

**PENGARUH KONSENTRASI EKSTENDER YANG BERBEDA DALAM
PENYIMPANAN SPERMA BEKU TERHADAP FERTILITAS SPERMA
IKAN TAWES (*Puntius javanicus*)**

**SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
BUDIDAYA PERAIRAN**

**OLEH :
SUHESTIFBROTO
0410852023**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2008**

**PENGARUH KONSENTRASI EKSTENDER YANG BERBEDA DALAM
PENYIMPANAN SPERMA BEKU TERHADAP FERTILITAS SPERMA
IKAN TAWES (*Puntius javanicus*)**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya**

Oleh :
SUHESTIFBROTO
0410852023

Dosen Penguji I

(Ir. Agoes Soeprijanto, MS)
Tanggal : _____

Dosen Penguji II

(Ir. Rasyid Fadholi, MS)
Tanggal : _____

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

(Ir. Maheno Sri Widodo, MS)
Tanggal : _____

Dosen Pembimbing II

(Ir. Soelistyowati)
Tanggal : _____

**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**

(Ir. Maheno Sri Widodo, MS)
Tanggal : _____

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan segalanya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta penulisan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini berkat dukungan banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- ☞ Bapak Ir. Maheno Sri Widodo, MS selaku dosen pembimbing I
- ☞ Ibu Ir. Soelistyowati selaku dosen pembimbing II .
- ☞ Ibu Drh. Sarastina selaku kepala Lab. produksi semen beku di Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) Singosari beserta seluruh stafnya yang membantu penelitian ini
- ☞ Kepala Lab. Budidaya Air Tawar Fakultas Perikanan Sumber Pasir Malang beserta seluruh stafnya yang membantu penelitian ini.
- ☞ Semua pihak yang telah membantu pada saat penelitian maupun penyusunan skripsi ini

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat untuk bidang pendidikan serta untuk usaha pengembangan dunia perikanan.

Malang , Mei 2007

Penulis

RINGKASAN

SUHESTIFBROTO. Pengaruh Konsentrasi Ekstender Yang Berbeda Dalam Penyimpanan Sperma Beku Terhadap Fertilisasi Ikan Tawes (*Puntius javanicus*) (di bawah bimbingan Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS dan Ir. SOELISTYOWATI).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstender yang berbeda pada penyimpanan sperma beku terhadap fertilisasi spermatozoa ikan tawes (*Puntius javanicus*). Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB), Singosari, Malang dan di Stasiun Percobaan Budidaya Ikan Air Tawar Sumberpasil, Malang pada bulan Juni –Agustus 2006.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Sebagai perlakuan adalah perbedaan jumlah pengencer terhadap sperma yaitu perlakuan 1:2 (=A), 1:4 (=B), 1:6 (=C), 1:8 (=D) dan 1:10 (= E). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon parameter yang diukur, digunakan analisis keragaman atau uji F. Apabila nilai F berbeda nyata atau sangat berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini adalah persentase fertilisasi pasca pencairan. Parameter penunjang yang diukur adalah kualitas sperma meliputi; volume, warna, pH, konsentrasi, lama gerak, posentase hidup spermatozoa, motilitas spermatozoa serta parameter kualitas air yang meliputi: oksigen terlarut, suhu, pH dan amonia.

Perbandingan antara sperma dan pengencer yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap fertilitas dengan bentuk hubungan berpola kuadratik dengan

persamaan $Y = 8,191 + 7,36x - 0,655x^2$ dengan fertilitas tertinggi 28,86 % pada perbandingan 1 : 5,62 dan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap motilitas sperma pada hari ke 14 ; ke 28 ; ke 42 dan 56 pasca pencairan dengan motilitas tertinggi pada perbandingan 1 : 5,62 sampai 1 : 6,26. Ternyata lama penyimpanan berpengaruh terhadap motilitas spermatozoa. Semakin lama waktu penyimpanan sperma maka motilitas semakin menurun yaitu 40,83% pada hari ke 14 dan 16,41% pada hari ke 56

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa nilai kualitas air masih berada pada kisaran yang mendukung bagi kehidupan ikan tawes kecuali kadar amonia. Kadar amonia selama penelitian berkisar antara 0,16 sampai 0,21 ppm. Dalam kondisi seperti ini sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kematian pada ikan. Kisaran kualitas air pada saat penelitian yaitu: DO 6,87-7,20 ppm ; suhu 28-30°C ; pH 6,06-7,37 dan amonia sebesar 0,16-0,21 ppm.

Dari hasil penelitian dapat disarankan untuk menghasilkan fertilitas dan motilitas yang maksimal sebaiknya digunakan ekstender dengan perbandingan 1 : 6. Untuk penelitian selanjutnya perlu diperhatikan faktor teknis penyimpanan sperma beku agar mendapatkan motilitas yang tinggi dari proses pembekuan yang akan berpengaruh terhadap fertilitasnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesa	4
1.6 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Ikan Tawes (<i>Puntius javanicus</i>)	6
2.1.1 Klasifikasi	6
2.1.2 Morfologi	6
2.2 Biologi Reproduksi Ikan Tawes (<i>Puntius javanicus</i>)	7
2.3 Fisiologi Reproduksi Jantan	9
2.3.1 Spermatogenesis	9
2.3.2 Spermatozoa dan Seminal Plasma	10
2.3.3 Metabolisme Spermatozoa	12
2.4 Pembekuan Sperma	14
2.4.1 Konsentrasi sperma	14
2.4.2 Bahan pengencer sperma	14
2.4.3 Waktu Equilibrase	16
2.4.4 Pembekuan Sperma	16

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	17
3.1 Materi Penelitian	17
3.1.1 Alat Penelitian	17
3.1.2 Bahan Penelitian	17
3.2 Metode Penelitian	17
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Persiapan Penelitian	19
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4 Parameter Uji	23
3.4.1 Parameter Utama	23
3.4.2 Parameter Penunjang.....	24
3.5 Analisa Data.....	24
4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Parameter Utama.....	
4.1.1 Persentase Fertilisasi Telur Ikan Tawes (<i>Puntius Javanicus</i>) Hasil Pembuahan Dengan Sperma Beku Pasca Pencairan..	26
4.1.2 Perkembangan Telur Ikan Tawes Yang Terfertilisasi Oleh Perlakuan Perbandingan Jumlah Pengencer Pasca Fertilisasi	30
4.2 Parameter Penunjang	31
4.2.1 Pengamatan Makroskopis Dan Mikroskopis Sperma Ikan Tawes (<i>Puntius javanicus</i>)	31
a Pengamatan Makroskopis	32
- volume.....	
- warna.....	
- pH.....	
b Pengamatan Mikroskopis.....	33
- konsentrasi spermatozoa	
- lama gerak spermatozoa.....	
- presentase sperma hidup	
- motilitas spermatooa	
4.2.2 Kualitas Air	51
5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57



1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha budidaya ikan di Indonesia saat ini sudah banyak dikembangkan. Salah satu ikan yang paling banyak digemari oleh masyarakat adalah ikan tawes (*Puntius javanicus*). Selain itu usaha pembenihan ikan tawes dirasa juga lebih menguntungkan dari pada budidaya jenis ikan lainnya. Hal ini dikarenakan waktu yang digunakan untuk usaha pembenihan ikan tawes relatif singkat kurang lebih 3 minggu - 1 bulan, serta pemasarannya pun mudah. Pembenihan ikan tawes dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan cara pembenihan ikan di kolam, pembenihan di sawah dan pembenihan di hapa. (Anonymous, 2006).

Untuk mendapatkan benih yang berkualitas dan jumlah yang banyak maka dalam pembenihan Tawes perlu dipilih induk yang baik dengan ciri-ciri ; letak lubang dubur relatif lebih dekat ke pangkal ekor, kepala relatif lebih kecil dan meruncing, sisik-sisiknya besar dan teratur, pangkal ekor lebar dan kokoh, pada umumnya ikan tawes jantan mulai dipijahkan pada umur kurang lebih 1 tahun dan induk tawes betina pada umur kurang lebih 1,5 tahun (Anonymous, 2006).

Pengenceran sperma ikan belum banyak berkembang seperti pada ternak. Penyediaan induk matang gonad yang sehat dan berkualitas merupakan faktor yang sangat menentukan dalam pengembangan usaha pembenihan ikan. Induk yang unggul akan menghasilkan benih-benih ikan yang tahan dan kebal terhadap penyakit selain itu juga mempunyai kecepatan tumbuh yang sangat baik. Akan tetapi masa pematangan gamet jantan dan gamet betina yang tidak terjadi secara bersamaan akan mengakibatkan kesulitan di dalam pemijahan serta mengganggu langkah penyediaan benih yang sehat

dan berkualitas. Salah satu cara yang dapat memberikan alternatif pemecahan masalah adalah dengan melakukan penyimpanan spermatozoa induk jantan ikan tawes (*Puntius javanicus*), sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu lebih lama dan dapat diatur penggunaannya sesuai dengan kebutuhan.

Keberhasilan teknik penyediaan gamet yang dilakukan dalam pembekuan spermatozoa dirasa akan sangat menguntungkan dalam usaha pengembangan usaha pengelolaan dan pengembangbiakan ikan. Jika teknik penyediaan gamet dalam proses pembekuan spermatozoa berhasil dan gamet dapat disimpan di luar tubuh ikan maka kesempatan memijah ikan akan semakin banyak kapan dan dimanapun diperlukan jika gamet dapat disimpan di luar tubuh ikan dan makin lama usianya. (Rustidja, 2000).

Menurut Sutoyo (2000), untuk mendapatkan spermatozoa yang dapat bertahan di luar tubuh dalam jangka waktu yang lama perlu ditambahkan bahan-bahan pengencer yang dapat menjamin kebutuhan fisik dan kimia spermatozoa tersebut. Bahan pengencer yang selama ini digunakan antara lain : NaCl fisiologis, kuning telur ayam, air kelapa, santan dan susu sapi. Bahan pengencer paling sederhana yang paling banyak digunakan adalah NaCl fisiologis. Berbagai macam bahan pengencer tersebut telah lama digunakan untuk mengencerkan dan menyimpan sperma baik jangka pendek maupun jangka panjang. Selain itu zat-zat tertentu perlu ditambahkan pula ke dalam bahan pengencer sebagai sumber energi spermatozoa untuk menjaga kelangsungan hidup.

Mengingat usaha ikan tawes merupakan salah satu ikan yang berpotensi untuk dibudidayakan dan juga banyak digemari oleh masyarakat. Kebutuhan penyediaan benih unggul akan semakin meningkat maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi spermatozoa yang berbeda dalam penyimpanan sperma beku terhadap fertilitas sperma ikan tawes

1.2 Perumusan Masalah

Kualitas sperma ikan akan terus menurun setelah dikeluarkan dari tubuhnya karena menurut Toelihere (1981), bahwa spermatozoa hanya tahan hidup beberapa jam pada suhu badan (37°C) secara in vitro, karena habisnya substrat (bahan – bahan dalam seminal plasma baik bahan organik maupun anorganik) penurunan pH, penimbunan asam laktat, perubahan ketuaan spermatozoa dan pertumbuhan kuman. Penurunan kualitas sperma dapat ditekan dengan jalan pengawetan yang dapat dilakukan melalui pembekuan dan pendinginan sperma. Penambahan pengencer pada proses pengawetan sperma diharapkan mampu menciptakan kondisi yang sesuai bagi spermatozoa dan mengandung sumber energi.

Salah satu media pengawet sperma adalah tris aminomethane. *Tris aminomethane* mampu menciptakan kondisi yang sesuai bagi spermatozoa dan mengandung sumber energi untuk aktifitas spermatozoa. Komponen pokok yang terkandung dalam pengencer tris aminomethane terdiri dari asam sitrat, laktosa, fruktosa, rafinosa, penicilin, streptomysin dan kuning telur sehingga mampu menciptakan kondisi yang sesuai bagi spermatozoa dan mengandung sumber energi untuk aktifitas spermatozoa. Akan tetapi perbandingan pengencer dengan sperma yang menghasilkan daya simpan sperma beku yang terbaik belum banyak diketahui, karena tris aminomethane selama ini digunakan sebagai media pengawetan sperma beku pada ternak sedangkan aplikasinya dalam pengawetan sperma ikan masih belum banyak diketahui. Masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimanakah pengaruh konsentrasi tris aminomethane yang berbeda terhadap kualitas sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*).

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan antara sperma dan konsentrasi ekstender *tris aminomethane* pada proses penyimpanan sperma beku terhadap fertilitas dan motilitas spermatozoa ikan tawes (*Puntius javanicus*). Serta untuk mengetahui perbandingan antara sperma dan pengencer *tris aminomethane* yang memberikan hasil yang terbaik.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi dan bahan pertimbangan secara langsung dalam proses penyimpanan sperma beku yang dapat mempengaruhi produksi benih unggul berkualitas dan budidaya intensif ikan tawes yang dapat dilaksanakan secara berkesinambungan tanpa harus mendapatkan halangan dari ketersediaan benih yang terbatas. Secara tidak langsung juga akan membantu dalam menyediakan pejantan unggul yang mampu menghasilkan sperma berkualitas serta sebagai bahan dasar bagi penelitian yang akan datang.

1.5 Hipotesis

Hipotesa yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Ho : Diduga konsentrasi ekstender yang berbeda pada media dalam proses penyimpanan sperma beku tidak berpengaruh terhadap motilitas dan fertilitas ikan tawes.

H₁ : Diduga konsentrasi ekstender yang berbeda pada media dalam proses penyimpanan sperma beku berpengaruh terhadap motilitas dan fertilitas ikan tawes.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB), Singosari, Malang dan Laboratorium Budidaya Air Tawar Fakultas Perikanan Sumber Pasir, Malang. Penelitian dilakukan mulai bulan Juni – Agustus 2006.

1.7 Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

No	Kegiatan	Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan	X	X	X	X								
2	Pelaksanaan penelitian pendahuluan			X	X	X							
3	Penelitian utama					X	X	X	X				
4	Analisa data					X	X	X	X	X			
5.	Penyusunan laporan							X	X	X	X	X	

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Tawes (*Puntius javanicus*)

Ikan Tawes (*Puntius javanicus*) seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Ikan Tawes (*Puntius javanicus*)

2.1.1 Klasifikasi

Klasifikasi ikan Tawes menurut Saanin (1984), adalah sebagai berikut :

Phylum : Chordata

Sub Phylum: Vertebrata

Class : Pisces

Sub Class : Teleostei

Ordo : Ostariophysi

Family : Cyprinidae

Genus : Puntius

Species : *Puntius javanicus*

2.1.2 Morfologi

Menurut Suhaili (1986), ikan Tawes mempunyai bentuk tubuh sedikit gepeng dan badannya relatif tinggi dengan kepala agak pendek, memiliki sepasang sungut pada sudut rahang dan ekor simetris. Tubuhnya ditutupi oleh sisik berwarna putih keperakan dan pada bagian punggung berwarna berwarna gelap kehijau-hijauan.

Ikan tawes juga memiliki sebuah sirip punggung (dorsal), sepasang sirip dada (pektoral), sepasang sirip perut (ventral), sebuah sirip anal dan sebuah sirip ekor (caudal). Sirip dada dan sirip ekor hanya memiliki jari-jari lunak. Sirip punggung memiliki 4 jari-jari keras dan 8 jari-jari lunak. Sirip anal memiliki 3 jari-jari keras dan 6 jari-jari lunak, kepalanya kecil, punggung sedikit melengkung ke atas. (Anonymous, 2006 b).

Ikan Tawes adalah ikan peliharaan yang tadinya berasal dari sungai dan merupakan salah ikan yang digemari oleh masyarakat untuk dibudidayakan. Usaha pembenihan ikan tawes cukup menguntungkan dan pembenihan ikan Tawes pun mudah dibudidayakan dimana saja dan sifat ikan tawes relatif tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan (Sumantadinata, 1981).

2.2 Biologi Reproduksi Ikan Tawes (*Puntius javanicus*)

Ikan tawes adalah ikan peliharaan yang tadinya berasal dari sungai, akan tetapi saat ini sudah banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Ikan tawes memiliki keistimewaan antara lain ; pertumbuhannya cepat, tahan terhadap serangan penyakit dan sangat mudah untuk dibudidayakan. Pemilihan induk ikan tawes yang mempunyai karakteristik bibit unggul harus dilakukan dengan baik dan benar agar tujuan reproduksi dapat tercapai dengan baik. Menurut Sumantadinata (1981), pada umumnya ikan tawes betina dapat mulai dipijahkan sekitar umur setengah tahun, sedangkan ikan tawes jantan berumur satu tahun dan berat badan ikan tawes harus 250-350 gram per ekor. Selama dipelihara dengan baik sebagai induk, berat individu ikan tawes dapat mencapai 600 - 700 gram atau sudah mencapai umur sekitar satu sampai dua tahun.

Seleksi pada induk ikan tawes sebaiknya dilakukan secara bertahap berdasarkan kecepatan tumbuhnya. Setelah calon induk berumur sekitar enam bulan barulah dilanjutkan dengan seleksi morfologis, yaitu memilih berdasarkan ciri-ciri tubuh yang baik berdasarkan pengalaman. Ciri morfologis itu pada umumnya adalah sebagai berikut ; kepala relatif kecil dan meruncing, sisik teratur dan besar-besar, letak lubang anus relatif dekat kepada pangkal ekor, jinak (Sumantadinata, 1981).

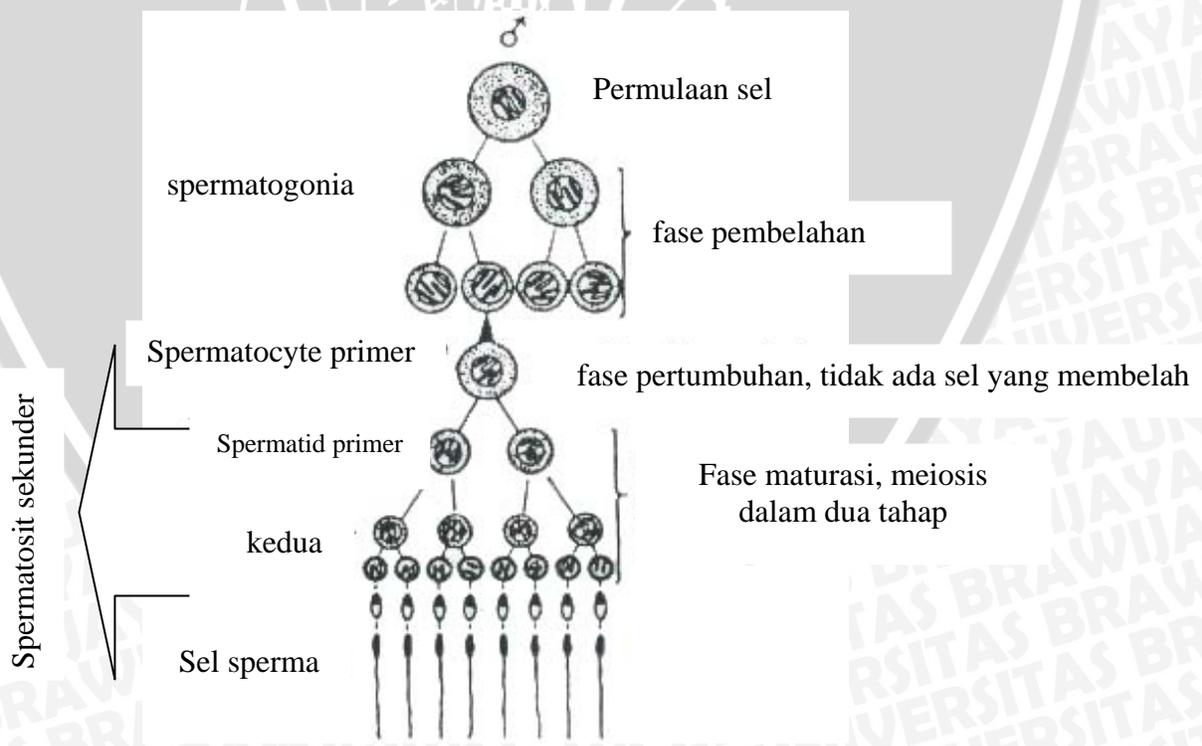
Untuk mengetahui perbedaan ikan jantan dan betina yang sudah dewasa, adalah dengan cara memijat bagian perut dari depan ke arah anus secara perlahan. Ikan jantan akan mengeluarkan sperma berupa cairan putih susu, sedangkan ikan tawes betina akan mengeluarkan telur. Sebenarnya ada juga tanda-tanda lain seperti perut ikan betina lebih besar dan lunak, pipinya (operculum) lebih halus dibandingkan ikan jantan.(Anonymous, 2006)

Gonad dari semua jenis vertebrata umumnya berjumlah sepasang dan terletak pada daerah *dorsolateral* di dalam rongga tubuh dan terdapat satu gonad pada setiap sisinya. Kelenjar kelamin jantan disebut testis. Pada umumnya organ reproduksi teleostei jantan merupakan sepasang testes yang memanjang sepanjang rongga badan di bawah gelembung renang dan di atas usus serta dilengkapi dengan saluran testikuler dan di dalam testis tersebut banyak terdapat tubulus-tubulus. Ke dua testes ditopang secara memanjang oleh jaringan pengikat yang disebut mesenteries (mesorchia). Jaringan testes terdiri dari banyak sekali rongga yang tidak teratur, terdiri atas tubula longitudinalis. Testes mempunyai sel penghasil spermatozoa yang berupa cyste seminiferus yang berdiferensiasi secara sikronis. Sel-sel sertoli yang mengelilingi sel-sel penghasil sperma mempunyai fungsi nutritif. (Richter dan Rustidja, 1988).

2.3 Fisiologi Reproduksi Jantan

2.3.1 Spermatogenesis

Menurut Fujaya (2004), perkembangan gamet jantan dari spermatogonium menjadi spermatozoa melalui dua tahap, yakni spermatogenesis dan spermiosis. Spermatogenesis adalah tahap perkembangan spermatogonium menjadi spermatid yang disebut spermatogenesis, sedangkan spermiosis adalah metamorfosa spermatid menjadi spermatozoa. Awal spermatogenesis ditandai dengan berkembangbiaknya 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). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini



Gambar 2. Proses Spermatogenesis (Fujaya, 2004).

Spermatid ini akan bermetamorfose menjadi gamet yang bergerak aktif, atau disebut dengan spermatozoa atau sel sperma. Spermatozoa atau sel sperma ini akan disimpan dalam testes. Spermatozoa yang disimpan di testes berada dalam keadaan istirahat (dorman) sampai induk jantan siap memijah. Proses metamorfose dari spermatid inilah yang disebut dengan *spermiosis* (Sumantadinata, 1981 *dalam* Rustidja, 2000).

