokkan berdasarkan warna sisiknya, yakni shiro bekko yang berwarna putih, aka bekko yang berwarna merah dan danki bekko yang berwarna kuning. Shiro bekko mempunyai corak hitam dengan dasar yang putih seperti susu supaya menampilkan sumi yang kontras dan bermutu (Udin dan Sitanggang, 2010).

Menurut Blasiola (2005), varietas bekko ini dikembangkan selama era Bunka (1804-1917) dan Bunsei (1818-1929). Bekko memiliki pola yang

menyerupai cangkang kura-kura. Warna utamanya merah, orange, kuning atau putih dan terdapat pola hitam di bagian atas tubuh (Gambar 5). Variasi dalam kategori ini termasuk : (1) Aka bekko, yang memiliki warna dasar merah (2) Ki bekko, yang memiliki warna dasar kuning (3) Shiro bekko, memiliki warna dasar putih dan tidak ada tanda merah, terdapat garis hitam di sirip dada (4) Doitsu bekko. Bekko adalah salah satu varietas dalam dunia koi. Perbedaan pola warna bekko dengan utsuri ialah bekko mempunyai tanda hitam lebih banyak dan berukuran kecil yang tersebar di seluruh tubuhnya. Beberapa jenis yang termasuk dalam kelompok bekko adalah shiro bekko dan aka bekko. Bekko lebih banyak dikelompokkan berdasarkan warna sisiknya karena memiliki beragam warna sisik. Bekko sesungguhnya masih termasuk kerabat dekat dengan taisho sanke, dengan warna dasar pada tubuhnya yaitu putih, merah atau kuning, sedangkan di punggungnya terdapat pola warna hitam.



Gambar 5. Ikan koi bekko (Esther dan Sipayung, 2010)

e. Asagi dan Shusui

Menurut Fletcher (1999), asagi merupakan jenis ikan koi pertama yang dikembangkan dari keturunan Magoi. Asagi adalah jenis koi dengan punggung berwarna biru dengan sisik yang berwarna pucat di perut dan hi di sirip dalam jumlah yang bervariasi. Warna merah yang menutupi sebagian besar tubuh di atas garis lateral, ikan itu merupakan jenis asagi narumi, jenis koi yang memiliki punggung biru gelap adalah asagi konjo, sedangkan koi yang memiliki warna biru

keabu-abuan adalah asagi mizu. Shusui merupakan bentuk doitsu dari asagi, meskipun kedua ikan tersebut terlihat sangat berbeda. Idealnya, shusui memiliki sebuah punggung berwarna biru muda dengan bagian dorsal yang berwarna biru gelap dan hi yang diposisikan seperti pada jenis asagi. Shuhui memiliki variasi diantaranya, hi shusui (punggung yang didominasi warna merah) dan hana shusui (dimana warna merah yang menutupi bagian atas warna biru di atas garis lateral pada tubuhnya).

Asagi merupakan salah satu jenis nishikigoi tertua dan merupakan keturunan asagi magoi. Jenis ini memiliki punggung berwarna biru dan belang merah di bawah garis melintang tubuh ikan, serta warna merah pada bagian pipi di bawah mata. Sisik yang berwarna biru memiliki tepian berwarna putih sehingga susunan sisik secara keseluruhan membentuk pola seperti jala. Kepala asagi berwarna biru terang keputih-putihan, sangat jernih tanpa noda, sedangkan dasar di bagian sirip dada juga berwarna merah. Ada beberapa jenis asagi yang dibedakan dari variasi warnanya. Jenis yang memiliki warna punggung biru terang disebut mizu-asagi, yang memiliki warna biru agak gelap disebut narumi-asagi, dan yang berwarna biru gelap (nyaris hitam) disebut konjo-asagi. Jenis dari koi lain, salah satunya ada jenis asagi "tak bersisik", tetapi jenis ini memiliki nama tersendiri, yaitu shusui (Twigg, 2008).

Menurut Sugiarto (2008), asagi memiliki warna biru berpadu dengan warna merah di bagian bawah, dari pipi sampai pangkal ekor. Shusui memiliki ciri seperti asagi (Gambar 6). Perbedaannya pada bagian punggung shusui yang memiliki sisik besar, tetapi berkulit lembut. Selain itu, shusui harus memiliki kepala berwarna putih bersih. Terdapat beberapa jenis shusui yang telah ditemukan seperti hi-shusui yang mempunyai warna merah yang menyebar di seluruh tubuhnya hingga garis punggung serta hana-shusui yang memiliki garis

merah diantara warna biru di sepanjang kedua sisi tubuh yang terdapat antara garis punggung dan garis melintang.



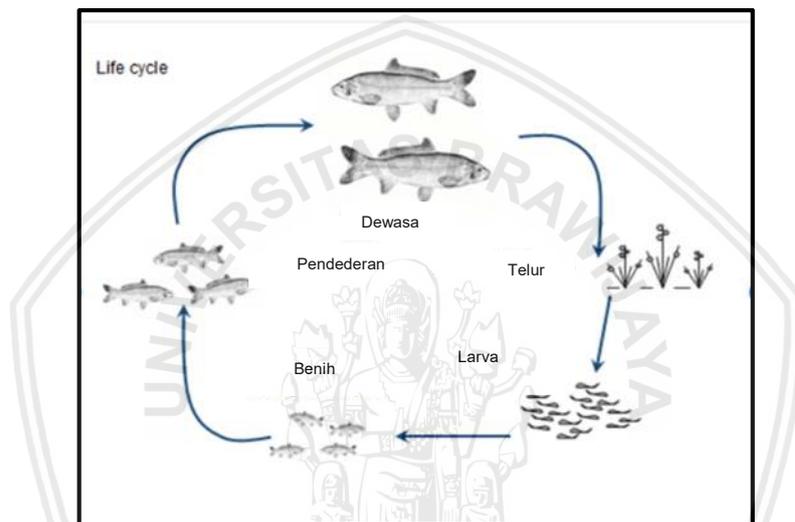
Gambar 6. Ikan koi asagi (Bachtiar, 2002)

2.2 Biologi Reproduksi Ikan Mas Koi (*C. carpio*)

Menurut Hafijunnahar, *et al.* (2016), pada reproduksi ikan koi terdapat beberapa tahap. Salah satunya adalah tahap maturasi ovarium yang menunjukkan reproduktif periodisitas yang membantu mengetahui tentang musim pemijahan, periode berkembang biak serta masa berkembang biak yang aktif untuk spesies tersebut. Musim kawin panjang tunggal ikan koi adalah dimana pembiakan dimungkinkan beberapa kali dibentuk *imature*, *mature*, dan mengalami regresi. Tahapan diulangi dalam urutan siklik dimana ovarium berkembang berlanjut dan ikan siap untuk berkembang biak lagi. Reproduksi ikan koi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor lingkungan dan juga variasi genetik dari ikan.

Menurut Kumar dan Mohamed (2013), hormon enzim yang diinduksi menunjukkan perilaku pemuliaan setelah 8 jam injeksi terlepas dari dosis. Seiring waktu berjalan ikan koi jantan yang lebih aktif dan agresif dipasangkan dengan betina dan jantan lainnya ditemukan pasif dan menganggur di tengah tangki pemijahan. Pemijahan telur yang telah dibuahi dikumpulkan kemudian dihitung dan presentasinya. Pemupukan dilakukan untuk menentukan telur dan kontrol

hibrida transparan perekat dan menempel pada makrofit perairan *Hydrilla verticillata*. Telur berdiameter 1 ± 0.50 mm pada hibrida dan juga kontrol. Proses hibrida melahirkan lebih sedikit jumlah telur daripada kontrol. Penetasan terjadi kira-kira pada saat bersamaan dalam pengendalian dan juga hibrida yang dilakukan setelah pemupukan pasca 72 jam. Penetasan hampir sama pada kontrol dan dalam hibrida. Ikan koi (*Cyprinus carpio*) 80% menggunakan fosil - Heteropneustes.



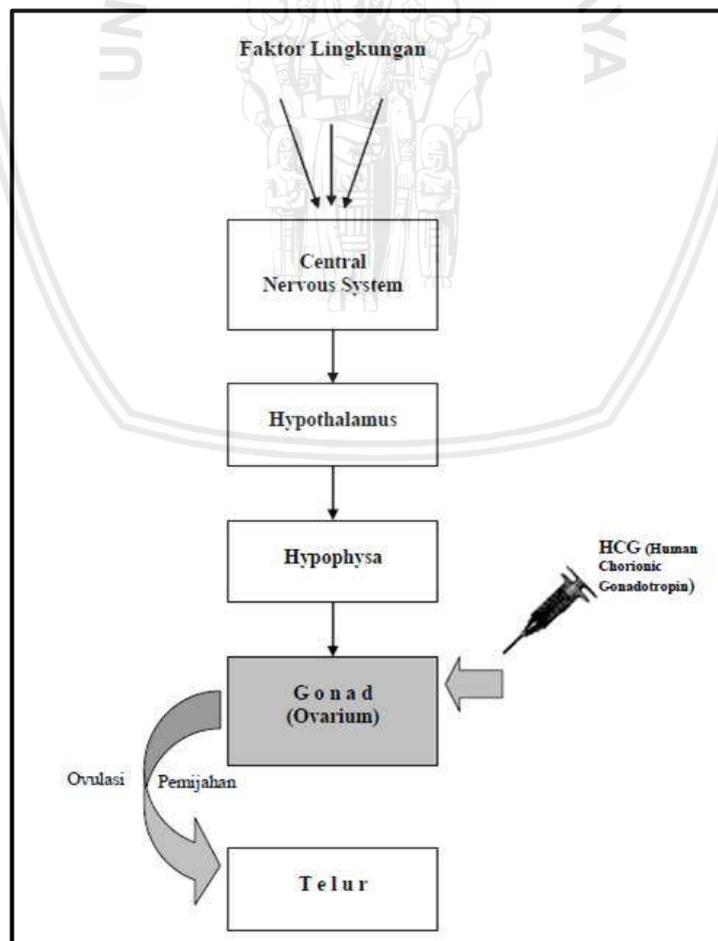
Gambar 7. Siklus hidup ikan koi (koehn, et al., 2016)

2.3 Pemijahan Buatan Ikan Mas Koi (*C. carpio*)

Pembuahan buatan telah banyak diterapkan dalam usaha pembenihan ikan. Hal ini disebabkan adanya beberapa keuntungan yang diperoleh dari metode tersebut seperti waktu pemijahan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan, media pembuahannya dapat diatur, hasil pembuahannya lebih mudah dikontrol agar larva yang dihasilkan terhindar dari faktor-faktor yang merugikan sehingga jumlah benih yang dihasilkan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan dengan pembuahan alami. Keberhasilan pembuahan buatan pada ikan dipengaruhi oleh faktor eksternal maupun faktor internal. Faktor eksternal seperti

media pembuahan dan penetasan sedangkan faktor internal misalnya viabilitas, kualitas telur dan sperma (Wijayanti dan Simanjuntak, 2006).

Induk ikan koi dipijahkan dengan bantuan rangsangan hormonal (ekstrak kelenjar hipofisa ikan mas dosis 1,0-1,5 atau ovaprim dosis 0,5 ml/kg). Penyuntikan dilakukan satu kali di bagian punggung ikan. Telur diperoleh dengan cara pengurutan (*stripping*) (Sumantadinata dan Hadiroseyani, 2002). Ovaprim adalah hormon yang berfungsi untuk merangsang dan memacu hormon gonadotropin pada tubuh ikan. Ovaprim dapat mempercepat proses ovulasi dan pemijahan, yaitu pada proses pematangan gonad dan dapat memberikan daya rangsang yang lebih tinggi, menghasilkan telur dengan kualitas yang baik, menghasilkan waktu laten yang relatif singkat serta menekan angka mortalitas. Hormon ini juga dapat bekerja pada organ target pada ikan (Sinjal,2014).

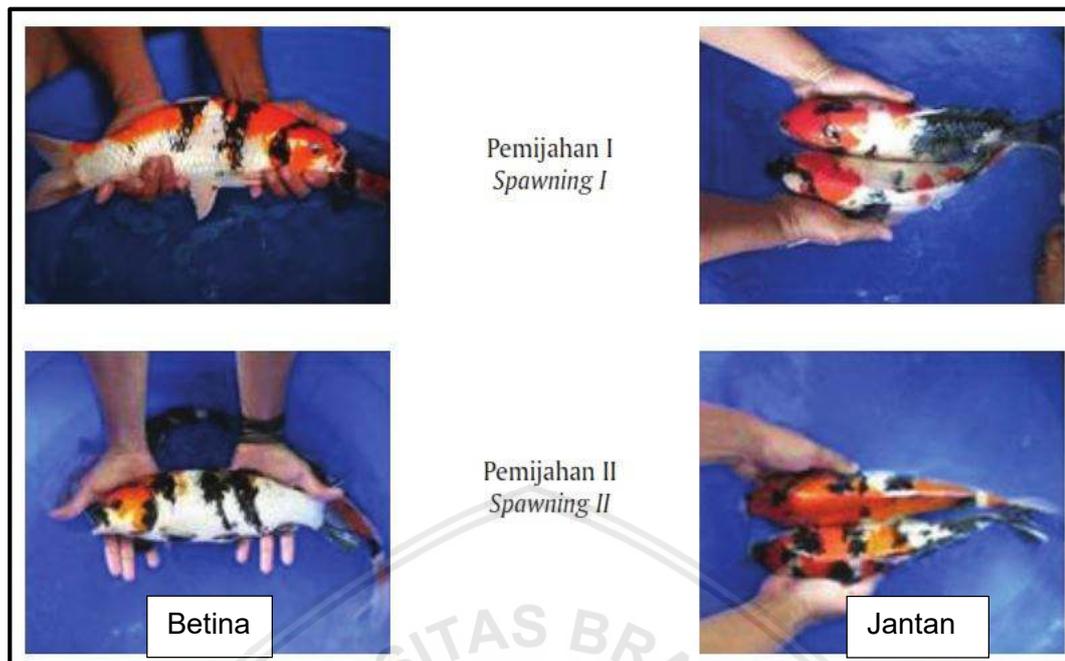


Gambar 8. Skema Rangsangan Hormon HCG pada Pemijahan Ikan

2.4 Karakteristik Ikan Mas Koi (*C. carpio*) Matang Gonad

Syarat utama induk koi yang bagus antara lain induk sudah matang gonad (induk jantan menghasilkan sperma dan induk betina menghasilkan telur) dan matang tubuh maksudnya secara fisik sudah siap untuk menjadi induk-induk yang produktif, fisik harus prima (lengkap dan tidak cacat), gerakannya masih anggun dan seimbang, serta tidak lemah. Induk yang akan dipijahkan adalah ikan yang berumur 1-1.5 tahun dengan berat 1000-15000 gram dengan panjang berkisar antara 34-40 cm (Effendie, 1983).

Sifat seksual primer pada ikan ditandai dengan adanya organ yang secara langsung berhubungan dengan proses reproduksi, yaitu ovarium pada ikan betina, dan pada ikan jantan testis. Ciri – ciri induk jantan bila diurut pada bagian perut ke arah pangkal akan keluar cairan sperma berwarna putih susu. Induk betina pada sirip dada bila diraba terasa halus, perut kelihatan besar ke arah belakang, apabila diraba terasa lembek dan apabila diurut akan keluar telur (cairan berwarna kuning). Dimorfisme seksual dan dikromatisme seksual adalah karakteristik seksual sekunder ikan. Dimorfisme adalah mencakup morfologi ikan sedangkan dikromatisme adalah mencakup warna ikan. Karakteristik seksual sekunder ini ada yang bersifat permanen dan ada juga yang bersifat sementara. Karakteristik seksual bersifat sementara hanya muncul ketika musim ikan mijah, biasanya hanya dapat dijumpai pada ikan jantan saja (Hafiz, 2017). Kematangan kelamin pada induk koi betina dapat diketahui dengan rabaan dan penglihatan, antara lain; perut mengembang ke arah lubang alat kelamin (urogenital), perut lunak atau lembek bila diraba. Induk jantan yang sudah matang gonad memiliki ciri-ciri kelamin lebih ramping, urogenital yang meruncing dan menonjol keluar serta bila perutnya diurut perlahan ke arah urogenital akan mengeluarkan cairan putih susu.



Gambar 9. Gambar Ikan Mas Koi Matang Gonad (Kusrini, *et al.*, 2015)

2.5 Spermatozoa Ikan Mas Koi (*C. carpio*)

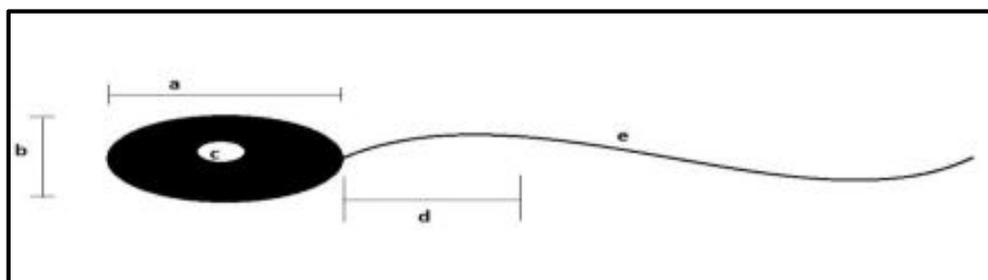
Spermatozoa merupakan suatu sel kecil, kompak dan sangat khas yang tidak bertumbuh atau membagi diri. Walaupun ukuran dan bentuk spermatozoa berbeda pada berbagai jenis hewan namun struktur morfologinya hampir sama. Sel spermatozoa mempunyai fungsi dalam pembuahan ovum hewan betina. Jumlah spermatozoa mempunyai korelasi dengan berat dan ukuran gonad (Firdausi, 2017).

Sel spermatozoa secara umum terdiri atas dua bagian besar, yaitu kepala dan ekor, tetapi ada pula yang terdiri atas tiga bagian bila bagian antara kepala dan ekor cukup besar yang dinamakan bagian tengah. Tiap bagian berbeda-beda ukurannya tergantung pada jenis ikannya. Kepala spermatozoa secara umum berbentuk bulat atau oval. Pada ikan Mas, Tawes dan nila, kepala spermatozoa berbentuk oval dan sedikit memanjang dimana perbandingan panjang kepala sedikit lebih besar dibanding leher kepala.. Ekornya mempunyai panjang 10-20 kali panjang kepala. Spermatozoa pada ikan teleostei umumnya ukuran panjang kepala spermatozoa antara 2-3 μm dan panjang total dari

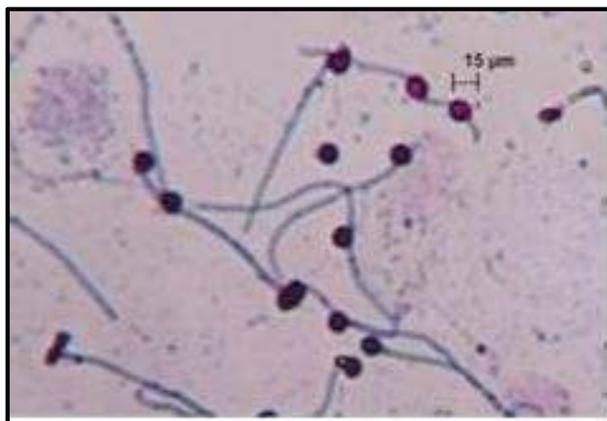
spermatozoanya antara 20-40 μm . Ekor sperma berfungsi memberikan gerak maju atau lokomosi kepada spermatozoa. Permukaan spermatozoa dibungkus oleh suatu membran lipoprotein. Bila sel tersebut mati maka permeabilitas sel akan meningkat terutama di daerah pangkal kepala. Hal ini dijadikan dasar pewarnaan sperma untuk membedakan sperma hidup dan sperma mati berdasarkan kemampuan zat warna untuk menembus membran sel yang rusak (Japet, 2011).

Spermatozoa ikan teleostei memiliki struktur yang sederhana, dengan ukuran panjang kepala 2-3 μm dan panjang total 40 sampai dengan 60 μm . Kepala spermatozoa mengandung DNA yang berperan dalam penyimpanan dan menerjemahkan informasi genetik yang dibawa oleh spermatozoa (Hafez, 1987).

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya tahan hidup spermatozoa adalah sifat-sifat fisik dan kimia bahan pengencer, suhu, cahaya, pH, tekanan osmotik, elektrolit, nonelektrolit. Spermatozoa akan tahan hidup lama pada pH 7.0 dan tetap motil dalam waktu lama pada media isotonik darah dan spermatozoa lebih mudah dipengaruhi oleh keadaan hipertonik daripada hipotonik. Spermatozoa ikan imotil didalam cairan plasma semennya sendiri dan baru bergerak apabila telah bercampur dengan air. Respon rangsangan aktifitas spermatozoa tergantung pada pH, tekanan osmotik, dan kandungan ion pada medium yang mengelilinginya.



Gambar 10. Morfometri spermatozoa: a. panjang kepala; b. lebar kepala; c. areal kepala; d. ekor bagian tengah; e. ekor bagian utama (Japet, 2011).



