

Pengaruh Medan Listrik Terhadap Gerak Acak dan Viabilitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*)

Nurmasyitah

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Samudra Langsa, Aceh

*Corresponding Author: nurmasyitahfisika@gmail.com

Abstrak. Radiasi gelombang elektromagnetik mempengaruhi kualitas sperma, yaitu menurunkan motilitas (daya gerak) dan viabilitas (daya tahan). Mencit (*Mus musculus*) dapat digunakan sebagai hewan percobaan dikarenakan sistem reproduksinya hampir sama seperti manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh medan listrik statis terhadap gerak acak dan daya tahan sperma mencit dalam keadaan *ex vivo*. Sperma mencit yang telah diencerkan dengan larutan fisiologis NaCl 0,9% dimasukkan ke dalam hemocytometer yang diletakkan diantara dua plat besi yang dihubungkan dengan sumber tegangan DC. Jarak antara kedua plat adalah $d = 7,5$ cm dan besar tegangan sumber ($\Delta V = 0$ V dan $\Delta V = 12,5$ V). Pergerakan sperma diamati menggunakan mikroskop fluoresensi kemudian direkam dengan menggunakan software NIS elements. Sperma tanpa medan listrik ($\Delta V = 0$) memiliki daya tahan selama 60 menit lebih lama dibandingkan sperma yang dipengaruhi medan listrik ($\Delta V = 12,5$ V), hanya memiliki daya tahan selama 30 menit. Sperma bergerak acak ke segala arah apabila tanpa pengaruh medan listrik, akan tetapi sperma bergerak acak dan cenderung bergerak ke plat positif apabila berada dalam pengaruh medan listrik. Kualitas sperma normal dicirikan memiliki sperma yang bergerak zig-zag dan cepat sebesar 25%.

Kata kunci : sperma, medan listrik, motilitas, viabilitas

Abstract. The radiation of electromagnetic waves affect the quality of sperm, it decreases the sperm motility and viability. Mice (*Mus musculus*) can be used as an experimental animal because the reproductive system is almost the same as a human. The purpose of this study is to determine the effect of static electric field on motility and viability of mice's sperm in an *ex vivo* condition. The mice sperm is diluted with NaCl liquid 0,9 %. This liquid is then put in a hemocytometer that is placed between two iron metal plates which are connected to a DC voltage source. The distance between the two plates is $d = 7,5$ cm and the voltage is varied ($\Delta V = 0$ V and $\Delta V = 12,5$ V). Sperm motility is observed using a microscope fluorescence then recorded using NIS Elements software. Sperm without electric field ($\Delta V = 0$) has viability 45 minutes, it is longer than the sperm affected by the electric field ($\Delta V = 12,5$ V) that has viability for 30 minutes. Sperms move randomly in all directions when without an electric field, but the sperms tend to move to the positive plate under the influence of an electric field. The quality of normal sperm is characterized by 25% of total sperm in a fast- zigzag movement.

Keywords : Sperm, electric field, motility, viability

PENDAHULUAN

Radiasi adalah energi yang dipancarkan dalam bentuk partikel atau gelombang elektromagnetik atau cahaya (foton) dari sumber radiasi (Alonso dan Finn, 1992). Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terbentuk oleh medan listrik dan medan magnet. Medan listrik dan medan magnet bergetar dalam arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Radiasi elektromagnetik yang terus-menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Radiasi gelombang elektromagnetik mempengaruhi kualitas sperma, yaitu menurunkan motilitas (daya gerak) dan viabilitas (daya tahan). Sel sperma merupakan sel hidup, karena sel sperma memiliki ciri-ciri yaitu mampu bergerak, mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan, peka terhadap rangsangan dan memiliki organel-organel sel (Subowo, 1995).