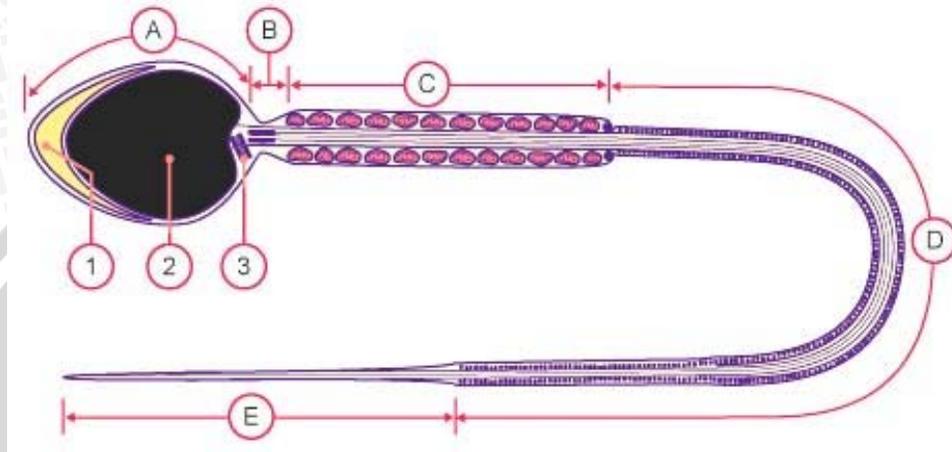
Testis sebagai alat kelamin utama pada hewan jantan mempunyai dua fungsi, yaitu menghasilkan spermatozoa dan fungsi endrokrinologis atau menghasilkan hormon jantan atau testosteron (Hafez, 2000).

2.3.2 Spermatozoa dan seminal plasma

Menurut Hoar (1969) *dalam* Tang (2000), spermatozoa atau sperma adalah gamet jantan yang dihasilkan oleh testis. Sperma dari beberapa spesies ikan famili Cyprinidae berwarna putih kekuning-kuningan menyerupai susu. Cairan sperma adalah larutan spermatozoa yang berada dalam cairan seminal yang dihasilkan oleh hidrasi testis. Campuran seminal plasma dengan spermatozoa disebut semen, dimana setiap semen terdapat jutaan spermatozoa.

Bentuk struktur spermatozoa ikan yang sudah matang secara garis besar terdiri dari kepala, leher dan ekor flagela. Inti spermatozoa terdapat pada bagian kepala. (Lagler 1972 *dalam* Tang, 2000). Menurut Tang (2000), kepala spermatozoa secara umum berbentuk bulat atau oval. Pada ikan mas, nila dan tawes, kepala sperma berbentuk oval dan sedikit memanjang dimana perbandingan panjang kepala sedikit lebih besar dibanding leher kepala. Bagian kepalanya dan bagian leher mengalami reduksi. Ekornya mempunyai panjang 10-20 kali panjang kepalanya. Spermatozoa pada ikan teleostei umumnya ukuran panjang kepala sperma antara 2-3 μm dan panjang total dari

spermatozoanya antara 40-60 μm . Risnawati (1995) dalam Tang (2000) menyebutkan bahwa ukuran lebar kepala dan panjang ekor sperma ikan tawes yakni : Lebar kepala $1,496 \mu\text{m} \pm 0,189 \mu\text{m}$ dan panjang ekor $31,147 \mu\text{m} \pm 2,057 \mu\text{m}$. Gambar spermatozoa selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Spermatozoa

Keterangan : 1). Acrosome 2). Nucleus 3). Proximal centriole

A). Kepala B). Leher C). Bagian tengah D). Bagian utama E). Ekor

(Anonymous, 2006 b).

Menurut Salisbury dan Van Denmark (1985), penilaian konsentrasi spermatozoa sangat penting karena dipakai sebagai kriteria penentuan kualitas semen dan menentukan tingkat pengenceran. Bearden dan Fuquay (1984) dalam Silfianansyah (2005) menyatakan bahwa sperma ikan sangat kecil ukurannya sehingga tiap mililiter semen diperkirakan mengandung $10\text{-}20 \times 10^9$ sel spermatozoa, tergantung pada kepadatan semen.

Menurut Stoss dan Donaldson (1982) dalam Rustidja (2000), di dalam testes dan dalam seminal plasma, spermatozoa bersifat *immotile* sehingga tak mampu untuk melakukan fertilisasi. Induksi pergerakan spermatozoa dapat dipengaruhi oleh kondisi

lingkungan selama musim pemijahan. Untuk ikan air tawar aktifasi spermatozoa terjadi jika perairan di sekitarnya bersifat hipotonik.

Piironen dan Hyvarinen (1983) dalam Fujaya (2004) menyebutkan komposisi cairan spermatozoa jenis ikan Teleostei yakni mengandung : 1). Glukosa, 2). Fruktosa, 3). Asam sitrat 4). Gliserol 5). Lipid.

Fruktosa dan glukosa merupakan sumber energi utama bagi spermatozoa, sehingga motilitas spermatozoa dapat meningkat (Kruger *et al.*, 1984 dalam Tang, 2000). Diperkuat oleh Nurman (1995) dalam Tang (2000), yang melaporkan bahwa semen yang encer banyak mengandung glukosa, sehingga memberikan motilitas yang lebih baik terhadap spermatozoa. Akan tetapi Scott dan Baynes (1980) dalam Tang (2000) menyatakan bahwa semen yang kental dengan konsentrasi tinggi mengandung kadar potassium lebih tinggi akan menghambat pergerakan spermatozoa, sehingga motilitasnya rendah.

Komposisi seminal plasma sangat penting untuk memahami fisiologi gamet ikan terutama kegunaan praktis, seperti menentukan komposisi bahan pengencer dalam inseminasi buatan atau untuk proses pembekuan sperma (Billard, 1982).

2.3.3 Metabolisme Spermatozoa

Metabolisme adalah suatu reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh mahluk hidup, terdiri atas anabolisme dan katabolisme. Anabolisme adalah proses sintesis senyawa kimia kecil menjadi molekul besar. Sedangkan katabolisme adalah proses penguraian molekul besar menjadi molekul kecil. Anabolisme adalah proses yang membutuhkan energi sedang katabolisme melepas energi (Fujaya, 2004).

Energi yang dihasilkan oleh serabut ekor yang berasal dari uraian Adenosine Trifosfat (*ATP*) dan Adenosine Difosfat (*ADP*) langsung dipakai untuk pergerakan

spermatozoa, dimana energi yang dipakai pada proses tersebut banyak didapatkan pada ikatan fosfat (P-P). Jika persediaan P-P dalam ATP dan ADP telah habis, maka kontraksi fibril spermatozoa berhenti dan gerakan juga berhenti, sehingga untuk menjaga motilitas *ATP* dan *ADP* harus dibangun kembali dan untuk membangun kembali *ATP* dan *ADP* diperlukan sumber energi dari luar. Kebanyakan aktifitas faal disertai dengan pelepasan energi uraian dari bahan organik seperti karbohidrat dan lemak. Pembentukan kembali *ATP* dapat terjadi tanpa oksigen, bila disertai glikolisis dan respirasi.

Pada proses glikolisis didalam spermatozoa terjadi suatu reaksi penguraian 6 - karbon monosakarida sederhana menjadi asam laktat. Spermatozoa menggunakan bahan yang terbentuk dari susunan 6 - karbon gula sederhana atau heksosa secara langsung hanya dalam bentuk glukosa, fruktosa ataupun mannososa. Gula sederhana ini akan terurai menjadi 3 - karbon dengan kandungan asam piruvat, kemudian dihidrolisa atau di reduksi menjadi asam laktat (Salisbury dan Van Demark,1985).

Menurut Hafez (2000), proses glikolisis ini mendukung daya hidup spermatozoa dalam keadaan anaerob pada penyimpanan semen untuk IB (Inseminasi Buatan). Metabolisme spermatozoa dalam keadaan *anaerob* menghasilkan laktat yang semakin lama akan semakin tertimbun dan mempertinggi derajat keasaman atau menurunkan pH larutan, sehingga diperlukan bahan penyangga (*buffer*) untuk mempertahankan pH sperma.

Sejumlah faktor diketahui berpengaruh terhadap pengendalian angka metabolisme. Diantara faktor-faktor ini, suhu rendah merupakan faktor yang paling terkenal. Selain faktor suhu ada faktor lain yang mempengaruhi metabolisme spermatozoa diantaranya konsentrasi sel sperma, fosfat anorganik, pH, kation, anion, tekanan osmose, hormon dan gas (Salisbury dan Van Demark, 1985).

2.4 Pembekuan Sperma

2.4.1 Konsentrasi Sperma

Penilaian konsentrasi sperma sangat penting karena faktor ini yang menggambarkan sifat – sifat semen dan dipakai sebagai salah satu kriteria penentuan kualitas sperma (Toelihere, 1981).

Semakin tinggi konsentrasi sperma maka kemungkinan terjadinya fertilisasi akan semakin besar pula. Sebab ikan mampu menghasilkan telur sampai ratusan ribu butir sehingga selain konsentrasi yang tinggi maka juga membutuhkan volume sperma yang lebih banyak pula,

2.4.2 Bahan Pengenceran Sperma

Pemakaian bahan pengencer dalam proses pembekuan dimaksudkan untuk mengurangi aktifitas spermatozoa sehingga menghambat pemakaian energi tersebut. Berkurangnya aktifitas spermatozoa menyebabkan produksi asam laktat berkurang sehingga penurunan pH menjadi terhambat, akibatnya mengurangi pengaruh negatif terhadap kehidupan spermatozoa. (Hardjopranjoto, 1995 *dalam* Rustidja, 2000).

Salisbury dan Vandemark (1985), mengatakan bahwa bahan pengencer yang baik harus : 1). Memberikan unsur mineral yang dibutuhkan untuk kehidupan spermatozoa; 2). Menyediakan bahan makanan sel spermatozoa untuk proses metabolisme aerob dan anaerob; 3). Memiliki lipoprotein atau lecithin untuk melindungi spermatozoa dari cold shock; 4). Menyediakan penyanggah terhadap produk akhir metabolisme yang bersifat racun terhadap spermatozoa; 5). Bebas dari substansi produk kuman-kuman atau organisme penyakit menular yang berbahaya terhadap spermatozoa.

Bahan pengencer yang dipakai harus sempurna, sehingga kualitas sperma segar yang tinggi dapat dipertahankan selain untuk meningkatkan volume sperma. Bahan

pengencer yang sering digunakan adalah Na sitrat. Na sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) berfungsi sebagai penyanggah, mengikat logam berat terutama kalsium, menyebarkan lemak dari kuning telur menjadi butiran-butiran lemak yang lebih halus dan bersama kuning telur membentuk pengencer yang isotonis terhadap sel spermatozoa (Salisbury dan Vandemark, 1985). Sedangkan menurut Toelihere 1981, pengencer *Tris Aminomethane* merupakan modifikasi dari Na sitrat.

Tris Aminomethane $\text{NH}_2\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3$; berfungsi sebagai *buffer* untuk mencegah perubahan pH akibat metabolisme spermatozoa berupa asam laktat, mempertahankan tekanan osmotik dan keseimbangan elektrolit. Menurut Tolihere (1981), *tris amino metahane* harus ditambahkan dengan bahan-bahan sebagai berikut:

- Kuning telur yang berfungsi sebagai pelindung spermatozoa terhadap *cold shock* dan sebagai sumber energi bagi spermatozoa karena memiliki lipoprotein / lecithin.
- Asam sitrat sebagai *buffer* atau penyanggah dan mengikat butiran-butiran lemak di dalam kuning telur dan mempertahankan tekanan osmotik serta keseimbangan elektrolit.
- Laktosa dan fruktosa berfungsi sebagai sumber energi bagi spermatozoa.
- Raffinose juga merupakan sebagai sumber energi dan *extracelluler cryoprotectant* bagi spermatozoa terhadap kejutan dingin (*cold shock*).
- Penicillin dan streptomisin berfungsi untuk mencegah dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme mematikan, kuman dan meningkatkan daya tahan spermatozoa.
- Aquadest steril ini sebagai pelarut bahan-bahan yang dijadikan pengencer sperma.
- Gliserol berfungsi sebagai zat anti beku (*cryoprotectant*), sehingga melindungi spermatozoa terhadap efek lethal pembekuan.

2.4.3 Waktu Equilibrasi

Waktu equilibrasi adalah waktu yang dibutuhkan sel spermatozoa untuk mengadakan keseimbangan dengan bahan pengencer yang mengandung gliserol pada rentang waktu tertentu pada suhu di atas titik beku sebelum dilakukan pembekuan (Toelihere, 1981).

Cold shock dapat mengakibatkan kerusakan sel yang tidak dapat diperbaiki. Efek *Cold shock* dapat dihindarkan apabila pendinginan secara perlahan-lahan pada suhu antara 5°C sampai 0°C. Kesempatan hidup mikroorganisme dapat dikurangi dalam semen beku yang mengandung gliserol dan mengalami equilibrasi sebelum pembekuan (Toelihere, 1981).

Equilibrasi berlangsung selama dua sampai enam jam (biasanya tiga jam) ini dihubungkan dengan daya efektivitas antibiotika setelah tiga jam terlampaui (Toelihere, 1981). Sedangkan bila menggunakan sitrat kuning telur dengan waktu equilibrasi yang lebih lama menghasilkan daya hidup yang lebih baik (Salisbury dan Vandemark, 1985).

2.4.4 Pembekuan Sperma

Pembekuan sperma dilakukan dengan menyimpan sperma pada suhu -196°C dalam nitrogen cair. Selama proses pembekuan berlangsung, spermatozoa mengalami kejutan dingin (*cold shock*). Untuk menghindari terjadinya *cold shock* selama proses pembekuan, bahan pengencer harus ditambah zat anti beku (*cryoprotectant*) dan penurunan suhu harus dilakukan secara perlahan – lahan dan bertahap (Rustidja, 2000).

Semen beku yang disimpan dalam es kering pada temperatur -79°C atau dalam nitrogen cair -196°C maka daya simpan semen beku tersebut dapat mencapai lebih dari 30 tahun yang melebihi umur biologi ternak (Legates dan Warwick, 1990 dalam Wulandari, 2004).

3 METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian meliputi alat dan bahan penelitian.

3.1.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lap halus, gelas ukur, spuit plastik, pipet, tabung reaksi, erlemeyer, timbangan digital, kertas pH, obyek glass, cover glass, haemocytometer, spectrophotometer, kapas, tissue, mikroskop, mini straw, cool top (kamar pendingin), sterilisator, bunsen, container nitrogen cair, jarum ose, erlenmeyer, alumunium foil, lemari es, heater, thermometer, gunting, perangkat foto spermatozoa, sendok kecil, mangkok kecil, bulu ayam, aquarium, aerator, selang plastik, saringan dan batu aerasi.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sperma dari ikan tawes yang akan diawetkan dan telur ikan tawes, bahan pengencer dari jenis larutan *Tris Aminomethan* yang terdiri dari larutan Tris Aminomethan, asam sitrat, laktosa, raffinosa, aquades, kuning telur 20% dari pengencer, penicillin, streptomycin. Bahan lainnya yang digunakan antara lain alkohol 70%, NaCl 3%, eosin 2% 5 ml, 3 gram urea dan 4 gram NaCl.

3.2 Metode Penelitian

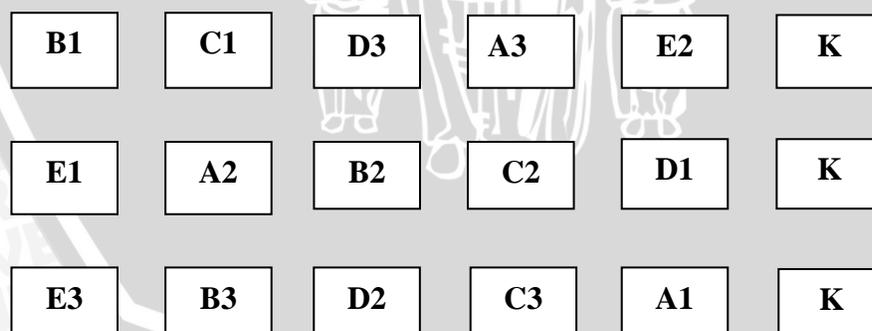
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen., tujuannya untuk menyelidiki kemungkinan hubungan sebab akibat dengan cara mengenakan pada satu atau lebih kelompok eksperimen, satu atau lebih kondisi

perlakuan dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai kondisi perlakuan (Yitnosumarto,1993).

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima level perlakuan konsentrasi ekstender tris aminomethane dengan sperma dan satu perlakuan lagi sebagai kontrol (sperma tanpa ekstender), yang dilakukan dengan tiga kali ulangan. Dasar perlakuan ini adalah merupakan penelitian pendahuluan untuk mengetahui konsentrasi yang tepat. Sebagai perlakuan adalah perbedaan konsentrasi ekstender dan sperma yaitu :

- ⇒ A = Konsentrasi sperma dan ekstender 1 : 2
- ⇒ B = Konsentrasi sperma dan ekstender 1 : 4
- ⇒ C = Konsentrasi sperma dan ekstender 1 : 6
- ⇒ D = Konsentrasi sperma dan ekstender 1 : 8
- ⇒ E = Konsentrasi sperma dan ekstender 1 : 10
- ⇒ K = Kontrol (sperma tanpa ekstender)

Penentuan perlakuan dilakukan secara acak, dengan denah penelitian seperti pada gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Denah / tata letak penelitian

Keterangan : A – E : perlakuan

1 – 3 : ulangan

K : kontrol

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

A. Persiapan penelitian ini meliputi :

- Pemilihan dan seleksi ikan uji dua minggu sebelum perlakuan stripping untuk mengambil sperma kemudian ikan uji dikumpulkan dalam kolam khusus dan diberi pakan secara rutin.
- Sterilisasi alat-alat yang hendak digunakan selama penelitian, menyiapkan mini straw kemudian diberi label.
- Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pengencer yaitu larutan Tris aminomethan yang ditimbang sesuai dengan kebutuhan.

B. Pembuatan pengencer dengan cara sebagai berikut :

- Melakukan penimbangan tris aminomethane, asam sitrat, laktosa, fruktosa dan rafinosa lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml, kemudian ditambah aquades.
- Diaduk hingga homogen dengan stirer selama 15 menit, lalu dimasukkan ke dalam panci berisi air panas di atas api menyala.
- Bila terdapat tetesan embun di dinding erlenmeyer lalu diangkat dan didinginkan sampai suhu 37 °C.
- Ditambahkan kuning telur sebanyak 20% dari volume total pengencer dan dihomogenkan selama 15 menit.
- Ditambahkan Penisilin dan streptomisin lalu dihomogenkan selama 15 menit dan dibiarkan sampai mendingin.
- Disimpan di dalam lemari es selama 3 hari dan diambil supernatannya.

- Disiapkan pengencer B sehari sebelum dilakukan pencampuran dengan pengencer

C. Persiapan fertilisasi

- Persiapan fertilisasi dilakukan dengan cara menyiapkan aquarium yang telah dibersihkan dan diisi dengan air bersih serta menyiapkan saringan pemisah yang akan digunakan untuk pengelompokan antar perlakuan dalam pengamatan fertilisasi dan penetasan telur.

3.2.1 Pelaksanaan Penelitian

A. Persiapan penelitian

Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

B. Pelaksanaan Penelitian.

a. Pengambilan sperma (stripping)

Induk ikan Tawes yang telah matang gonad diambil dari bak pemeliharaan induk secara hati-hati kemudian dibungkus dengan lap halus pada bagian kepala hingga ke punggung, dipegang secara terlentang dengan lubang genital menghadap ke atas. Sperma dikeluarkan dengan cara distripping pada bagian perut ikan, dimulai dari bawah *linea lateralis* (di atas sirip perut) ke arah lubang genital. Sperma yang keluar dihisap menggunakan *sputit* plastik 5 ml, kemudian dibungkus dengan aluminium foil agar terlindung dari sinar matahari langsung dan siap untuk diencerkan.

b. Penghitungan konsentrasi sperma

Penghitungan dilakukan dengan haemocytometer, yakni dengan cara sperma dihisap dengan pipet merah sampai tanda 0,5. lalu pipet diangkat dari cairan sperma, dihisap sedikit udara ke dalam pipet dan ujung pipet dibersihkan dengan tisu. Selanjutnya dihisap larutan NaCl 3 % sampai angka 101 yang menunjukkan standart

pengencer 1 : 200, kemudian dikocok pelan-pelan dengan metode angka 8 selama 2 menit selanjutnya 5 tetes atau lebih cairan dibuang dari pipet tersebut, lalu ujung pipet dibersihkan dengan tissue. Kemudian larutan sperma pada pipet tersebut diteteskan tepat di pinggir gelas penutup yang menutup gelas obyek Neubauer. Spermatozoa yang terdapat dalam 5 kotak (tiap kotak terdapat 80 ruangan kecil, sehingga ada 400 kotak dengan volume masing-masing kotak $0,1 \text{ mm}^3$) yaitu 4 kotak di sudut dan 1 kotak di tengah dihitung di bawah mikroskop dengan pembesaran 10×40 . Jika jumlah spermatozoa dalam 5 kotak adalah X, maka konsentrasi spermatozoa dalam cairan tersebut adalah :

$$= (X \times 400 \times 0,1 \times 200) / (80) \text{ juta sel / mm}^3$$

$$= X \times 0,001 \text{ juta sel / mm}^3 = X \times 1 \text{ juta sel / mm}^3 = \dots\dots\dots \text{ juta sel / mm}^3$$

c. Pengenceran sperma

Sperma yang ada dalam spuit dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi bahan pengencer. Penambahan sperma disesuaikan dengan masing-masing perlakuan konsentrasi. Agar sperma dan bahan pengencer tercampur, tabung reaksi digoyang perlahan sekitar 2 menit kemudian dimasukkan dalam cool top yang bersuhu 3 sampai -5°C selama 30 menit.

d. Pengisian sperma ke dalam mini straw

Mini straw kosong disterilkan selama 1 jam dalam sterilisator. Lalu sperma yang telah diencerkan dengan konsentrasi ekstender yang sesuai dengan masing-masing perlakuan dimasukkan ke dalam mini straw dengan menggunakan spuit dalam cool top. Salah satu ujung mini straw sudah ditutup dengan polivinyl chlorida dan kapas steril dari pabrik, lalu pengisian dilakukan dengan cara menancapkan mini straw pada spuit 1 ml. Kemudian dihisap pengencer tersebut hingga $0,25 \text{ ml}$ lalu ditutup dan di tekan ujung sisi

lain dari mini straw dengan pinset yang telah dipanaskan di atas bunsen. Di dalam spuit disisakan udara. Setelah selesai, masing-masing straw diseleksi. Kemudian diletakkan di atas rak dan dibiarkan selama 60 menit dalam kamar pendingin.

e. Waktu ekuilibrasi

Waktu ekuilibrasi adalah waktu yang diperlukan untuk proses penyesuaian suhu dari 3° sampai -5°C dalam bahan pengencer yang sudah mengandung bahan cryoprotectant menuju suhu pembekuan -196°C . Proses ini berlangsung 2 jam dihubungkan dengan efektifitas antibiotika yang bekerja selama 2 jam.

f. Pembekuan sperma

Proses pembekuannya menggunakan nitrogen cair. Teknik pembekuannya menggunakan dua tahap, yaitu: Pertama sperma dibekukan pada suhu -140°C dengan jalan memindahkan rak yang berisi mini straw dari cool top lalu ditaruh di atas uap nitrogen cair di dalam container dan dibiarkan selama 10 menit, selanjutnya tahap ke dua pembekuan dilanjutkan dengan cara memindahkan mini straw dari uap nitrogen cair ke dalam nitrogen cair bersuhu -196°C dalam container.

g. Thawing

Sperma beku dalam mini straw diambil dari container satu demi satu menggunakan pinset kemudian segera dicelupkan ke dalam air yang bersuhu 37°C selama 10 detik. Lalu dikeringkan menggunakan tissue dan diperiksa di bawah mikroskop

h. Pemeriksaan kualitas sperma

Sperma dikeluarkan dari mini straw dengan menggunting ujung straw dan sedikit bagian tengahnya, lalu ditetaskan di atas objek glass yang telah dibersihkan dengan

alkohol 70%, ditetesi dengan aquadest lalu ditutup cover glass kemudian diamati di bawah mikroskop.

i. Fertilisasi

Fertilisasi dilakukan setelah sperma dibekukan selama 30 hari, yaitu dengan cara mengambil telur dari ikan tawes kemudian dicampur dengan sperma yang telah dibekukan dan dithawing. Dihitung rata-rata telur yang telah dibuahi dan daya tetas telur yang terbuahi selama 3-24 jam setelah fertilisasi.