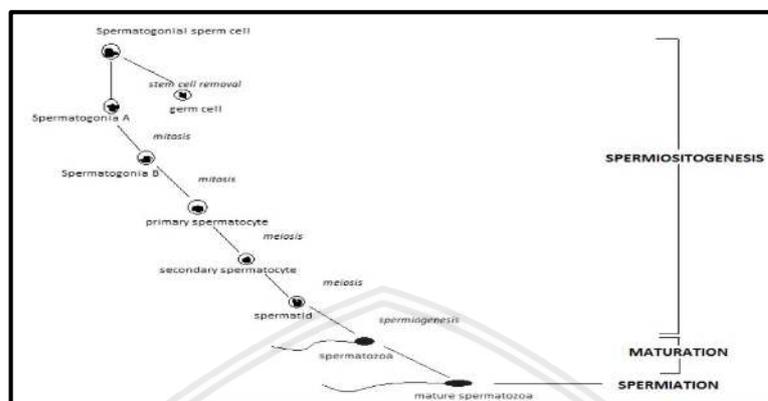
Gambar 11. Sperma Ikan Mas (Japet, 2011)

2.6 Spermatogenesis

Proses spermatogenesis merupakan suatu proses yang kompleks untuk menghasilkan spermatozoa yang haploid dari sel spermatogonia diploid. Organ reproduksi jantan, yaitu testis memproduksi sperma dan menghasilkan hormon testosteron. Sistem reproduksi pada hewan jantan dimulai dengan sekresi *gonadotropine releasing hormone* (GnRH) yang dipengaruhi oleh hipotalamus dan diikuti dengan pelepasan LH dan FSH dari kelenjar hipofisa. Hormon ini akan berikatan dengan reseptornya pada sel leydig testis dan menghasilkan progesteron. Hormon ini sebagian besar akan dikonversi menjadi testosteron dan menginisiasi pembentukan spermatogonia pada membran basal dari tubuli seminiferi (Japet, 2011).

Menurut Hafiz (2017), perkembangan gamet jantan dari spermatogonium menjadi spermatozoa melalui dua tahap, yakni spermatogenesis dan spermiogenesis. Spermatogenesis adalah tahap perkembangan spermatogonium menjadi spermatid, sedangkan spermiogenesis adalah metamorfosa spermatid menjadi spermatozoa. Awal spermatogenesis ditandai dengan berkembang biaknya spermatogonia beberapa kali melalui pembelahan mitosis, untuk memasuki tahap spermatosit primer. Selanjutnya terjadi pembelahan meiosis, dimulai dengan kromosom berpasangan, yang diikuti dengan duplikasi

membentuk tetraploid ($4n$), Satu spermatosit primer tetraploid membentuk dua spermatosit sekunder yang diploid ($2n$). Satu spermatosit sekunder diploid membelah diri menjadi dua spermatid haploid (n).



Gambar 12 . Proses Spermatogenesis (Japet,2011)

2.7 Pengawetan Sperma

Pengawetan atau penyimpanan sperma adalah suatu proses menunjang daya hidup spermatozoa dalam media penyimpanan untuk mempertahankan kualitasnya. Media penyimpanan sperma harus dapat melindungi spermatozoa dari *cold shock*, menyediakan nutrisi dan menjaga tekanan osmotik agar tetap dalam kondisi yang stabil. Penyimpanan sperma merupakan salah satu metode yang dapat meningkatkan elektifitas kerja reproduksi, sperma yang berasal dari jantan unggulan dapat disimpan dan dipergunakan sesuai kebutuhan tanpa harus menunggu ikan matang gonad kembali. Penyimpanan sperma diperlukan karena daya hidup sperma di luar tubuh ikan hanya berlangsung singkat (Firdausi, 2017).

Penyimpanan sperma dapat dilakukan dengan menggunakan suhu rendah dan penambahan udara. Pengawetan sperma pada dasarnya adalah penyimpanan dan pengenceran sperma. Hasil penyimpanan sangat bergantung pada kualitas sperma segar yang diamati. Kualitas sperma segar yang diamati antara lain, konsentrasi, motilitas dan daya hidup (viabilitas) sperma. Selain itu

penyimpanan sperma juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan antara lain suhu, pH, dan bahan kimia yang terkandung dalam media (Firdausi, 2017).

2.8 Macam-macam Teknik Pengawetan Sperma

2.8.1 Kriopreservasi

Kriopreservasi merupakan teknik penyimpanan materi biologi tanpa mengalami kerusakan dalam waktu yang sangat lama, hingga ribuan tahun. Perkembangan terakhir yang dikenal dengan metode *slow cooling*, dimana materi biologi dibekukan dengan tingkatan pembekuan yang cukup cepat agar tidak terjadi kerusakan pembekuan lambat (*slow cooling damage*), tetapi juga cukup lambat agar tidak terjadi dehidrasi dari sel dan pembentukan kital es intraselular (*intracellular ice formation*) (Firdausi, 2017).

Secara teoritis, kriopreservasi berasal dari kata krio yang berarti beku, dan preservasi yang berarti penyimpanan pada temperatur rendah. Jadi kriopreservasi adalah teknik penyimpanan materi genetik dalam keadaan beku pada temperatur rendah atau suatu teknik penyimpanan sel hewan, tumbuhan dan materi genetika lainnya (termasuk semen dan oosit) dalam keadaan beku melalui reduksi aktivitas metabolisme tanpa mempengaruhi organel-organel di dalam sel, fungsi fisiologi, biologi, dan morfologi (Suprianata dan Pasaribu, 1992).

2.8.2 Preservasi

Teknik lain dalam pengawetan sperma adalah preservasi, Preservasi merupakan teknik pengawetan dengan menggunakan suhu rendah akan tetapi tidak sampai titik beku sehingga membutuhkan bantuan ekstender dalam penerapannya. Dalam penerapannya menurut Kurniawan *et. al.* (2013), preservasi sperma ikan mas dilakukan dengan penambahan gliserol dan air kelapa dilakukan dengan cara disimpan di dalam refrigerator atau lemari es

dengan suhu rendah 3–5°C selama 4 hari penyimpanan dan setiap harinya dilakukan pengamatan motilitas atau pergerakan massa spermatozoa. Menurut Setyono (2009), preservasi adalah disimpan dalam lemari es (5 °C) selama 7 hari selanjutnya difertilisasikan. Saat proses pendinginan dan pencairan kembali harus diwaspadai, karena dapat menyebabkan terjadinya perubahan intrastruktural pada membrane plasma, hilangnya beberapa matrik mitokondria dan penurunan densitas *electron* dari matrik mitokondria sehingga menyebabkan hilangnya kelangsungan hidup (*viability*) sperma. Cold shock dapat menyebabkan hilangnya enzim intraseluler, potassium, ATP, lipoprotein dan bahan-bahan lain dari sel sperma akibat terbentuknya kristal es, baik secara intraseluler maupun ekstraseluler.

2.9 Kelebihan dan Kekurangan Teknik Preservasi

Kelebihan dalam metode preservasi yakni pada suhu yang sangat rendah, aktivitas metabolik pada sel-sel akan berkurang dengan viabilitas yang tetap terpelihara sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang sangat lama. Keuntungan lain dari preservasi sel spermatozoa ialah sel spermatozoa dapat disimpan dalam waktu yang tidak terbatas dan dapat digunakan kapan saja bila diperlukan (Ika dan Ika, 2003).

2.10 Motilitas Spermatozoa

Motilitas adalah kemampuan spermatozoa dalam melakukan pergerakan. Gerakan ini terjadi karena adanya energi yang menggerakkan aksonema yang terdapat pada ekor spermatozoa. Motilitas umumnya digunakan sebagai parameter kesanggupan membuahi. Penilaian secara visual terhadap motilitas merupakan penilaian yang bersifat subjektif. Perkiraan secara visual dipengaruhi oleh konsentrasi sperma, kecuali pada sperma yang ditambah bahan pengencer lain. Nilai motilitas spermatozoa tergantung pada faktor lingkungan antara lain

ph, salinitas, jenis pengencer dan zat kimia yang terkandung di dalamnya (Firdausi, 2017).

Motilitas spermatozoa dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu motilitas massa dan motilitas individu. Motilitas individu dapat dinilai dari gerak sperma yaitu bila gerakan progresif atau gerak aktif kedepan merupakan gerak terbaik dan dinilai lebih besar 70%, gerak lambat atau gerak memudar di tempat menunjukkan sperma dari penjantan yang tua, sedangkan gerak mundur atau melingkar merupakan tanda spermatozoa mengalami kejutan dingin dan bila tidak ada gerakan sperma dianggap mati. Persentase motilitas spermatozoa dibawah 40% menunjukkan nilai sperma yang kurang baik dan berhubungan dengan infertilitas (Firdausi, 2017).

Energi yang digunakan untuk motilitas spermatozoa berasal dari perombakan ATP di dalam selubung mithokondria melalui reaksi-reaksi penguraiannya menjadi ADP (*adenosine diphosphate*) dan AMP (*adenosine monophosphate*). Energi yang dihasilkan ini akan dipakai sebagai pergerakan atau sebagai biosintesis (Toelihere, 1981).

2.11 Viabilitas Spermatozoa

Viabilitas spermatozoa merupakan kemampuan sperma dalam mempertahankan hidupnya. Viabilitas spermatozoa ikan dapat diamati dengan metode pewarnaan eosin. Persentase viabilitas spermatozoa menentukan kualitas sperma. Dengan persentase viabilitas yang tinggi, dapat meningkatkan keberhasilan dalam pembuahan. Semakin besar jumlah viabilitas sperma, maka kemampuan menembus lubang mikropil juga semakin tinggi (Hidayaturrahmah, 2007).

Menurut Firdausi (2017), satu tetes sperma ditetaskan dengan menggunakan mikropipet di atas objek dan ditambahkan zat warna eosin dengan

perbandingan sperma : eosin 1:1, kemudian kedua larutan tersebut dicampurkan secara merata. Viabilitas sperma didasarkan pada perbedaan kriteria kepala sperma yang berwarna transparan (hidup), sedangkan sperma yang mati akan berwarna merah muda buram serta mengembang.

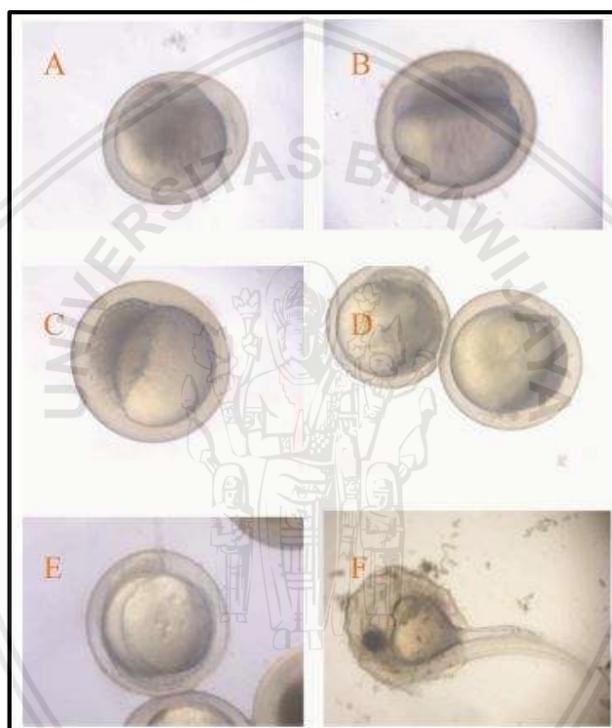
Selain itu menurut Novianto (2014), viabilitas spermatozoa dihitung dari jumlah spermatozoa hidup dan mati dalam satu lapang pandang dengan jumlah spermatozoa yang dihitung sebanyak 100 sel spermatozoa. Spermatozoa hidup dapat dilihat melalui bentuk dan warna spermatozoa yang berbeda. Viabilitas spermatozoa yang mati membran plasmanya pecah sehingga dapat mewarnai inti spermatozoa. Perhitungan motilitas spermatozoa dilakukan dengan dua cara yaitu secara massa atau kelompok dan individu.

2.12 Fertilisasi

Fertilisasi merupakan proses penyatuan antara sel telur dengan sel spermatozoa untuk membentuk zigot. Fertilisasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu fertilisasi internal dan eksternal. Fertilisasi yang umumnya terjadi pada ikan merupakan jenis fertilisasi eksternal, dikarenakan terjadi di luar tubuh induk (Fujaya, 2002). Keberhasilan proses fertilisasi dipengaruhi oleh kemampuan sperma untuk membuahi sel telur. Sperma yang tidak disimpan (*fresh sperm*), memiliki kemampuan fertilisasi yang lebih tinggi dibandingkan sperma hasil penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan teknik penyimpanan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas sperma, seperti terjadinya perubahan dalam motilitas dan durasi pergerakan (Akçay, *et al.*, 2004). Menurut sultana, *et al.* (2010), hasilnya menunjukkan penurunan tingkat fertilisasi akibat proses penyimpanan, yaitu dari 88% menjadi hanya 32-37%. Penelitian Horvath, *et al.* (2003) juga menunjukkan terjadinya penurunan kemampuan fertilisasi ikan mas

pasca penyimpanan dari persentase 84% (kontrol) menjadi hanya sekitar 71-74%. (Farastuti, *et al.*, 2014).

Pembuahan atau fertilisasi adalah pertemuan sel sperma dari ikan jantan dan sel telur ikan betina dan akan terbentuk zigot lalu akan membelah secara mitosis. Menurut Hafiz (2017), derajat pembuahan ikan mas koi berkisar antara 50-60% dengan derajat penatasan telur sebesar 40-50%. Nutrisi dalam pakan dapat meningkatkan derajat pembuahan pada ikan mas.



Gambar 13. Gambar Telur yang Terbuahi mengalami Embriogenesis

2.13 Kandungan Sari Buah

a. Kurma (*Phoenix dactylifera* L.)

Menurut Soebahar, *et al.* 2016, Kurma (*Phoenix dactylifera*) adalah sejenis tumbuhan palem yang buahnya dapat dimakan, rasanya manis. Pohon kurma tingginya sekitar 15-25 meter, sedang daunnya menyirip sepanjang 3-5 meter.

Klasifikasi tanaman kurma adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta

Superdivisi : Spermatophyta

Subkelas : Arecidae

Ordo : Arecales

Family : Arecaceae

Genus : Phoenix

Spesies : *Phoenix dactylifera* L. (Soebahar, *et al.*, 2016).

Buah kurma memiliki karakteristik bervariasi. Beratnya 2-60 gram, panjang 3-7 cm, konsistensi lunak sampai kering, berbiji dan berwarna kuning kecoklatan, coklat gelap, dan kuning kemerahan. Jenis tanaman palma ini berasal dari Irak dan banyak ditanam di Timur Tengah dan Afrika Utara. Ia kebanyakan tumbuh di negara-negara Arab seperti Madinah yang dekat dengan gunung berapi, sehingga tanahnya begitu subur (Soebahar, *et al.*, 2016).



Gambar 14. Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) (Rahimah, *et al.*, 2016)

b. Buah Zaitun (*Olea europaea*)

Menurut Soebahar, *et al.* 2016, *Olea europaea* atau zaitun merupakan tanaman perdu tahunan yang mampu bertahan hidup dalam jangka waktu lama. Tanaman ini tersebar luas di negara-negara Mediterania, Afrika, semenanjung

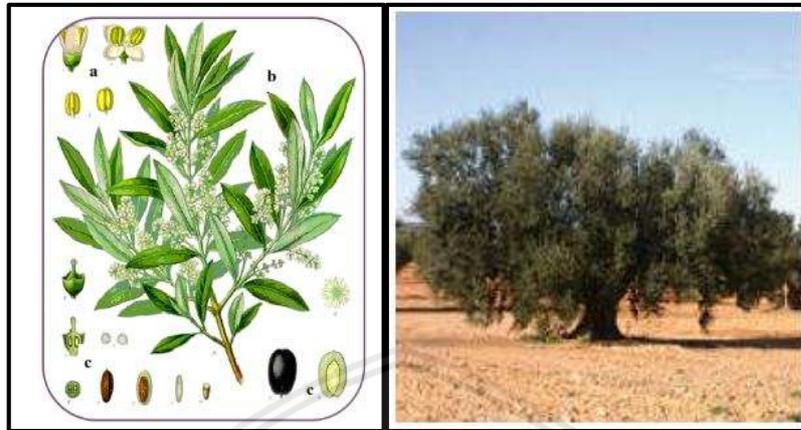
Arab, India, dan Asia. Menurut Johnson, klasifikasi tanaman zaitun adalah sebagai berikut

- Kingdom : Plantae
- Sub Kingdom : Tracheobionata
- Super Divisi : Spermatophyta
- Divisi : Magnoliophyta
- Class : Magnoliopsida
- Sub Class : Asteridae
- Family : Oleaceae
- Genus : Olea
- Spesies : *Olea europaea* (Soebahar, *et al.*, 2016).

Tinggi tanaman *olea europaea* mencapai 3-15 meter. Batangnya mempunyai jenis kambium dan xylem dengan dan atau tanpa trakea. Bentuk batang kayu parenkim terkadang adalah paratrakeal atau protrakeal. Daunnya daun tunggal yang berbentuk elips. Panjangnya sekitar 20-90 mm x 7-15 mm, ujung runcing, tepi rata, permukaan atas licin warna hijau keabu-abuan dan permukaan bawah warna kuning keemasan. Bunga zaitun berukuran kecil berwarna putih atau krem dengan panjang sekitar 6-10 mm. Bunga berkembang pada bulan Oktober sampai Maret. Buah zaitun ovoid, kecil berwarna hijau muda dengan bercak (Soebahar, *et al.*, 2016).

Minyak zaitun adalah minyak lemak yang diperoleh dengan pemerasan dingin biji masak *Olea europaea* L. Kualitas minyak yang terbaik diperoleh dari buahnya yang tua tapi belum masak. Setiap buah zaitun yang matang mengandung 80% air, 15% minyak, 1% protein 1% karbohidrat dan 1% serat. Sedangkan vitamin-vitamin lainnya yang dikandungnya adalah B1, B2, C, E, K dan zat besi. Minyak zaitun mengandung asam lemak berupa asam oleat atau

omega 9 (79%), asam palmitrat atau asam lemak jenuh (11%), asam linoleat atau omega 6 (7%), asam stearat (2%) (Khadijah, 2012).



Gambar 15. Buah Zaitun (*Olea europaea*) (Sari,2016)

c. Buah Tin (*Ficus carica* L)

Tanaman tin diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Famili	: Moraceae
Genus	: Ficus
Spesies	: <i>Ficus carica</i> (Refli, 2012).

Kebanyakan orang sering menyebutnya sebagai tanaman ara. Tanaman ini mempunyai nama Latin *Ficus carica* L. Tanaman yang telah ada sekitar ribuan tahun lalu ini dapat tumbuh subur dan berbuah lebat di tengah terik matahari, bahkan di padang pasir sekalipun. Oleh karena itu, tanaman ini terkadang disebut pohon kehidupan. Tanaman ini juga dapat ditemukan di daerah beriklim kontinental dengan musim panas. Tanaman tin berasal dari Asia Barat, tumbuh di daerah pantai Balkan hingga Afganistan. Tanaman tin juga dapat tumbuh di Asia Tenggara, toleran terhadap kekeringan dan suhu dingin (-9°C), tetapi tetap

membutuhkan unsur-unsur hara yang optimum untuk menjaga mutu buahnya. Pertumbuhannya membutuhkan pencahayaan sebagian atau penuh, dan kelembapan rata-rata hingga kering. Kandungan fitokimia tanaman ini terutama buahnya sudah banyak diteliti oleh para peneliti di beberapa negara Timur Tengah, Eropa, dan Amerika Serikat. Buah tin merupakan sumber penting komponen bioaktif seperti fenol, benzaldehida, terpenoid, flavonoid, dan alkaloid yang memiliki sifat antioksidan. Sementara daun tin mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, dan polifenol (Refli, 2012).



Gambar 16. Buah Tin (*Ficus carica* L) (Refli, 2012).

d. Buah Apel Hijau (*Mallus sylvestris* Mill)

Menurut Khotimah, *et al.* 2016, buah apel hijau (*Mallus sylvestris* Mill) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
- Sub Kingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
- Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
- Ordo : Rosales
- Famili : Rosaceae
- Genus : Mallus

Spesies : *Malus sylvestris* Mill. (Apel Hijau)

Malus domestica Borkh. (Apel Merah)

Apel (*Malus sylvestris* Mill) merupakan salah satu hasil pertanian yang tersedia sepanjang tahun dan dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan asam asetat dengan fermentasi. Buah dari tanaman apel (*Malus sylvestris* Mill) banyak dikonsumsi sebagai buah segar selain rasanya yang menyegarkan juga banyak mengandung zat yang dapat mencegah dan menyembuhkan penyakit. Di Indonesia terdapat enam macam varietas apel, dua varietas yang paling banyak dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis bila dipasarkan adalah Rome Beauty dan Manalagi. Apel Rome Beauty memiliki ciri-ciri bentuk buah bulat lonjong, warna buah hijau kemerahan dan rasa manis agak asam, sedangkan apel Manalagi bentuk buah bulat, kecil dengan warna buah kuning kehijauan dan rasa manis, dengan adanya fruktosa 45 mg/g, glukosa 37,2 mg/g dan sukrosa 45,4 mg/g. Kadar asam apel Rome beauty cenderung lebih tinggi dibanding apel Manalagi. Kadar gula sederhana ada apel Manalagi lebih besar dibanding apel jenis Rome beauty. Komponen gula dan asam merupakan media yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri asam asetat.