Kualitas sperma dapat mempengaruhi fertilisasi dan dapat mengakibatkan kemandulan (infertilisasi). Kualitas sperma meliputi beberapa aspek yaitu jumlah sperma, normalitas atau morfologi, motilitas atau daya gerak, dan viabilitas atau daya tahan (Ashfahani, 2010). Mencit dapat digunakan sebagai hewan percobaan, karena sistem reproduksinya hampir sama seperti manusia. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pengaruh radiasi sinar-X terhadap motilitas sperma pada tikus mencit (*Mus musculus*), dari hasil penelitian tersebut radiasi sinar-X memberikan pengaruh terhadap jumlah konsentrasi dan *motilitas* sperma. Semakin besar radiasi yang diberikan maka konsentrasi sperma dan motilitas *motile* semakin menurun serta semakin

bertambah motilitas *immotile*. Hal ini membuktikan bahwa pemberian radiasi sinar-X terhadap sperma mencit dapat menyebabkan *infertilitas* (Fauziyah dan Dwijananti, 2013). Menurut Sudatri dkk. (2015) menyatakan bahwa hasil uji *LSD* dengan *Post Hoc test* menunjukkan bahwa paparan radiasi sinar-X pada tingkat 1x200 rad, 2x200 rad, dan 3x200 rad, menurunkan motilitas, viabilitas, morfologi normal, dan jumlah sperma yang dihasilkan dibandingkan dengan kontrol. Paparan radiasi sinar-X secara berulang menurunkan kualitas sperma mencit. Dari penelitian tersebut, saya ingin melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh medan listrik pada gerak sperma mencit (*Mus musculus*) melalui motilitasnya.

Kinematika merupakan bagian dari mekanika yang mempelajari gerak benda bergerak. Perpindahan dan jarak merupakan hal yang berbeda. Besaran fisis kinematika yang akan dibahas pada motilitas sperma meliputi perpindahan, panjang lintasan yang ditempuh, kecepatan rata-rata dan laju rata-rata (Serwey, 2004). Suatu benda bergerak dalam bidang datar 2-dimensi, maka besar perpindahan benda tersebut adalah sebagai berikut:

$$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2} \quad (1)$$

dengan \vec{r}_f adalah posisi akhir pada saat t_f dan \vec{r}_i adalah posisi awal pada saat t_i .

Nilai ratio (n) antara panjang lintasan (Δs) suatu benda terhadap besar perpindahan ($|\Delta \vec{r}|$) adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{\Delta s}{|\Delta \vec{r}|} \quad (2)$$

Vektor kecepatan yang akan dibahas pada motilitas sperma adalah dengan menambahkan arah gerak sperma pada saat t_i sampai t_f . Arah gerak sperma adalah sebagai berikut:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y_f}{x_f} \right) \quad (3)$$

Plasma semen sperma merupakan media untuk hidup dari sperma dan mengandung nutrisi untuk sperma. Sperma terdiri dari kepala, leher, badan dan ekor. Bagian dari sperma memiliki fungsi sebagai berikut (Reece, 2012):

1. Kepala (*head*) yang terdiri dari inti sel tebal dan memiliki sedikit sitoplasma yang diselubungi dengan selubung tebal dan inti sel (nukleus) mengandung kromosom dan gen.
2. Leher (*neck*) merupakan bagian yang menghubungkan antara kepala dengan badan. Leher terdiri dari sembilan segmen kolom materi berserat.
3. Badan (*middle piece*) merupakan bagian yang mengandung mitokondria yang berfungsi sebagai penghasil energi untuk pergerakan spermatozoa.
4. Ekor (*tail*) terdiri dari axial filament dibagian dalam dan membran plasma dibagian luar yang berfungsi untuk pergerakan sperma. Pada bagian ekor terdapat sedikit sitoplasma dan mengandung rangka poros yang disebut aksonema.