3.4 Parameter uji

3.4.1 Parameter utama

Parameter utama yang menjadi tolak ukur dalam mengetahui kualitas dari sperma ikan yang diawetkan dapat dilakukan dengan menguji kemampuan dari sperma tersebut untuk membuahi dan menjadikan telur yang terbuahi tersebut menetas menjadi larva ikan meliputi;

a. Fertilitas

Fertilitas adalah kemampuan dari sperma ikan yang telah diawetkan untuk mampu membuahi telur. Telur yang terbuahi dan yang tidak terbuahi dihitung kemudian dilanjutkan dengan menghitung fertilitas dengan rumus :

$$F = \frac{(\text{jumlah telur yang terbuahi})}{\text{jumlah telur}} \times 100 \%$$

b. Perkembangan telur yang terfertilisasi

Yang dimaksud dengan perkembangan telur adalah saat telur setelah dibuahi sampai menetas, dimana selama waktu tersebut didalam telur terjadi proses – proses

embriologis. Perkembangan yang dimulai dari morula, blastula, gastrula, neurolasi, dan organogenesis

3.4.2 Parameter Penunjang

Ada beberapa parameter penunjang yang perlu diamati untuk mengetahui kualitas dari sperma sebelum dilakukan pembekuan. Setelah semen tertampung dalam spuit lalu diambil sampelnya untuk dilakukan pengamatan semen segar, baik secara makroskopis yaitu : volume, warna, pH maupun mikroskopis yaitu : konsentrasi, lama gerak, prosentase hidup spermatozoa dan motilitas spermatozoa.

Motilitas spermatozoa dapat diamati dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran 20 x 10 pada selapis tipis semen di atas obyek glass sperma akan bergerak cepat atau lambat tergantung pada konsentrasi dan nilai aktivitas sperma hidup di dalamnya. Sperma ikan tawes ini diambil melalui proses pengurutan pada bagian perut sampai ke arah lubang kelamin. Sebelum diamati semen ikan harus ditambah dengan aquades atau air untuk mendapatkan gerakan dari spermatozoa yang sedang diamati. Data ini diperlukan untuk menduga atau berapa banyak (persen) sperma yang bergerak progresif dibandingkan dengan spermatozoa yang tidak bergerak setelah disimpan pada pengencer tiap – tiap perlakuan yang diujikan. Data ini untuk menunjang parameter uji utama yaitu fertilitas.

3.5 Analisa Data

Data yang didapatkan dilakukan uji barlet untuk mengetahui keragaman data tiap perlakuan sehingga dapat diketahui homogen atau tidak data yang didapatkan. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan (variabel bebas) terhadap respon

parameter yang diukur (variabel tidak bebas) digunakan analisa keragaman atau uji F sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila nilai F berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*) dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menemukan perlakuan yang memberikan respon terbaik pada taraf 0,05 (derajat kepercayaan 95%). Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antar perlakuan dengan respon parameter yang diukur dilakukan dengan analisa regresi yang bertujuan untuk menentukan sifat dan fungsi regresi yang memberikan keterangan mengenai pengaruh perlakuan yang terbaik pada respon. Dari analisa regresi dapat ditentukan persamaan yang terbentuk dari data yang diperoleh apakah berbentuk linear, kuadratik, kubik atau mungkin kuartik.



4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Utama

4.1.1 Persentase Fertilisasi Telur Ikan Tawes (*Puntius javanicus*) Hasil Pembuahan Dengan Sperma Beku Pasca Pencairan.

Hasil fertilisasi telur ikan tawes (*Puntius javanicus*) yang terbuahi dengan sperma beku yang telah disimpan dalam nitrogen cair dengan melakukan perbandingan konsentrasi ekstender dengan perbandingan 1: 2 (= A), 1 : 4 (= B), 1: 6 (=C), 1 : 8 (= D), 1:10 (= E) dan kontrol sebagaimana tertera pada tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Persentase telur ikan tawes (*Puntius javanicus*) yang terbuahi.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	20	25	18	63	21,00
B	25	21	28	74	24,67
C	25	35	36	96	32,00
D	26	23	21	70	23,33
E	15	20	15	50	16,67
Total	-	-	-	353	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa perbandingan jumlah pengencer pada perlakuan C yaitu 1 : 6 memberikan nilai rata-rata tertinggi dalam kemampuan sperma untuk melakukan pembuahan yaitu sebesar 32,00% dibandingkan dengan perlakuan lain.

Setelah dilakukan uji statistik pada Lampiran 1 maka diperoleh hasil sidik ragam seperti pada tabel 2 yang menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F 1% atau berbeda sangat nyata yang artinya perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap daya fertilisasi. Hal ini berarti menerima H_1 dan menolak H_0 .

Tabel 2. Hasil sidik ragam daya fertilisasi dari perbandingan jumlah pengencer yang berbeda pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	171,16	42,79	6,298**	3,48	5,99
Acak	10	67,94	6,79			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan, maka dilakukan pengujian BNT (Beda Nyata Terkecil) seperti yang tertera pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Daftar uji BNT daya fertilisasi dari perbandingan pengencer yang berbeda pasca pencairan.

Perlakuan	Rerata	Notasi
E	16,67	a
A	21,00	ab
D	23,33	b
B	24,67	bc
C	32,00	c

Keterangan : notasi sama = tidak berbeda

Dari hasil BNT tersebut, terlihat bahwa perlakuan C yaitu 1 : 6 memberikan daya fertilisasi terbaik yaitu sebesar 32 % selanjutnya diikuti oleh perlakuan B yaitu sebesar 24,67%, perlakuan D yaitu sebesar 23,33 %, perlakuan A yaitu sebesar 21% dan perlakuan yaitu sebesar 16,67%

Untuk mengetahui pola hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap daya fertilisasi sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) maka dilakukan uji polinomial orthogonal seperti pada lampiran 1 dan hasil sidik ragam regresi seperti tertera pada Tabel 4 berikut ini setelah dilakukan uji BNT.

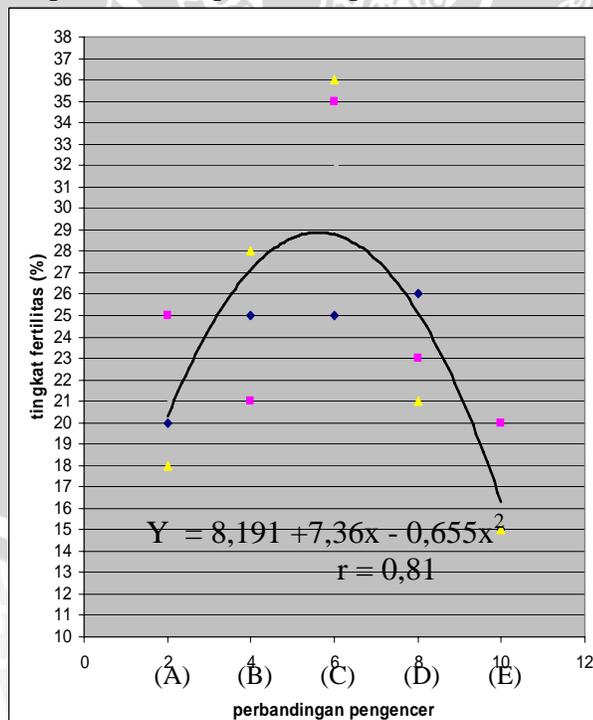
Tabel 4. Hasil sidik ragam regresi untuk mengetahui hubungan antara perbandingan jumlah pengencer terhadap daya fertilisasi sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) beku pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	171,16	-	-	-	-
Linear	1	15,64	15,64	2,302 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	134,071	134,071	19,734 ^{**}		
Kubik	1	0,61	0,61	0,090 ^{ns}		
Kuartik	1	24,18	24,18	3,559 ^{ns}		
Acak	10	67,940	6,79			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata, pola kuadratik lebih sesuai. Hasil perhitungan didapatkan persamaan regresi kuadratnya $Y = 8,191 + 7,36 x_j - 0,655 x_j^2$ dengan nilai tertinggi sebesar 28,86% pada perbandingan 1 : 5,62

Untuk lebih jelasnya hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda pada media dengan daya fertilisasi sperma ikan tawes setelah dibekukan pada tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Grafik hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap daya fertilisasi sperma ikan tawes pasca pencairan

Pada gambar 5 terlihat bahwa dengan semakin tinggi jumlah pengencer yang diberikan mengakibatkan adanya penurunan nilai setelah melalui titik maksimum dan dari kurva di atas didapatkan nilai optimum untuk jumlah pengencer pada perbandingan 1:6 dan mencapai hasil fertilisasinya sebesar 28,861%

Menurut Stoss (1983) dalam Rustidja (2000) bahwa persentase motilitas spermatozoa pasca pencairan berhubungan dengan hasil fertilitasnya. Akan tetapi menurut Harvey dan Hoar (1979) dalam Rustidja (2000) berpendapat bahwa sesungguhnya motilitas spermatozoa tidak menjamin terjadinya pembuahan (fertilisasi), tetapi spermatozoa yang tidak bergerak tidak akan mampu membuahi sel telur. Motilitas spermatozoa yang tinggi akan menghasilkan daya fertilisasi telur yang tinggi pula. Motilitas spermatozoa yang rendah menyebabkan spermatozoa kehilangan daya gerak untuk menembus *microphyl* dan akhirnya kehilangan kemampuan untuk membuahi sel telur. Kematian atau hilangnya kemampuan spermatozoa dalam membuahi sel telur dapat diakibatkan oleh kecacatan. Stoss dan Donaldson (1982) menyatakan bahwa cacat sel ini dalam proses pembekuan lebih tidak berhubungan dengan lama simpan tapi berhubungan dengan transisi pada sel pada suhu batas waktu penggumpalan yaitu sekitar -80°C . pada kisaran ini cacat sel bisa diakibatkan karena cold shock dan osmotik shock.

Proses masuknya spermatozoa ke dalam sel telur melalui *microphyl* hanya berlangsung antara 45 sampai 60 detik, kemudian *microphyl* tertutup. Agar fertilisasi dapat terjadi secara optimum dalam penelitian ini ditambahkan larutan penyubur dengan melarutkan 3 gram urea dan 4 gram NaCl ke dalam satu liter air. Pemberian larutan penyubur ini diberikan 20 persen dari volume telur. Menurut Richter dan Rustidja (1985) dalam Rustidja (2000) bahwa pergerakan spermatozoa dalam larutan penyubur ini dapat berlangsung selama 20 sampai 25 menit.

4.1.2 Perkembangan Telur Ikan Tawes Yang Terfertilisasi Oleh Perlakuan Perbandingan Jumlah Pengencer Pasca Fertilisasi.

Pembuahan atau disebut juga dengan fertilisasi adalah proses bergabungnya inti sperma dengan inti sel telur hingga membentuk zigot. Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat adanya proses fertilisasi atau pembuahan oleh spermatozoa beku dari perlakuan penelitian ini. Gambar telur kontrol pada lampiran 2 ialah telur ikan tawes sebelum dilakukan proses fertilisasi. Setelah dilakukan proses fertilisasi telur diamati di bawah mikroskop pada masing – masing perlakuan dengan waktu 5 atau 10 menit dari proses fertilisasi, lapisan *perivitellin* terlihat dengan jelas. Hal ini berlanjut hingga pada menit ke 10 pertama atau 25 menit dari proses fertilisasi. Dari proses tersebut dapat dilihat bahwa lapisan *perivitellin* semakin melebar dan kuning telur semakin menuju ke kutub animal. Setelah 35 menit pasca fertilisasi telur berkembang hingga membentuk ruang *blastodisc* pada kutub animal. Dari hasil fertilisasi oleh sperma beku perlakuan ini tidak sampai mengalami fase pembelahan sel, akan tetapi tanda dari sperma beku dari perlakuan ini sudah dapat memfertilisasi. Hasil ini diperkuat oleh pendapat Yamamoto (1962) bahwa fase fertilisasi telur dimulai pada 3 menit setelah fertilisasi, Telur terus berkembang akibat rangsangan oleh spermatozoa yang melalui permukaan telur dan masuk dalam *microphyl* dan aktivasi sel spermatozoa dimulai hingga membentuk lapisan *perivitellin*. Lalu fase selanjutnya disebut fase *blastodisc*, berpindah ke arah yang berhubungan satu dengan lainnya ke tengah pada kutub animal. Fase *blastodisc* ini berlangsung pada 30 menit setelah fertilisasi dan *blastodisc* merupakan tempat nantinya *blastomer* melakukan pembelahan. Kemudian dilanjutkan dengan fase morula awal yang berlangsung 4 jam 5 menit atau setelah sel (*blastomer*) mengalami pembelahan hingga menjadi 32 sel.

Hasil fertilisasi oleh perlakuan ini pada 45 menit pasca pembuahan, lapisan kuning telur pecah hingga partikel dari kuning telur tersebut keluar, setelah 10 sampai 25 menit kemudian dilakukan pengamatan kembali peristiwa ini tetap terjadi bahkan partikel-partikel telur tersebut keluar dan tidak beraturan. Pada gambar fertilisasi lampiran 2 ditemukan lapisan blastodisc sudah terlihat jelas akan tetapi kondisi kuning telurnya juga mengalami kerusakan. Dengan demikian dari hasil fertilisasi secara keseluruhan tidak terjadi penetasan pada semua perlakuan sehingga tidak dapat dilakukan analisis perlakuan berkenaan dengan laju penetasan. Kondisi ini diduga disebabkan oleh faktor kualitas telur yang jelek

4.2 Parameter Penunjang

4.2.1 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Sperma Ikan Tawes (*Puntius javanicus*).

Hasil pemeriksaan kualitas sperma segar ikan tawes (*Puntius javanicus*) dapat dilihat pada pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan kualitas sperma segar ikan tawes (*Puntius javanicus*)

NO	Kualitas Sperma Segar Ikan Tawes	Keterangan
1.	Volume	10 ml
2.	Warna	Putih kental
3.	pH	7,4
4.	Konsentrasi	$3,1 \times 10^9$ sel/ml
5.	Motilitas Sperma	75 %
6.	Lama Gerak Spermatozoa	2 - 3 menit
7.	Viabilitas	79,4 %

a. Pengamatan makroskopis

Pengamatan secara makroskopis dapat dilakukan secara langsung tanpa menggunakan alat bantu, antara lain untuk menilai :

➤ Volume

Volume sperma yang tertampung untuk proses pengawetan sperma didapatkan sebanyak 10 ml dari 3 induk ikan tawes yang memiliki berat rata-rata 700-900 gram. Menurut Hardijanto (1994) bahwa jumlah sperma ikan yang dihasilkan tergantung banyak faktor diantaranya, umur, besar tubuh, kondisi ikan. Selain itu besar kecilnya volume semen tergantung pada temperatur dan musim serta banyaknya pakan yang dikonsumsi.

➤ Warna

Dari hasil pengamatan didapatkan warna sperma ikan tawes pada saat penampungan yaitu sperma berwarna putih susu kental dan tidak terdapat warna lain yang menunjukkan adanya kontaminasi sperma dengan urine, feses dan bakteri. Derajat kekeruhannya atau keputih - putihannya sebagian besar tergantung pada konsentrasi sel spermanya. Sedangkan menurut Fujaya (2004), warna cairan sperma ikan mas mewakili ikan air tawar pada umumnya adalah keputih-putihan dengan kekentalan yang tinggi.

➤ pH

Pemeriksaan derajat keasaman (pH) sperma segar dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus. Dari hasil pemeriksaan didapatkan pH sperma segar sebesar 7,4 dan pH sperma sesudah pembekuan 6,4. Tang (2004) mengatakan pada umumnya sperma sangat aktif dan tahan hidup lebih lama pada pH sekitar 7,0 sedangkan untuk motilitas sperma dapat dipertahankan pada pH antara 5-10 Jadi pH yang didapat pada waktu penampungan masih dalam kisaran normal.

b. Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan bantuan mikroskop karena ukuran obyek pengamatan yang sangat kecil, antara lain meliputi :

➤ **Konsentrasi Spermatozoa**

Pada penelitian ini didapatkan konsentrasi sebesar $3,1 \times 10^9$ sel/ml. Akan tetapi jumlah konsentrasi tersebut juga dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya, umur, besar tubuh, kondisi ikan. Selain itu besar kecilnya volume semen tergantung pada temperatur dan musim serta banyaknya pakan yang dikonsumsi (Hardijanto, 1994).

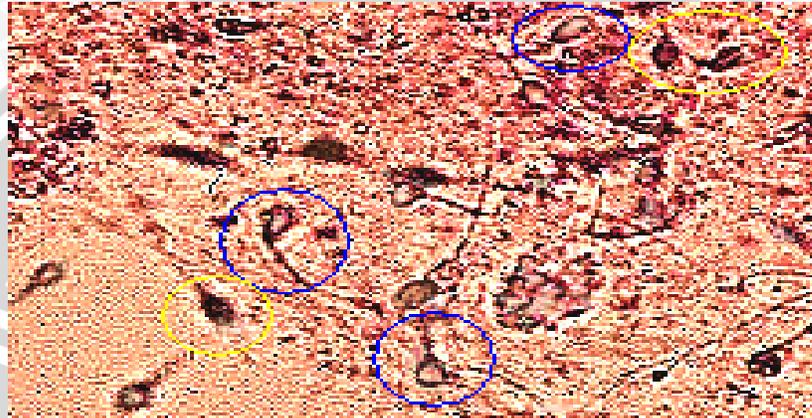
➤ **Lama Gerak Spermatozoa**

Dengan mengamati spermatozoa yang motil (bergerak) dapat dihitung lama pergerakan dari spermatozoa tersebut pasca pencairan akan tetapi dilakukan pemberian air terlebih dahulu lalu penghitungan dimulai bersamaan dengan waktu pemberian air. Dari pengamatan yang dilakukan didapatkan nilai pergerakannya rata-rata sebesar 2-3 menit. Dengan lama gerak tersebut dapat dikatakan bahwa sperma tersebut layak untuk dilakukan pengawetan, karena menurut Fujaya (2004) mengatakan bahwa sebagian besar spermatozoa ikan air tawar dapat motil (bergerak) tidak lebih dari 2-3 menit setelah bersentuhan dengan air.

➤ **Persentase Sperma Hidup (*Viabilitas*)**

Viabilitas adalah daya atau kemampuan hidup dari spermatozoa. Pewarnaan sperma dilakukan untuk mengetahui jumlah sperma yang hidup dan mati untuk mengetahui persentase sperma yang hidup. Selama proses penyimpanan sperma, persentase viabilitas total mengalami penurunan semakin lamanya waktu simpan. Menurut Toelihere (1985), dengan tidak isotonisnya bahan pengencer banyak sperma yang mati, mengakibatkan permeabilitas membran meninggi terutama di daerah pangkal

kepala, sehingga sel spermatozoa akan berwarna merah yang merupakan indikasi penyerapan warna *eosin*. Dari pengamatan sperma segar diketahui bahwa rata-rata sperma yang hidup sebesar 79,4 %. Dengan persentase sperma yang hidup tersebut dapat dikatakan bahwa sperma yang tertampung cukup baik dan layak untuk dilakukan pengawetan.