Gambar 17. Buah Apel Hijau (*Malus sylvestris* Mill)

e. Buah kelapa (*Cocos nucifera* L.)

Menurut Suratinojo (2013), buah kelapa (*Cocos nucifera* L.) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

- Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhanberpembuluh)
Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkanbiji)
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas : Arecidae
Ordo : Arecales
Famili : Arecaceae (suku pinang-pinangan)
Genus : Cocos
Spesies : *Cocos nucifera* L.

Pertumbuhan dan produksi tanaman ditentukan oleh proses fisiologi yang berlangsung didalamnya. Proses fisiologi tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim seperti suhu, air (hujan), radiasi surya, serta kelembaban. Rerata temperatur tahunan berkisar antara 20 sampai 35°C. Curah hujan minimum sekitar 1000 mm/tahun dan yang optimal sekitar 1000 sampai 5000 mm/tahun, serta toleran terhadap curahhujan > 3.800 mm/tahun. Bulan kering harus kurang dari 3 bulan dengan kelembaban sedikitnya sekitar 60%, tetapi untuk jenis kelapa tertentu bisa toleran didaerah yang bulan keringnya > 8 bulan,asalkan batas umur kritisnya sudah terlewati, seperti tanaman yang banyak ditemukan di daerah terutama NTT yang beriklim kering.tanaman kelapa dapat tumbuh pada ketinggian tempat < 1000 mdpl dengantipe iklim A1 sampai E1 dengan temperatur rata-rata tahunan 20 – 35 °C (Suratinojo, 2013).



Gambar 18. Buah Kelapa (*Cocos nucifera* L.)

2.14 Bahan Pengencer Sperma

a. Pengenceran Sperma

Pengenceran sperma adalah upaya untuk memperbanyak volume semen, mengurangi kepadatan spermatozoa serta menjaga kelangsungan hidup spermatozoa sampai waktu tertentu pada kondisi penyimpanan dibawah atau di atas titik beku. Pengenceran dan penyimpanan sperma merupakan usaha untuk mempertahankan fertilitas spermatozoa dalam periode yang lebih lama yakni untuk memperpanjang daya hidup spermatozoa, motilitas, dan daya fertilitasnya (Hafiz, 2017).

Terkait dengan pengencer dalam sperma, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan diataranya fisiologis, kimia, biokimia sperma, spermatozoa maupun plasma sperma, selain itu perlu diketahui syarat-syarat pengencer yang akan digunakan dalam perlakuan.

Menurut Firdausi (2017), spermatozoa tidak dapat tahan hidup untuk waktu yang lama kecuali bila ditambahkan berbagai unsur kedalam sperma. Unsur-unsur ini yang membentuk suatu pengencer yang baik, syarat penting yang harus dimiliki pengencer adalah :

1. Murah, sederhana, praktis dibuat tetapi daya preservasi tinggi.
2. Mengandung unsur yang sifat fisik dan kimiawinya hampir sama dengan sperma dan tidak mengandung zat yang beracun bagi spermatozoa
3. Tetap dapat mempertahankan daya fertilitas spermatozoa dan tidak terlalu kental sehingga tidak menghambat fertilitas.
4. Pengencer harus memberi kemungkinan penilaian sperma sesudah pengenceran, agar dapat ditentukan nilai sperma tersebut.

Sedangkan fungsi pengencer menurut Hafiz (2017), adalah sebagai berikut:

1. Memperbanyak volume sperma sehingga dapat dipakai untuk inseminasi (pembuahan buatan) lebih banyak.

2. Melindungi spermatozoa terhadap kejutan suhu dingin (*cold shock*) selama pembekuan
3. Menyediakan zat makan sebagai sumber energy bagi spermatozoa
4. Menyediakan buffer untuk mencegah perubahan pH dan dapat mempertahankan tekanan osmotik dan keseimbangan elektrolit.

Pengenceran dilakukan untuk menjamin kebutuhan fisik dan kimiawi spermatozoa. Pengenceran harus bersifat isotonis dengan spermatozoa, setiap jenis pengencer umumnya memiliki komponen yang berbeda, sehingga dari setiap pengencer memiliki kemampuan dan cara yang berbeda dalam mendukung kelangsungan hidup spermatozoa.

b. Macam-macam pengencer

Sperma yang didapat saat penampungan setelah memenuhi kualitasnya dilakukan agar didapat volume sperma yang banyak. Selain itu, sperma yang keluar dari tubuh ikan tidak akan bertahan lama, karena kondisinya berubah. Pengenceran sperma ini dibutuhkan pengencer yang dapat menjamin terjadinya proses metabolisme dan respirasi spermatozoa (Firdausi, 2017).

Jenis pengencer yang umum digunakan dapat berupa larutan anorganik, organik dan gabungan antara keduanya. Jenis pengencer anorganik yang biasa digunakan untuk sperma adalah terdiri dari bahan-bahan kimia seperti larutan NaCl, Na Sitrat, ringer, dan lain-lain. Sedangkan pengencer organik misalnya susu, santen kelapa, dan air kelapa, walaupun untuk sperma ikan jarang digunakan (Perdana, 2009).

2.18 Sukrosa

Sukrosa adalah pemecahan dua unit disakarida, apabila dihidrolisis berubah menjadi molekul monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa dengan rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$ yang berhubungan dengan ikatan glikolisis atau siklus

krebs. Siklus krebs tersebutlah yang menghasilkan ATP dan ADP. Dimana ATP dan ADP tersebut digunakan sebagai sumber cadangan energi untuk telur dan sperma ikan (Anwar, *et al.*, 2014).

Sukrosa berperan sebagai ekstender yang bersifat tidak penetrasi ke dalam sel telur dan sperma ikan. Peran ATP (*Adenonin tri phosphate*) terletak pada metabolisme dan pemeliharaan. Penurunan dan kurangnya ATP akan mempengaruhi kelangsungan hidup. Hal ini berkaitan dengan aktivitas mitokondria yang bertanggung jawab untuk memproduksi ATP dan akumulasi energi. Sukrosa merupakan ekstender yang tahan terhadap tekanan osmotik. Sukrosa ini berfungsi untuk mengontrol peningkatan volume sel dan membatasi gerakan air dalam membran sel. (Leibo dan Mazur, 1978).

2.19 Glukosa

Glukosa adalah gula yang dihasilkan dari hasil glikolisis sempurna dari selulosa seperti pati dan maltose. Glukosa digunakan sebagai zat pemanis, sirup, untuk pembuatan lilin, dan ramuan obat-obatan dalam bidang farmasi. Secara perdagangan, glukosa dari hidrolisis pati. Maltosa adalah disakarida yang dihasilkan dari hidrolisis dari sebagian atau oleh pemecahan enzim amilase dari pati (Purwandari, 2009).

Glikolisis aerobik merupakan reaksi yang terjadi karena adanya oksigen, reaksi pertama adalah pemecahan glikogen menjadi CO_2 dan H_2O disebut glikolisis. Pada dasarnya, hanya terdapat satu perbedaan antara proses glikolisis anaerobik dengan aerobik, yaitu pada glikolisis aerobik tidak terjadi akumulasi asam laktat karena reaksi berjalan dalam keadaan aerob. Sedangkan reaksi yang berlangsung secara anaerob akan menghasilkan asam laktat yang menyebabkan pH menjadi turun. Dengan kata lain, terdapatnya oksigen

menghambat terbentuknya asam laktat, tetapi tidak terjadi proses pembentukan ATP. (Purwandari, 2009)

2.20 Fruktosa

Fruktosa adalah polihidroksiketon dengan 6 atom karbon. Fruktosa merupakan isomer dari glukosa, keduanya memiliki rumus molekul yang sama ($C_6H_{12}O_6$) namun memiliki struktur yang berbeda. Fruktosa adalah monosakarida yang ditemukan di banyak jenis tumbuhan terutama pada madu, pohon buah, bunga, beri dan sayuran.

Pada tanaman, fruktosa dapat terbentuk monosakarida atau sebagai komponen dari sukrosa. Sukrosa merupakan molekul disakarida yang merupakan gabungan dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Menurut Priyadi (2012), Fruktosa secara fisiologis sangat cepat bereaksi, sehingga dapat menjadi suatu aktifator gula dalam metabolisme.

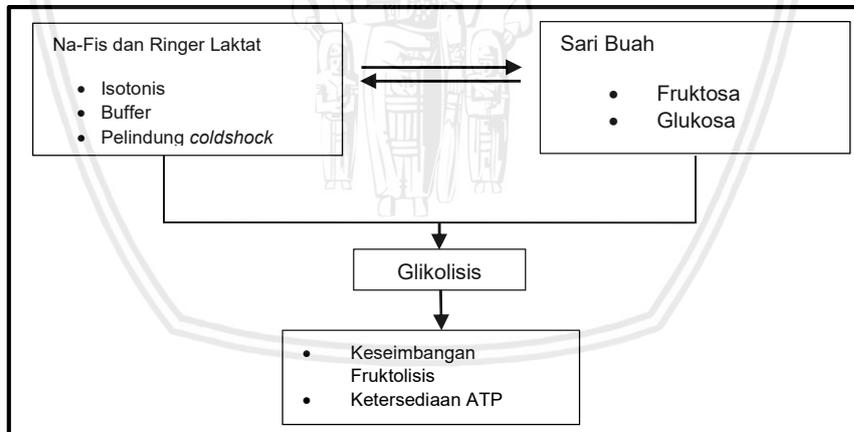
2.21 Mekanisme Pemanfaatan Sari Buah oleh Spermatozoa

Pemberian larutan fruktosa sebagai pengencer untuk spermatozoa ikan dimaksudkan untuk memberikan energi dan nutrisi untuk spermatozoa ikan agar energi yang berupa atp tersebut dapat meningkatkan atau memperpanjang waktu motilitas dan viabilitas spermatozoa (Firdausi, 2017).

Menurut Rahardhianto, *et al.* (2012), nutrisi yang disumbangkan terutama berupa glukosa dan fruktosa yang dipakai sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup dan motilitas spermatozoa. Dalam keadaan normal energi yang dilepaska dapat dipakai sebagai sumber energi mekanik (pergerakan) atau sebagai energi kimiawi (biosintesa), jika tidak dipergunakan akan menghilang sebagai panas. Apabila persediaan energi habis, maka kontraksi fibril-fibril spermatozoa akan terhenti dan spermatozoa tidak bergerak. Untuk melangsungkan pergerakan kembali. ATP dan ADP harus dibangun kembali

dengan penambahan gugusan phosphoril yang membutuhkan sumber energi dari luar. Metabolisme gula sederhana ini melalui respirasi sel spermatozoa menghasilkan ATP.

Menurut Hafiz (2017), jalur metabolisme glikolisis dengan dua bahan baku yaitu fruktosa dan glukosa, Pertama, *Fruktosa-1,6-difosfat* diuraikan enzim aldolase menjadi 2 molekul dari 3 karbon *trifosfat*, yaitu *3-fosfo-gliserin aldehid* (G-3-P) dan *dygydroxy acetonfosfat*. Dalam proses oksidasi G-3-P dengan pemindahan unsur hydrogen yang diikuti dengan persenyawaan fosfat anorganik, terbentuklah asam *1,3 difosfog lycerin*. Dehidrogenase G-3-P membutuhkan suatu enzim (*di-fosforidin nucleotide*, DPN) yang akan bereaksi dengan ion hydrogen dan merubah aldehid menjadi asam dan mereduksi DPN menjadi DNH2. Penguraian dari asam *difosfat glycerin* menjadi asam *monofosfat glycerin* menghasilkan energi yang terpakai untuk membangun ADP dan ATP.



Gambar 19. Interaksi Sari Buah dan Spermatozoa

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat-Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian mengenai pengaruh pemberian ekstender sari buah yang berbeda terhadap kualitas sperma ikan mas koi (*Cyprinus carpio*) pada proses presevasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan untuk penelitian

• Akuarium	• <i>Micropipet</i>
• Mikroskop Binokuler	• <i>Haemocytometer</i>
• <i>Cover glass</i>	• Ember plastik
• <i>Object glass</i>	• <i>Aerator Set</i>
• Tabung <i>Eppendorf</i> 2 ml	• <i>pH paper</i>
• Thermometer Hg	• Nampan
• <i>Beaker glass</i> 250 ml	• Heater
• S spuit 1 ml	• Lemari pendingin (Suhu 5°C)
• S spuit 1 ml tanpa jarum	• Inkubator
• <i>Handtally counter</i>	• Kolam
• Timbangan Digital Analitik	• Bulu ayam
• Gelas Ukur	• Seser
• Pipet <i>Erythrocyt</i>	• Rak <i>Appendorf</i>
• Lap Basah	• <i>Mixer</i>

3.1.2 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian mengenai pengaruh pemberian ekstender sari buah yang berbeda terhadap kualitas

sperma ikan mas koi (*Cyprinus carpio*) pada proses presevasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan penelitian

• Induk Jantan dan Betina Ikan Mas	• Sari Buah Kurma
Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	
• Ringer Laktat	• Sari Buah Kelapa
• NaCl Fisiologis	• Sari Buah Apel
• Eosin	• Sari Buah Tin
• Tisu	• Sari Buah Zaitun
• Air	• Aquades

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan suatu prosedur penelitian yang mana digunakan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat antara dua variabel atau lebih dengan mengendalikan pengaruh variable-variable yang lain. Metode ini dilakukan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja terhadap objek penelitian untuk mengetahui bagaimana akibatnya terhadap variabel terikat. Penelitian yang menggunakan metode eksperimental merupakan penelitian yang memanipulasi situasi alamiah dengan cara membuat kondisi buatan. Penelitian eksperimen merupakan metode yang dapat dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian, serta adanya kontrol yang disengaja terhadap objek penelitian tersebut (Rosyida, et al. 2015),.

3.3 Pengambilan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik yang digunakan oleh peneliti untuk mendapatkan data data yang diperlukan untuk mendukung penelitiannya.

Metode pengambilan data dapat dilakukan oleh peneliti dengan berbagai cara, diantaranya yaitu: Pertama, melakukan observasi secara langsung kelapang yang dilakukan oleh peneliti atau melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti. Kedua, melalui pengisian kuisisioner, yang mana kuisisioner ini akan diisi oleh beberapa partisipan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Ketiga melakukan studi pustaka dengan mencari literatur dan membaca beberapa buku tentang metode ataupun hasil-hasil dari penelitian terdahulu. Pengumpulan data perlu dipersiapkan dengan matang, agar data-data yang diperoleh benar-benar valid (Anas, *et al.* 2017)

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan observasi langsung. Pengamatan (observasi) adalah metode pengumpulan data dimana peneliti atau kolaboratornya mencatat informasi sebagaimana yang mereka saksikan selama penelitian. Penyaksian terhadap peristiwa-peristiwa itu bisa dengan melihat, mendengarkan, merasakan, yang kemudian dicatat subyektif mungkin gulo (2000). Sedangkan menurut Wibisono (2013), observasi langsung dapat memberikan suatu rekaman yang sangat mendetail tentang kejadian atau apa yang dilakukan oleh seseorang pada saat itu juga. Dengan observasi langsung ini, tidak akan ada usaha untuk mengawasi atau memanipulasi situasi.

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap). Rancangan acak lengkap adalah jenis rancangan percobaan yang mana setiap perlakuan diberikan secara acak kepada seluruh unit percobaan. Hal ini dapat dilakukan karena media tempat percobaan dibuat secara seragam, sehingga tidak akan mempengaruhi perlakuan yang diberikan. RAL memiliki beberapa karakteristik diantaranya yaitu

keragaman atau variasi hanya dipengaruhi oleh perlakuan yang diujicobakan pada penelitian dan perlakuan tersebut merupakan level-level dari suatu faktor tertentu. Selain itu faktor-faktor di luar perlakuan seperti faktor lingkungan selama penelitian harus dibuat sama, sementara itu untuk penempatan/pembagian perlakuan pada unit percobaan harus dilakukan secara acak (Lake, *et al.* 2017)

Desain acak sempurna atau yang biasa disebut rancangan acak lengkap (RAL) adalah salah satu jenis rancangan percobaan yang paling sering digunakan, karena rancangan percobaan ini merupakan rancangan yang paling sederhana. Umumnya rancangan ini digunakan untuk melakukan penelitian yang memiliki media atau lingkungan percobaan yang seragam atau homogen. Berikut ini merupakan beberapa keuntungan dari rancangan acak lengkap yaitu:

1. Denah untuk rancangan percobaan mudah dibuat.
2. Analisis statistik terhadap unit percobaan mudah dibuat/ sederhana.
3. Sangat fleksibel dalam hal jumlah penggunaan, perlakuan,serta pengulangan.

Penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukukan oleh Firdausi (2017) tentang Pengaruh Ekstender Kombinasi Larutan Sari Kurma (*Phoenix dactylifera*) dan Ringer Laktat terhadap Persentase Fertilisas Spermatozoa Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*). Penelitian ini berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan untuk penentuan penambahan sari kurma yang tepat sebagai bahan yang digunakan yang bersifat nutritif sebagai sumber energi spermatozoa untuk bertahan hidup dalam jangka waktu yang lebih lama. Penelitian ini menggunakan dosis sari buah terbaik pada penelitian dahulu sebagai acuan atau dasar dalam penggunaan sari buah lainnya yang memiliki kandungan fruktosa dan glukosa.

Perlakuan dosis penambahan sari buah dalam larutan ringer laktat dalam penelitian ini sebagai berikut :

K : Tanpa penambahan sari buah (100 ml ringer laktat)

A : Dosis 1% sari kelapa (sperma + 1ml sari kurma dengan 99 ml ringer laktat)

B : Dosis 1% sari zaitun (sperma + 1ml sari zaitun dengan 99 ml ringer laktat)

C : Dosis 1% sari tin (sperma + 1ml sari tin dengan 99 ml ringer laktat)

D : Dosis 1% sari apel hijau (sperma + 1ml sari apel hijau dengan 99 ml ringer laktat)

E : Dosis 1% sari kurma (sperma + 1ml sari kelapa dengan 99 ml ringer laktat)

Penetapan dosis tersebut penggunaan sumber energi (gula dan fruktosa) yang kurang dari 1% didapatkan dosis optimal untuk motilitas dan viabilitas spermatozoa ikan, sehingga penetapan perlakuan dosis larutan sari buah pada penelitian ini ditetapkan 1% yang bedanya terletak pada penggunaan sari buahnya yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya hasil terbaik didapatkan pada dosis 1%.

Dalam penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dosis dan 1 perlakuan kontrol dengan 3 kali pengulangan, sehingga total percobaan yang dilakukan ada 18 unit. Berikut ini merupakan denah percobaan yang dilakukan:

A1	K2	D3	B2	A2	C1
E1	A3	E2	C3	B1	K1
K3	A2	E3	D2	B3	D1

Gambar 20. Denah Penelitian Hasil Pengacakan

Wadah yang digunakan untuk pengawetan sperma dalam penelitian ini adalah tabung *ependorf* dengan kapasitas 2 ml yang telah disterilka dengan alkohol 70%. Kemudian tabung *ependorf* diisi dengan sperma dan sari buah dalam larutan ringer dengan perbandingan 1:9 dan selanjutnya dilakukan penyimpanan di lemari pendingin dengan suhu 3-5°C selama 4 hari. Penanganan sperma pada suhu 0-4°C lebih tepat digunakan untuk menurunkan laju

metabolisme sel sperma, karena kebanyakan sperma ikan tidak terlalu sensitif terhadap suhu, sehingga tidak akan mengakibatkan kerusakan yang berbahaya (Maulana, *et al.*, 2014). Pengamatan motilitas dan viabilitas dilakukan satu kali selama penyimpanan.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Induk

- Kolam yang digunakan sebagai wadah untuk pemeliharaan indukan disiapkan dan dibersihkan kemudian keringkan.
- Kolam yang telah siap pakai untuk pemeliharaan diisi air bersih dengan ketinggian $\frac{3}{4}$ dari tinggi kolam.
- Dilakukan penyeleksian induk ikan mas koi jantan dilakukan dengan cara mengurut bagian perut menuju ke bagian lubang urogenital.

3.5.2 Persiapan Sari Buah

- Buah Kelapa dipotong menjadi 2 bagian dan diambil airnya
- Buah Kurma, Zaitun, Tin, dan Apel dicuci hingga bersih terlebih dahulu
- Dilakukan pemotongan buah-buahan menjadi bagian-bagian yang kecil
- Buah yang sudah dipotong dimasukkan ke dalam blender hingga halus
- Kemudian buah yang telah halus tersebut diperas menggunakan 3 lapisan lap hingga keluar airnya.