Sperma manusia memiliki panjang sekitar 60 μm , panjang kepala sperma sekitar 5 μm dan tebal sekitar 3 μm , bagian leher sperma sekitar 1 μm dan ekor terbagi menjadi 3 bagian (bagian utama sekitar 45 μm , bagian tengah sekitar 5 μm dan bagian terminal sekitar 5 μm) (Hill, 2015). Sperma pada manusia memiliki perbedaan dengan sperma mencit pada bagian kepala. Ujung kepala sperma mencit berbentuk seperti pengait, sedangkan sperma manusia berbentuk elips.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang akan digunakan adalah eksperimen. Tempat penelitian dilakukan di laboratorium fisiologi hewan SITH ITB. Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 s/d April 2016. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Mikroskop Fluoresensi | 8. Mikropipet |
| 2. Catudaya | 9. Tabung mikro 1,5 ml |
| 3. Plat Besi (Fe) | 10. Tubs kuning |
| 4. Kabel penghubung | 11. Alat bedah |
| 5. Hemasitometer | 12. Larutan NaCl 0,9 % |
| 6. <i>Deck glass</i> (2,2 cm x 2,2 cm) | 13. Mencit Jantan |
| 7. Cawan Petri | |

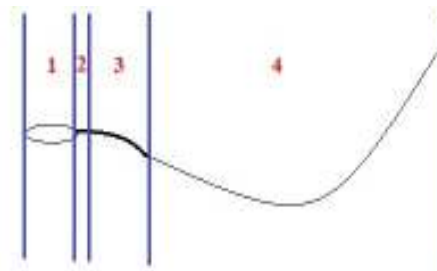
Berikut adalah perlakuan selama penelitian:

1. Sediakan Suspensi sperma 20 μL diencerkan dengan larutan NaCl 0,9 % 180 μL di dalam eppendorf. Pengenceran sperma dilakukan 10 kali.
2. Dua plat besi dihubungkan ke catudaya dengan menggunakan kabel penghubung dan masing-masing plat diletakkan diantara meja *object* pada mikroskop.
3. Cairan sperma yang sudah diencerkan dimasukkan ke dalam hemasitometer sebesar 20-30 μL , kemudian hemasitometer diletakkan di meja *object* mikroskop di antara kedua plat.
4. Amati menggunakan mikroskop fluoresensi dengan perbesaran 400 kali.
5. Pergerakan sperma direkam dengan menggunakan software NIS element selama 60 sekon.
6. Software kinovea digunakan untuk memotong video pergerakan sperma menjadi beberapa bagian dengan kapasitas yang lebih kecil berukuran 10-150 MB.



Gambar 1. Rangkaian alat seluruhnya yang digunakan dalam pengamatan pergerakan sperma (Nurmasyitah, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Gambaran struktur sperma mencit dari hasil video.

Dari video, sperma mencit memiliki struktur :

- Bentuk kepala : sperma mencit memiliki bagian ujung kepala berbentuk seperti pengait.
- Panjang kepala : 5-8 μm .
- Lebar kepala : 0,5-1 μm .
- Panjang badan : 13-15 μm .
- Ekor sperma : 40-45 μm .

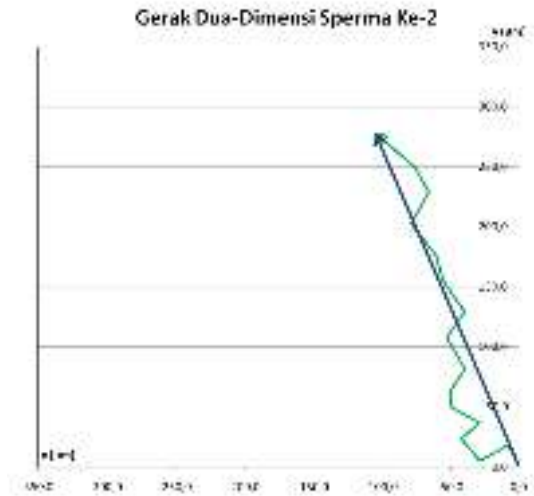
a. Tanpa Medan Listrik ($\Delta V = 0$)



Gambar 3. Gerak dua-dimensi Sperma ke-1

Sperma ke-1 :

- $t_i = 2$ s s/d $t_f = 6$ s.
- Panjang lintasan : 379,5 μm .
- Besar perpindahan : 289,5 μm .
- Ratio (n) : 1,31.
- Arah gerak : 285,3°.