Gambar 6. Pewarnaan sperma ikan tawes dengan *eosin*

➤ **Motilitas Spermatozoa**

Menurut Toelihere (1981), motilitas adalah daya gerak spermatozoa yang dinilai segera setelah penampungan sperma, yang merupakan kriteria utama dalam penilaian kualitas sperma untuk inseminasi buatan. Pada penelitian ini didapatkan nilai motilitas massa adalah +++ (baik), dimana pergerakannya terlihat berbentuk gelombang besar, banyak, gelap tebal dan aktif. Sedangkan nilai motilitas individu yang didapat adalah 75% karena sperma bergerak progresif dan menghasilkan gerakan massa. Syarat sperma yang baik untuk dilakukan pengenceran minimal motilitas individu sebesar 70 % dengan motilitas massa sebesar +++. Sehingga dari hasil pengamatan tersebut dapat disepakati bahwa sperma tersebut layak diawetkan untuk dijadikan sampel pengamatan. Hasil perlakuan perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas pada hari ke 14

pasca pencairan yang dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini dan untuk melihat perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 6. Data persentase motilitas hari ke 14 pasca pencairan pada masing-masing perlakuan perbandingan jumlah pengencer

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1 : 2	25	30	25	80	26,67
B = 1 : 4	30	35	40	105	35,00
C = 1 : 6	45	40	45	130	43,33
D = 1 : 8	40	30	40	110	36,67
E = 1 : 10	30	30	30	90	30,00
Total	-	-	-	515	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Dari hasil penelitian dari hari ke 14 terlihat bahwa perbandingan pengencer pada perlakuan C yaitu (1:6) memberikan nilai rata-rata motilitas terbaik yaitu sebesar 43,33% dibandingkan dengan perlakuan lain. Perhitungan analisa keragaman / sidik ragam motilitas dari perbandingan jumlah pengencer dengan menggunakan uji keragaman model Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada Lampiran 3 diperoleh bahwa nilai F hitung lebih besar dari F 1% artinya perlakuan ini berpengaruh sangat nyata terhadap motilitas total seperti terlihat pada tabel 7 berikut ini

Tabel 7. Hasil sidik ragam motilitas hari ke 14 pasca pencairan pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	181,15	45,289	8,32**	3,48	5,99
2. Acak	10	54,42	5,44			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan, maka dilakukan pengujian BNT (Beda Nyata Terkecil) seperti yang tertera pada Lampiran 2 dan pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Daftar uji BNT motilitas pada hari ke 14 pasca pencairan pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
A	26,67	a
E	30,00	ab
B	35,00	b
D	36,67	bc
C	43,33	bc

Keterangan : notasi sama = tidak berbeda
notasi berbeda = berbeda nyata

Dari daftar BNT tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan C yaitu (1:6) memberikan hasil motilitas terbaik sebesar 43,33 %

Untuk mengetahui pola hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap motilitas total sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) maka dilakukan uji polynomial dan hasil perhitungan sidik ragam regresi dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

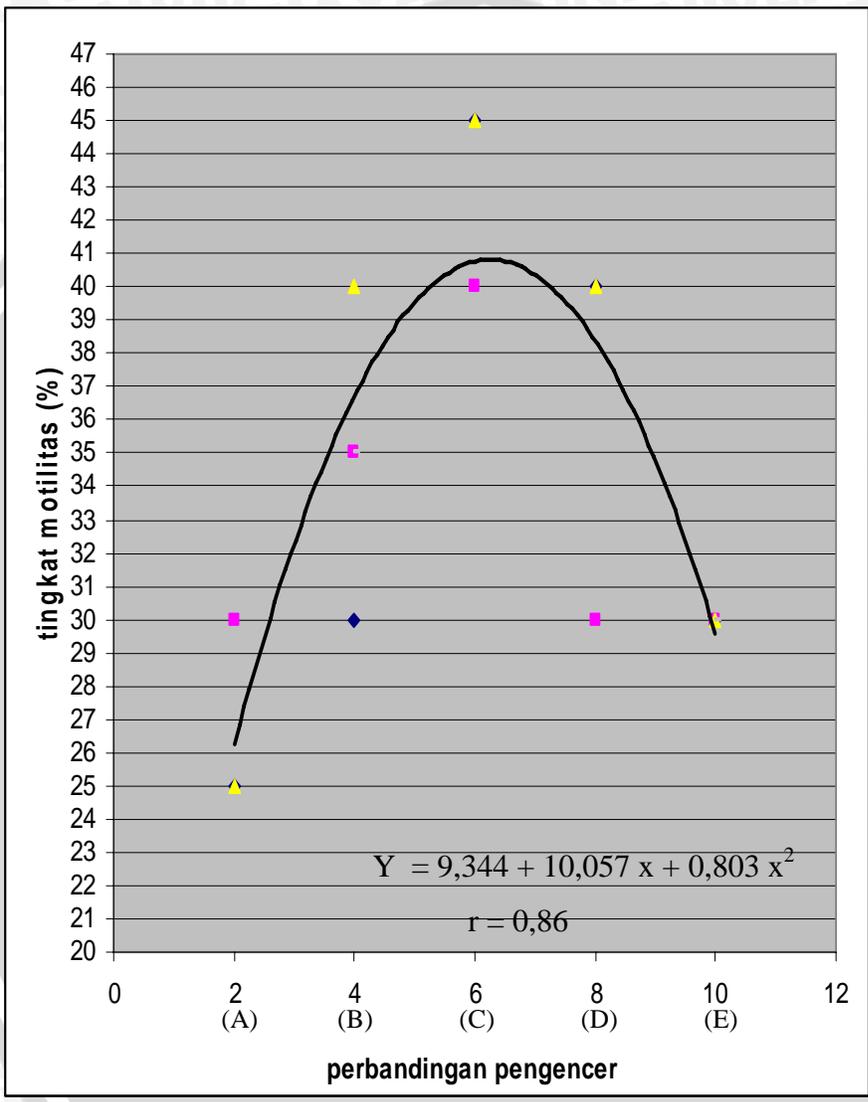
Tabel 9. Hasil sidik ragam regresi untuk mengetahui hubungan antara perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) beku pada hari ke 14 pasca pencairan.

Ragam	dB	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	181,154	-	-	-	-
Linear	1	8,32	8,32	1,53 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	159,55	159,55	29,32 ^{**}		
Kubik	1	0,008	0,008	0,001 ^{ns}		
Kuartik	1	13,27	13,27	2,44 ^{ns}		
Acak	10	54,42	5,44			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata, pola kuadratik lebih sesuai. Hasil perhitungan didapatkan persamaan regresi kuadratnya $Y = 9,344 + 10,057x - 0,803 x^2$ dengan nilai tertinggi sebesar 40,83% pada perbandingan 1 : 6,26

Untuk lebih jelasnya hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda dengan tingkat motilitas sperma ikan tawes setelah dibekukan pada tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Grafik hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap tingkat motilitas sperma ikan tawes hari ke 14 pasca pencairan

Hasil perlakuan perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas pada hari ke 28 pasca pencairan yang dapat dilihat pada Tabel 10 berikut ini dan untuk melihat perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 10. Data persentase motilitas hari ke 28 pasca pencairan pada masing - masing perlakuan perbandingan jumlah pengencer

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	20	20	20	60	20,00
B = 1:4	30	25	30	85	28,33
C = 1:6	30	35	40	105	35,00
D = 1:8	30	25	35	90	30,00
E = 1:10	20	25	20	65	21,67
Total	-	-	-	405	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Dari hasil penelitian dari hari ke 28 terlihat bahwa perbandingan pengencer pada perlakuan C yaitu (1:6) memberikan nilai rata-rata motilitas terbaik yaitu sebesar 35,00% dibandingkan dengan perlakuan lain. Perhitungan analisa keragaman / sidik ragam motilitas dari perbandingan jumlah pengencer dengan menggunakan uji keragaman model Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada Lampiran 4 diperoleh bahwa nilai F hitung lebih besar dari F 1% artinya perlakuan ini berpengaruh sangat nyata terhadap motilitas total seperti terlihat pada tabel 11 berikut ini

Tabel 11. Hasil sidik ragam motilitas hari ke 28 pasca pencairan pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	191,45	47,86	9,11 ^{**}	3,48	5,99
2. Acak	10	52,54	5,25			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan, maka dilakukan pengujian BNT (Beda Nyata Terkecil) seperti yang tertera pada Lampiran 4 dan pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Daftar uji BNT motilitas pada hari ke 28 pasca pencairan pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
A	20,00	a
E	21,67	a
B	28,33	b
D	30,00	b
C	35,00	b

Keterangan : notasi sama = tidak berbeda
notasi berbeda = berbeda nyata

Dari daftar BNT tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan C yaitu (1:6) memberikan hasil motilitas terbaik sebesar 35,00 %

Untuk mengetahui pola hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap motilitas total sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) maka dilakukan uji polynomial dan hasil perhitungan sidik ragam regresi dapat dilihat pada Tabel 13 berikut ini.

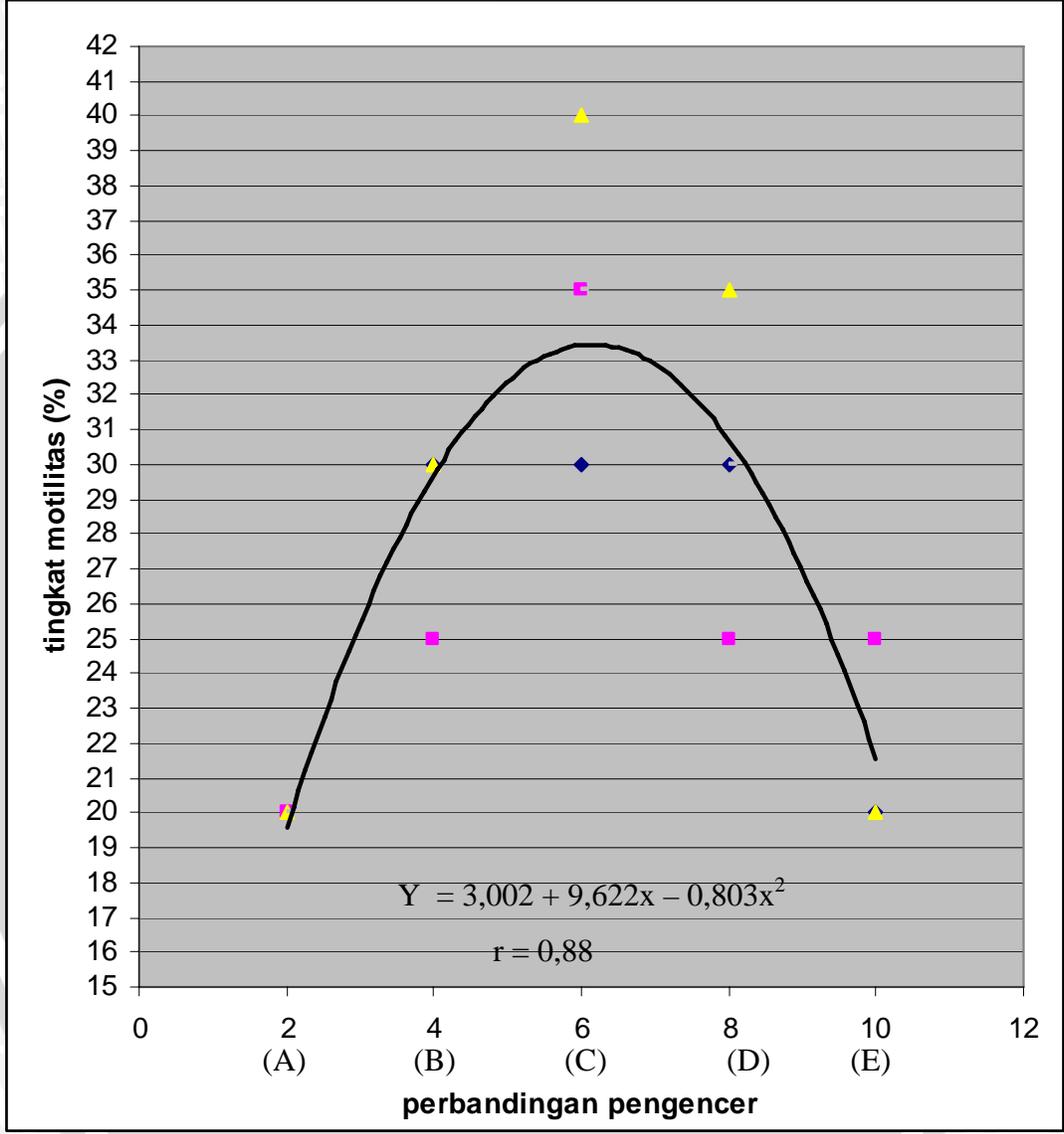
Tabel 13. Hasil sidik ragam regresi untuk mengetahui hubungan antara perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) beku pada hari ke 28 pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	191,45	-	-	-	-
Linear	1	3,298	3,298	0,63 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	183,21	183,21	34,87 ^{**}		
Kubik	1	0,24	0,24	0,045 ^{ns}		
Kuartik	1	4,71	4,71	0,897 ^{ns}		
Acak	10	52,54	5,25			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**)= Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata, pola kuadratik lebih sesuai. Hasil perhitungan didapatkan persamaan regresi kuadratnya $Y = 3,002 + 9,892x - 0,803 x^2$ dengan nilai tertinggi sebesar 33,47% pada perbandingan 1 : 6,16

Untuk lebih jelasnya hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda dengan tingkat motilitas sperma ikan tawes setelah dibekukan pada tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 8. Grafik hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap tingkat motilitas sperma ikan tawes hari ke 28 pasca pencairan

Hasil perlakuan perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas pada hari ke 42 pasca pencairan yang dapat dilihat pada Tabel 14 berikut ini dan untuk melihat perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5

Tabel 14. Data persentase motilitas hari ke 42 pasca pencairan pada masing - masing perlakuan perbandingan jumlah pengencer

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	15	10	10	35	11,67
B = 1:4	25	15	10	50	16,67
C = 1:6	20	25	25	70	23,33
D = 1:8	15	10	15	40	13,33
E = 1:10	10	10	5	25	8,33
Total	-	-	-	220	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Dari hasil penelitian dari hari ke 42 terlihat bahwa perbandingan pengencer pada perlakuan C yaitu (1:6) memberikan nilai rata-rata motilitas terbaik yaitu sebesar 28,33% dibandingkan dengan perlakuan lain. Perhitungan analisa keragaman / sidik ragam motilitas dari perbandingan jumlah pengencer dengan menggunakan uji keragaman model Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada Lampiran 5 diperoleh bahwa nilai F hitung lebih besar dari F 1% artinya perlakuan ini berpengaruh sangat nyata terhadap motilitas total seperti terlihat pada tabel 15 berikut ini

Tabel 15. Hasil sidik ragam motilitas hari ke 42 pasca pencairan pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	252,34	63,09	5,18*	3,48	5,99
2. Acak	10	121,76	12,18			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan, maka dilakukan pengujian BNT (Beda Nyata Terkecil) seperti yang tertera pada Lampiran 5 dan pada Tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Daftar uji BNT motilitas pada hari ke 42 pasca pencairan pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
E	8,33	a
A	11,67	ab
D	13,33	ab
B	16,67	bc
C	23,33	c

Keterangan : notasi sama = tidak berbeda
notasi berbeda = berbeda nyata

Dari daftar BNT tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan C yaitu (1:6) memberikan hasil motilitas terbaik sebesar 23,33 %

Untuk mengetahui pola hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap motilitas total sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) maka dilakukan uji polynomial dan hasil perhitungan sidik ragam regresi dapat dilihat pada Tabel 17 berikut ini.

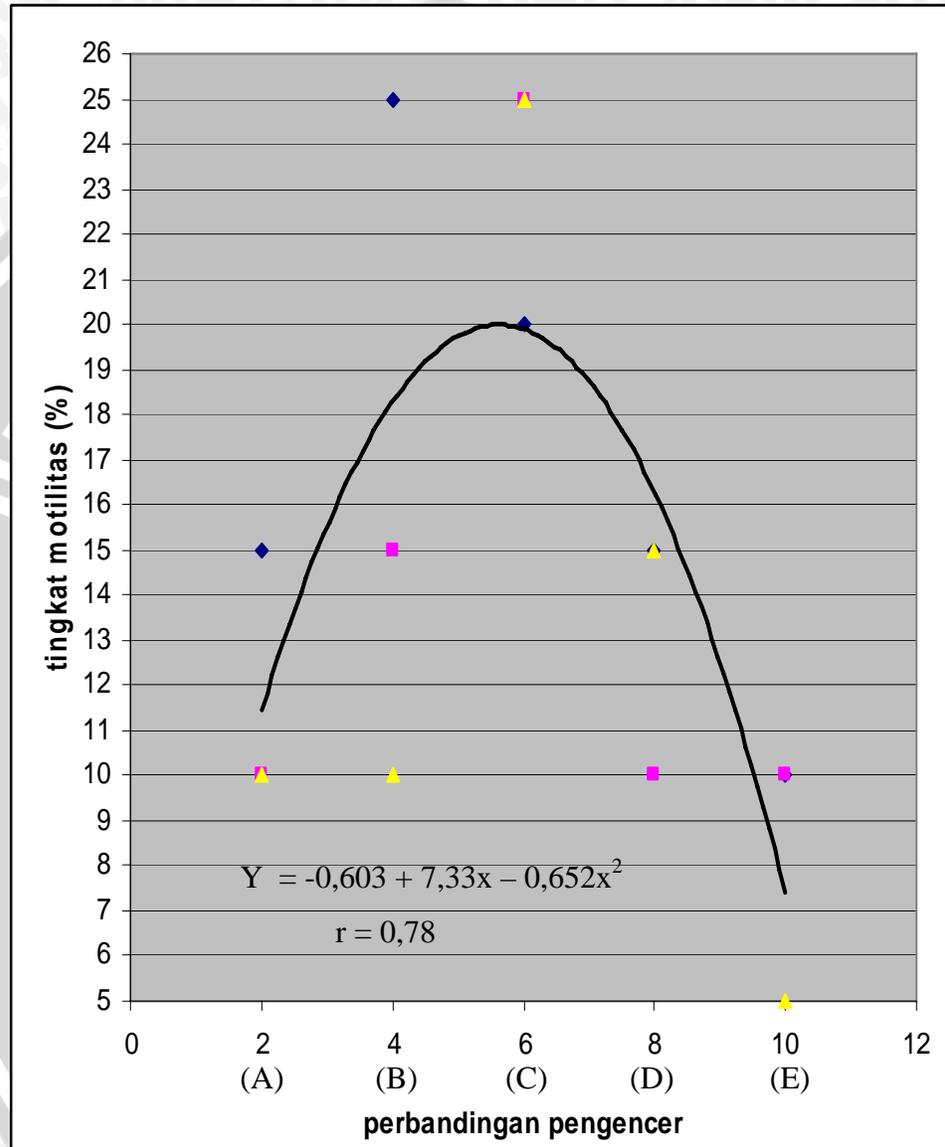
Tabel 17. Hasil sidik ragam regresi untuk mengetahui hubungan antara perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) beku pada hari ke 42 pasca pencairan

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	252,345	-	-	-	-
Linear	1	24,21	24,21	1,99 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	190,68	190,68	15,66 ^{**}		
Kubik	1	0,69	0,69	0,06 ^{ns}		
Kuartik	1	36,77	36,77	3,02 ^{ns}		
Acak	10	121,76	12,176			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata, pola kuadratik lebih sesuai. Hasil perhitungan didapatkan persamaan regresi kuadratknya $Y = -0,603 + 7,33x - 0,652 x^2$ dengan nilai tertinggi sebesar 20,00% pada perbandingan 1 : 5,62.

Untuk lebih jelasnya hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda dengan tingkat motilitas sperma ikan tawes setelah dibekukan pada tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 9. Grafik hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap tingkat motilitas sperma ikan tawes hari ke 42 pasca pencairan

Hasil perlakuan perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas pada hari ke 56 pasca pencairan yang dapat dilihat pada Tabel 18 berikut ini dan untuk melihat perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 18. Data persentase motilitas hari ke 56 pasca pencairan pada masing - masing perlakuan perbandingan jumlah pengencer

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	10	10	5	25	8,33
B = 1:4	20	10	10	40	13,33
C = 1:6	15	20	20	55	18,33
D = 1:8	10	10	15	35	11,67
E = 1:10	5	5	5	15	5,00
Total	-	-	-	170	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Dari hasil penelitian dari hari ke 56 terlihat bahwa perbandingan pengencer pada perlakuan C yaitu (1:6) memberikan nilai rata-rata motilitas terbaik yaitu sebesar 18,33% dibandingkan dengan perlakuan lain. Perhitungan analisa keragaman / sidik ragam motilitas dari perbandingan jumlah pengencer dengan menggunakan uji keragaman model Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada Lampiran 6 diperoleh bahwa nilai F hitung lebih besar dari F 1% artinya perlakuan ini berpengaruh sangat nyata terhadap motilitas total seperti terlihat pada tabel 19 berikut ini

Tabel 19. Hasil sidik ragam motilitas hari ke 56 dari perbandingan jumlah pengencer yang berbeda pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	263,13	65,78	7,61**	3,48	5,99
2. Acak	10	86,45	8,64			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan, maka dilakukan pengujian BNT (Beda Nyata Terkecil) seperti yang tertera pada Lampiran 6 dan pada Tabel 20 berikut ini.

Tabel 20. Daftar uji BNT motilitas pada hari ke 56 pasca pencairan.pada perbandingan jumlah pengencer yang berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
E	5,00	a
A	8,33	ab
D	11,67	b
B	13,33	bc
C	18,33	c

Keterangan : notasi sama = tidak berbeda
notasi berbeda = berbeda nyata

Dari daftar BNT tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan C (1:6) memberikan hasil motilitas terbaik sebesar 18,33 %

Untuk mengetahui pola hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap motilitas total sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) maka dilakukan uji polynomial orthogonal seperti pada lampiran 6. Hasil perhitungan sidik ragam regresi dapat dilihat. pada Tabel 21 berikut ini.