3.5.3 Sterilisasi Wadah Percobaan (*Eppendorf*)

- Tabung Eppendorf dengan kapasitas 2 ml disiapkan sebagai wadah media percobaan
- Tabung Eppendorf disterilisasikan dengan menggunakan alcohol 70% kemudian dikeringkan
- Tabung disusun dirak tabung didasarkan denah percobaan yang telah dilakukan pengacakan

3.5.4 Stripping Indukan Ikan Mas Koi (*C. carpio*) Jantan

- Dilakukan pemilihan induk ikan jantan matang gonad, kemudian ikan distripping
- Ikan dipegang bagian punggung menghadap bawah dan perut menghadap atas dengan dilapisi lap basah
- Lubang urogenital dibersihkan dengan tisu
- Perut ikan kemudian diurut dari bagian erut menuju bagian lubang urogenital hingga cairan sperma keluar
- Sperma ditampung dengan menggunakan mangkok ditutupi dengan alumunium foil

3.5.5 Pengamatan Parameter Spermatozoa

a) Warna Sperma

- Sperma pada gelas ukur diamati secara langsung
- Sperma yang normal memiliki warna putih kekuningan atau putih susu
- Warna yang diamati dicatat hasilnya sebagai warna sperma

b) pH Sperma

- Sperma segar diambil sedikit menggunakan spuit 1 ml
- Sperma diletakkan pada *pH paper*
- Perubahan warna yang muncul pada *pH paper* dicocokkan dengan tabel *pH paper* dicatat sebagai nilai pH sperma

c) Perhitungan Konsentrasi Sperma

- Pipet *erythrocyte* diisi semen murni sampai tanda 0,5
- Pipet *erythrocyte* ditambah larutan *na-fisiologis* sampai tanda 101
- Larutan pada pipet dihomogenkan selama 2-3 menit
- Sebagian larutan tersebut dibuang kemudian dikocok lagi

- Diteteskan satu tetes diamati pada *haemocytometer*
- Diamati spermatozoa pada 5 kotak *haemocytometer* untuk mendapatkan nilai N
- Dihitung konsentrasi spermatozoa dengan rumus $N \times 10^8$

d) Motilitas sperma

- Diambil 0,01 ml atau satu tetes sperma menggunakan micropipette , kemudian diletakkan pada objek glass
- Sperma pada *object glass* ditetesi air atau aquades dan ditutup *cover glass*
- Diletakkan pada meja preparat mikroskop binokuler
- Diamati motilitas spermatozoa dengan perbesaran 400x
- Dihitung nilai persentase motilitas spermatozoa

e) Viabilitas Sperma

- Diambil 0,01 ml sperma menggunakan micropipet kemudian diletakkan pada object glass
- Sperma pada object glass ditetesi larutan eosin
- Dihomogenkan dengan cara mengaduk campuran keduanya
- Dibuat sampel tipis dengan cara menekan dan mendorong menggunakan cover glass membentuk sudut 45 derajat
- Diletakkan sampel pada meja preparat mikroskop binokuler
- Diamati dengan perbesaran 400x dan dihitung nilai persentase viabilitas spermatozoa (spermatozoa hidup berwarna transparan, spermatozoa mati berwarna merah dan mengambang)

3.5.6 Perlakuan Kontrol

- Tabung appendorf 2 ml dengan 0,2 ml sperma ikan mas koi dan 1,8 ml Ringer Laktat (ringer laktat tanpa penambahan sari buah) dengan perbandingan sperma dan ekstender adalah 1:9
- Perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan disusun pada rak sesuai denah rancangan percobaan
- Disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 5°C.

3.5.7 Perlakuan Penambahan Konsentrasi Sari Buah

- Pembuatan ekstender kombinasi sari buah dan ringer laktat disesuaikan berdasarkan perkan yang telah ditetapkan
- Dosis sari buah yang digunakan dalam larutan ringer 1% untuk masing-masing sari buah (kurma, zaitun, tin, apel, dan kelapa)
- Sperma dimasukkan dalam tabung appendorf berisi ekstender dengan perbandingan sperma dan ekstender 1:9
- Perlakuan diulang sebanyak 3 kali disusun pada rak sesuai denah dan rancangan percobaan
- Disimpan pada lemari pendingin dengan suhu 5°C

3.5.8 Penyimpanan Sampel pada Lemari Pendingin (Suhu 5°C)

- Lemari pendingin yang akan digunakan untuk penyimpanan sampel sebelumnya dibersihkan dan dikondisikan terlebih dahulu pada suhu 5°C
- Sampel yang telah dibuat dan ditata pada rak di simpan pada lemari pendingin
- Pengamatan sampel secara mikroskopis dilakukan satu kali dalam sehari selama 4 hari penyimpanan. Pengamatan mikroskopis yang dilakukan yaitu viabilitas dan motilitas spermatozoa

3.5.9 Fertilisasi

- Diambil Indukan Betina dan Jantan ikan koi dari kolam dengan perbandingan 1:2
- Ditimbang berat tubuhnya Indukan Betina dan Jantan
- Dipindahkan induk jantan dan betina ke dalam kolam pemijahan yang sudah diberikan ijuk sebagai substrat untuk merangsang pemijahan
- Ditunggu waktu *latency time* dari induk betina untuk distripping kurang lebih 7-12 jam
- Setelah masa *latency time* (kurang lebih 7-12 jam)
- Dipegang bagian punggung ikan koi betina menghadap bawah dan perut dilapisi lap basah
- Dibersihkan Lubang urogenital ikan mas koi betina dengan tisu
- Diurut perut ikan sampai dengan lubang urogenital hingga keluar telur
- Didapatkan telur pada mangkok plastik
- Dibagi telur sesuai dengan banyaknya perlakuan
- Dilakukan pencampuran sperma di atas mangkok
- Diaduk sperma dan telur menggunakan bulu ayam
- Ditebar di atas saringan yang sudah terendam air
- Ditunggu hingga menetas selama kurang lebih 48-72 jam

3.6 Parameter Uji

3.6.1 Parameter Utama

a. Motilitas

Perhitungan motilitas spermatozoa dilakukan dengan dua cara yaitu secara massa atau kelompok dari individu. Perhitungan motilitas spermatozoa mengacu pada penelitian yang dilakukan Firdausi (2017), yaitu dengan menghitung secara visual dan hasilnya dinyatakan dalam

perbandingan antara spermatozoa yang hidup dan mati. Satu tetes sperma diletakkan di atas obyek glass kemudian ditambahkan satu tetes aquades steril atau air kemia diaduk rata dan ditutup dengan cover glass dan diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x.

Menurut Firdausi (2017), motilitas spermatozoa diukur bersamaan dengan penentuan konsentrasi spermatozoa. Setelah diketahui jumlah total spermatozoa dala kotak (80 ruang kecil) pada haemocytometer kemudian dihitung jumlah spermatozoa yang immotile (pergerakan tidak progresif seperti melingkar, mundur atau diam), sehingga didapatkan jumlah spermatozoa yang motil (pergerakan progresif atau aktif maju kedepan). Pengamatan Spermatozoa yang motil membutuhkan waktu 5-10 menit. Sehingga diperoleh nilai motilitas spermatozoa sebagai berikut:

$$\text{Motilitas (\%)} = \frac{\text{Spermatozoa motil}}{\text{Total spermatozoa}} \times 100\%$$

b. Viabilitas

Perhitungan persentase viabilitas spermatozoa dilakukan dengan cara menghitung dan membandingkan jumlah spermatozoa hidup (berwarna transparan atau hijau) dengan spermatozoa yang mati (berwarna merah). Hasil perbandingan jumlah spermatozoa hidup dengan mati diubah nilainya dalam bentuk persentase dikali 100%. Menurut Sukendi (2012), viabilitas spermatozoa dihitung dengan cara pewarnaan menggunakan eosin 2%. Pengamatan dengan cara menghitung perbandingan spermatozoa yang tidak terwarnai (hidup) dengan yang terwarnai (mati) oleh eosin dan dinyatakan dalam persen. Dalam menghitung nilai viabilitas spermatozoa dapat digunaka rumus sebagai berikut :

$$\text{Viabilitas (\%)} = \frac{\text{Spermatozoa hidup}}{\text{Total spermatozoa}} \times 100\%$$

c. Fertilitasasi (*Fertilization rate*)

Fertilisasi (pembuahan) adalah bertemunya sel spermatozoa dengan sel telur. Spermatozoa yang sudah diberi perlakuan dicampurkan dengan telur yang ditempatkan pada cawan petri. Menurut Faqih (2011), pada saat proses fertilisasi terjadi penggabungan inti spermatozoa dengan inti telur dalam sitoplasma sehingga membentuk zigot. Untuk menentukan nilai persentase fertilitas dengan rumus:

$$FR (\%) = \frac{\text{Telur yang terbuahi}}{\text{Total telur}} \times 100\%$$

3.6.2 Parameter Penunjang

- Kualitas air

Adapun parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH. Pengukuran kualitas air dilakukan pada pukul 05.00 WIB (pagi) dan 14.00 (sore).

- Daya Tetas (*Hatching Rate*)

Hatching rate yang sering disebut dengan daya tetas telur merupakan persentase dari telur yang menetas. Perhitungan daya tetas telur ikan yaitu dengan membandingkan jumlah telur yang menetas dengan telur yang ditetas atau telur yang telur yang terbuahi. Tinggi rendahnya derajat pembuahan atau *fertilization rate* mengakibatkan tinggi rendahnya derajat penetasan, dimana derajat pembuahan dipengaruhi oleh kualitas telur dan kualitas sperma dari induk yang baik sejak awal (Aidil, *et al.*, 2016).

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah keberhasilan penetasan telur (*Hatching rate*). Untuk perhitungan tingkat penetasan telur pada masing-masing perlakuan dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Rustidja (2000), yaitu:

$$HR (\%) = a/(a+b+c) \times 100 \%$$

Keterangan: HR = *Hatching rate* (derajat penetasan)

A = jumlah telur yang menetas normal (larva normal)

B = jumlah telur yang menetas cacat (larva cacat)

C = jumlah telur yang tidak menetas

3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 5 perlakuan yang berbeda dan 1 perlakuan control yang dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada setiap perlakuan maupun perlakuan control. Untuk dapat mengetahui pengaruh perlakuan yang timbul maka perlu dilakukannya analisis dengan melakukan keragaman atau uji F. Apabila uji F (beda nyata terkecil) agar dapat menentukan perlakuan yang dapat memberikan respon terbaik pada kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$). Dan untuk dapat mengetahui hubungan antar perlakuan dengan respon parameter yang diukur maka hanya dilakukan analisa regresi untuk memberikan keterangan jelas antara pengaruh perlakuan yang paling baik pada respon.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Sperma Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Hasil pemeriksaan sperma segar dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis yang diambil dengan cara di-*stripping*. Makroskopis adalah objek atau keadaan yang dapat di lihat secara langsung dengan mata telanjang tanpa menggunakan mikroskop, sedangkan mikroskopis tidak dapat dilihat secara langsung dan memerlukan mikroskop untuk dapat melihatnya. Pemeriksaan makroskopis meliputi pemeriksaan volume, warna, pengukuran pH dan Kualitas Air. Sedangkan pemeriksaan mikroskopis meliputi penghitungan persentase konsentrasi spermatozoa, persentase motilitas, persentase viabilitas pada sperma ikan koi (Kurniawan, *et.,al* 2013). Hasil dari penilaian sperma segar ikan koi selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemeriksaan Sperma Segar Ikan Koi

Parameter	Hasil Pengamatan
Warna	Putih
Konsentrasi	$3,58 \times 10^9$
Volume	4 ml
Konsistensi	Kental
pH	7
Pergerakan Sperma	+++

Berdasarkan dari hasil pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis sperma segar ikan koi tersebut masih memiliki kualitas yang baik untuk diproses lebih lanjut. Pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis sperma ikan koi dengan data volume yaitu 4 ml, warna pada sperma ikan koi putih seperti air susu. Hal ini sesuai dengan pendapat Julianuari (2014) bahwa warna cairan sperma ikan keputih-putihan kental, berbau khas sperma dengan kekentalan yang tinggi. Konsentrasi pH ikan koi 7, hal ini sesuai menurut Setyono (2009), sperma yang berkualitas baik mempunyai pH lebih kearah asam karena sel-sel spermanya

akan lebih aktif bergerak menghasilkan asam laktat yang lebih banyak sehingga pH nya rendah. pH sperma ikan yang baik berkisar antara 6,8 – 7,8 dan bisa dikatakan semen tersebut layak untuk digunakan dan diteliti lebih lanjut (Setyono, 2009). Konsentrasi pada sperma ikan koi $3,58 \times 10^9$ dan ketebalan cairan sperma yaitu kental. Menurut Rustidja (2000), konsentrasi sperma ikan koi mencapai $3,00 \times 10^9$ sel/ml. Konsentrasi sperma sangat penting untuk diketahui karena merupakan salah satu kriteria dalam penentuan kualitas sperma.

4.2 Motilitas Sperma

Perhitungan persentase motilitas spermatozoa adalah salah satu kriteria penentu kualitas spermatozoa yang dilihat dari banyaknya spermatozoa yang bergerak. Penilaian motilitas spermatozoa sangat penting karena motilitas digunakan sebagai parameter kesanggupan membuahi sel telur (Firdausi, 2017). Data hasil pengukuran motilitas sperma yang didapatkan bersifat baik, hal ini sesuai dengan menurut mumu (2009), data diperoleh dengan cara meneteskan sampel semen pada gelas obyek kemudian ditutup dengan *coverglass* lalu diamati di bawah mikroskop, dengan kriteria sebagai berikut:

- 5 (Sangat baik) $\geq 90\%$: Bergerak sangat aktif atau cepat, gelombang besar dan bergerak cepat
- 4 (Baik) = 70-85%: Bergerak aktif/cepat, ada gelombang besar dengan gerakan massa yang cepat.
- 3 (Lumayan) = 40-65%: Bergerak agak aktif/agak cepat, terlihat gelombang tipis dan jarang serta gerakan massa yang lambat.
- 2 (Kurang baik) = 20-30%: Bergerak kurang aktif/ kurang cepat, tidak terlihat gelombang, hanya gerakan individual sperma.
- 1 (Buruk) $\leq 0\%$: Gerakan individual sperma (sedikit sekali gerakan individual sperma atau tidak ada gerakan sama sekali (mati).

Data hasil penelitian perlakuan sari buah yang berbeda motilitas sperma ikan koi (*C. carpio*) didapatkan hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Motilitas Sperma Ikan Koi (*C. carpio*) (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata \pm Std
	1	2	3		
K	58.31	58.75	59.18	176.24	58.75 \pm 0.44
A	72.48	71.05	71.29	214.83	71.61 \pm 0.77
B	63.23	61.53	62.23	187.00	62.34 \pm 0.85
C	65.60	64.83	65.3	195.80	65.27 \pm 0.39
D	76.46	74.94	71.60	223.01	74.34 \pm 2.49
E	82.69	81.73	84.46	248.89	82.96 \pm 1.38

Keterangan:

K : Tanpa penambahan sari buah (100 ml ringer laktat)

A : Dosis 1% sari kelapa (sperma + 1ml sari kurma dengan 99 ml ringer laktat)

B : Dosis 1% sari zaitun (sperma + 1ml sari zaitun dengan 99 ml ringer laktat)

C : Dosis 1% sari tin (sperma + 1ml sari tin dengan 99 ml ringer laktat)

D : Dosis 1% sari apel hijau (sperma + 1ml sari apel dengan 99 ml ringer laktat)

E : Dosis 1% sari kurma (sperma + 1ml sari kelapa dengan 99 ml ringer laktat)

Berdasarkan tabel 4 di atas dapat dijelaskan bahwa perlakuan yang memberikan tingkat motilitas tertinggi pada perlakuan E (82.96 \pm 1.38), yang selanjutnya diikuti oleh perlakuan D (74.34 \pm 2.49), A (71.61 \pm 0.77), C (65.27 \pm 0.39), B (62.34 \pm 0.85), dan yang terendah didapati oleh perlakuan K (58.75 \pm 0.44). Rata-rata \pm STDEV merupakan penyimpangan dari nilai rata-rata mengenai hubungan nilai motilitas sperma Ikan Koi (*C. carpio*) dengan penambahan sari buah yang berbeda ke dalam larutan pengencer yaitu larutan ringer laktat yang didalamnya terkandung zat-zat yang dapat memperbesar peluang pembuahan dan memperpanjang masa aktif sperma (Carman, *et al.*, 2006). Secara teknis, motilitas spermatozoa merupakan indikator yang paling penting untuk menduga keberhasilan fertilisasi. Persentase motilitas tertinggi didapatkan pada perlakuan sari kurma kemudian dilanjutkan oleh sari apel dan air kelapa. Menurut Rahardhianto, *et al.* (2012), nutrisi yang disumbangkan berupa glukosa dan fruktosa yang dipakai sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup dan motilitas spermatozoa didalam buah kurma

mengandung fruktosa dan glukosa sehingga dapat digunakan untuk preservasi sperma. Hal ini sesuai dengan bahan utama yang dipakai spermatozoa sebagai sumber energi dari luar testis adalah fruktosa yang diubah menjadi asam laktat dan energi dengan bantuan enzim fruktolisin dalam proses glikolisis. Glukosa maupun fruktosa dalam proses glikolisis memerlukan magnesium (Mg) sebagai kofaktor pada beberapa tahap proses glikolisis (Julianuari, 2014). Kurma merupakan sumber gula dengan kandungan gula terutama glukosa dan fruktosa mencapai 65-80% bobot kering. Apel Hijau memiliki bentuk yang bulat, kecil dengan warna buah kuning kehijauan dan rasa manis, dengan kandungan fruktosa 45 mg/g, glukosa 37,2 mg/g dan sukrosa 45,4 mg/g (Khotimah, *et al.*, 2016). Sedangkan pada air kelapa mengandung glukosa dan fruktosa yang juga terkandung dalam sperma, sehingga dapat dimanfaatkan spermatozoa sebagai sumber energi (Suratinojo, 2013).

Perlakuan dengan menggunakan sari buah tin dan zaitun mengalami penurunan dalam tingkat motilitas sperma karena memiliki kandungan glukosa dan fruktosa yang rendah sehingga kebutuhan nutrisi bagi sperma tidak terpenuhi dengan baik dan tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Bahan nabati yang memiliki prospek cukup baik sebagai salah satu unsur di dalam pengencer semen adalah sari buah tin (*Ficus glumerata* Linn). Buah Tin mengandung β -tokoferol, α -tokoferol, vitamin D2, D3, dan K1 yang memiliki prospek cukup baik sebagai salah satu unsur di dalam pengencer semen (Zaenuri, *et al.*, 2013). Buah zaitun yang matang mengandung 80% air, 15% minyak, 1% protein 1% karbohidrat dan 1% serat. Sedangkan vitamin-vitamin lainnya yang dikandungnya adalah B1, B2, C, E, K dan zat besi. Zaitun mengandung asam lemak berupa asam oleat atau omega 9 (79%), asam palmitrat atau asam lemak jenuh (11%), asam linoleat atau omega 6 (7%) (Khadijah, 2012).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap motilitas sperma ikan koi maka dilakukan analisa sidik ragam seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Motilitas Sperma Ikan Koi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	1180.43	236.09	145.10**	3.11	5.06
Acak	12	19.53	1.63			
Total	17	1199.96				

Keterangan **: Berbeda Sangat Nyata.

Dari hasil perhitungan sidik ragam di atas dapat dijelaskan bahwa F hitung lebih besar dari F1%, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang sangat nyata, sehingga dilanjutkan dengan perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) dan hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji BNT Motilitas Sperma Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Rerata	K	B	C	D	A	E	Notasi
		58.75	62.34	65.27	71.61	74.34	82.96	
K	58.75	-						a
B	62.34	3.59**	-					b
C	65.27	6.52	2.93**	-				c
D	71.61	12.86	9.28	6.34**	-			d
A	74.34	15.59	12.00	9.07	2.73**	-		e
E	82.96	24.22	20.63	14.14	11.35	8.63**	-	f

Keterangan: (^{ns}) non significant = tidak berbeda nyata; (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.