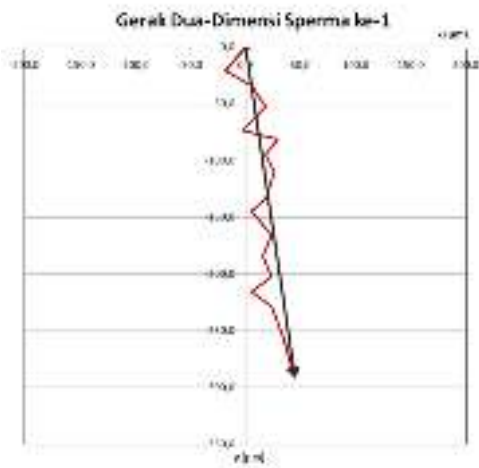


Gambar 4. Gerak dua-dimensi sperma ke-2

Sperma ke-2 :

- $t_i = 2$ s s/d $t_f = 6$ s.
- Panjang lintasan : 378,0 μm .
- Besar perpindahan : 286,8 μm .
- Ratio (n) : 1,32.
- Arah gerak : 110,7°.

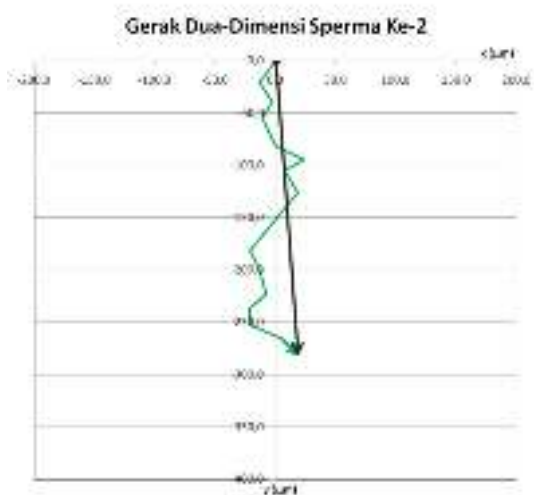
b. Di Pengaruhi Medan Listrik ($\Delta V = 12,5$ V, $E = 1,06$ V/m)



Gambar 5. Gerak dua-dimensi sperma ke-1 di pengaruhi medan listrik.

Sperma ke-1 :

- $t_i = 2$ s s/d $t_f = 6$ s.
- Panjang lintasan : 396,3 μm .
- Besar perpindahan : 276,3 μm .
- Ratio (n) : 1,43.
- Arah gerak : 278,7°.



Gambar 6. Gerak dua-dimensi sperma ke-2 di pengaruhi medan listrik.

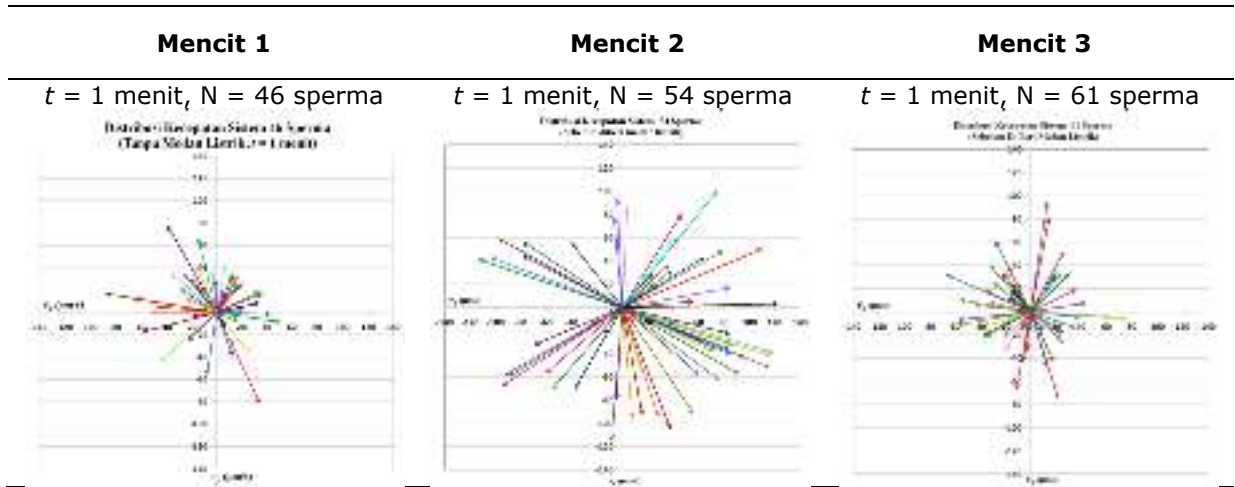
Sperma ke-2 :