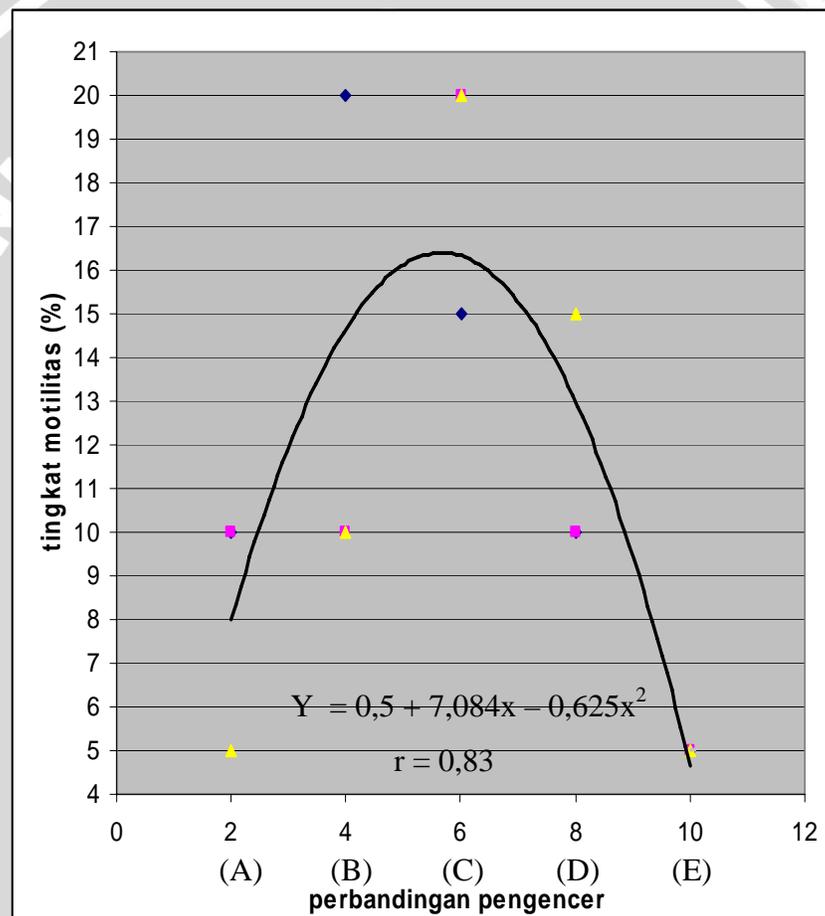
Tabel 21. Hasil sidik ragam regresi untuk mengetahui hubungan antara perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) beku pada hari ke 56 pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	263,128	-	-	-	-
Linear	1	22,20	22,20	2,57 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	227,78	227,78	26,35 ^{**}		
Kubik	1	0,40	0,40	0,05 ^{ns}		
Kuartik	1	12,74	12,74	1,47 ^{ns}		
Acak	10	86,45	8,64			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (***) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata, pola kuadratik lebih sesuai. Hasil perhitungan didapatkan persamaan regresi kuadratiknya $Y = 3,668 + 7,084x - 0,625 x^2$ dengan nilai tertinggi sebesar 16,41% pada perbandingan 1 : 5,67

Untuk lebih jelasnya hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda dengan tingkat motilitas sperma ikan tawes setelah dibekukan pada tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 10. Grafik hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap tingkat motilitas sperma ikan tawes hari ke 56 pasca pencairan

Hasil perlakuan perbandingan jumlah pengencer terhadap rata – rata motilitas pasca pencairan yang dapat dilihat pada Tabel 22 berikut ini dan untuk melihat perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 22. Data rata-rata persentase motilitas total pada masing - masing perlakuan perbandingan jumlah pengencer pasca pencairan.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	17,5	17,5	15	50,00	16,667
B	26,25	21,25	22,5	70,00	23,333
C	27,5	30,00	32,5	90,00	30,000
D	23,75	18,75	26,25	68,75	22,917
E	16,25	17,5	15	48,75	16,250
Total	-	-	-	327,50	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa perbandingan pengencer pada perlakuan C (1:6) memberikan nilai rata-rata motilitas terbaik yaitu sebesar 30,00 % dibandingkan dengan perlakuan lain. Perhitungan analisa keragaman / sidik ragam motilitas dari perbandingan jumlah pengencer dengan menggunakan uji keragaman model Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada Lampiran 7. maka diperoleh bahwa nilai F hitung lebih besar dari F 1% artinya perlakuan ini berpengaruh sangat nyata terhadap motilitas total seperti terlihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil sidik ragam rata - rata motilitas total dari perbandingan jumlah pengencer yang berbeda pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	182,71	45,68	15,59**	3,48	5,99
2. Acak	10	29,30	2,93			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan, maka dilakukan pengujian BNT (Beda Nyata Terkecil) seperti yang tertera pada Tabel 24 berikut ini.

Tabel 24. Daftar uji BNT motilitas total dari perbandingan jumlah pengencer yang berbeda pasca pencairan.

Perlakuan	Rerata	Notasi
E	16,25	a
A	16,67	a
D	22,92	b
B	23,33	b
C	30,00	c

Keterangan : notasi sama = tidak berbeda
notasi berbeda = berbeda sangat nyata

Dari daftar BNT tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan C yaitu (1:6) memberikan hasil motilitas terbaik sebesar 30 %.

Untuk mengetahui pola hubungan antara perbandingan jumlah pengencer yang berbeda terhadap motilitas total sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) maka dilakukan uji polynomial orthogonal seperti pada lampiran 7. Hasil perhitungan sidik ragam regresi dapat dilihat. pada Tabel 25 berikut ini.

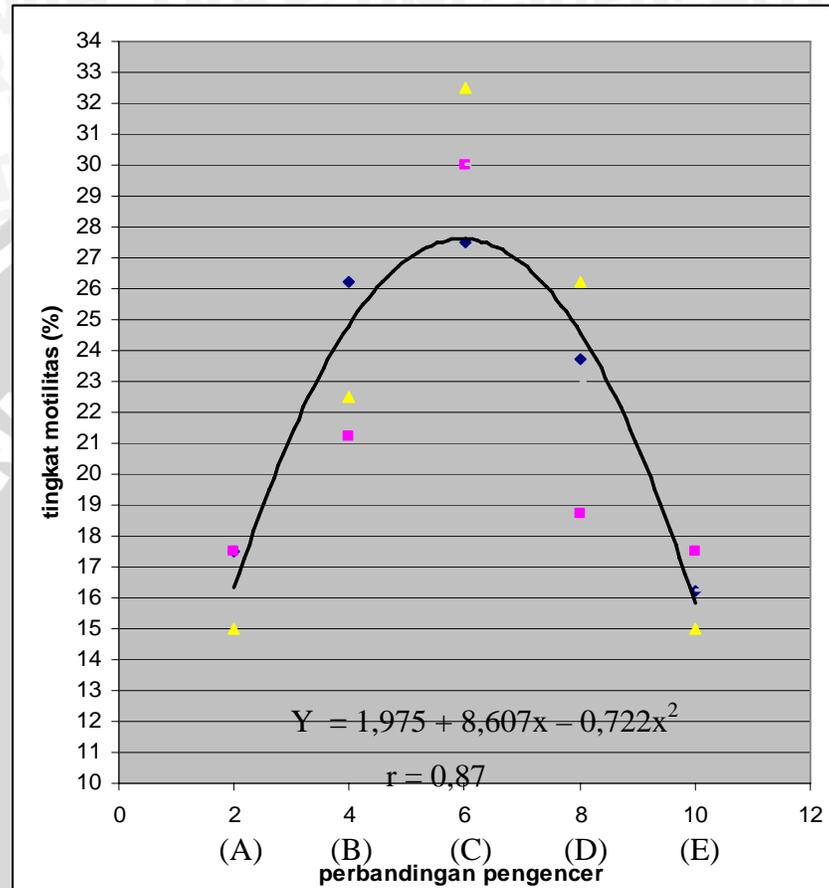
Tabel 25. Hasil sidik ragam regresi untuk mengetahui hubungan antara perbandingan jumlah pengencer terhadap motilitas total sperma ikan tawes (*Puntius javanicus*) beku pasca pencairan.

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	182,709	-	-	-	-
Linear	1	0,27	0,27	0,09 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	169,44	169,44	57,83 ^{**}		
Kubik	1	0,03	0,03	0,01 ^{ns}		
Kuartik	1	12,96	12,96	4,42 ^{ns}		
Acak	10	29,30	2,93			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata, pola kuadratik lebih sesuai. Hasil perhitungannya didapatkan persamaan regresi kuadratiknya $Y = 1,975 + 8,607x_j - 0,722x_j^2$ dengan nilai tertinggi sebesar 27,63 didapatkan pada perbandingan 1: 5,96.

Untuk lebih jelasnya hubungan antara perlakuan perbandingan jumlah pengencer yang berbeda dengan tingkat motilitas sperma ikan tawes setelah dibekukan pada tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 11. Hubungan antara perbandingan jumlah pengencer pada media terhadap motilitas total rata-rata sperma ikan tawes pasca pencairan

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa dengan semakin tinggi perbandingan jumlah pengencer yang diberikan mengakibatkan penurunan nilai setelah melalui titik maksimum dan dari kurva di atas didapatkan nilai tertinggi untuk perbandingan jumlah pengencer 1: 6 dan rata-rata motilitasnya mencapai hasil sebesar 27,627. Hal ini diduga bahwa perbandingan antara sperma dengan pengencer yang terlalu tinggi sehingga mengakibatkan penurunan integritas membran, dan menyebabkan tidak stabilnya keseimbangan air di dalam sel spermatozoa.

Hasil persamaan regresi motilitas pada hari ke 14 sampai 56 dan rata – rata total dapat dilihat pada tabel 26 berikut ini

Tabel 26. Persamaan regresi kuadratik hari ke 14 sampai hari ke 56 dan rata – rata motilitas total

Motilitas hari ke	Persamaan Regresi Kuadratik	Nilai tertinggi	Perbandingan nilai terbaik
14	$Y = 9,344 + 10,057x - 0,803x^2$ $r = 0,86$	40,83	1 : 6,26
28	$Y = 3,002 + 9,892x - 0,803x^2$ $r = 0,88$	33,47	1 : 6,16
42	$Y = - 0,603 + 7,33x - 0,652x^2$ $r = 0,78$	20	1 : 5,62
56	$Y = - 3,668 + 7,084x - 0,625x^2$ $r = 0,83$	16,41	1 : 5,67
Rata motilitas total	$Y = 1,975 + 8,607x - 0,722x^2$ $r = 0,87$	27,63	1 : 5,96

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa lama penyimpanan sperma ternyata sangat berpengaruh terhadap motilitas dari spermatozoa. Semakin lama waktu penyimpanan sperma maka motilitas semakin menurun.

Penurunan motilitas individu spermatozoa ini diduga diakibatkan oleh proses pembekuan yang menyebabkan perubahan fisik dan kimia terhadap membran sel yang bersifat *irreversible*, terutama pada proses pembekuan dan pencairan kembali spermatozoa. Pengaruh *coldshock* terhadap sel yang dibekukan akan terjadi perubahan - perubahan intraseluler akibat pengeluaran air yang bersamaan dengan pembentukan kristal-kristal es pada media di luar spermatozoa sehingga menimbulkan keadaan hipertonis yang menyebabkan keluarnya cairan sel dan terjadi dihidrasi. Dikatakan oleh Stoss dan Donaldson *dalam* Rustidja (2000), bahwa ada enam variabel yang sangat berpengaruh terhadap proses pembekuan sperma ikan yaitu ; *pre-freezing, freezing, storage, thawing, post- thawing* dan *inseminasi*.

Menurut Harvey *dalam* Rustidja (2000), menyatakan bahwa pada awal proses pembekuan akan terjadi proses perubahan dari suhu tubuh menuju 0 °C. Pada saat ini spermatozoa akan mengalami kejutan dingin yang pertama, kemudian pada suhu -15 °C spermatozoa yang akan dibekukan akan mengalami dehidrasi yaitu pengeluaran sebagian cairan dari tubuh spermatozoa seperti dimasukkan ke dalam air asin sehingga dapat merusak membran sel. *Coldshock* dapat dikurangi dengan memperlambat proses pendinginan dan memberikan substansi seperti kuning telur.

4.2.2 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor pembatas di dalam budidaya ikan. Kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi oksigen terlarut, suhu, pH dan amonia. Secara keseluruhan nilai kualitas air masih berada pada kisaran yang mendukung bagi kehidupan ikan tawes kecuali kadar amonia. Kadar amonia selama penelitian didapatkan berkisar antara 0,16 sampai 0,21 ppm. Dalam kondisi seperti ini sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini diduga menjadi salah satu faktor gagalnya dari perlakuan yang berkenaan dengan laju penetasan. Degani *et al* (1985) *dalam* Herianti (2005) menyatakan bahwa konsentrasi amonia antara 1,0-2,0 mg/liter tidak menurunkan laju pertumbuhan ikan budidaya selama pH berkisar antara 6,8-7,9. Untuk lebih jelasnya, hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 27 berikut ini

Tabel 27. Nilai DO, Suhu, pH dan amonia selama penelitian

Parameter	Hasil	Normal	Pustaka
DO (ppm)	6,87-7,20	Min. 3	Rochdianto (2002) <i>dalam</i> Widodo (2006).
Suhu (°C)	28-30	25-30	Sutisna dan Sutarmanto (1995) <i>dalam</i> Widodo (2006).
pH	6,06-7,37	7-8,5	Cahyono (2000).
Amonia	0,16-0,21	< 0,1	Cahyono (2000).



5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tentang “Pengaruh konsentrasi ekstender yang berbeda dalam penyimpanan sperma beku terhadap fertilisasi ikan tawes (*Puntius javanicus*)” dapat disimpulkan sebagai berikut:

- ❖ Perbandingan antara sperma dan pengencer yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap fertilitas dengan bentuk hubungan berpola kuadratik dengan persamaan $Y = 8,191 + 7,36x - 0,655x^2$ dengan fertilitas tertinggi 28,86 % pada perbandingan 1 : 5,62
- ❖ Perbandingan antara sperma dan pengencer yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap motilitas sperma pada hari ke 14 ; ke 28 ; ke 42 dan 56 pasca pencairan dengan motilitas tertinggi pada perbandingan 1 : 5,62 sampai 1 : 6,26
- ❖ Dari hasil pengamatan motilitas ternyata lama penyimpanan berpengaruh terhadap motilitas spermatozoa. Semakin lama waktu penyimpanan sperma maka motilitas semakin menurun yaitu 40,83% pada hari ke 14 dan 16,41% pada hari ke 56
- ❖ Hasil fertilisasi pada semua perlakuan ternyata tidak terjadi penetasan, kemungkinan hal ini disebabkan oleh kualitas telur yang jelek
- ❖ Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian masih berada dalam kisaran normal kecuali kadar amonia. yaitu: DO sebesar 6,87-7,20 ppm ; suhu sebesar 28-30°C ; pH sebesar 6,06-7,37 dan amonia sebesar 0,16-0,21 ppm.

5.2 Saran

- ❖ Untuk menghasilkan fertilitas dan motilitas yang maksimal memfertilisasi sebaiknya digunakan ekstender dengan perbandingan 1 : 6
- ❖ Perlu diperhatikan faktor teknis penyimpanan sperma beku agar mendapatkan motilitas yang tinggi dari proses pembekuan yang akan berpengaruh terhadap fertilisasinya.
- ❖ Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh lama waktu penyimpanan sperma beku yang berbeda terhadap daya fertilisasinya.



DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 2006 Molecular Structure. www.yahoo.com.

_____, 2006 a. Pembenuhan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*, blkr) www.indonet.com.

_____, 2006 b. The Spermatozoa. www.Embriology.com.

Billard, R. 1982. *On Some Patterns Of Reproductive Physiology In Male Teleost Fish. Proceeding of The International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wagenigen, Netherland. 95-112pp*

Cahyono, B. 2000. **Budidaya Ikan Air Tawar**. Kanisius. Yogyakarta. 113 hal

Fujaya, Y. 2004. **Fisiologi Ikan**. Rineka Cipta. Jakarta. 179 hal

Hafez, E.S.E. 2000. *Reproduction Information 7th*. Lea and Febiger. Philadelphia, United State of America. pp. 3 - 173.

Hardjopranjoto. 1995. **Ilmu Kemajiran Pada Ternak**. Airlangga University Press. Surabaya. 65 hal

Harvey, B. J. And W. S. Hoar, 1979. **The Theory And Practice Of Induced Breeding In Fish**. IDRC-2le, Ottawa. 1-48 hal.

Herianti I. 2005. **Rekayasa Lingkungan Untuk Memacu Perkembangan Ovarium Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*)**. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia No. 37 : 25-41

Hoar, W.S. 1969. **Reproduction in fish Physiology**. W.S. Hoar and D.J. Randall (Eds.) Fish Physiology Volume III. NY Acad Press. 466 pp

Lagler, K.F. 1972. **Freshwater Fishery Biology**. WMC. Brow Co. Publ. USA. 506 pp

Maisura, Irma. 2004. **Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Tetasan Telur dan Kelulushidupan Larva Ikan Maanvis (*Pterophyllum scalare*)**. Skripsi (tidak di publikasikan) Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. 63 hal

Nurman. 1995. **Pengaruh Kombinasi Penyuntikan Ovaprim dan PGF₂ α Terhadap Kualitas Spermatozoa Ikan Lele Dumbo (*Clarias garepinus* Burchell)**. Tesis Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 67 hal

- Plouidy, M. G. dan Billard R. 1982. **The Chemical Composition of Companion Fluids of The Gametes in The Common Carp (*Cyprinu carpio L.*)**. *Proceeding of The International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Centre for Agricultural Publishing and Documentation*. Wagenigen, Netherland. p 134
- Richter, C.J.J. and Rustidja. 1988. **Pengantar Ilmu Reproduksi Ikan**. Fakultas Perikanan. Brawijaya. Malang. 86 hal
- Rustidja. 2000. **Prospek Pembekuan Ikan**. Fakultas Perikanan Brawijaya. Malang. 68 hal
- Saanin,H. 1984. **Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan**. Binacipta. Bandung. 256 hal
- Salisbury, G.W. and N.L. Van Demark. 1985. **Fisiologi dan Inseminasi Buatan pada Sapi**. Fakultas Peternakan Universitas Jendral Sudirman. Gajahmada *University Press*. 868 hal
- Silfianansyah, Helmi. 2005. **Pengaruh Penambahan Fruktosa Dengan Dosis Yang Berbeda Dalam Pengencer Ringer Laktat Terhadap Kualitas Semen Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) Yang Disimpan Pada Suhu 5⁰C**. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas. Brawijaya. Malang. Tidak Dipublikasikan. 65 hal
- Stoss, J. and E.M. Donaldson. 1982. **Preservation of Fish Gametes**. *Proceeding of The International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Centre for Agricultural Publishing and Documentation*. Wagenigen, Netherland. 201-231 hal
- Sumantadinata, K., 1981. **Pengembangbiakan Ikan-Ikan Peliharaan di Indonesia**. Sastra Hudaya, Jakarta. 105 hal
- Suhaili, A., 1986. **Pemeliharaan Dalam Ikan Karamba**. PT. Gramedia. Jakarta.
- Tang, M.U., dan Affandi R.2001. **Biologi Reproduksi Ikan**. P2KP2 UNRI. Riau. 165 hal
- Toelihere, M. S. 1981. **Inseminasi Buatan pada Ternak**. Angkasa. Bandung. 292 hal.
- Widodo, M. S., 2006. **Pengaruh Dosis dan Latency Time Penyuntikan Ovaprim Terhadap Daya Tetas Ikan Tawes (*Puntius javanicus*)**. Jurnal Penelitian Perikanan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang No.1 : 58-63

Wulandari, Widya. 2004. **Lama Hidup Spermatozoa Kambing Peranakan Ettawa Pada Beberapa Kadar Glukosa Dalam Pengencer Larutan Ringer – Kuning Telur Yang Disimpan Pada Suhu 5°C.** Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. Tidak Dipublikasikan. 58 hal

Yamamoto, T., 1962 **Mechanism Of Breakdown Of Cortical Alveoli During Fertilization In The Medaka Fish, *Oryzias latipes*.** *Embryologia*. Di akses tanggal 12 juli 2006 pukul 23.30 WIB.

Yitnosumarto, S., 1993. **Percobaan Perancangan, Analisis, Dan Interpretasinya.** PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 48 hal

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Telur Terfertilisasi Pasca Pencairan.

Tabel Data Fertilisasi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	20	25	18	63,00	21,00
B = 1:4	25	21	28	74,00	24,67
C = 1:6	25	35	36	96,00	32,00
D = 1:8	26	23	21	70,00	23,33
E = 1:10	15	20	15	50,00	16,67
Total	-	-	-	353,00	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Tabel Data Fertilisasi dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	26,57	30	25,1	81,67	27,223
B = 1:4	30	27,27	31,94	89,21	29,737
C = 1:6	30	36,27	36,87	103,14	34,380
D = 1:8	30,66	28,66	27,27	86,59	28,863
E = 1:10	22,79	26,57	22,79	72,15	24,050
Total	-	-	-	432,76	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Perhitungan Jumlah Kuadrat

$$\text{Faktor koreksi} = 432,76^2 / 15$$

$$= 12485,415$$

$$\text{JK Total} = [(26,57)^2 + (30)^2 + \dots + (22,79)^2] - 12485,415$$

$$= 239,104$$

$$\text{JK Perlakuan} = \{(81,67^2 + 89,21^2 + 103,14^2 + 86,59^2 + 72,15^2) / 3\} - 12485,415$$

$$= 171,160$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 239,104 - 171,160$$

$$= 67,94$$

Tabel Sidik Ragam

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	171,160	42,790	6,298**	3,48	5,99
2. Acak	10	67,944	6,794			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{acak}}{3}} = \sqrt{\frac{2.15,4}{3}} = 2,128$$

$$BNT 5\% = 2,228 \times 2,128 = 4,742$$

$$BNT 1\% = 3,169 \times 2,128 = 6,745$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan	E = 24,05	A = 27,22	D = 28,86	B = 29,74	C = 34,38	Notasi
E = 24,05	-	-	-	-	-	a
A = 27,22	3,170 ^{ns}	-	-	-	-	ab
D = 28,86	4,810*	1,640 ^{ns}	-	-	-	b
B = 29,74	5,690*	2,520 ^{ns}	0,880 ^{ns}	-	-	bc
C = 34,38	10,330**	7,160**	5,520*	4,64 ^{ns}	-	c

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Data	Pembanding (Ci)			
	(Ti)	Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A = 1:2	81,67	-2	2	-1	1
B = 1:4	89,21	-1	-1	2	-4
C = 1:6	103,44	0	-2	0	6
D = 1:8	86,59	1	-1	-2	-4
E = 1:10	72,15	2	2	1	1
Q = $\sum (Ci Ti)$		-21,66	-75,04	-4,28	71,26
Kr = $\sum (Ci^2)r$		30	42	30	210
JK = Q ² /Kr		15,639	134,071	0,611	24,181

Tabel Sidik Ragam Regresi

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	171,16	-	-	-	-
Linear	1	15,64	15,64	2,302 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	134,071	134,071	19,734 ^{**}		
Kubik	1	0,61	0,61	0,090 ^{ns}		
Kuartik	1	24,18	24,18	3,559 ^{ns}		
Acak	10	67,940	6,79			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (**), sedangkan regresi lainnya tidak berbeda nyata (ns) maka regresi yang cocok adalah regresi kuadratik

$$R^2 \text{ Kuadratik} = 134,071 / (134,071 + 67,940)$$

$$R^2 = 0,66$$

$$r = 0,81$$

Regresi kuadratik lebih sesuai untuk dijadikan kurva respon untuk mencari persamaan kuadratik $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ digunakan transformasi :

$$U_j = \frac{x - \bar{x}}{d} \quad d = 2$$

$$\bar{x} = \frac{2 + 4 + 6 + 8 + 10}{5} = 6 \text{ sehingga transformasinya adalah } u_j = \frac{x - 6}{2}$$

untuk :

$$x = 2, \text{ maka } u_j = \frac{2 - 6}{2} = -2$$

$$x = 4, \text{ maka } u_j = \frac{4 - 6}{2} = -1$$

$$x = 6, \text{ maka } u_j = \frac{6 - 6}{2} = 0$$

$$x = 8, \text{ maka } u_j = \frac{8 - 6}{2} = 1$$

$$x = 10, \text{ maka } u_j = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

x_j	2	4	6	8	10	$\sum x_j = 30$
u_j	-2	-1	0	1	2	$\sum u_j = 0$
u_j^2	4	1	0	1	4	$\sum u_j^2 = 10$
u_j^4	16	1	0	1	16	$\sum u_j^4 = 34$
y_{ij}	63	74	96	70	50	$\sum y_{ij} = 353$
$u_j y_{ij}$	-126	-74	0	70	100	$\sum u_j y_{ij} = -30$
$u_j^2 y_{ij}$	252	74	0	70	200	$\sum u_j^2 y_{ij} = 596$