Penentuan notasi pada pengujian nilai Beda Nyata Terkecil (BNT) yakni jika dalam hasil nilai yang didapat <BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (^{ns}), apabila nilai yang didapat >BNT 1% dan <BNT 5% maka diberi keterangan (*), apabila nilai yang didapat > BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (**). Dilihat dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa dengan perlakuan (A) sari kelapa, (B) sari zaitun, (D) sari apel dan (E) sari zaitun terdapat >BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (**) dengan notasi yang berbeda yakni untuk perlakuan kontrol mendapatkan notasi "a", perlakuan A mendapat notasi "e", perlakuan B mendapat notasi "b", perlakuan C mendapat notasi "c", perlakuan D mendapat notasi "d" dan perlakuan E mendapatkan notasi "f". Pada perlakuan B didapatkan

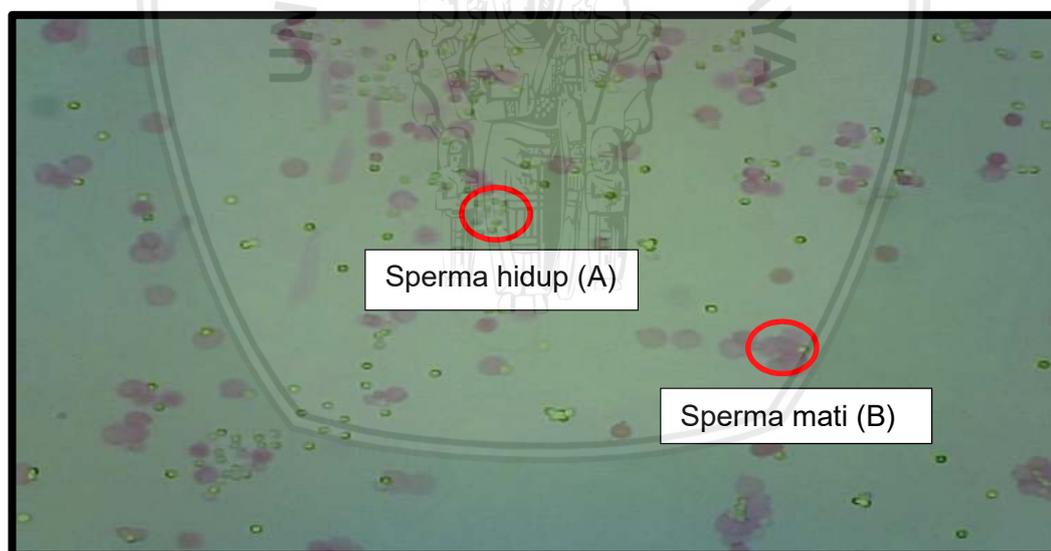
nilai BNT sebesar 3.59, nilai tersebut jika dibandingkan dengan nilai BNT 1%(1.83) dan BNT 5%(1.31) maka nilai BNT pada perlakuan B dinilai lebih besar daripada BNT 1% dan BNT 5% sehingga diberikan tanda (**) karena berbeda sangat nyata. Kemudian diberikan notasi b dikarenakan nilai BNT yang didapatkan lebih besar daripada nilai BNT dari perlakuan sebelumnya. Hal ini juga berlaku untuk perlakuan lainnya, sehingga setiap perlakuan diberikan notasi yang berbeda. Dari perhitungan uji BNT nilai tertinggi terdapat pada perlakuan E yaitu sari kurma.

Pengenceran sperma menggunakan penambahan sari buah kurma menunjukkan titik tertinggi pada perlakuan E dengan nilai motilitas sperma sebesar 82,96 %. Perlakuan E memberikan hasil tertinggi karena pada buah kurma mengandung glukosa dan fruktosa tinggi dibandingkan dengan buah lainnya sehingga dapat memperpanjang lama pergerakan spermatozoa setelah keluar dari tubuh ikan. Hal ini diperkuat dengan pendapat Rustidja (2000), perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kandungan sari buah dengan seminal plasma dan tingkat kesesuaian dengan kebutuhan nutrisi untuk metabolisme spermatozoa.

Energi yang digunakan untuk motilitas spermatozoa berasal dari perombakan ATP di dalam selubung mitochondria melalui reaksi-reaksi penguraiannya menjadi ADP (*adenosine diphosphate*) dan AMP (*adenosine monophosphate*). Energi yang dihasilkan ini akan dipakai sebagai pergerakan atau sebagai biosintesis. Dalam sperma terdapat bahan organik yang dapat dipakai secara langsung maupun tidak langsung oleh spermatozoa sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup dan motilitas spermatozoa. Salah satu Bahan organik yang dapat dimanfaatkan yakni fruktosa (Toelihere, 1981).

4.3 Viabilitas Sperma

Persentase viabilitas merupakan salah satu indikator untuk menentukan baik-buruknya kualitas spermatozoa dan mengetahui banyaknya spermatozoa tersebut hidup (*viable*) atau tidak hidup (*unviable*) dan berwarna merah muda saat diberi pewarna eosin (Arfah, *et al.*, 2015). Sperma yang hidup berwarna bening sedangkan sperma yang mati berwarna merah. Prinsip dasar dari pewarnaan karena adanya perbedaan aktifitas zat warna antara spermatozoa yang mati dan hidup. Permukaan sperma dibungkus oleh membran lipoprotein. Sperma yang telah mati permeabilitas membrane menjadi tinggi, terutama didaerah pangkal kepala akibatnya akan mudah terjadi penyerapan warna, akibat membran plasma yang sudah kehilangan fungsinya (Arifiantini, *et al.*, 2005). Perbedaan antara sperma hidup dan mati dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Perbedaan sperma hidup dan sperma mati. (A) Sperma hidup dan (B) Sperma mati.

Data hasil penelitian perbedaan sari buah yang berbeda dalam larutan pengencer ringar laktat dan penambahan terhadap viabilitas sperma ikan koi (*C. carpio*) didapatkan hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Viabilitas Sperma Ikan Koi (*C. carpio*) (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata \pm Std
	1	2	3		
K	63.1211	60.2696	62.8979	186.2886	62.10 \pm 1.59
A	75.2682	72.5395	72.0784	219.8861	73.30 \pm 1.72
B	65.483	64.5987	64.9602	195.0419	65.01 \pm 0.44
C	67.9237	67.403	67.7958	200.7542	67.71 \pm 0.27
D	79.8469	78.4928	75.4184	233.7581	77.92 \pm 2.27
E	84.0442	81.6471	83.6471	249.3384	83.11 \pm 1.28

Keterangan:

K : Tanpa penambahan sari buah (100 ml ringer laktat)

A : Dosis 1% sari kelapa (sperma + 1ml sari kurma dengan 99 ml ringer laktat)

B : Dosis 1% sari zaitun (sperma + 1ml sari zaitun dengan 99 ml ringer laktat)

C : Dosis 1% sari tin (sperma + 1ml sari tin dengan 99 ml ringer laktat)

D : Dosis 1% sari apel hijau (sperma + 1ml sari apel dengan 99 ml ringer laktat)

E : Dosis 1% sari kurma (sperma + 1ml sari kelapa dengan 99 ml ringer laktat)

Berdasarkan tabel 7 di atas dapat dijelaskan bahwa perlakuan yang memberikan tingkat motilitas tertinggi pada perlakuan E (83.11 \pm 1.28), yang selanjutnya diikuti oleh perlakuan D (77.92 \pm 2.27), A (73.30 \pm 1.72), C (67.71 \pm 0.27), B (65.01 \pm 0.44), dan yang terendah didapati oleh perlakuan K (62.10 \pm 1.59). Rata-rata \pm STDEV merupakan penyimpangan dari nilai rata-rata mengenai hubungan nilai motilitas sperma Ikan Koi (*C. carpio*) dengan penambahan sari buah yang berbeda ke dalam larutan pengencer yaitu larutan ringer laktat. Didapatkan hasil bahwa viabilitas sperma Ikan Koi (*C. carpio*) menggunakan penambahan sari buah yang berbeda setelah dilakukan penelitian viabilitas selama 4 hari. Secara teknis, viabilitas spermatozoa adalah indikator yang paling penting untuk menduga keberhasilan fertilisasi karena merupakan daya hidup sperma. Data viabilitas yang didapatkan tertinggi pada pemberian sari buah kurma, yang selanjutnya diikuti oleh perlakuan sari apel dan sari kelapa. Hal ini dikarenakan buah-buah tersebut mengandung fruktosa dipakai sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup spermatozoa. Karbon yang terdapat dalam karbohidrat terutama fruktosa dapat digunakan sebagai penyusun molekul organik meliputi karbohidrat, protein, asam amino, lipid dan nukleotida. Hal ini sesuai dengan menurut Priyadi (2012) Fungsi dari molekul

organik tersebut menyediakan cukup energi untuk mempertahankan fungsi tubuh atau sel. Di dalam sel mikroorganisme, fruktosa mengalami metabolisme sehingga menyebabkan sel dapat bergerak dan memperbanyak diri atau berkembangbiak.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap viabilitas sperma ikan koi maka dilakukan analisa sidik ragam seperti disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Viabilitas Sperma Ikan Koi (*C. carpio*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	9722.51	194.50	92.93**	3.11	5.06
Acak	12	25.12	2.09			
Total	17	997.62				

Keterangan ** : Berbeda Sangat Nyata

Hasil perhitungan sidik ragam di atas dapat disajikan bahwa F hitung dengan nilai 92.93 memiliki nilai lebih besar daripada F1% (5.06) dan F5% (3.11), dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang pemberian sari buah berpengaruh yang sangat nyata, sehingga dilanjutkan dengan perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) dan hasilnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji BNT Viabilitas Sperma Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Rerata	K	B	C	A	D	E	Notasi
		62.10	65.01	67.71	73.30	77.92	83.11	
K	62.10	-						a
B	65.01	2.92**	-					b
C	67.71	5.61	2.69**	-				c
A	73.30	11.20	8.28	5.59**	-			d
D	77.92	15.82	12.91	10.21	4.62**	-		e
E	83.11	21.02	18.10	15.41	9.82	5.19**	-	f

Keterangan: (^{ns}) *non significant* = tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.

Penentuan notasi pada pengujian nilai Beda Nyata Terkecil (BNT) yakni jika dalam hasil nilai yang didapat <BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (^{ns}), apabila nilai yang didapat >BNT 1% dan <BNT 5% maka diberi keterangan (*), apabila nilai yang didapat > BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (**). Dilihat dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa dengan perlakuan (A) sari kelapa, (B)

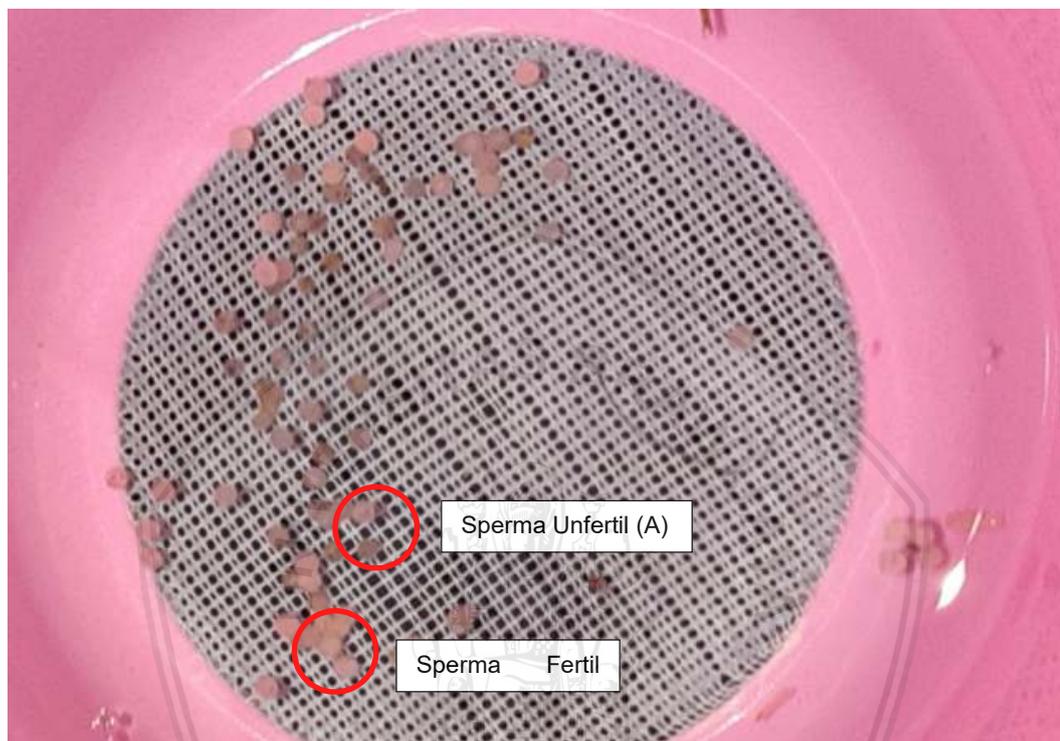
sari zaitun, (D) sari apel dan (E) sari zaitun terdapat >BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (**) dengan notasi yang berbeda yakni untuk perlakuan kontrol mendapatkan notasi "a", perlakuan A mendapat notasi "d", perlakuan B mendapat notasi "b", perlakuan C mendapat notasi "c", perlakuan D mendapat notasi "e" dan perlakuan E mendapatkan notasi "f". Pada perlakuan B didapatkan nilai BNT sebesar 2.92, nilai tersebut jika dibandingkan dengan nilai BNT 1% (2.08) dan BNT 5% (1.48) maka nilai BNT pada perlakuan B dinilai lebih besar daripada BNT 1% dan BNT 5% sehingga diberikan tanda (**) karena berbeda sangat nyata. Kemudian diberikan notasi "b" dikarenakan nilai BNT yang didapatkan lebih besar daripada nilai BNT dari perlakuan sebelumnya. Hal ini juga berlaku untuk perlakuan lainnya, sehingga setiap perlakuan diberikan notasi yang berbeda.

Pengenceran sperma menggunakan penambahan sari kurma menunjukkan titik tertinggi pada perlakuan E dengan nilai viabilitas sperma sebesar 82,96%. Hal ini disebabkan karena pada kandungan fruktosa dan glukosa yang terkandung dalam kurma tergolong lebih tinggi dibandingkan dengan buah lainnya. Dalam larutan sari kurma juga terdapat kandungan glukosa yang merupakan energi pengganti fruktosa dalam plasma semen yang diperlukan untuk aktifitas metabolisme, sehingga kualitas semen dapat dipertahankan (Danang, *et al.*, 2012).

4.4 Fertilitas Telur

Fertilitas merupakan kemampuan sperma ikan dalam membuahi telur. Pada proses fertilisasi terjadi penggabungan inti spermatozoa dengan inti telur dalam sitoplasma sehingga membentuk zigot (Faqih, 2011). Fertilisasi telur ikan didukung oleh adanya substansi yang disebut fertilizin yang merangsang spermatozoa untuk mengejar telur yang dikeluarkan oleh induk betina. Fertilizin

tersebut dikeluarkan oleh telur pada saat terakhir ketika telur dilepas dan siap dibuahi. Pembuahan telur ikan dapat dikatakan terjadi jika spermatozoa memasuki telur lewat mikrophil (Murtidjo, 2001). Perbedaan telur fertil dan unfertil disajikan pada Gambar 23.



Gambar 22. Perbedaan Telur Fertil dan Unfertil. Keterangan: Telur Fertil Memiliki Warna yang Bening, sedangkan Telur Unfertil Berwarna Putih Susu. (A) sperma unfertil dan (B) sperma fertil.

Sperma yang tidak disimpan (*fresh sperm*), memiliki kemampuan fertilisasi yang lebih tinggi dibandingkan sperma hasil penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan teknik penyimpanan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas sperma, seperti terjadinya perubahan dalam motilitas dan durasi pergerakan (Akcaý, *et al.*, 2004). Data hasil penelitian perbedaan sari buah dalam larutan pengencer ringer laktat terhadap fertilisasi ikan koi didapatkan hasil terbaik fertilisasi yaitu pada perlakuan E dengan rata-rata tingkat fertilisasi sebesar 73,33%, hal ini dikarenakan di dalam sari buah terdapat kandungan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan spermatozoa dalam preservasi seperti glukosa dan

fruktosa dan hasil fertilisasi terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 42%. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan kontrol tidak dapat memberikan nutrisi seperti fruktosa dan glukosa sebagai energi pada saat proses preservasi. Tingkat fertilisasi telur Ikan Koi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Tingkat Fertilisasi Telur Ikan Koi (*C. carpio*) (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata \pm Std
	1	2	3		
K	40	38	38	116	38.67 \pm 1.15
A	60	60	62	182	60.67 \pm 1.15
B	44	44	46	134	44.67 \pm 1.15
C	52	52	50	154	51.33 \pm 1.15
D	66	68	68	202	67.33 \pm 1.15
E	74	74	72	220	73.33 \pm 1.15

Keterangan:

K : Tanpa penambahan sari buah (100 ml ringer laktat)

A : Dosis 1% sari kelapa (sperma + 1ml sari kurma dengan 99 ml ringer laktat)

B : Dosis 1% sari zaitun (sperma + 1ml sari zaitun dengan 99 ml ringer laktat)

C : Dosis 1% sari tin (sperma + 1ml sari tin dengan 99 ml ringer laktat)

D : Dosis 1% sari apel hijau (sperma + 1ml sari apel dengan 99 ml ringer laktat)

E : Dosis 1% sari kurma (sperma + 1ml sari kelapa dengan 99 ml ringer laktat)

Berdasarkan tabel 10 di atas dapat dijelaskan bahwa perlakuan yang memberikan tingkat motilitas tertinggi pada perlakuan E (73.33 \pm 1.15), yang selanjutnya diikuti oleh perlakuan D (67.33 \pm 1.15), A (60.67 \pm 1.15), C (51.33 \pm 1.15), B (44.67 \pm 1.15), dan yang terendah didapati oleh perlakuan K (38.67 \pm 1.15). Rata-rata \pm STDEV merupakan penyimpangan dari nilai rata-rata mengenai hubungan nilai motilitas sperma Ikan Koi (*C. carpio*) dengan penambahan sari buah yang berbeda ke dalam larutan pengencer yaitu larutan ringer laktat. Fertilitas spermatozoa merupakan indikator yang paling penting untuk menduga keberhasilan *hatching rate*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak sperma yang hidup dan bergerak aktif, maka akan berpengaruh juga terhadap banyaknya jumlah telur yang terbuahi. Hal tersebut dikarenakan jika sperma mati atau tidak bergerak, maka sperma tidak dapat menembus sel telur sehingga sperma tidak akan mampu membuahi telur. Spermatozoa bergerak dengan menggunakan ekornya, karena adanya perbedaan tekanan

osmotik yang terjadi antara air dengan cairan fisiologis. Berjuta-juta spermatozoa akan menempel pada sel telur, tetapi hanya satu spermatozoa yang dapat masuk ke dalam lubang mikrofil dan membuahi sel telur sehingga fertilisasi pada ikan bersifat monospermik. Dua macam inti yaitu spermatozoa dan sel telur masing-masing mengandung gen (pembawa sifat keturunan) bersifat haploid (Rahardjo *et. al.*, 2011). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap tingkat fertilitas ikan koi (*C. carpio*) maka dilakukan analisa sidik ragam seperti disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Tingkat Fertilisasi Ikan Koi (*C. carpio*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	2704.00	540.80	405.60**	3.11	5.06
Acak	12	16.00	1.33			
Total	17	2720.00				

Keterangan ** : Berbeda Sangat Nyata

Data di atas merupakan hasil perhitungan sidik ragam tingkat daya fertilisasi Ikan Koi. Hasil perhitungan sidik ragam di atas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih besar dari F1%, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang sangat nyata, sehingga dilanjutkan dengan perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) dan hasilnya disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji BNT Tingkat Fertilisasi Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Rerata	K	B	C	D	A	E	Notasi
		38.67	44.67	51.33	60.67	67.33	73.33	
K	38.67	-						a
B	44.67	6.00**	-					b
C	51.33	12.67	6.67**	-				c
D	60.67	22.00	16.00	9.33**	-			d
A	67.33	28.67	22.67	16.00	6.67**	-		e
E	73.33	34.67	28.67	22.00	12.67	6.00**	-	f

Keterangan: (^{ns}) *non significant* = tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.

Penentuan notasi pada pengujian nilai Beda Nyata Terkecil (BNT) yakni jika dalam hasil nilai yang didapat <BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (^{ns}),

apabila nilai yang didapat $>BNT$ 1% dan $<BNT$ 5% maka diberi keterangan (*), apabila nilai yang didapat $> BNT$ 1% dan 5% maka diberi keterangan (**). Dilihat dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa dengan perlakuan (A) sari kelapa, (B) sari zaitun, (D) sari apel dan (E) sari zaitun terdapat $>BNT$ 1% dan 5% maka diberi keterangan (**) dengan notasi yang berbeda yakni untuk perlakuan kontrol mendapatkan notasi "a", perlakuan A mendapat notasi "d", perlakuan B mendapat notasi "b", perlakuan C mendapat notasi "c", perlakuan D mendapat notasi "e" dan perlakuan E mendapatkan notasi "f". Pada perlakuan B didapatkan nilai BNT sebesar 6.00, nilai tersebut jika dibandingkan dengan nilai BNT 1% (1.66) dan BNT 5% (1.18) maka nilai BNT pada perlakuan B dinilai lebih besar daripada BNT 1% dan BNT 5% sehingga diberikan tanda (**) karena berbeda sangat nyata. Kemudian diberikan notasi "b" dikarenakan nilai BNT yang didapatkan lebih besar daripada nilai BNT dari perlakuan sebelumnya. Hal ini juga berlaku untuk perlakuan lainnya, sehingga setiap perlakuan diberikan notasi yang berbeda.

Tingkat fertilisasi nampaknya mengikuti apa yang terjadi pada tingkat kualitas sperma, dimana motilitas yang tinggi memberikan fertilisasi yang tinggi pula. Motilitas yang tinggi akan dapat menghasilkan daya fertilisasi telur yang tinggi. Motilitas yang rendah menyebabkan spermatozoa kehilangan daya gerak untuk menembus *microphyll* dan kehilangan kemampuan membuahi telur Meinawarti, *et al.* (2011).