- $t_i = 9$ s s/d $t_f = 13$ s.
- Panjang lintasan : 358,2 μm .
- Besar perpindahan : 252,6 μm .
- Ratio (n) : 1,42.
- Arah gerak : 273,7°.

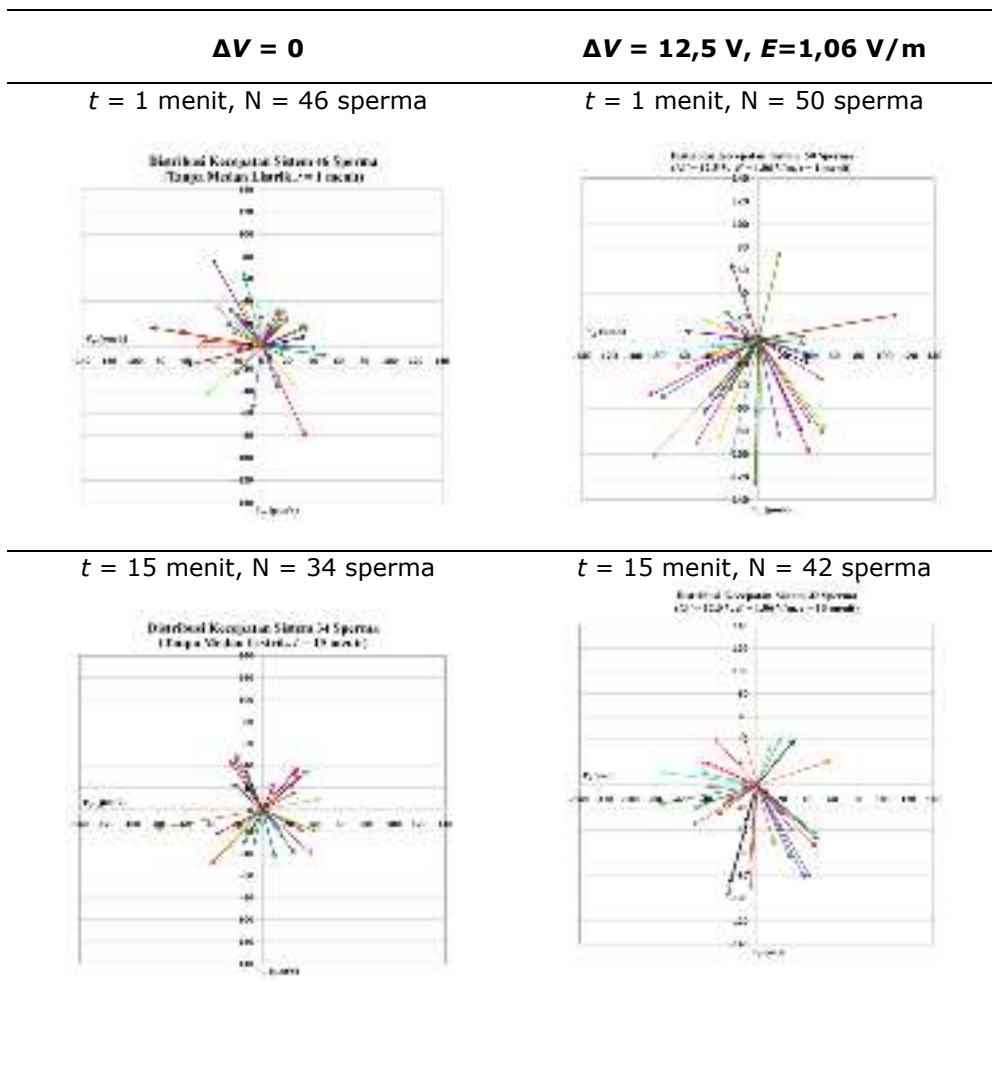
Rasio (n) rata-rata : 1,42

Sperma bergerak acak ke segala arah untuk sperma tanpa pengaruh medan listrik dan sperma yang dipengaruhi medan listrik.

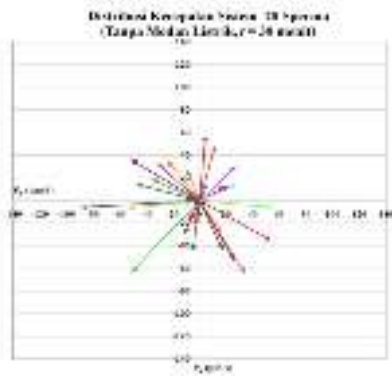
Tabel 1. Tabel gerak acak sperma tanpa pengaruh medan listrik.



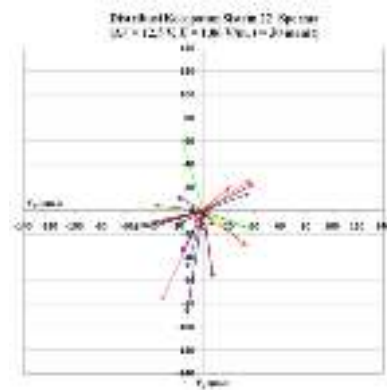
Tabel 2. Tabel gerak acak sperma ($\Delta V = 0$ dan $\Delta V \neq 0$).



$t = 30$ menit, $N = 28$ sperma



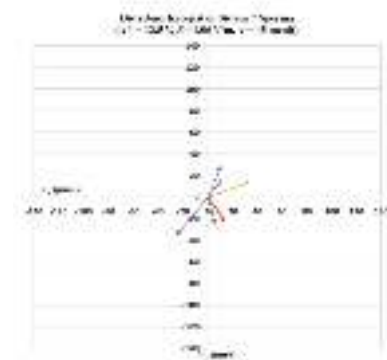