- $\sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $-30 = b_1 \cdot 3 \cdot 10$
 $b_1 = -1$
- $\sum y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $353 = b_0 \cdot 15 + 30 b_2 \dots\dots\dots(1)$
- $\sum u_j^2 y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum u_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^4$
 $596 = b_0 \cdot 30 + 102 \cdot b_2 \dots\dots\dots(2)$
- $15 b_0 + 30 b_2 = 353 \parallel 2x \parallel 30 b_0 + 60 b_2 = 706$
 $30 b_0 + 102 b_2 = 596 \parallel 1x \parallel 30 b_0 + 102 b_2 = 596$
 $\hline -42 b_2 = 110$
 $b_2 = -2,62$
- $15 b_0 + 30 \cdot (-2,62) = 353$
 $15 b_0 + (-78,57) = 353$
 $15 b_0 = 353 + 78,57$
 $b_0 = 28,771$

Setelah itu nilai b_0 , b_1 dan b_2 di substitusikan ke dalam rumus umum yaitu :

$$Y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$$

$$Y = 28,771 - 1 \left(\frac{x-6}{2} \right) - 2,62 \left(\frac{x-6}{2} \right)^2$$

$$Y = 28,771 - 0,5x + 3 - 0,655x^2 + 7,86x - 23,58$$

$$Y = 8,191 + 7,36 x - 0,655 x^2$$

Jadi persamaan kuadratnya adalah $Y = 8,191 + 7,36x - 0,655x^2$

$$\text{Jika } X = 2 \rightarrow Y = 20,29$$

$$X = 4 \rightarrow Y = 27,15$$

$$X = 6 \rightarrow Y = 28,77$$

$$X = 8 \rightarrow Y = 25,15$$

$$X = 10 \rightarrow Y = 16,29$$

Titik puncak dari persamaan tersebut dapat dicari melalui turunan pertama persamaan

$$Y = 8,191 + 7,36x - 0,655x^2$$

$$Y' = 7,36 - 2(0,655x)$$

$$Y' = 7,36 - 1,31x$$

$$Y' = 0 \rightarrow 1,31x = 7,36$$

$$X = \frac{7,36}{1,31}$$

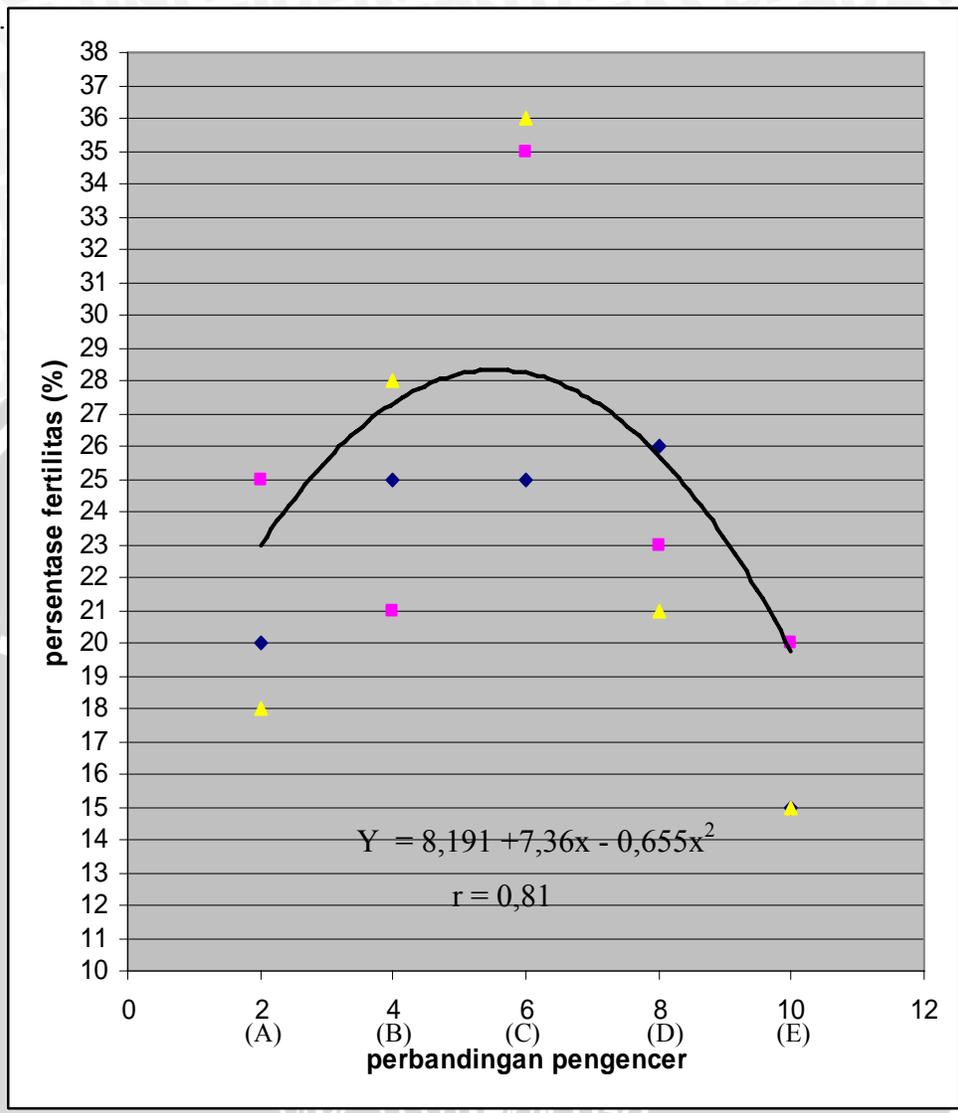
$$X = 5,62$$

$$\text{maka } X = 5,62 \rightarrow Y = 8,191 + 7,36x - 0,655x^2$$

$$Y = 8,191 + 7,36(5,62) - 0,655(5,62)^2$$

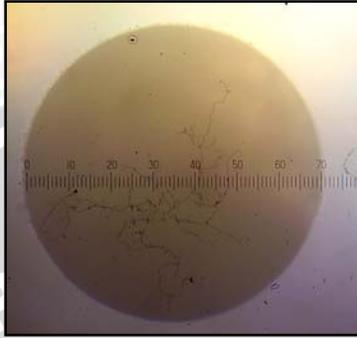
$$Y = 28,86$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi pengencer optimum pada 1 : 5,62 dengan hasil telur terfertilisasi sebesar 28,86. untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar regresi kuadratik berikut ini

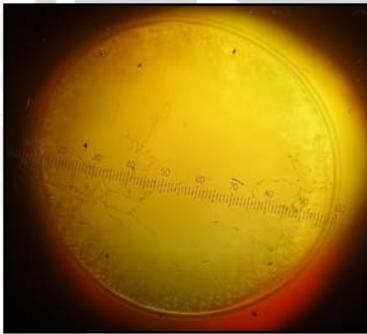


Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Ekstender Yang Berbeda Terhadap Daya Fertilisasi Sperma Ikan Tawes Pasca Pencairan

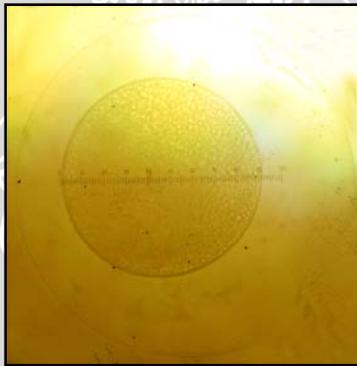
Lampiran 2. Proses Fertilisasi Pada Masing – Masing Perlakuan



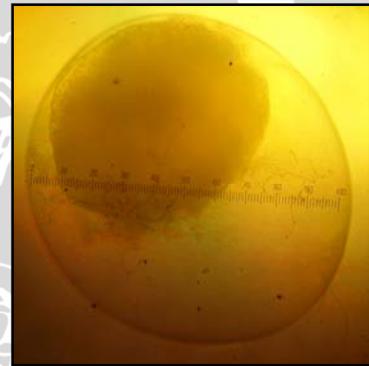
Telur tanpa sperma



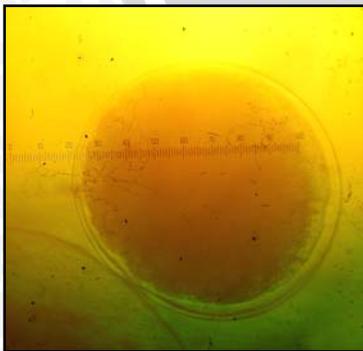
A. menit ke 10



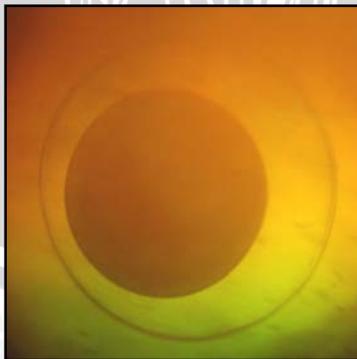
A. menit ke 25



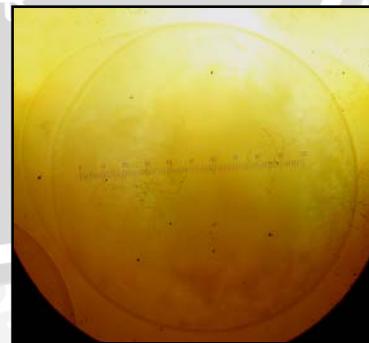
A. menit ke 35



B. menit ke 10

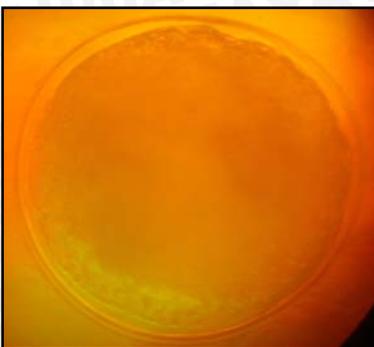


B. menit ke 25

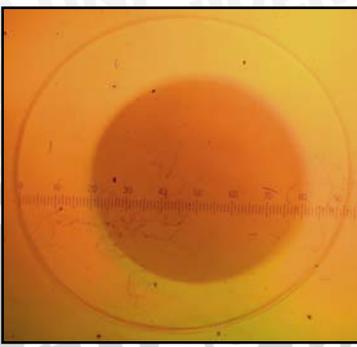


B. menit ke 35

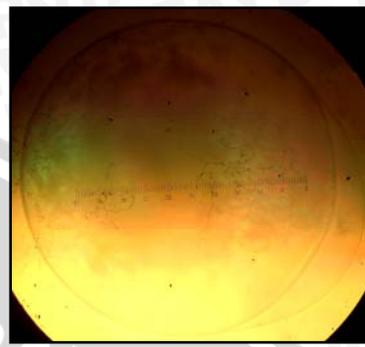
Lampiran 2. lanjutan



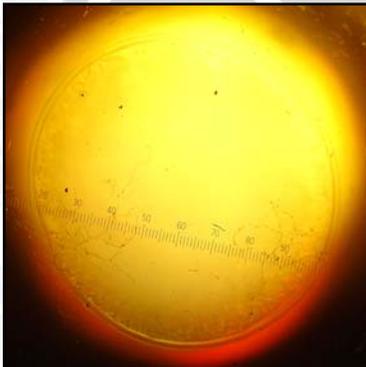
C. menit ke 10



C. menit ke 25



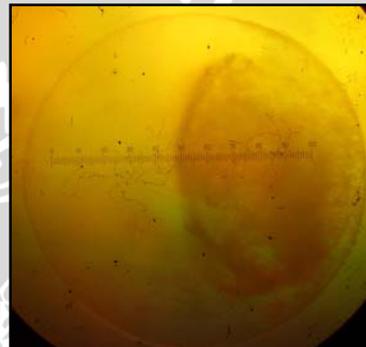
C. menit ke 35



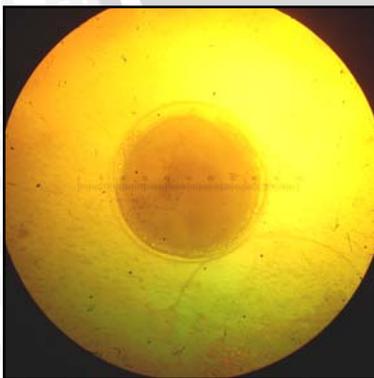
D. menit ke 10



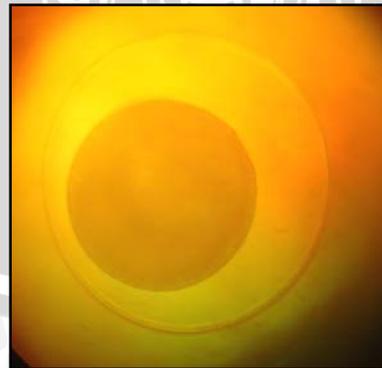
D. menit ke 25



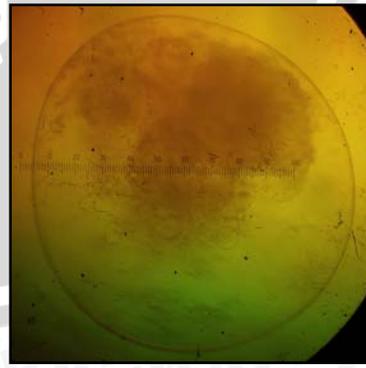
D. menit ke 35



E. menit ke 10



E. menit ke 25



E. menit ke 35

Lampiran 2. lanjutan

Keterangan :

A = perlakuan konsentrasi sperma dan ekstender 1:2

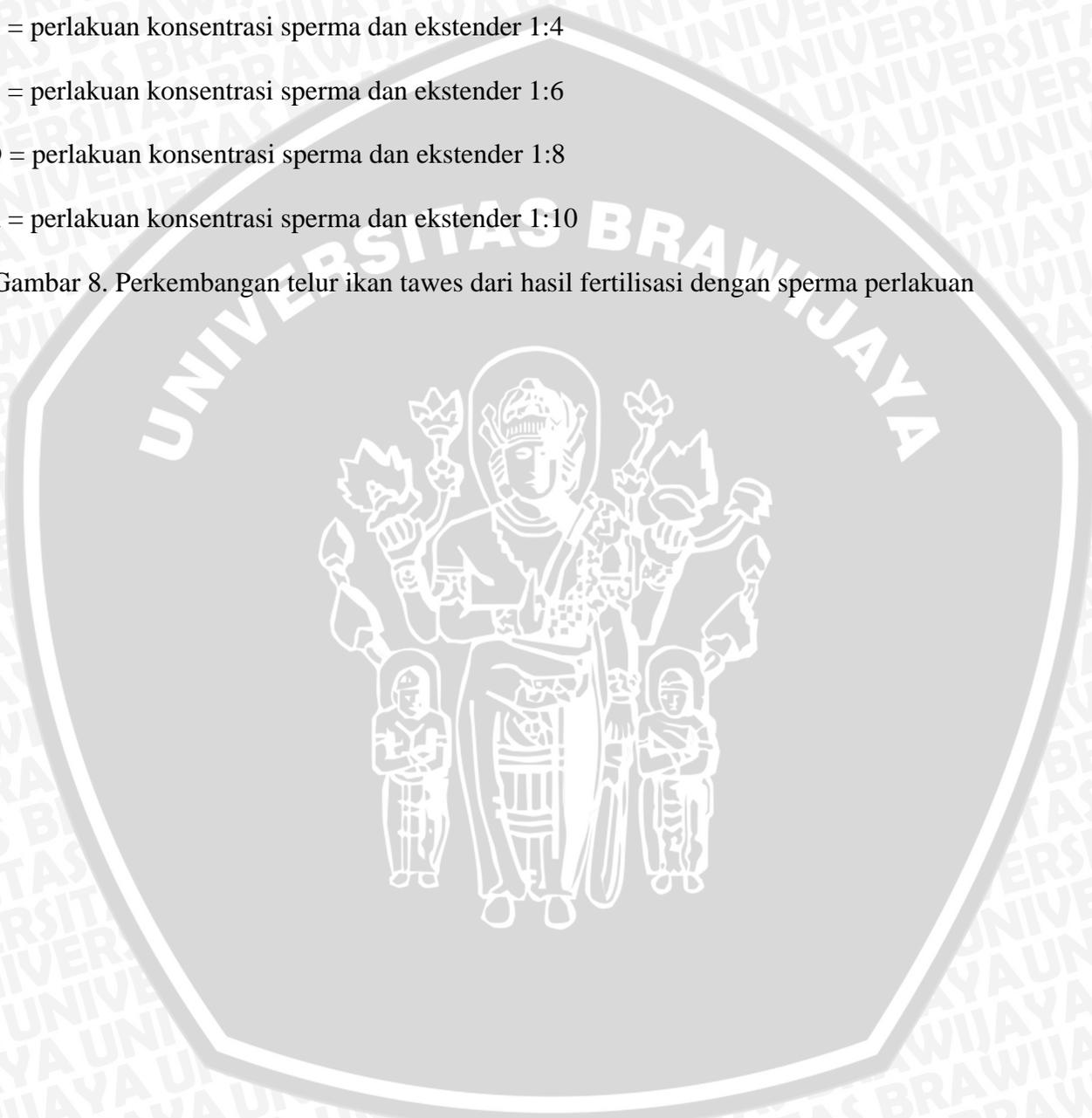
B = perlakuan konsentrasi sperma dan ekstender 1:4

C = perlakuan konsentrasi sperma dan ekstender 1:6

D = perlakuan konsentrasi sperma dan ekstender 1:8

R = perlakuan konsentrasi sperma dan ekstender 1:10

Gambar 8. Perkembangan telur ikan tawes dari hasil fertilisasi dengan sperma perlakuan



Lampiran 3. Perhitungan Data Motilitas pada hari ke 14 Pasca Pencairan

Data Motilitas hari ke 14

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1 : 2	25	30	25	80	26,67
B = 1 : 4	30	35	40	105	35,00
C = 1 : 6	45	40	45	130	43,33
D = 1 : 8	40	30	40	110	36,67
E = 1 : 10	30	30	30	90	30,00
Total	-	-	-	515	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Data Motilitas hari ke 14 dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	30	33,21	30	93,21	31,07
B = 1:4	33,21	36,27	39,23	108,71	36,24
C = 1:6	42,13	39,32	42,13	123,58	41,19
D = 1:8	39,23	33,21	39,23	111,67	37,22
E = 1:10	33,21	33,21	33,21	99,63	33,21
Total	-	-	-	536,8	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Perhitungan Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi} &= 536,8^2 / 15 \\ &= 19210,283 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= [(30)^2 + (33,21)^2 + \dots + (33,21)^2] - 19210,283 \\ &= 235,570 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \{(93,21^2 + 108,71^2 + 123,58^2 + 111,67^2 + 99,63^2) / 3\} - 19210,283 \\ &= 181,154 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 235,270 - 181,154 \\ &= 54,416 \end{aligned}$$

Tabel Sidik Ragam

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	181,154	45,289	8,323**	3,48	5,99
2. Acak	10	54,416	5,44			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{acak}}{3}} = \sqrt{\frac{2.5,44}{3}} = 1,90$$

$$BNT 5\% = 2,228 \times 1,90 = 4,24$$

$$BNT 1\% = 3,169 \times 1,90 = 6,04$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan	A = 31,07	E = 33,21	B = 36,24	D = 37,22	C = 41,19	Notasi
A = 31,07	-	-	-	-	-	a
E = 33,21	2,14 ^{ns}	-	-	-	-	ab
B = 36,24	5,17*	3,03 ^{ns}	-	-	-	b
D = 37,22	6,15**	4,01 ^{ns}	0,98 ^{ns}	-	-	bc
C = 41,19	10,12**	7,98*	4,95*	3,97 ^{ns}	-	bc

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Data	Pembanding (Ci)			
	(Ti)	Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A = 1:2	93,21	-2	2	-1	1
B = 1:4	108,71	-1	-1	2	-4
C = 1:6	123,58	0	-2	0	6
D = 1:8	111,67	1	-1	-2	-4
E = 1:10	99,63	2	2	1	1
Q = $\sum (Ci Ti)$		15,8	-81,86	0,5	52,8
Kr = $\sum (Ci^2)r$		30	42	30	210
JK = Q ² /Kr		8,321	159,549	0,008	13,275

Tabel Sidik Ragam Regresi

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	181,154	-	-	-	-
Linear	1	8,32	8,32	1,53 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	159,55	159,55	29,32 ^{**}		
Kubik	1	0,008	0,008	0,001 ^{ns}		
Kuartik	1	13,27	13,27	2,44 ^{ns}		
Acak	10	54,42	5,442			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (**), sedangkan regresi lainnya tidak berbeda nyata (ns) maka regresi yang cocok adalah regresi kuadratik

$$R^2 \text{ Kuadratik} = 159,549 / (159,549 + 54,42)$$

$$R^2 = 0,746$$

$$r = 0,86$$

Regresi kuadratik lebih sesuai untuk dijadikan kurva respon untuk mencari persamaan kuadratik $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ digunakan transformasi :

$$U_j = \frac{x - \bar{x}}{d} \quad d = 2$$

$$\bar{x} = \frac{2 + 4 + 6 + 8 + 10}{5} = 6 \text{ sehingga transformasinya adalah } u_j = \frac{x - 6}{2}$$

untuk :

$$x = 2, \text{ maka } u_j = \frac{2 - 6}{2} = -2$$

$$x = 4, \text{ maka } u_j = \frac{4 - 6}{2} = -1$$

$$x = 6, \text{ maka } u_j = \frac{6 - 6}{2} = 0$$

$$x = 8, \text{ maka } u_j = \frac{8 - 6}{2} = 1$$

$$x = 10, \text{ maka } u_j = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

x_j	2	4	6	8	10	$\sum x_j = 30$
u_j	-2	-1	0	1	2	$\sum u_j = 0$
u_j^2	4	1	0	1	4	$\sum u_j^2 = 10$
u_j^4	16	1	0	1	16	$\sum u_j^4 = 34$
y_{ij}	80	105	130	110	90	$\sum y_{ij} = 515$
$u_j y_{ij}$	-160	-105	0	110	180	$\sum u_j y_{ij} = 25$
$u_j^2 y_{ij}$	320	105	0	110	360	$\sum u_j^2 y_{ij} = 895$

➤ $\sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 \cdot r \cdot \sum u_j^2$

$25 = 30 b_1$

$b_1 = 0,83$

➤ $\sum y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^2$

$515 = 15b_0 + 30 b_2 \dots\dots\dots(1)$

➤ $\sum u_j^2 y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum u_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^4$