4.5 Daya Tetas Telur

Hatching rate merupakan persentase jumlah telur yang menetas. Pengamatan tingkat penetasan telur dilakukan setelah 60 jam dari proses pembuahan karena suhu di tempat penelitian yang sangat rendah. Perhitungan persentase tingkat penetasan telur dilakukan dengan cara menghitung

banyaknya telur yang menetas menjadi larva (Nainggolan *et al.*, 2015). Data hasil penelitian perbedaan konsentrasi sari buah kurma dalam larutan pengencer ringer laktat terhadap penetasan ikan koi (*C. carpio*) didapatkan hasil disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Daya tetas Ikan Koi (*C. carpio*) (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata ± Std
	1	2	3		
K	35	36.8421	36.8421	108.6842	36.23 ± 1.06
A	53.3333	53.3333	51.6129	158.2795	52.76 ± 0.99
B	40.9091	40.9091	43.4783	125.2965	41.77 ± 1.48
C	46.1538	46.1538	48	140.3076	46.77 ± 1.07
D	60.6061	55.8824	55.8824	172.3709	57.46 ± 2.73
E	62.1622	62.1622	68.8889	193,2133	64.40 ± 3.88

Keterangan:

K : Tanpa penambahan sari buah (100 ml ringer laktat)

A : Dosis 1% sari kelapa (sperma + 1ml sari kurma dengan 99 ml ringer laktat)

B : Dosis 1% sari zaitun (sperma + 1ml sari zaitun dengan 99 ml ringer laktat)

C : Dosis 1% sari tin (sperma + 1ml sari tin dengan 99 ml ringer laktat)

D : Dosis 1% sari apel hijau (sperma + 1ml sari apel dengan 99 ml ringer laktat)

E : Dosis 1% sari kurma (sperma + 1ml sari kelapa dengan 99 ml ringer laktat)

Berdasarkan tabel 4.11 di atas dapat dijelaskan bahwa perlakuan yang memberikan tingkat motilitas tertinggi pada perlakuan E (64.40 ± 3.88), yang selanjutnya diikuti oleh perlakuan D (57.46 ± 2.73), A (52.76 ± 0.99), C (46.77 ± 1.07), B (41.77 ± 1.48), dan yang terendah didapati oleh perlakuan K (36.23 ± 1.06). Rata-rata \pm STDEV merupakan penyimpangan dari nilai rata-rata mengenai hubungan nilai motilitas sperma Ikan Koi (*C. carpio*) dengan penambahan sari buah yang berbeda ke dalam larutan pengencer yaitu larutan ringer laktat. Penetasan telur ikan mas koi yang dengan penambahan berbagai sari buah adalah indikator yang paling penting untuk menduga keberhasilan penelitian ini dan *survival rate*. Menurut Ayer, *et al.* (2015), faktor internal yang berpengaruh terhadap daya tetas telur adalah perkembangan embrio yang terhambat karena kualitas spermatozoa dan telur kurang baik. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh terhadap penetasan telur adalah lingkungan yang di dalamnya terdapat temperatur air, oksigen terlarut, pH dan amoniak. Untuk

mengetahui pengaruh perlakuan terhadap daya tetas telur ikan koi (*C. carpio*) maka dilakukan analisa sidik ragam seperti disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Perhitungan Sidik Ragam Daya Tetas Telur Ikan Koi (*C. carpio*)

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	1615.68	323.14	69.31**	3.11	5.06
Acak	12	55.95	4.66			
Total	17	1671.63				

Keterangan **: Berbeda Sangat Nyata

Data di atas merupakan hasil perhitungan sidik ragam daya tetas telur Ikan Koi. Hasil perhitungan sidik ragam di atas dapat disimpulkan bahwa F hitung dengan nilai sebesar 69.31 lebih besar daripada F1% (5.06) dan F5% (3.11) sehingga diberikan keterangan (**) karena dinilai berbeda sangat nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang sangat nyata, sehingga dilanjutkan dengan perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) dan hasilnya disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15 Uji BNT Daya Tetas Telur Ikan Koi (*C. carpio*)

Perlakuan	Rerata	K	B	C	D	A	E	Notasi
		36.23	41.77	46.77	52.76	57.46	64.40	
K	36.23	-						a
B	41.77	5.54**	-					b
C	46.77	10.54	5.00**	-				c
D	52.76	16.53	10.99	5.99**	-			d
A	57.46	21.23	15.69	10.69	4.70**	-		e
E	64.40	28.18	22.64	17.64	11.64	6.95**	-	f

Keterangan: (^{ns}) *non significant* = tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.

Penentuan notasi pada pengujian nilai Beda Nyata Terkecil (BNT) yakni jika dalam hasil nilai yang didapat <BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (^{ns}), apabila nilai yang didapat >BNT 1% dan <BNT 5% maka diberi keterangan (*), apabila nilai yang didapat > BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (**). Dilihat dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa dengan perlakuan (A) sari kelapa, (B) sari zaitun, (D) sari apel dan (E) sari zaitun terdapat >BNT 1% dan 5% maka diberi keterangan (**) dengan notasi yang berbeda yakni untuk perlakuan kontrol mendapatkan notasi "a", perlakuan A mendapat notasi "d", perlakuan B

mendapat notasi “b”, perlakuan C mendapat notasi “c”, perlakuan D mendapat notasi “e” dan perlakuan E mendapatkan notasi “f”. Pada perlakuan B didapatkan nilai BNT sebesar 6.00, nilai tersebut jika dibandingkan dengan nilai BNT 1% (1.66) dan BNT 5% (1.18) maka nilai BNT pada perlakuan B dinilai lebih besar daripada BNT 1% dan BNT 5% sehingga diberikan tanda (**) karena berbeda sangat nyata. Kemudian diberikan notasi “b” dikarenakan nilai BNT yang didapatkan lebih besar daripada nilai BNT dari perlakuan sebelumnya. Hal ini juga berlaku untuk perlakuan lainnya, sehingga setiap perlakuan diberikan notasi yang berbeda.

Faktor internal yang berpengaruh terhadap daya tetas telur adalah perkembangan embrio yang terhambat karena kualitas spermatozoa dan telur kurang baik. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh terhadap penetasan telur adalah lingkungan yang didalamnya terdapat temperatur air, oksigen terlarut, pH, dan amonia. Hal ini didukung oleh pernyataan Naskuroh (2018) bahwa keberhasilan telur untuk menetas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor dari dalam yaitu kerja mekanik dari aktivitas larva itu sendiri maupun dari kerja enzimatik yang dihasilkan oleh telur, sedangkan faktor lingkungan yang mempengaruhi penetasan telur ikan, yaitu suhu, kelarutan oksigen, intensitas cahaya, pH dan salinitas.

4.6 Kualitas air

Dalam suatu kegiatan budidaya perairan, kualitas air merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting karena organisme hidup dalam perairan tersebut. Kualitas air yang diuji meliputi faktor fisika dan kimia, diantaranya adalah suhu, kandungan oksigen terlarut dan pH (Subarijanti, 2000). Selama penelitian berlangsung, pengukuran kualitas air dilakukan yang meliputi suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH pada setiap wadah media pemeliharaan.

Faktor-faktor tersebut turut diperhatikan selama penelitian berlangsung karena air dapat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan itu sendiri. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Parameter Kualitas Air pada Media Pemeliharaan Selama Penelitian

No.	Parameter Kualitas Air	Parameter Kualitas Air pada Perlakuan	Parameter Kualitas Air pada Literatur
1.	Suhu	17°–29 °C	24°–30°C (Priono dan Satyani, 2012)
2.	pH	7.2–8.3	6–7 (Priono dan Satyani, 2012)
3.	Oksigen Terlarut	5.9–7.2 ppm	>3ppm (Priono dan Satyani, 2012)

Berdasarkan Tabel 29 di atas menunjukkan bahwa air sebagai media pemeliharaan dan media hidup ikan koi masih memenuhi syarat sehingga tidak berpengaruh terhadap penurunan kondisi fisiologisnya. Priono dan Satyani (2012) berpendapat bahwa suhu yang optimal untuk pemeliharaan Ikan Koi berkisar antara 24°– 30°C, pH berkisar 6–7, dan DO berkisar antara >3ppm. Sedangkan pada pengukuran kualitas air selama penelitian didapatkan suhu berkisar 17°-29°C, pH sebesar 7.2–8.3, dan oksigen terlarut berkisar antara 5.9–7.2 ppm. Alasan dilakukannya penyimpanan atau pengawetan sperma selama 4 hari pada penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu sperma dapat tetap hidup dan bergerak sehingga mampu untuk membuahi telur dan didapatkan hasil paling lama adalah pada penyimpanan selama 4 hari.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- Karakter sperma pada ikan koi yaitu berwarna putih susu, kental, memiliki pH 7, konsentrasi sebesar $3,58 \times 10^9$ dan pergerakan sperma (+++) aktif bergerak cepat. Tingkat pergerakan spermatozoa yaitu motilitas rata-rata tertinggi pada perlakuan sari buah kurma dengan rata-rata sebesar 82.96% dan motilitas terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 58.75%.
- Perlakuan pemberian sari buah yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap viabilitas sperma. Tingkat viabilitas tertinggi pada perlakuan sari buah kurma dengan rata-rata sebesar 83.11% dan motilitas terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 62.10%.
- Tingkat fertilitas tertinggi pada perlakuan sari buah kurma dengan rata-rata sebesar 73.33% dan motilitas terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 42%. Sedangkan Tingkat *hatching rate* tertinggi pada perlakuan sari buah kurma dengan rata-rata sebesar 70.32% dan *hatching rate* terendah pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebesar 38.02%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan bagi pembenih ikan koi dapat menerapkan *preservasi* sperma ikan koi untuk mendukung dalam menjaga kualitas sperma ikan koi selama proses pengiriman yang membutuhkan waktu tempuh yang sangat lama. Dalam pengaplikasiannya saran sari buah yang bagus digunakan yakni menggunakan sari kurma karena memiliki kandungan

glukosa dan sukrosa yang tinggi. Saran untuk penelitian selanjutnya yakni 5 sari buah ini diujikan pada telur ikan yang hidup di perairan laut agar dapat dijadikan pembandingan dengan hasil yang didapatkan pada penelitian saat ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Aidil, D., I. Zulfahmi dan Muliari. 2016. Pengaruh suhu terhadap derajat penetasan telur dan perkembangan larva ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. sangkuriang). *Jesbio*. **5** (1): 30-33.
- Akter, A., S. Jahangir and S. Md. 2012. Hatchery operation of thai Koi (*Anabas Testudineus*) in a fresh water fish farm in bangladesh. *An International Peer Reviewed Journal*. **3**(2): 1-6.
- Amri, K., Khairuman. 2008. Peluang Usaha dan Teknik Budidaya Intensif Ikan Baung. Jakarta:Gramedia.
- Arfah, H., L. Maftucha dan O. Carman. 2006. Pemijahan secara buatan pada ikan gurame *Osphronemus gouramy* Lac. dengan penyuntikan ovaprim. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **5**(2): 103-112.
- Bachtiar, Y. 2002. Mencemerlangkan Warna Koi. Agromedia Pustaka : Jakarta. 74 hlm.
- Barlina, R. 2004. Potensi buah kelapa muda untuk kesehatan dan pengolahannya. *Perspektif*. **3**(2): 46-60.
- Bercovich, D., S. Korem L. Shaunderand G, Degani. 2012. Genetic diversity of color phenotypes in the koi (*Cyprinus carpio* L.) as identified by molecular markers. *Journal of Bhiophysical Chemistry*. **3**(3): 249-255.
- Blasiola, G. C. 2005. Koi Everything about Selection, Care, Nutrition, Diseases, Breedng, Pond Design, and Popular Aquatic Plants: Illustrations by Michele Earle-Bridges. Barron`s Educational Series. New York. 14p.
- Caturryanti, D., S. Luwihana dan S. Tamaroh. Pengaruh varietas apel dan campuran bakteri asam asetat terhadap proses fermentasi cider. *AGRITECH*. **28**(2) : 70-75.
- Christian, H., H. Alawi dan Nuraini. 2014. Comparison natural spawning with artificial spawning In gold fish oranda (*Carassius auratus*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*. **1**(2): 1-9.
- Condro, H. S., A. S. Mubarak dan L. Sulmartiwi. 2012. Pengaruh penambahan madu pada media pengencer NaCl fisiologis dalam proses penyimpanan sperma terhadap kualitas sperma ikan komet (*Carrasius auratus auratus*). *Journal of Marine and Coastal Science*. **1**(1):1-12.
- Effendie, H. 1993. Mengenal Beberapa Jenis Ikan Koi (Karper Jepang-Nishikigi). Yogyakarta: Kanisius.

- Esther, F. dan H. Sipayung. 2010. Panduan Praktis Memelihara Koi. Kanisius :Yogyakarta.
- Faqih, A. R. 2011. Penurunan Motilitas dan Daya Fertilitas Sperma Ikan Lele Dumbo (*Clarias* spp.) Pasca Perlakuan Stress Kejutan Listrik. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Faqih, A. 2013. Ikan Nilem Transgenik. UB Press. Malang.
- Firdausi E. J. 2017. Pengaruh ekstender kombinasi larutan sari kurma (*Phoenix dactylifera*) dan ringer laktat terhadap persentase dan fertilitas spermatozoa ikan mas koki (*Carrasius auratus*). *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Fletcher, N. 1999. The Ultimate Koi. Interpet Publishing: England. 256p.
- Gan, Hongjian, Haiwen He, A. Sato, H. Hatta and T. Somamoto. 2015. Ulcer disease prophylaxis in koi karp by bath immersion with chicken egg yolk containing anti-*Aeromonas salmonicida* idY. *Reseach in Veterinary Science*. **99**:82-86.
- Gulo, W. 2000. Metodologi Penelitian. Jakarta : PT Grasindo Anggota IKAPI.
- Gur, D., B. Lesherm, D. Oron, S. Weiner and L. Addadi. 2014. The Structural basis for enchanced silver reflectance in koi fish scale and skin. *J. Am. chem Soc*. **136**: 17236-17242.
- Hafijunnahar, Md., A. Rahman, and Md. M. M. Hossain. 2016. An investigation on breeding biology of vietnam strain of climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch) reared in a commercial hatchery. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. **4**(1):08-12.
- Hafiz, I. 2017. Pengaruh ekstender kombinasi larutan sari kurma (*Phoenix dactylifera*) dan ringer laktat terhadap persentase dan fertilitas spermatozoa ikan mas koi (*Cyprinus rubrofuscus*). *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Ika Roostika Tambunan dan Ika Mariska. 2003. Pemanfaatan Teknik Kriopreservasi dalam Penyimpanan Plasma Nutfah Tanaman. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor.
- Japet, N. 2011. Karakteristik semen ikan ekonomis budidaya: mas (*cyprinus carpio*), dan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. 46 hlm.
- Julianuri, F dan Hariyatmi. 2014. Pengaruh penambahan madu dengan dosis berbeda terhadap motilitas spermatozoa dan daya tetas telur ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada proses preservasi. 1-10.

- Khotimah, L. K., D. Oktianti dan J. Susilo. 2017. Perbandingan efek pemberian jus buah apel hijau (*Mallus sylvestris* Mill.) dan jus buah apel merah (*Mallus domestica* Borkh.) terhadap gangguan toleransi glukosa darah pada tikus putih jantan akibat efek samping deksametason. *Jurnal Farmasi dan Obat Alam*. **5**(2): 11-21.
- Kumar, Y. A. and M. A. K. Haniffa. 2013. Interspecific hybridization between cyprinids *Carrasius auratus* goldfish and *Cyprinus carpio* Koi Carp. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*. **2**(1): 1-4.
- Kurniawan, I. Y., F. Basuki dan T. Susilowati. 2013. Penambahan air kelapa dan gliserol pada penyimpanan sperma terhadap motilitas dan fertilitas spermatozoa ikan mas (*Cyprinus Carpio* L.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **2**(1): 51-64.
- Liu J. H., S. Wen, C. Luo, Y. Q. Zhang, M. Tao, D. W. Wang, S. M. Deng and Y.M. Xiao. 2015. Involvement of the mitfa gene in the development of pigment cell in Japanese ornamental (Koi) karp (*CYprinus carpio* L.). *Genetics and Molecular Research*. **14**(1): 2775-2784.
- Maulana, F., Alimuddin dan M. Z. Junior. 2014. Morfologi, fisiologi, preservasi sel sperma ikan betok, *Anabas testudineus* Bloch 1792 dan ketahanannya terhadap kejut listrik. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*. **14**(3): 211-223.
- Muharam, E. G., I. D. Buwonodan Y. Mulyani. 2012. Analisis kekerabatan ikan mas koi (*Cyprinus carpio* koi) dan ikan mas Majalaya (*Cyprinus carpio caprio*) menggunakan metode RAPD. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **3**(3): 15-23.
- Mumu, M. I. 2009. Viabilitas Semen Sapi Simmental yang Dibekukan Menggunakan Krioprotektal Gliserol. Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah. (Skripsi).
- Munir, T., M. Saddique, H. U. Rehman, N. Ahmad, R, U. Khan and I. Ahmad. 2016. Toxic metals analysis in zabi dam fishes collected from district karak, khyber pakhtunkhwa, pakistan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. **4**(3): 301-306.
- Murtidjo, B. A. (2001). Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Nurcholis, R. I. Arifiantini dan M. Yamin. 2016. Kriopreservasi semen domba garut menggunakan tris kuning telur yang disuplementasi omega-3 minyak ikan salmon. *Jurnal Veteriner*. **17**(2): 309-315.
- Pietssch, C. and P. Y. Hirsch, 2015. Biology and Ecology Carp. CRC Press: New York. 300p.
- Prayugo, S. 2008. Koi, Panduan Pemeliharaan, Galeri Foto dan Tips Tampil Cantik. Penerbit Swadaya: Jakarta. 96 hlm.

- Primurdia, E. G. dan J. Kusnadi. 2014. Aktivitas antioksidan minuman probiotik sari kurma (*Phoenix dactylifera* L.) dengan ISOLAT *L. plantarum* dan *L. casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **2**(3): 98-109.
- Putriana, N., W. Tjahjaningsih dan M. A. Alamsjah. 2015. Pengaruh penambahan perasan paprika merah (*Capsicum annum*) dalam pakan terhadap tingkat kecerahan warna ikan koi (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **7**(2): 189-194.
- Rahardhianto, A., N. Abdulgani dan N. Trisyani. 2012. Pengaruh Konsentrasi Larutan Madu dalam NaCl Fisiologis terhadap viabilitas dan motilitas spermatozoa ikan patin (*Pangasius pangasius*) selama masa penyimpanan. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS* . **1**(1): 58-63.
- Refli, R. 2012. potensi ekstrak daun tin (*Ficus carica* L.) sebagai antioksidan dan aktivitas hambatannya terhadap proliferasi sel kanker HeLa. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. 35 hlm.
- Retnowati, P. A. dan J. Kusnadi. 2014. Pembuatan minuman probiotik sari buah kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan isolat *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **2**(2): 70-81.
- Rustidja. 2000. Prospek Pembekuan Sperma Ikan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya: Malang.
- Sari, A. P. 2016. Karakter vegetatif tanaman zaitun (*Oleo europaea* L.) pada kondisi tanam berbeda serta konsentrasi oleuropein dan asam askorbat pada daunnya. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. 50 hlm.
- Setyono, B. 2009. Pengaruh perbedaan konsentrasi bahan padapengencer sperma ikan " skim kuning telur " terhadap laju fertilisasi, laju penetasan dan sintasan ikan mas (*Cyprinus carpio* l.). *Jurnal Gamma*. **5**(1): 1-12.
- Soebahar, M. E., R. A. Firmansyah dan E. D. Anwar. 2015. Mengungkap rahasia buah kurma dan zaitun dari petunjuk hadits dan penjelasan sains. *Ulul Albab*. **16**(2): 191-214.
- Subamia, I. W., N. Meilisza dan A. Permana. 2013. Peningkatan kualitas warna kuning dan merah serta pertumbuhan benih ikan koi melalui pengayaan tepung kepala udang dalam pakan. *J. Ris. Akuakultur*. **8**(3): 429-438.
- Sumantadinata, K. dan Y. Hadiroseyani. 2002. Fenotipe keturunan pertama ikan koi hasil hibridisasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia* .**1**(3): 93-96
- Sunarma, A., D. W. Budihastuti dan Y. Sistina. 2010. Penggunaan ekstender madu yang dikombinasikan dengan krioprotektan berbeda pada pengawetan sperma ikan nilam (Indonesian Sharkminnow, *Osteochilus hasseltii* Valenciennes, 1842). *Omni-Akuatika*. **9**(11):51-55.

- Supriatna, I. dan F.H. Pasaribu. 1992. *In Vitro Fertilization, Transfer Embrio dan Pembekuan Embrio*. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.
- Suratinojo, S. P., J. Supit, dan M. Sinolungan. 2013. Potensi lahan untuk tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L) di kecamatan wori kabupaten minahasa utara. *Cocos*. **2**(4): 1-10.
- Toelihere MR. 1985. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Bandung: Angkasa.
- Twigg, D. 2008. *Buku Pintar Koi*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Udin dan M. Sitanggang. 2010. *Merawat dan Menangkarkan Koi*. Agromedia Pustaka: Jakarta. 168 hlm.
- Watson, P.F. 2000. *The Causes of reduced fertility with cryopreserved semen*. Anim. Reprod.
- Weitze, K.F. and R. Petzoldt. 1992. *Preservation of semen*. Anim. Repord.
- Wijayanti, G. E. dan B. I. Simanjuntak. 2006. Viabilitas sperma ikan nilem (*Osteochillus hasselti* C. V.) setelah penyimpanan jangka pendek dalam larutan ringer. *Jurnal Perikanan (J. Fish Sci.)*. **8**(2): 207-214.
- Zaenuri, L. A., T. Susulawati, S. B. Sumitro dan S. Wahyuningsih. 2013. Prospek sari buah tin lokal (*Ficus glumerata* Rob) sebagai agen preservasi motilitas spermatozoa kambing. *Jurnal Kedokteran Hewan*. **7**(1): 26-28.