$t = 30$ menit, $N = 22$ sperma



$t = 45$ menit, $N = 21$ sperma



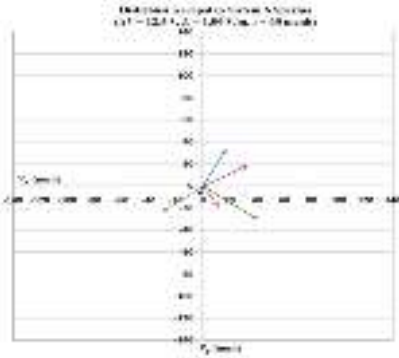
$t = 45$ menit, $N = 7$ sperma



$t = 60$ menit, $N = 18$ sperma



$t = 60$ menit, $N = 6$ sperma



$t = 90$ menit, $N = 8$ sperma



$t = 120$ menit, $N = 4$ sperma



Gerak sperma yang di pengaruhi medan listrik adalah acak cenderung bergerak ke plat positif (kuadran 3 dan kuadran 4) dibandingkan dengan arah gerak sperma tanpa pengaruh medan listrik. Berikut ini disajikan persentase sistem N sperma terhadap arah gerak pada saat $t = 1$ menit s/d $t = 30$ menit adalah:

Tabel 3. Tabel arah gerak sistem N sperma.