$895 = 30b_0 + 102 b_2 \dots\dots\dots(2)$

➤ $15 b_0 + 30 b_2 = 515 \parallel 2x \parallel 30 b_0 + 60 b_2 = 1030$

$30 b_0 + 102 b_2 = 895 \parallel 1x \parallel 30 b_0 + 102 b_2 = 895$

$-42 b_2 = 135$

$b_2 = -3,214$

➤ $15 b_0 + 30 \cdot (-3,214) = 515$

$15 b_0 + (-96,42) = 515$

$15 b_0 = 515 + 96,42$

$b_0 = 40,76$

Setelah itu nilai b_0 , b_1 dan b_2 di substitusikan ke dalam rumus umum yaitu :

$Y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$

$Y = 40,76 + 0,83 \left(\frac{x-6}{2} \right) - 3,214 \left(\frac{x-6}{2} \right)^2$

$Y = 40,76 + 0,415x - 2,49 - 0,803x^2 + 9,642x - 28,926$

$Y = 9,344 + 10,057x - 0,803x^2$

Jadi persamaan kuadratnya adalah $Y = 9,344 + 10,057x - 0,803x^2$

$$\text{Untuk } X = 2 \rightarrow Y = 26,25$$

$$X = 4 \rightarrow Y = 36,72$$

$$X = 6 \rightarrow Y = 40,78$$

$$X = 8 \rightarrow Y = 38,41$$

$$X = 10 \rightarrow Y = 29,61$$

Titik puncak dari persamaan tersebut dapat dicari melalui turunan pertama persamaan

$$Y = 9,344 + 10,057x - 0,803x^2$$

$$Y' = 10,057 - 2(0,803x)$$

$$Y' = 10,057 - 1,606x$$

$$Y' = 0 \rightarrow 1,606x = 10,057$$

$$x = \frac{10,057}{1,606}$$

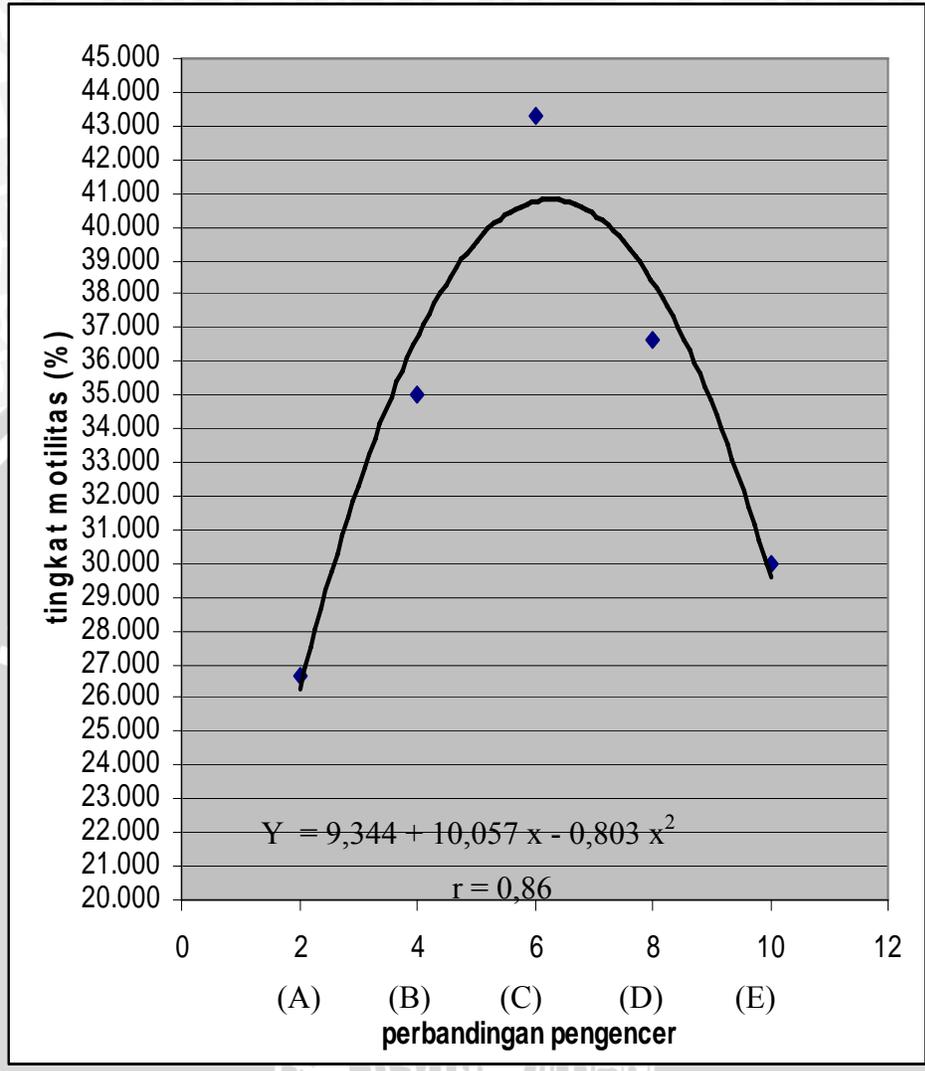
$$= 6,26$$

$$\text{maka } X = 6,26 \rightarrow Y = 9,344 + 10,57(6,26) - 0,803(6,26)^2$$

$$Y = 9,344 + 62,957 - 31,468$$

$$Y = 40,83$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi pengencer optimum pada 1 : 6,26 dengan hasil motilitas rata-rata sebesar 40,83. Untuk jelasnya dapat dilihat gambar regresi kuadratik sebagai berikut :



Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Pengencer Yang Berbeda Terhadap Motilitas Rata-Rata Pada hari ke 14 Sperma Ikan Tawes Pasca Pencairan

Lampiran 4. Perhitungan Data Motilitas pada hari ke 28 Pasca Pencairan

Data Motilitas hari ke 28

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	20	20	20	60	20,00
B = 1:4	30	25	30	85	28,33
C = 1:6	30	35	40	105	35,00
D = 1:8	30	25	35	90	30,00
E = 1:10	20	25	20	65	21,67
Total	-	-	-	405	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Data Motilitas hari ke 28 dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	26,56	26,56	26,56	79,68	26,560
B = 1:4	33,21	30	33,21	96,42	32,140
C = 1:6	33,21	36,27	39,23	108,71	36,237
D = 1:8	33,21	30	36,27	99,48	33,160
E = 1:10	26,56	30	26,56	83,12	27,707
Total	-	-	-	467,41	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Perhitungan jumlah kuadrat

$$\text{Faktor koreksi} = 467,41^2 / 15$$

$$= 14564,807$$

$$\text{JK Total} = [(26,56)^2 + (26,56)^2 + \dots + (26,56)^2] - 14564,807$$

$$= 243,996$$

$$\text{JK Perlakuan} = \{(79,68^2 + 96,42^2 + 108,71^2 + 99,48^2 + 83,12^2) / 3\} - 14564,807$$

$$= 191,455$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 243,996 - 191,455$$

$$= 52,54$$

Tabel Sidik Ragam

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	191,45	47,86	9,11**	3,48	5,99
2. Acak	10	52,54	5,25			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{acak}}{3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,25}{3}} = 1,87$$

$$BNT 5\% = 2,228 \times 1,87 = 4,17$$

$$BNT 1\% = 3,169 \times 1,87 = 5,93$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan	A =26,56	E=27,71	B =32,14	D =33,16	C=36,24	Notasi
A = 26,56	-	-	-	-	-	a
E = 27,71	1,50 ^{ns}	-	-	-	-	a
B = 32,14	5,58*	4,43*	-	-	-	b
D = 33,16	6,60**	5,45*	1,02 ^{ns}	-	-	b
C = 36,24	9,68**	8,53**	4,10 ^{ns}	3,08 ^{ns}	-	b

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Data	Pembanding (Ci)			
	(Ti)	Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A = 1:2	79,68	-2	2	-1	1
B =1:4	96,42	-1	-1	2	-4
C = 1:6	108,71	0	-2	0	6
D = 1:8	99,48	1	-1	-2	-4
E = 1:10	83,12	2	2	1	1
$Q = \sum (Ci Ti)$		9,94	-87,72	-2,68	31,46
$Kr = \sum (Ci^2)r$		30	42	30	210
$JK = Q^2/Kr$		3,293	183,209	0,239	4,713

Tabel Sidik Ragam Regresi

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	191,455	-	-	-	-
Linear	1	3,298	3,298	0,628 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	183,21	183,209	34,870 ^{**}		
Kubik	1	0,24	0,24	0,045 ^{ns}		
Kuartik	1	4,71	4,71	0,897 ^{ns}		
Acak	10	52,54	5,25			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (**), sedangkan regresi lainnya tidak berbeda nyata (ns) maka regresi yang cocok adalah regresi kuadratik

$$R^2 \text{ kuadratik} = 183,209 / (183,209 + 52,541) = 0,78$$

$$r = 0,88$$

Regresi kuadratik lebih sesuai untuk dijadikan kurva respon untuk mencari persamaan kuadratik $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ digunakan transformasi :

$$U_j = \frac{x - \bar{x}}{d} \quad d = 2$$

$$\bar{x} = \frac{2 + 4 + 6 + 8 + 10}{5} = 6 \text{ sehingga transformasinya adalah } u_j = \frac{x - 6}{2}$$

untuk :

$$x = 2, \text{ maka } u_j = \frac{2 - 6}{2} = -2$$

$$x = 4, \text{ maka } u_j = \frac{4 - 6}{2} = -1$$

$$x = 6, \text{ maka } u_j = \frac{6 - 6}{2} = 0$$

$$x = 8, \text{ maka } u_j = \frac{8 - 6}{2} = 1$$

$$x = 10, \text{ maka } u_j = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

x_j	2	4	6	8	10	$\sum x_j = 30$
u_j	-2	-1	0	1	2	$\sum u_j = 0$
u_j^2	4	1	0	1	4	$\sum u_j^2 = 10$
u_j^4	16	1	0	1	16	$\sum u_j^4 = 34$
y_{ij}	60	85	105	90	65	$\sum y_{ij} = 405$
$u_j y_{ij}$	-120	-85	0	90	130	$\sum u_j y_{ij} = 15$
$u_j^2 y_{ij}$	240	85	0	90	260	$\sum u_j^2 y_{ij} = 675$

- $\sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $15 = b_1 \cdot 3 \cdot 10$
 $b_1 = 0,5$
- $\sum y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $405 = b_0 \cdot 15 + 30 b_2 \dots\dots\dots(1)$
- $\sum u_j^2 y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum u_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^4$
 $675 = b_0 \cdot 30 + 102 \cdot b_2 \dots\dots\dots(2)$
- $15 b_0 + 30 b_2 = 405 \parallel 2x \parallel 30 b_0 + 60 b_2 = 810$
 $30 b_0 + 102 b_2 = 675 \parallel 1x \parallel 30 b_0 + 102 b_2 = 675$
 $\underline{-42 b_2 = 135}$
 $b_2 = -3,214$
- $15 b_0 + 30 \cdot (-3,214) = 405$
 $15 b_0 + (-96,42) = 405$
 $15 b_0 = 405 + 96,42$
 $b_0 = 33,428$

Setelah itu nilai b_0 , b_1 dan b_2 di substitusikan ke dalam rumus umum yaitu :

$$Y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$$

$$Y = 33,428 + 0,5 \left(\frac{x-6}{2} \right) - 3,214 \left(\frac{x-6}{2} \right)^2$$

$$Y = 33,428 + 0,25x - 1,5 - 0,803x^2 + 9,642x - 28,926$$

$$Y = 3,002 + 9,892x - 0,803x^2$$

Jadi persamaan kuadratiknya adalah $Y = 3,002 + 9,892x - 0,803x^2$

$$\begin{aligned} \text{jika } X = 2 &\rightarrow Y = 19,57 \\ X = 4 &\rightarrow Y = 29,72 \\ X = 6 &\rightarrow Y = 33,45 \\ X = 8 &\rightarrow Y = 30,75 \\ X = 10 &\rightarrow Y = 21,62 \end{aligned}$$

Titik puncak dari persamaan tersebut dapat dicari melalui turunan pertama persamaan

$$Y = 3,002 + 9,892x - 0,803x^2$$

$$Y' = 9,892 - 2(0,803x)$$

$$Y' = 9,892 - 1,606x$$

$$Y' = 0 \rightarrow 1,606x = 9,892$$

$$x = \frac{9,622}{1,606}$$

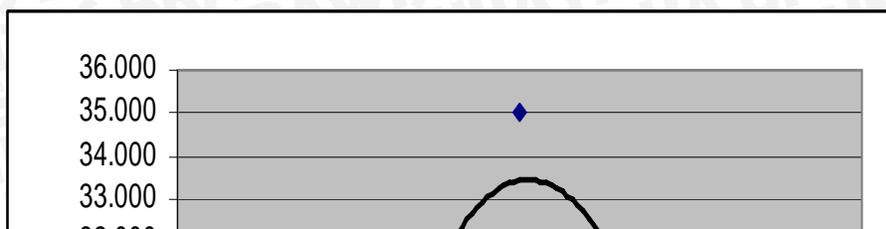
$$= 6,16$$

$$\text{maka } X = 6,16 \rightarrow Y = 3,002 + 9,892(6,16) - 0,803(6,16)^2$$

$$Y = 3,002 + 60,935 - 30,470$$

$$Y = 33,47$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi pengencer optimum pada 1 : 6,16 dengan hasil motilitas rata-rata sebesar 33,47. Untuk jelasnya dapat dilihat gambar regresi kuadratik sebagai berikut :





$$Y = 3,002 + 9,622x - 0,803x^2$$

$$r = 0,88$$

(A) (B) (C) (D) (E)

Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Penencer Yang Berbeda Terhadap Motilitas Rata-Rata Pada hari ke 28 Sperma Ikan Tawes Pasca Pencairan

Lampiran 5. Perhitungan Motilitas pada hari ke 42 Pasca Pencairan

Data Motilitas hari ke 42

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	15	10	10	35	11,67
B = 1:4	25	15	10	50	16,67
C = 1:6	20	25	25	70	23,33
D = 1:8	15	10	15	40	13,33
E = 1:10	10	10	5	25	8,33
Total	-	-	-	220	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Data Motilitas hari ke 42 dalam Arc sin √%

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	22,79	18,43	18,43	59,65	19,883
B = 1:4	30	22,79	18,43	71,22	23,740
C = 1:6	26,56	30	30	86,56	28,853
D = 1:8	22,79	18,43	22,79	64,01	21,337
E = 1:10	18,43	18,43	12,92	49,78	16,593
Total	-	-	-	331,22	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Perhitungan jumlah kuadrat

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi} &= 331,22^2 / 15 \\ &= 7313,779 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= [(22,79)^2 + (18,43)^2 + \dots + (12,92)^2] - 7313,779 \\ &= 374,106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \{(59,65^2 + 71,22^2 + 86,56^2 + 64,01^2 + 49,78^2) / 3\} - 7313,779 \\ &= 252,345 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 374,107 - 252,345 \\ &= 121,761 \end{aligned}$$

Tabel Sidik Ragam

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	252,34	63,09	5,18	3,48	5,99
2. Acak	10	121,76	12,18			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{acak}}{3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12,18}{3}} = 2,85$$

$$BNT 5\% = 2,228 \times 2,85 = 6,37$$

$$BNT 1\% = 3,169 \times 2,85 = 9,03$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan	E = 16,59	A=19,88	D = 21,34	B = 23,74	C = 28,85	Notasi
E = 16,59	-	-	-	-	-	a
A = 19,88	3,29 ^{ns}	-	-	-	-	ab
D = 21,34	4,75 ^{ns}	1,46 ^{ns}	-	-	-	ab
B = 23,74	7,15*	3,86 ^{ns}	2,40 ^{ns}	-	-	bc
C = 28,85	12,26**	8,97*	7,51*	5,11 ^{ns}	-	c

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Data	Pembanding (Ci)			
	(Ti)	Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A = 1:2	59,65	-2	2	-1	1
B = 1:4	71,22	-1	-1	2	-4
C = 1:6	86,56	0	-2	0	6
D = 1:8	64,01	1	-1	-2	-4
E = 1:10	49,78	2	2	1	1
Q = ∑ (Ci Ti)		-26,95	-89,49	4,55	87,87
Kr = ∑ (Ci ²)r		30	42	30	210
JK = Q ² /Kr		24,210	190,678	0,690	36,767

Tabel Sidik Ragam Regresi

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	252,345	-	-	-	-
Linear	1	24,21	24,21	1,988 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	190,68	190,68	15,660 ^{**}		
Kubik	1	0,69	0,69	0,057 ^{ns}		
Kuartik	1	36,77	36,77	3,020 ^{ns}		
Acak	10	121,76	12,176			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (**), sedangkan regresi lainnya tidak berbeda nyata (ns) maka regresi yang cocok adalah regresi kuadratik

$$R^2 \text{ kuadratik} = 190,68 / (190,68 + 121,76) = 0,610$$

$$r = 0,78$$

Regresi kuadratik lebih sesuai untuk dijadikan kurva respon untuk mencari persamaan kuadratik $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ digunakan transformasi :

$$U_j = \frac{x - \bar{x}}{d} \quad d = 2$$

$$\bar{x} = \frac{2 + 4 + 6 + 8 + 10}{5} = 6 \text{ sehingga transformasinya adalah } u_j = \frac{x - 6}{2}$$

untuk :

$$x = 2, \text{ maka } u_j = \frac{2 - 6}{2} = -2$$

$$x = 4, \text{ maka } u_j = \frac{4 - 6}{2} = -1$$

$$x = 6, \text{ maka } u_j = \frac{6 - 6}{2} = 0$$

$$x = 8, \text{ maka } u_j = \frac{8 - 6}{2} = 1$$

$$x = 10, \text{ maka } u_j = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

x_j	2	4	6	8	10	$\sum x_j = 30$
-------	---	---	---	---	----	-----------------

u_j	-2	-1	0	1	2	$\sum u_j = 0$
u_j^2	4	1	0	1	4	$\sum u_j^2 = 10$
u_j^4	16	1	0	1	16	$\sum u_j^4 = 34$
y_{ij}	35	50	70	40	25	$\sum y_{ij} = 220$
$u_j y_{ij}$	-70	-50	0	40	50	$\sum u_j y_{ij} = -30$
$u_j^2 y_{ij}$	140	50	0	40	100	$\sum u_j^2 y_{ij} = 330$

- $\sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $-30 = b_1 \cdot 3 \cdot 10$
 $b_1 = -1$
- $\sum y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $220 = b_0 \cdot 15 + 30 b_2 \dots\dots\dots(1)$
- $\sum u_j^2 y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum u_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^4$
 $330 = b_0 \cdot 30 + 102 \cdot b_2 \dots\dots\dots(2)$
- $15 b_0 + 30 b_2 = 220 \parallel \times 2 \parallel 30 b_0 + 60 b_2 = 440$
 $30 b_0 + 102 b_2 = 330 \parallel \times 1 \parallel 30 b_0 + 102 b_2 = 330$

 $-42 b_2 = 110$
 $b_2 = -2,61$
- $15 b_0 + 30 \cdot (-2,61) = 220$
 $15 b_0 + (-78,3) = 220$
 $15 b_0 = 220 + 78,3$
 $b_0 = 19,887$

Setelah itu nilai b_0 , b_1 dan b_2 di substitusikan ke dalam rumus umum yaitu :

$$Y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$$

$$Y = 19,887 - 1 \left(\frac{x-6}{2} \right) - 2,61 \left(\frac{x-6}{2} \right)^2$$

$$Y = 19,887 - 0,5x + 3 - 0,652x^2 + 7,83x - 23,49$$

$$Y = -0,603 + 7,33x - 0,652x^2$$

Jadi persamaan kuadratnya adalah $Y = -0,603 + 7,33x - 0,652x^2$

$$\text{Jika } X = 2 \rightarrow Y = 11,45$$

$$X = 4 \rightarrow Y = 18,28$$

$$X = 6 \rightarrow Y = 19,90$$

$$X = 8 \rightarrow Y = 16,31$$

$$X = 10 \rightarrow Y = 7,497$$

Titik puncak dari persamaan tersebut dapat dicari melalui turunan pertama persamaan

$$Y = -0,603 + 7,33x - 0,652x^2$$

$$Y' = 7,33 - 2(0,652x)$$

$$Y' = 7,33 - 1,304x$$

$$Y' = 0 \rightarrow 1,304x = 7,33$$

$$x = \frac{7,33}{1,304}$$

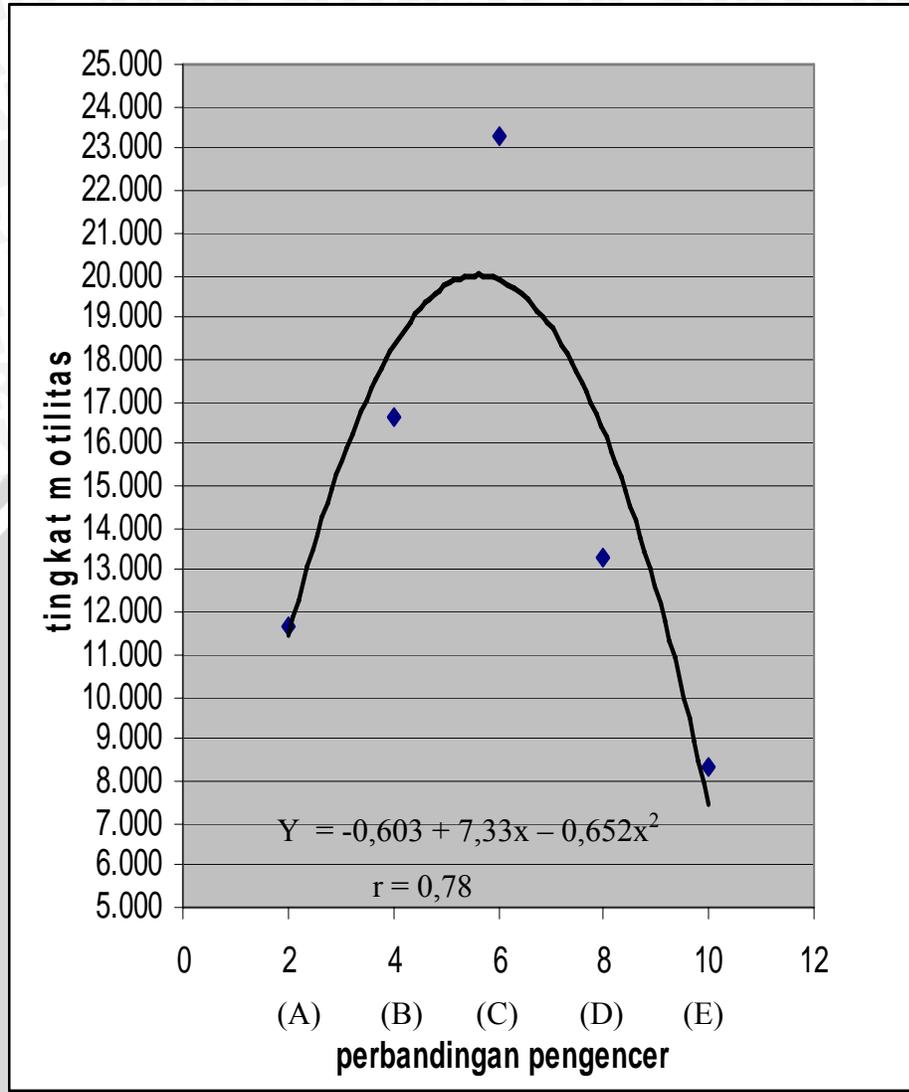
$$= 5,62$$

$$\text{maka } X = 5,62 \rightarrow Y = -0,603 + 7,33(5,62) - 0,652(5,62)^2$$

$$Y = -0,603 + 41,195 - 20,593$$

$$Y = 20,00$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi pengencer optimum pada 1 : 5,62 dengan hasil motilitas rata-rata sebesar 20,00. Untuk jelasnya dapat dilihat gambar regresi kuadratik sebagai berikut :



Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Penencer Yang Berbeda Terhadap Motilitas Rata-Rata Pada hari ke 42 Sperma Ikan Tawes Pasca Pencairan

Lampiran 6. Perhitungan Data motilitas pada hari ke 56 Pasca Pencairan

Data Motilitas hari ke 56

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	10	10	5	25	8,33
B = 1:4	20	10	10	40	13,33
C = 1:6	15	20	20	55	18,33
D = 1:8	10	10	15	35	11,67
E = 1:10	5	5	5	15	5,00
Total	-	-	-	170	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Data Motilitas hari ke 56 dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	18,43	18,43	12,92	49,78	16,593
B = 1:4	26,56	18,43	18,43	63,42	21,140
C = 1:6	22,79	26,56	26,56	75,91	25,303
D = 1:8	18,43	18,43	22,79	59,65	19,883
E = 1:10	12,92	12,92	12,92	38,76	12,920
Total	-	-	-	287,52	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Perhitungan jumlah kuadrat

$$\text{Faktor koreksi} = 287,52^2 / 15$$

$$= 5511,183$$

$$\text{JK Total} = [(18,43)^2 + (18,43)^2 + \dots + (12,92)^2] - 5511,183$$

$$= 349,581$$

$$\text{JK Perlakuan} = \{(49,78^2 + 63,42^2 + 75,91^2 + 59,65^2 + 38,76^2) / 3\} - 5511,183$$

$$= 263,128$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 349,581 - 263,128$$

$$= 86,453$$

Tabel Sidik Ragam

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	263,13	65,78	7,61**	3,48	5,99
2. Acak	10	86,45	8,64			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{acak}}{3}} = \sqrt{\frac{2.8,64}{3}} = 2,40$$

$$BNT 5\% = 2,228 \times 2,40 = 5,35$$

$$BNT 1\% = 3,169 \times 2,40 = 7,61$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan	E=12,82	A=16,59	D=19,88	B=21,14	C=25,3	Notasi
E = 12,82	-	-	-	-	-	a
A = 16,59	3,77 ^{ns}	-	-	-	-	ab
D = 19,88	7,06*	3,29 ^{ns}	-	-	-	b
B = 21,14	8,32**	4,55 ^{ns}	1,26 ^{ns}	-	-	bc
C = 25,3	12,48**	8,71**	5,42*	4,16 ^{ns}	-	c

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Data	Pembanding (Ci)			
	(Ti)	Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A = 1:2	49,78	-2	2	-1	1
B = 1:4	63,42	-1	-1	2	-4
C = 1:6	75,91	0	-2	0	6
D = 1:8	59,65	1	-1	-2	-4
E = 1:10	38,76	2	2	1	1
Q = $\sum (Ci Ti)$		-25,81	-97,81	-3,48	51,72
Kr = $\sum (Ci^2)r$		30	42	30	210
JK = Q ² /Kr		22,205	227,781	0,404	12,738

Tabel Sidik Ragam Regresi

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	263,128	-	-	-	-
Linear	1	22,20	22,20	2,57 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	227,78	227,78	26,35 ^{**}		
Kubik	1	0,40	0,40	0,05 ^{ns}		
Kuartik	1	12,74	12,74	1,47 ^{ns}		
Acak	10	86,45	8,64			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (**), sedangkan regresi lainnya tidak berbeda nyata (ns) maka regresi yang cocok adalah regresi kuadratik

$$R^2 \text{ kuadratik} = 227,781 / (227,781 + 86,453) = 0,725$$

$$r = 0,85$$

Regresi kuadratik lebih sesuai untuk dijadikan kurva respon untuk mencari persamaan kuadratik $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ digunakan transformasi :

$$U_j = \frac{x - \bar{x}}{d} \quad d = 2$$

$$\bar{x} = \frac{2 + 4 + 6 + 8 + 10}{5} = 6 \text{ sehingga transformasinya adalah } u_j = \frac{x - 6}{2}$$

untuk :

$$x = 2, \text{ maka } u_j = \frac{2 - 6}{2} = -2$$

$$x = 4, \text{ maka } u_j = \frac{4 - 6}{2} = -1$$

$$x = 6, \text{ maka } u_j = \frac{6 - 6}{2} = 0$$

$$x = 8, \text{ maka } u_j = \frac{8 - 6}{2} = 1$$

$$x = 10, \text{ maka } u_j = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

x_j	2	4	6	8	10	$\sum x_j = 30$
-------	---	---	---	---	----	-----------------

u_j	-2	-1	0	1	2	$\sum u_j = 0$
u_j^2	4	1	0	1	4	$\sum u_j^2 = 10$
u_j^4	16	1	0	1	16	$\sum u_j^4 = 34$
y_{ij}	25	40	55	35	15	$\sum y_{ij} = 170$
$u_j y_{ij}$	-50	-40	0	35	30	$\sum u_j y_{ij} = -25$
$u_j^2 y_{ij}$	100	40	0	35	60	$\sum u_j^2 y_{ij} = 235$

- $\sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $-25 = b_1 \cdot 3 \cdot 10$
 $b_1 = -0,833$
- $\sum y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $170 = b_0 \cdot 15 + 30 b_2 \dots\dots\dots(1)$
- $\sum u_j^2 y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum u_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^4$
 $235 = b_0 \cdot 30 + 102 \cdot b_2 \dots\dots\dots(2)$
- $15 b_0 + 30 b_2 = 170 \parallel \times 2 \parallel 30 b_0 + 60 b_2 = 340$
 $30 b_0 + 102 b_2 = 235 \parallel \times 1 \parallel 30 b_0 + 102 b_2 = 235$

 $-42 b_2 = 105$
 $b_2 = -2,5$
- $15 b_0 + 30 \cdot (-2,5) = 170$
 $15 b_0 + (-75) = 170$
 $15 b_0 = 170 + 75$
 $b_0 = 16,333$

Setelah itu nilai b_0 , b_1 dan b_2 di substitusikan ke dalam rumus umum yaitu :

$$Y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$$

$$Y = 16,333 - 0,833 \left(\frac{x-6}{2} \right) - 2,5 \left(\frac{x-6}{2} \right)^2$$

$$Y = 16,333 - 0,416x_j + 2,499 - 0,625x_j^2 + 7,5x_j - 22,5$$

$$Y = -3,668 + 7,084x_j - 0,625x_j^2$$

Jadi persamaan kuadratnya adalah $Y = -3,668 + 7,084x - 0,625x^2$

$$\begin{aligned}\text{Jika } X = 2 &\rightarrow Y = 8,00 \\ X = 4 &\rightarrow Y = 14,67 \\ X = 6 &\rightarrow Y = 16,34 \\ X = 8 &\rightarrow Y = 13,00 \\ X = 10 &\rightarrow Y = 4,67\end{aligned}$$

Titik puncak dari persamaan tersebut dapat dicari melalui turunan pertama persamaan

$$Y = -3,668 + 7,084x - 0,625x^2$$

$$Y' = 7,084 - 2(0,625x)$$

$$Y' = 7,084 - 1,25x$$

$$Y' = 0 \rightarrow 1,25x = 7,084$$

$$x = \frac{7,084}{1,25}$$

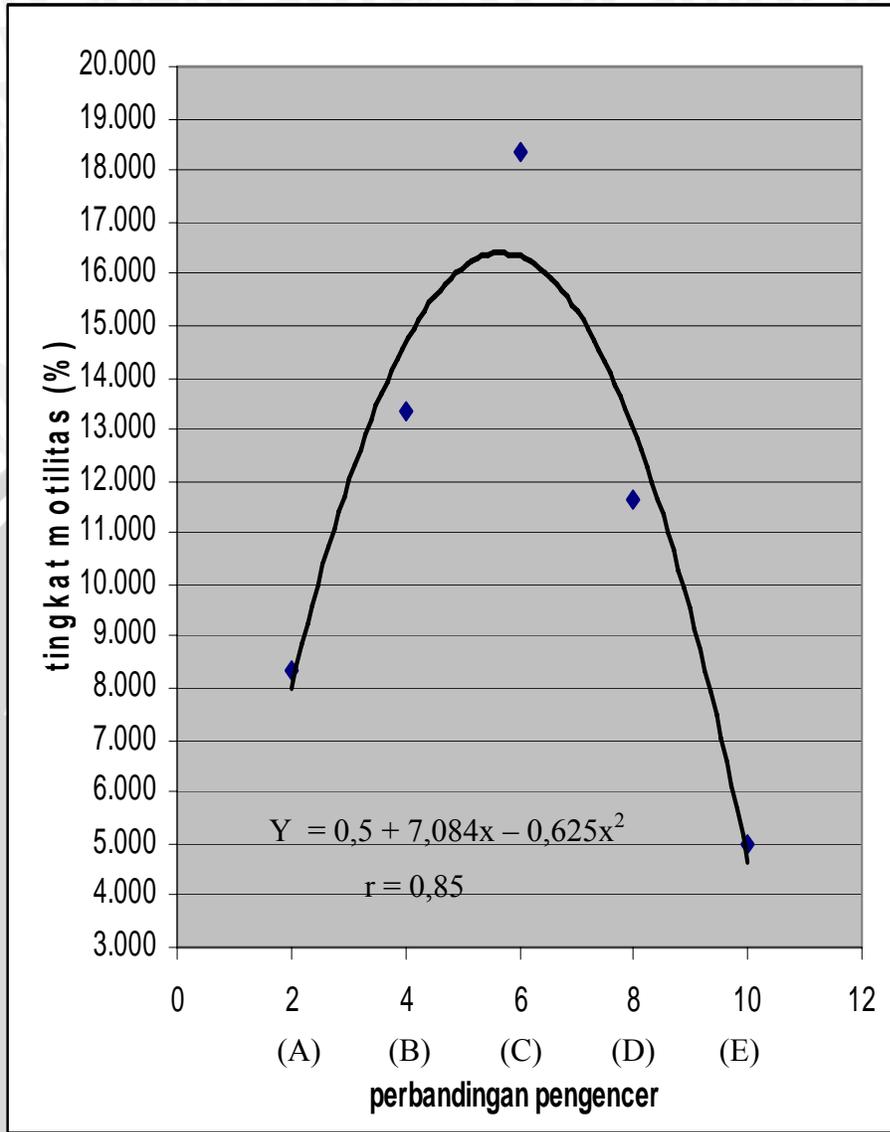
$$= 5,67$$

$$\text{maka } X = 5,67 \rightarrow Y = -3,668 + 7,084(5,67) - 0,625(5,67)^2$$

$$Y = -3,668 + 40,166 - 20,093$$

$$Y = 16,41$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi pengencer optimum pada 1 : 5,67 dengan hasil motilitas rata-rata sebesar 16,41. Untuk jelasnya dapat dilihat gambar regresi kuadratik sebagai berikut :



Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Pengencer Yang Berbeda Terhadap Motilitas Rata-Rata Pada hari ke 56 Sperma Ikan Tawes Pasca Pencairan

Lampiran 7. Perhitungan Rata – Rata Motilitas Selama Penelitian

Data Motilitas Total

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	1	2	3		
A = 1:2	17,5	17,5	15	50,00	16,67
B = 1:4	26,25	21,25	22,5	70,00	23,33
C = 1:8	27,5	30,00	32,5	90,00	30,00
D = 1:6	23,75	18,75	26,25	68,75	22,92
E = 1:10	16,25	17,5	15	48,75	16,25
Total	-	-	-	327,50	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Data Motilitas total dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A = 1:2	24,73	24,73	22,79	72,25	24,08
B = 1:4	30,82	27,45	28,32	86,59	28,86
C = 1:6	31,63	33,21	34,76	99,6	33,20
D = 1:8	29,17	25,66	30,82	85,65	28,55
E = 1:10	23,77	24,73	22,79	71,29	23,76
Total	-	-	-	415,38	-
Kontrol	0	0	0	0	0

Perhitungan jumlah kuadrat

$$\text{Faktor koreksi} = 415,38^2 / 15$$

$$= 11502,703$$

$$\text{JK Total} = [(24,73)^2 + (24,73)^2 + \dots + (22,79)^2] - 7150,416$$

$$= 212,009$$

$$\text{JK Perlakuan} = \{(72,25^2 + 86,59^2 + 99,6^2 + 85,65^2 + 71,29^2) / 3\} - 9188,44$$

$$= 182,709$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 212,009 - 182,709$$

$$= 29,300$$

Tabel Sidik Ragam

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	182,71	45,68	15,59**	3,48	5,99
2. Acak	10	29,30	2,93			
Total	14					

(**) = Berbeda sangat nyata

$$SED = \sqrt{\frac{2KT_{acak}}{3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,93}{3}} = 1,398$$

$$BNT 5\% = 2,228 \times 1,398 = 3,114$$

$$BNT 1\% = 3,169 \times 1,398 = 4,429$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan	E = 23,76	A = 24,08	D = 28,55	B = 28,86	C = 33,20	Notasi
E = 23,76	-	-	-	-	-	a
A = 24,08	0,32 ^{ns}	-	-	-	-	a
D = 28,55	4,79**	4,47**	-	-	-	b
B = 28,86	5,10**	4,78**	0,31 ^{ns}	-	-	b
C = 33,2	9,44**	9,12**	4,65**	4,34*	-	c

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Berbeda sangat nyata

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Data	Pembanding (Ci)			
	(Ti)	Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A = 1:2	72,25	-2	2	-1	1
B = 1:4	86,59	-1	-1	2	-4
C = 1:8	99,6	0	-2	0	6
D = 1:6	85,65	1	-1	-2	-4
E = 1:10	71,29	2	2	1	1
$Q = \sum (Ci Ti)$		-2,86	-84,36	0,92	52,18
$Kr = \sum (Ci^2)r$		30	42	30	210
$JK = Q^2/Kr$		0,273	169,443	0,028	12,965

Tabel Sidik Ragam Regresi

Ragam	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	182,709	-	-	-	-
Linear	1	0,27	0,27	0,09 ^{ns}	4,96	10,04
Kuadratik	1	169,44	169,44	57,83 ^{**}		
Kubik	1	0,03	0,03	0,01 ^{ns}		
Kuartik	1	12,96	12,96	4,42 ^{ns}		
Acak	10	29,30	2,93			
Total	14					

(ns) = Tidak berbeda nyata (*) = Berbeda nyata (**) = Sangat berbeda nyata

Karena regresi kuadratik menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (**), sedangkan regresi lainnya tidak berbeda nyata (ns) maka regresi yang cocok adalah regresi kuadratik

$$R^2 \text{ kuadratik} = 169,443 / (169,443 + 29,300) = 0,85$$

$$r = 0,92$$

Regresi kuadratik lebih sesuai untuk dijadikan kurva respon untuk mencari persamaan kuadratik $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ digunakan transformasi :

$$U_j = \frac{x - \bar{x}}{d} \quad d = 2$$

$$\bar{x} = \frac{2+4+6+8+10}{5} = 6 \text{ sehingga transformasinya adalah } u_j = \frac{x-6}{2}$$

untuk :

$$x = 2, \text{ maka } u_j = \frac{2-6}{2} = -2$$

$$x = 4, \text{ maka } u_j = \frac{4-6}{2} = -1$$

$$x = 6, \text{ maka } u_j = \frac{6-6}{2} = 0$$

$$x = 8, \text{ maka } u_j = \frac{8-6}{2} = 1$$

$$x = 10, \text{ maka } u_j = \frac{10-6}{2} = 2$$

x_j	2	4	6	8	10	$\sum x_j = 30$
u_j	-2	-1	0	1	2	$\sum u_j = 0$
u_j^2	4	1	0	1	4	$\sum u_j^2 = 10$
u_j^4	16	1	0	1	16	$\sum u_j^4 = 34$
y_{ij}	50	70	90	68,75	48,75	$\sum y_{ij} = 327,50$
$u_j y_{ij}$	-100	-70	0	68,75	97,50	$\sum u_j y_{ij} = -3,75$
$u_j^2 y_{ij}$	200	70	0	68,75	195	$\sum u_j^2 y_{ij} = 533,75$

- $\sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $-3,75 = b_1 \cdot 3 \cdot 10$
 $b_1 = -0,125$
- $\sum y_{ij} = b_0 \cdot n + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^2$
 $327,50 = b_0 \cdot 15 + 30 b_2 \dots\dots\dots(1)$
- $\sum u_j^2 y_{ij} = b_0 \cdot r \cdot \sum u_j^2 + b_2 \cdot r \cdot \sum u_j^4$
 $533,75 = b_0 \cdot 30 + 102 \cdot b_2 \dots\dots\dots(2)$
- $15 b_0 + 30 b_2 = 327,50 \parallel 2x \parallel 30 b_0 + 60 b_2 = 655$
 $30 b_0 + 102 b_2 = 533,75 \parallel 1x \parallel 30 b_0 + 102 b_2 = 533,75$
 $\underline{-42 b_2 = 121,25}$
 $b_2 = -2,89$
- $15 b_0 + 30 \cdot (-2,89) = 327,50$
 $15 b_0 + (-86,7) = 327,50$
 $15 b_0 = 327,50 + 86,7$
 $b_0 = 27,61$

Setelah itu nilai b_0 , b_1 dan b_2 di substitusikan ke dalam rumus umum yaitu :

$$Y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$$

$$Y = 27,61 - 0,125 \left(\frac{x-6}{2} \right) - 2,89 \left(\frac{x-6}{2} \right)^2$$

$$Y = 27,61 - 0,0625x + 0,375 - 0,722x^2 + 8,67x - 26,01$$

$$Y = 1,975 + 8,607x - 0,722x^2$$

Jadi persamaan kuadratnya adalah $Y = 1,975 + 8,607x - 0,722x^2$

Jika $X = 2 \rightarrow Y = 16,30$

$X = 4 \rightarrow Y = 24,85$

$X = 6 \rightarrow Y = 27,62$

$X = 8 \rightarrow Y = 24,62$

$X = 10 \rightarrow Y = 15,84$

Titik puncak dari persamaan tersebut dapat dicari melalui turunan pertama persamaan

$$Y = 1,975 + 8,607x - 0,722x^2$$

$$Y' = 8,607 - 2(0,722x)$$

$$Y' = 8,607 - 1,444x$$

$$Y' = 0 \rightarrow 1,444x = 8,607$$

$$x = \frac{8,607}{1,444}$$

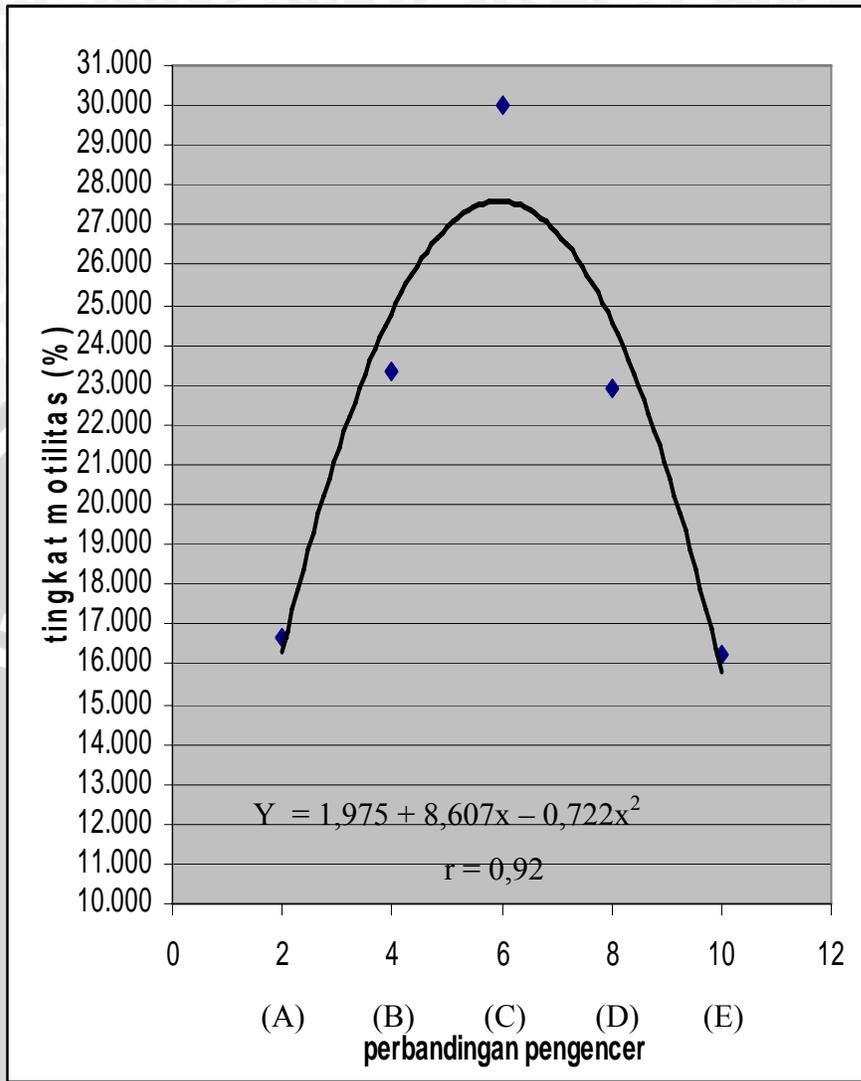
$$= 5,96$$

maka $X = 5,96 \rightarrow Y = 1,975 + 8,607(5,96) - 0,722(5,96)^2$

$$Y = 1,975 + 51,298 - 25,646$$

$$Y = 27,63$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi pengencer optimum pada 1 : 5,96 dengan hasil motilitas rata-rata sebesar 27,63 Untuk jelasnya dapat dilihat gambar regresi kuadratik sebagai berikut :



Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Pengencer Yang Berbeda Terhadap Motilitas Rata-Rata Total Sperma Ikan Tawes Pasca Pencairan