GLOSARIUM

B

Buffer : Larutan penyangga untuk mempertahankan pH dari penambahan asam, basa maupun pengencer oleh air.

D

Densitas : Suatu besaran kerapatan massa benda yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda tersebut.

Difusi : Perpindahan zat pelarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah sampai mencapai kesetimbangan.

Dissolved Oxygen : Kebutuhan oksigen merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air.

DNA : Sebuah polimer yang terdiri dari satuan-satuan berulang yang disebut nukleotida.

E

Ekstender : Bahan pengencer pada proses preservasi.

Embrio : Sebuah eukariota diploid multisel dalam tahap paling awal perkembangan.

F

Fertil : Istilah untuk menandakan kesuburan dari suatu organ reproduksi.

Fertilisasi : Peleburan dua gamet (jantan dan betina) untuk membentuk zigot.

Flagel : Alat gerak berbentuk cambuk.

Fruktosa : Monosakarida yang bisa langsung diserap ke aliran darah.

G

Gamet : Sel yang diproduksi oleh organisme untuk tujuan reproduksi generatif

Glukosa : Gula monosakarida yang termasuk salah satu karbohidrat penting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi hewan dan tumbuhan

Gonad : Kelenjar endokrin yang menghasilkan gamet dari suatu organisme

H

Hatching Rate : Daya tetas atau jumlah telur yang dapat menetas

Hormon : Zat kimia yang terbentuk dalam satu organ atau bagian tubuh dan dibawa dalam darah ke organ atau bagian dimana mereka menghasilkan efek fungsional.

I

Isomer : Molekul-molekul dengan rumus kimia yang sama, namun memiliki susunan atom yang berbeda.

K

Kromatin : Kompleks dari asam deoksiribonukleat, protein histon dan protein non histon yang ditemukan pada inti sel eukariota.

Kromosom : Unit genetik yang tersusun oleh DNA dan protein dan terdapat pada semua makhluk hidup.

L

Larva : Organisme yang belum mempunyai bentuk organ tubuh yang lengkap seperti induknya.

Latency time : Selang waktu antara waktu penyuntikan dengan stripping.

M

Motilitas : Kemampuan gerak spermatozoa di dalam lingkungan zat cair.

Morfometri : Suatu metode pengukuran terhadap variasi dan perubahan bentuk serta ukuran tubuh dari suatu organisme.

O

Ovaprim : Hormon perangsang gonad ikan yang terbuat dari bahan hipofisa ikan salmon.

Ovulasi : Proses ketika sel telur yang sudah matang dikeluarkan dari ovarium ke tuba falopi untuk dibuahi.

P

Pemijahan : Proses pengeluaran telur oleh induk betina dan sperma oleh induk jantan yang kemudian diikuti dengan perkawinan

pH : Derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu perairan.

Preservasi : Kegiatan untuk pengawetan atau pemeliharaan sesuatu untuk tujuan tertentu

R

Reproduksi : Suatu usaha yang dilakukan oleh organisme untuk melestarikan keturunannya dengan jalan membentuk organisme baru oleh organisme yang ada secara teratur dan tertentu.

Ringer laktat : Larutan steril yang digunakan sebagai penambah cairan dan elektrolit untuk mengembalikan keseimbangan

S

Spermatogenesis : Proses pembentukan sel kelamin jantan dari spermatogonia menjadi spermatozoa yang terjadi di dalam kantong atau sistem yang terbuat oleh sel-sel sertoli

Spermatozoa : Sel dari sistem reproduksi jantan yang bertugas membuahi ovum untuk membentuk zigot

Strain : Tingkatan taksonomi paling rendah yang digunakan pada tingkat intraspesifik (dalam suatu spesies)

Stripping : Metode pemijahan buatan untuk mengambil sel sperma dan sel telur dengan cara pengurutan

Suhu : Suatu besaran yang menunjukkan derajat panas suatu perairan. Suhu juga disebut temperature yang diukur dengan alat termometer.

Sukrosa : Molekul disakarida yang merupakan gabungan dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa.

T

Testis : Organ reproduksi pada jantan yang menghasilkan gamet.

V

Viabilitas : Daya hidup sperma.

Z

Zigot : Sel yang terbentuk sebagai hasil bersatunya dua sel kelamin (sel ovum dan sel sperma)



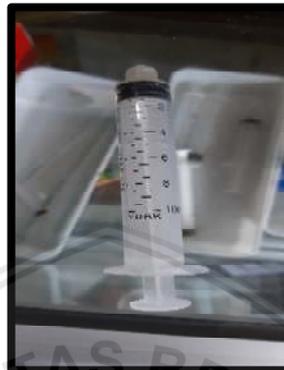
LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat-alat Penelitian



Thermometer Hg



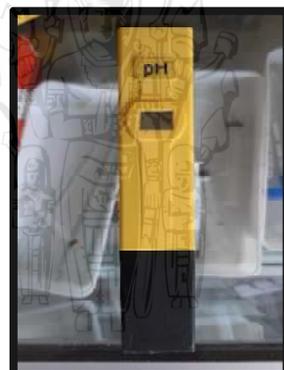
Sprit tanpa Jarum
6ml



Sprit 6ml



Pipet Eritrocyt



pH Pen



Mikroskop Binokuler



Mangkok Plastik



Haemocytometer



Cover Glass

Lampiran 1. (Lanjutan)



Bulu Ayam



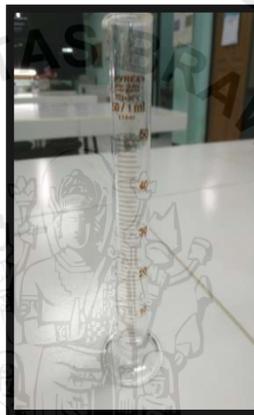
Ayakan Tepung



Beaker Glass
500ml



DO Meter



Gelas Ukur



Mikropipet



Aerator Set



Saringan



Thermometer

Lampiran 1. (Lanjutan)



Spatula



Sprayer



Lemari Pendingin



Nampan



Rak Appendorf



pH Meter



Bak Plastik



Kolam Larva



Kain Basah

Lampiran 1. (Lanjutan)



Kolam Induk



Appendorf 2 ml



Timbangan Analitik

b. Bahan-bahan Penelitian



Na Fis



Ringer Laktat



Akuades



Alumunium Foil



Induk Koi Jantan dan Betina



Alkohol

Lampiran 1. (Lanjutan)



Tisu



Eosin



Sari Zaitun



Kontrol



Sari Kelapa



Sari Apel



Sari Kurma

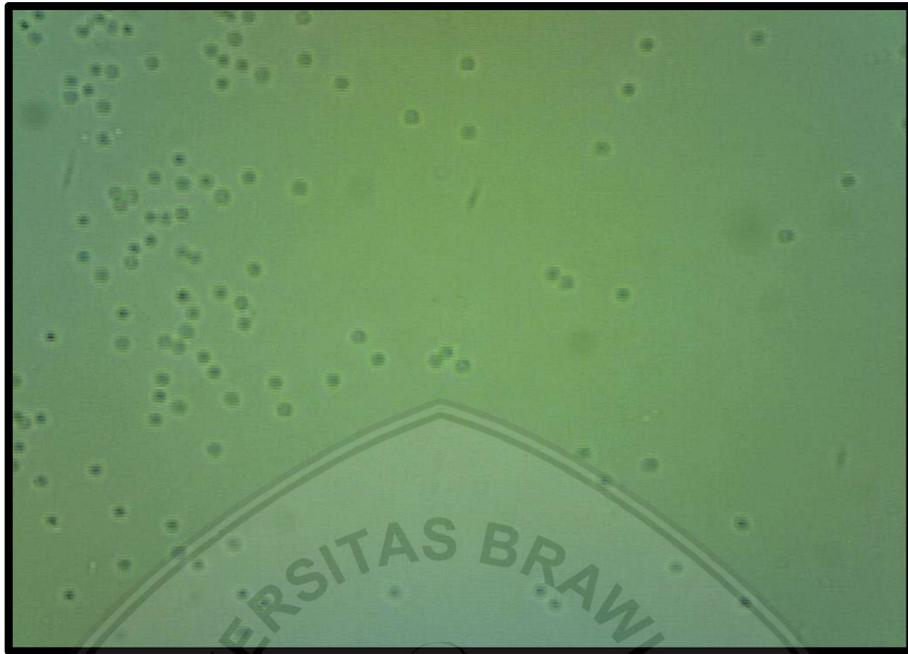


Sari Tin

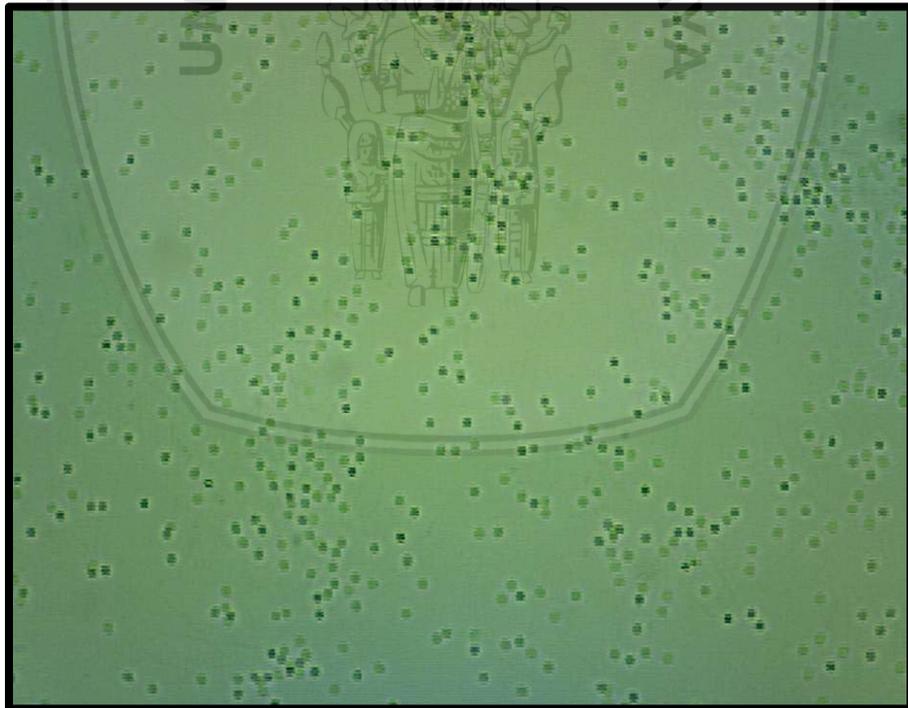
Lampiran 2. Data Pengamatan Kualitas Air

Hari/ Tanggal	Perlakuan	Kualitas Air						Keterangan
		Pagi			Siang			
		Suhu (°C)	pH	DO (ppm)	Suhu (°C)	pH	DO (ppm)	
10 Maret 2019	Semua perlakuan	18,5	7,2	7,2	27	7,5	7,3	Akuarium pemeliharaan telur
11 Maret 2019	Semua perlakuan	19	7,7	6,8	28	7,9	7	Akuarium penetasan telur
12 Maret 2019	Semua perlakuan	17,5	7,7	5,9	27	7,7	6,1	Akuarium pemeliharaan telur
13 Maret 2019	Semua perlakuan	18	7,8	6,7	28	7,8	6,9	Akuarium pemeliharaan telur
14 Maret 2019	Semua perlakuan	17	7,6	6,3	29	7,7	6,5	Akuarium pemeliharaan larva
15 Maret 2019	Semua perlakuan	18	7,9	7	28	7,9	7,2	Akuarium pemeliharaan larva
16 Maret 2019	Semua perlakuan	18,5	8,1	5,9	26	8,3	6,2	Akuarium pemeliharaan larva
17 Maret 2019	Semua perlakuan	17	7,8	7,1	29	7,7	7	Akuarium penetasan larva
18 Maret 2019	Semua perlakuan	16,5	7,7	6,5	27	8	6,1	Akuarium pemeliharaan larva
19 Maret 2019	Semua perlakuan	17	7,8	6,6	28	7,8	6,1	Akuarium pemeliharaan larva
20 Maret 2019	Semua perlakuan	19	7,9	6,9	27	7,9	6,1	Akuarium pemeliharaan larva
21 Maret 2019	Semua perlakuan	16	7,5	7	28	8	6,1	Akuarium pemeliharaan larva
22 Maret 2019	Semua perlakuan	16	7,6	6,7	28	8	6,1	Akuarium pemeliharaan larva
23 Maret 2019	Semua perlakuan	18	7,7	6,8	27	8,1	6,1	Akuarium pemeliharaan larva

Lampiran 3. Hasil Motilitas Spermatozoa Ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio*)

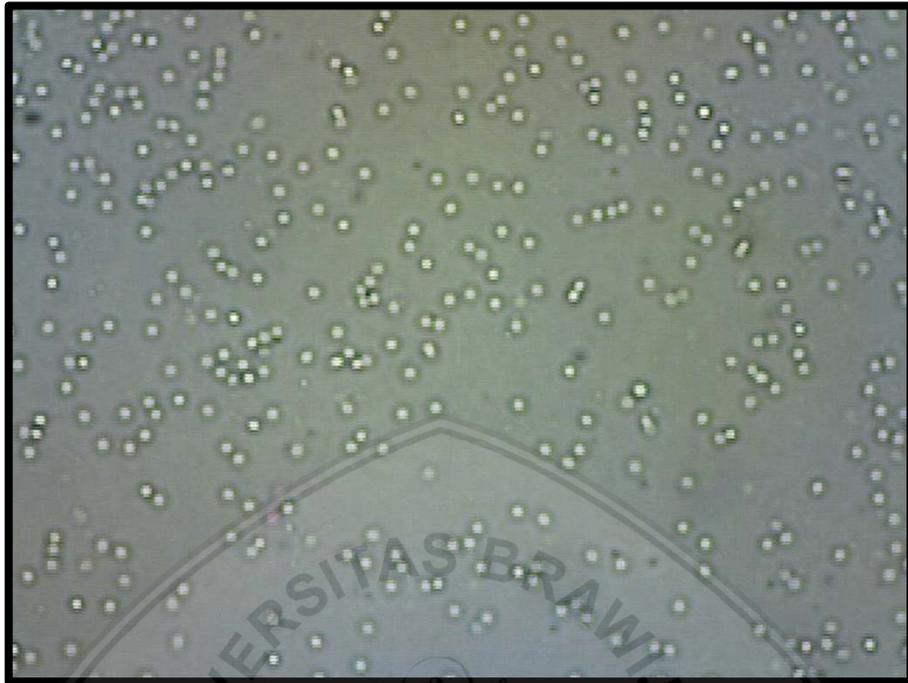


K (Kontrol)

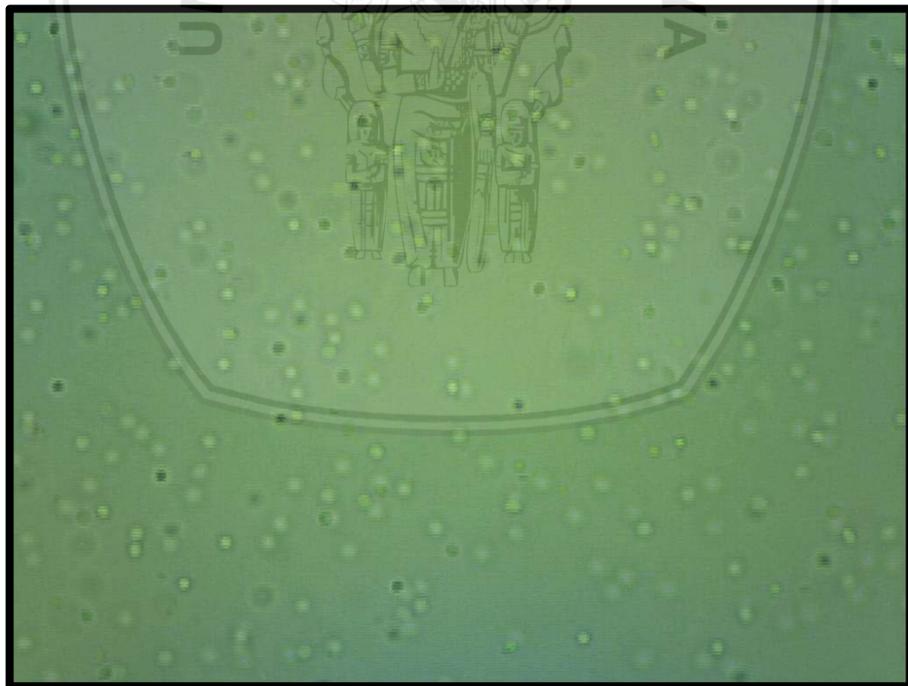


A (Sari Kelapa)

Lampiran 3. (Lanjutan)

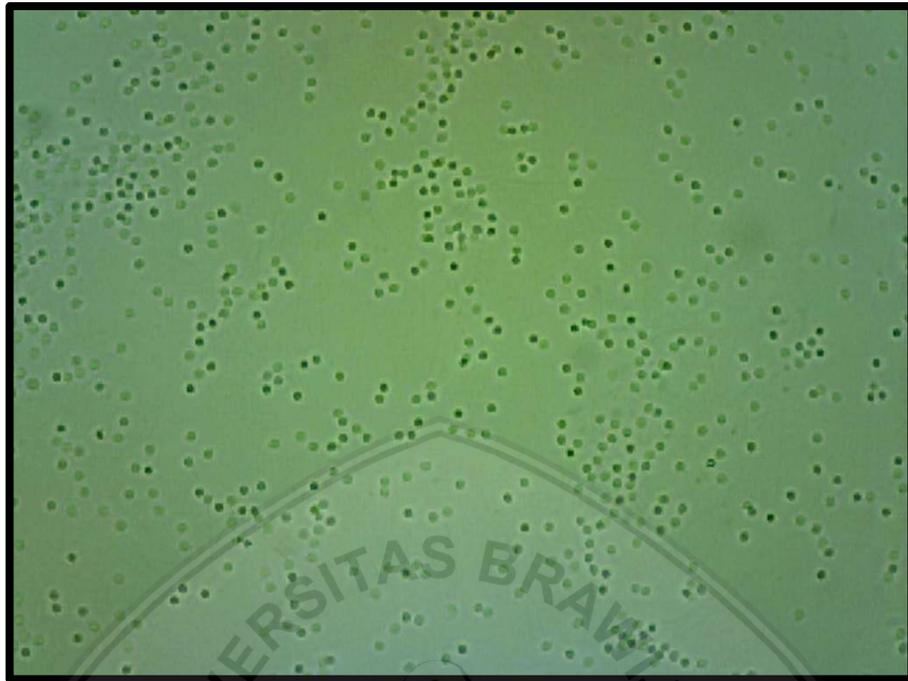


B (Sari Zaitun)

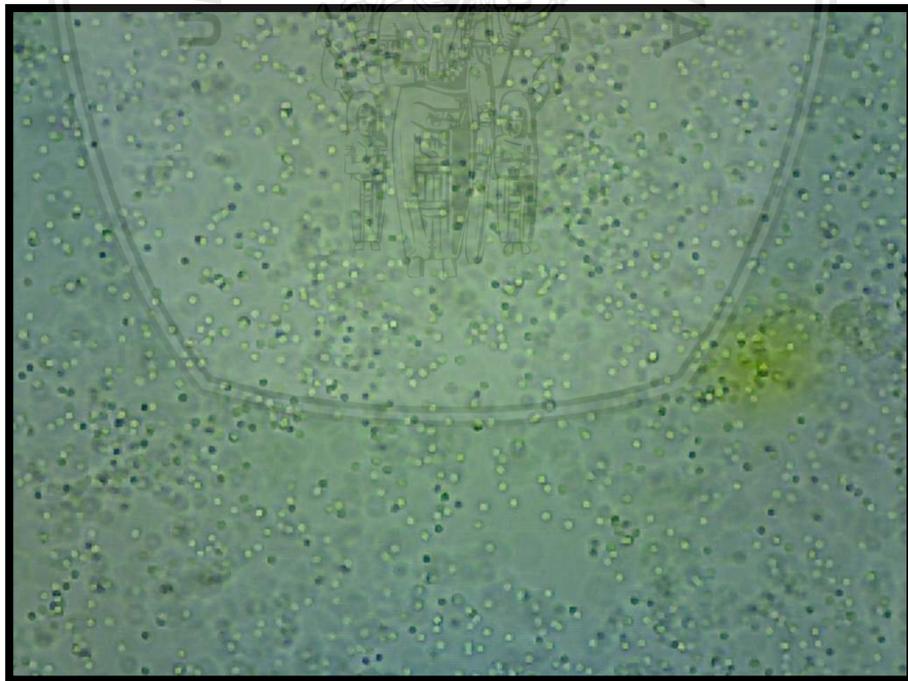


C (Sari Tin)

Lampiran 3. (Lanjutan)