Waktu	$\Delta V = 0$		$\Delta V = 12,5 V$	
	1 menit	Kuadran 3: $N = 5$ sperma = 10,9 %	Kuadran 4: $N = 8$ sperma = 17,4 %	Kuadran 3: $N = 25$ sperma = 50 %
15 menit	Kuadran 3: $N = 9$ sperma = 26,5 %	Kuadran 4: $N = 9$ sperma = 26,5 %	Kuadran 3: $N = 19$ sperma = 45,2 %	Kuadran 4: $N = 10$ sperma = 23,8 %
30 menit	Kuadran 3: $N = 9$ sperma = 32,1%	Kuadran 4: $N = 5$ sperma = 17,9 %	Kuadran 3: $N = 10$ sperma = 45,5 %	Kuadran 4: $N = 7$ sperma = 31,8 %

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sperma tanpa medan listrik ($\Delta V = 0$) yang dianggap normal memiliki viabilitas $t = 45$ menit (45,6 %), sedangkan sperma yang dipengaruhi medan listrik ($\Delta V = 12,5 V$) memiliki viabilitas $t = 30$ menit (44,0 %). Sperma bergerak acak ke segala arah apabila tanpa pengaruh medan listrik, akan tetapi sperma cenderung bergerak ke plat (+) apabila berada dalam pengaruh medan listrik. Sperma tanpa pengaruh medan listrik yang bergerak ke plat (+) pada $t = 1$ menit (28,3 %), $t = 15$ menit (53,0 %) dan $t = 30$ menit (50,0 %), dipengaruhi medan listrik ($\Delta V = 12,5 V$) pada $t = 1$ menit (80,0 %), $t = 15$ menit (69,0 %) dan $t = 30$ menit (77,3 %).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yaitu Ibu Dr. Siti Nurul Khotimah, M.Sc dan Bapak Dr. Indra Wibowo, M.Si yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian. Terima kasih juga saya ucapkan kepada Ibu Putri Fajarwati, S.ST selaku laboran di Laboratorium Fisiologi Hewan dan Bapak Ir. Aam Kamal selaku teknisi di kandang hewan SITH ITB.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M., & Finn, E.J. (1992). *Physic*, Addison Wesley.
- Ashfahani, E.D., Wiratmini, N.I., & Sukmaningsih, A.A.S.A. (2010). Motilitas Dan Viabilitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus* L.) Setelah Pemberian Ekstrak Temu Putih (*Curcuma Zedoaria* (Berg.) Roscoe.). *Jurnal Biologi*, 14(1): 20 – 23.
- Reece. B.J., Taylor, M.R., Simson, E.J & Dickey, J.D. (2012). *Campbell Biology Concepts and Connections Seventh Edition Pearson*. Benjamin Cummings.
- Fauziyah, A & Dwijananti, P. (2013). Pengaruh Radiasi Sinar X Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus Musculus*). *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(1): 93-98.
- Hill, M.A. (2015). Embryology spermatozoa development. Data diperoleh melalui situs internet: https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Main_Page. Diakses tanggal 22 Mei 2016.
- Nurmasyitah. (2016). Pengaruh Medan Listrik Pada Distribusi Kecepatan Dan Laju Sperma Mencit (*Mus musculus*) Melalui Motilitasnya, Tesis Magister Pengajaran, Institut Teknologi Bandung.
- Serwey, J. (2004). *Physics For Scientists And Engineers 6 Th Edition*. California: Thomson Brooks
- Subowo. (1995). *Biologi Sel*. Bandung: Angkasa.
- Sudatri, N.W., Suartini, N.M., Sukmaningsih, A.A.S.A., & Yulihastuti, D. A. (2015). Kualitas Spermatozoa Mencit Yang Terpapar Radiasi Sinar-X Secara Berulang. *Jurnal Veteriner*, 16(1): 56-61.
- Tipler, Paul A. (2001): Fisika untuk sains dan teknik edisi ketiga jilid dua, Jakarta, Erlangga (35-36, 114-116).