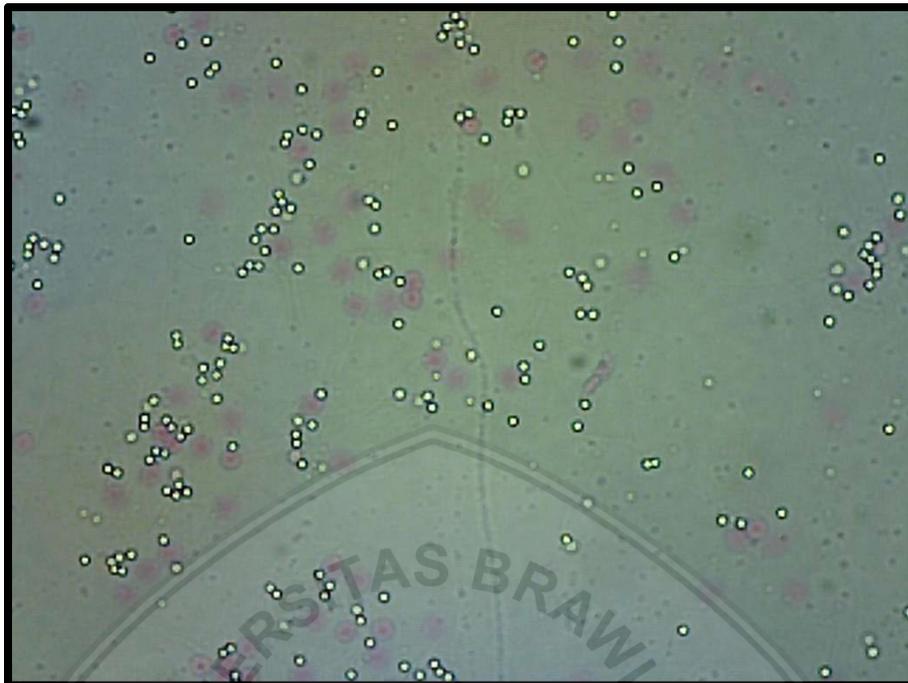


D (Sari Apel)

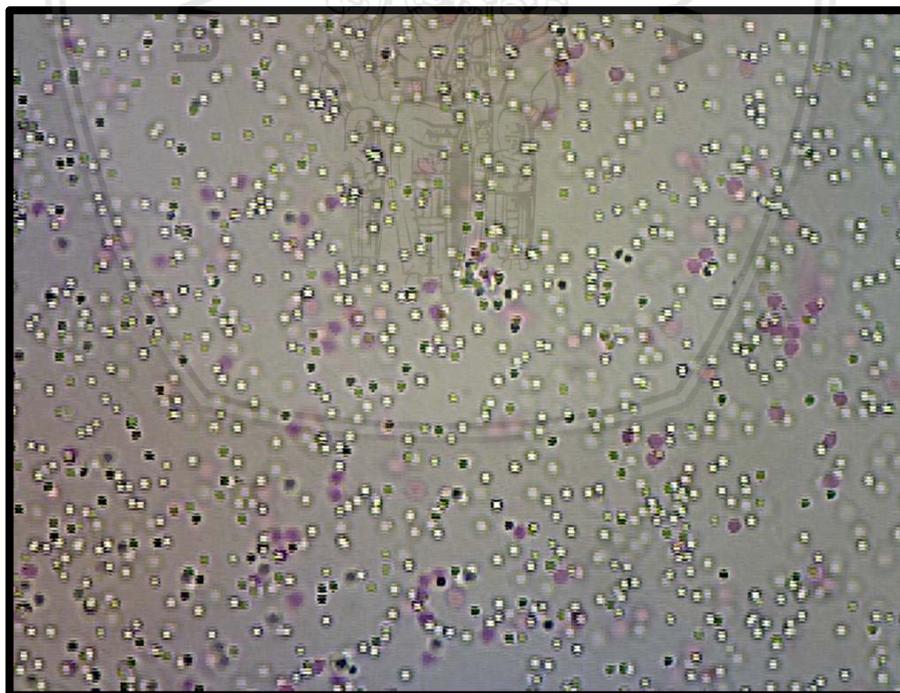


E (Sari Kurma)

Lampiran 4. Hasil Viabilitas Spermatozoa Ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio*)

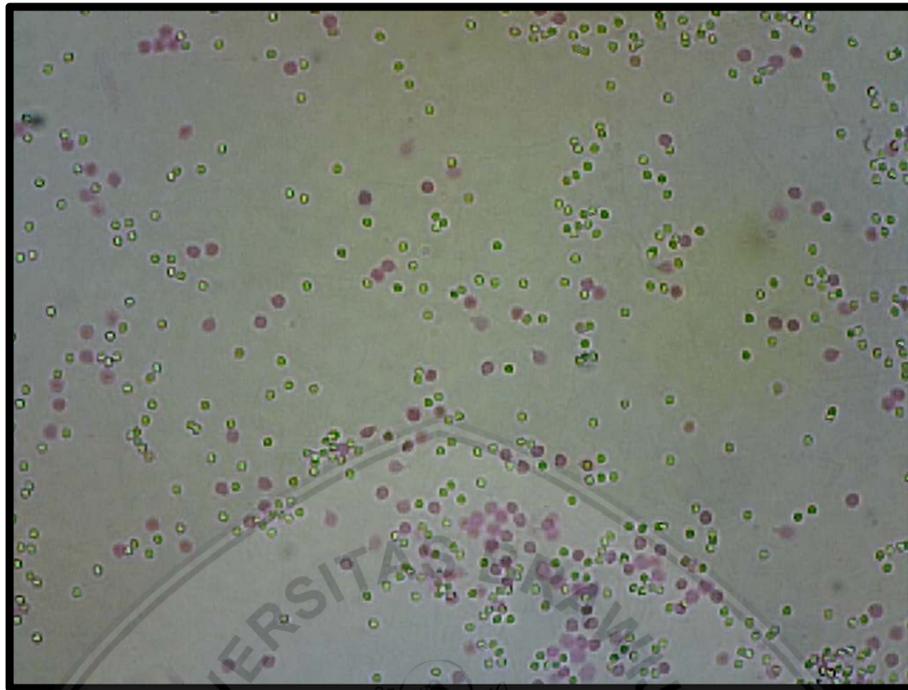


K (Kontrol)

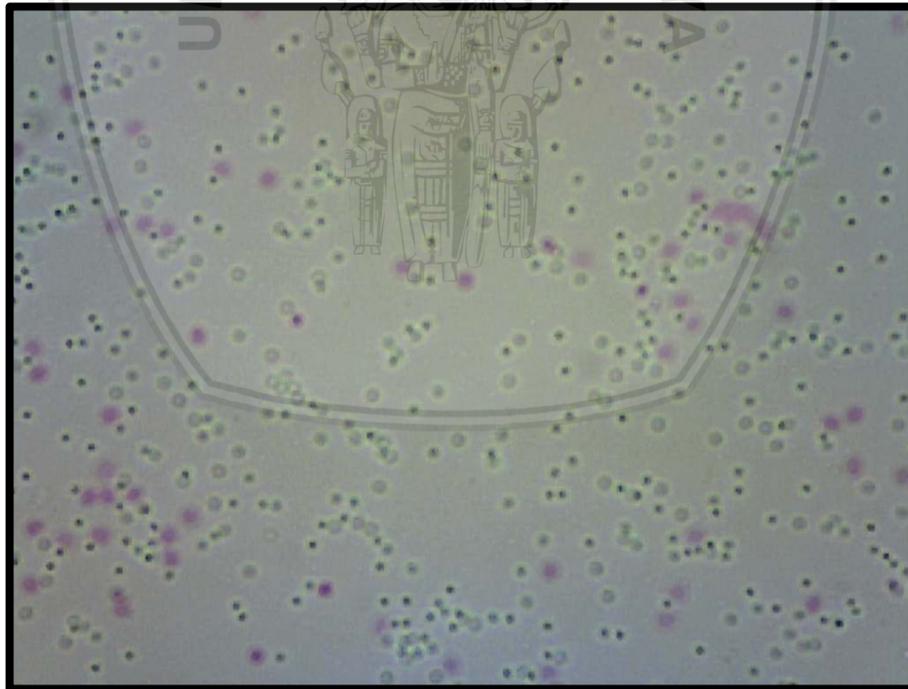


A (Sari Kelapa)

Lampiran 4. (Lanjutan)

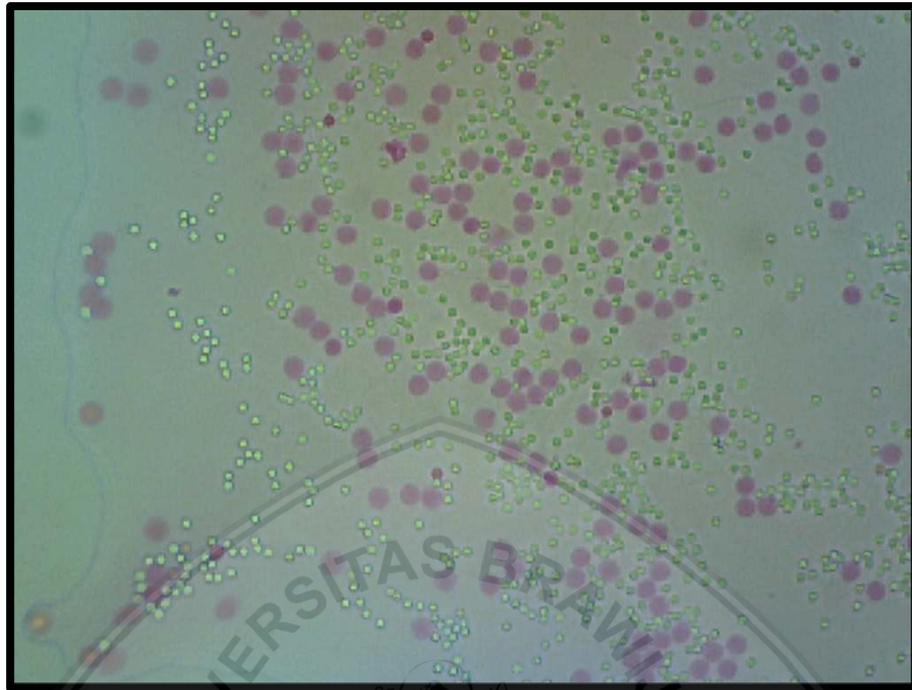


B (Sari Zaitun)

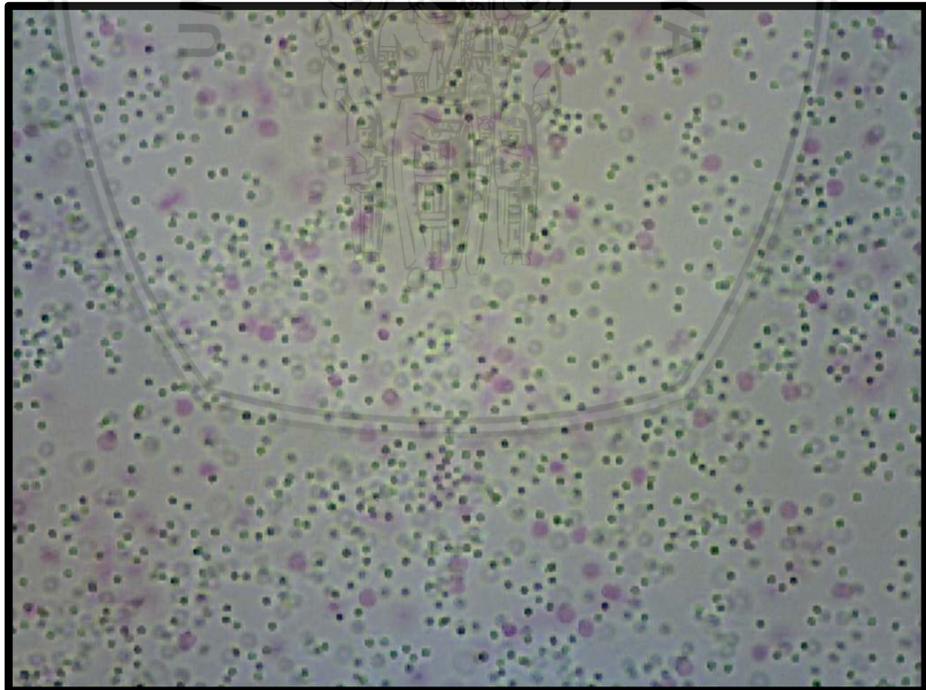


C (Sari Tin)

Lampiran 4. (Lanjutan)



D (Sari Apel)



E (Sari Kurma)

Lampiran 5. Data Motilitas dan Analisa Perhitungan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata ± Std
	1	2	3		
K	58.31	58.75	59.18	176.24	58.75±0.44
A	72.48	71.05	71.29	214.83	71.61±0.77
B	63.23	61.53	62.23	187.00	62.34±0.85
C	65.60	64.83	65.3	195.80	65.27±0.39
D	76.46	74.94	71.60	223.01	74.34±2.49
E	82.69	81.73	84.46	248.89	82.96±1.38
Total	418.79	412.86	414.14	248.89	

Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{248.89^2}{(6) \cdot (3)} = 86223.59$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (K^2)+(K^2)+(K^2)+(A^2)+(A^2)+\dots+(E^2)-\text{FK} \\ &= (58.31^2)+(58.75^2)+\dots+(71.60^2) - 86223.59 \\ &= 1199.96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{176.24^2 + 214.83^2 + 187.00^2 + 195.80^2 + 223.01^2}{3} - 38506.67 = 1180.43 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 1196.96 - 1180.43 = 19.53$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t) \cdot (r) - 1 = (6) \cdot (3) - 1 = 17$$

$$\text{db Perlakuan} = (t) - 1 = (6) - 1 = 5$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 17 - 5 = 12$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{1180.43}{5} = 236.09$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{19.53}{12} = 1.63$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	1180.43	236.09	145.10**	3.11	5.06
Acak	12	19.53	1.63			
Total	17	1199.96				

Keterangan: ** Berbeda sangat nyata.

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung berada lebih tinggi F tabel 5% dan F tabel 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.63}{3}} = 0.60$$

Lampiran 5. (Lanjutan)

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED = 1.310 x 0.60 = 2.1788

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED = 1.837 x 0.60 = 3.0545

Perlakuan	Rata-rata	K	B	C	D	A	E	Notasi
		58.75	62.34	65.27	71.61	74.34	82.96	
K	58.75	-						a
B	62.34	3.59**	-					b
C	65.27	6.52	2.93*	-				c
D	71.61	12.86	9.28	6.34**	-			d
A	74.34	15.59	12.00	9.07	2.73*	-		d
E	82.96	24.22	20.63	17.69	11.35	8.63**	-	e

Keterangan: (ns) *non significant* = tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.



Lampiran 6. Data Viabilitas dan Analisa Perhitungan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata ± Std
	1	2	3		
K	63.12	60.26	62.89	186.28	62.10 ± 1.59
A	75.26	72.53	72.07	219.88	73.30 ± 1.72
B	65.4	64.59	64.96	195.04	65.01 ± 0.44
C	67.92	67.4	67.79	200.75	67.71 ± 0.27
D	79.84	78.49	75.41	233.75	77.92 ± 2.27
E	84.04	81.64	83.64	249.33	83.11 ± 1.28
Total	435,68	424,95	426,79	1287,43	

Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{1287,43^2}{(6) \cdot (3)} = 92082,80$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (K^2)+(K^2)+(K^2)+(A^2)+(A^2)+\dots\dots\dots+(E^2)-FK \\ &= (63.12^2)+(60.26^2)+\dots\dots\dots+(83.64^2) - 92082.80 \\ &= 997.62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - FK \\ &= \frac{186.28^2 + 219.88^2 + 195.04^2 + 200.75^2 + 233.75^2 + 249.33^2}{3} - 92082.27 = 972.51 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 997,62 - 972.51 = 25,12$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t) \cdot (r) - 1 = (6) \cdot (3) - 1 = 17$$

$$\text{db Perlakuan} = (t) - 1 = (6) - 1 = 5$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 17 - 5 = 12$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{972.51}{5} = 194.50$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{25,12}{12} = 2.09$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	972.51	194.50	92.93**	3,11	5,06
Acak	12	25.12	2.09			
Total	17					

Keterangan: ** Berbeda nyata.

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung berada lebih tinggi F tabel 5% dan F tabel 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,09}{3}} = 0,68$$



Lampiran 6. (Lanjutan)

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED = 2.1788 x 0.68 = 1.48

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED = 3.0545 x 0.68 = 2.08

Perlakuan	Rata-rata	K	B	C	A	D	E	Notasi
		62.1	65.0	67.7	73.3	77.9	83.11	
K	62.10	-						a
B	65.01	2.92**	-					b
C	67.71	5.61	2.69**	-				c
A	73.30	11.20	8.28	5.59**	-			d
D	77.92	15.82	12.91	10.21	4.62**	-		e
E	83.11	21.02	18.10	15.41	9.82	5.19	-	f

Keterangan: (^{ns}) *non significant* = tidak berbeda nyata, (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.



Lampiran 7. Data Fertilisasi dan Analisa Perhitungan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata ± Std
	1	2	3		
K	40	38	38	116	38.67 ± 1.15
A	60	60	62	182	60.67 ± 1.15
B	44	44	46	134	44.67 ± 1.15
C	52	52	50	154	51.33 ± 1.15
D	66	68	68	202	67.33 ± 1.15
E	74	74	72	220	73.33 ± 1.15
Total	336	336	336	1008	

Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{1008^2}{(6) \cdot (3)} = 56448$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (K^2)+(K^2)+(K^2)+(A^2)+(A^2)+\dots+(E^2)-FK \\ &= (40^2)+(38^2)+\dots+(72^2) - 56448 \\ &= 2720 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - FK \\ &= \frac{116^2 + 182^2 + 134^2 + 154^2 + 202^2 + 220^2}{3} - 56448 = 2704 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 2720 - 2704 = 16$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t) \cdot (r) - 1 = (6) \cdot (3) - 1 = 17$$

$$\text{db Perlakuan} = (t) - 1 = (6) - 1 = 5$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 17 - 5 = 12$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{2704}{5} = 540.8$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{16}{12} = 1.33$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	2704	540.80	405.60**	3.11	5.06
Acak	12	16	1.33			
Total	17	2720				

Keterangan: (**) Berbeda nyata.

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung berada lebih tinggi F tabel 5% dan F tabel 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.33}{3}} = 0.54$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED = 2.17 x 0.54 = 1.18

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED = 3.05 x 0.54 = 1.66

Perlakuan	Rata-rata	K	B	C	A	D	E	notasi
		38.6	44.6	51.3	60.6	67.3	73.3	
K	38.6	-						a
B	44.6	6**	-					b
C	51.3	12.6	6.6**	-				c
A	60.6	22	16	9.3**	-			d
D	67.3	28.6	22.6	16	6.6**	-		e
E	73.3	34.6	28.6	22	12.6	6**	-	f

Keterangan: (^{ns}) *non significant* = tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.



Lampiran 8. Data Daya Tetas dan Analisa Perhitungan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata ± Std
	1	2	3		
K	35	36.84	36.84	108.68	36.23 ± 1.06
A	53.33	53.33	51.61	158.27	52.76 ± 0.99
B	40.90	40.90	43.47	125.29	41.77 ± 1.48
C	46.15	46.15	48	140.30	46.77 ± 1.07
D	60.60	55.88	55.88	172.37	57.46 ± 2.73
E	62.16	62.16	68.88	193.21	64.40 ± 3.88
Total	298.16	295.28	304.70	898.15	

Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{898.15^2}{(6) \cdot (3)} = 44815.39$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (K^2)+(K^2)+(K^2)+(A^2)+(A^2)+\dots+(E^2)-\text{FK} \\ &= (35^2)+(36.84^2)+\dots+(68.88^2) - 44815.39 \\ &= 1671.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{108.68^2 + 159.27^2 + 125.29^2 + 140.30^2 + 172.37^2 + 193.21^2}{3} - 44815.39 = \\ &1615.68 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 1671.63 - 1615.68 = 55.95$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t) \cdot (r) - 1 = (6) \cdot (3) - 1 = 17$$

$$\text{db Perlakuan} = (t) - 1 = (6) - 1 = 5$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 17 - 5 = 12$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{1615.68}{5} = 540.8$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{55.95}{12} = 4.66$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	5	1615.68	323.14	69.31**	3.11	5.06
Acak	12	55.95	4.66			
Total	17	1671.63				

Keterangan: (**) Berbeda nyata.

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung berada lebih tinggi F tabel 5% dan F tabel 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.66}{3}} = 1.02$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED = 2.17 x 1.02 = 2.21

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED = 3.05 x 1.02 = 3.10

Perlakuan	Rata-rata	K	B	C	A	D	E	notasi
		36.23	41.77	46.77	52.76	57.46	64.40	
K	36.23	-						a
B	41.77	5.54**	-					b
C	46.77	10.54	5.00**	-				c
A	52.76	16.53	10.99	5.99**	-			d
D	57.46	21.23	15.69	10.69	4.7**	-		e
E	64.40	28.18	22.64	17.64	11.64	6.9**	-	f

Keterangan: (ns) *non significant* = tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata.

