

# Efek Paparan Radiasi Gamma dan Pemberian Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) terhadap Tingkat Kesuburan Gonad Hewan Mencit

Feris Kamla<sup>1)\*</sup>, Unggul P. Juswono<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Magister Ilmu Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

<sup>2)</sup> Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 08 Agustus 2014, direvisi 27 September 2014

## ABSTRAK

Sinar gamma merupakan radiasi pengion yang pada penggunaannya dapat menyebabkan kemandulan (*infertilitas*). Mekanisme pertahanan sel terhadap radikal bebas melibatkan suatu senyawa aktif yang disebut antioksidan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efek radiasi sinar gamma dan mengkaji efek pemberian ekstrak kecambah kacang hijau (*Phaseolus Radiatus*) terhadap tingkat kesuburan gonad yang dilihat dari 3 variabel yang diamati yakni motilitas, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa. Sebanyak 75 ekor mencit jantan digunakan dalam penelitian ini dan dibagi menjadi 3 kelompok: kontrol (K), radiasi non ekstrak (RNE), dan radiasi plus ekstrak (R+E). Mencit diberikan ekstrak kecambah kacang hijau peroral dengan dosis 0,2 mL/kgBB, 0,4 mL/kgBB, 0,6mL/kgBB, 0,8 mL/kgBB, 0,8 mL/kgBB dan 1.0 mL/kgBB. Proses radiasi dilakukan secara fraksinasi dengan 100 rad per fraksi mulai dari 100 rad, 150 rad, 200 rad, 250 rad sampai 300 rad. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian radiasi mampu menurunkan tingkat kesuburan gonad dengan penurunan seiring dengan penambahan dosis radiasi yang diberikan. Pemberian ekstrak *Phaseolus radiatus* mampu menekan penurunan dan mempertahankan tingkat kesuburan gonad.

**Kata kunci** : radiasi Gamma, ekstrak *Phaseolus radiatus*, tingkat kesuburan gonad, Mencit

## ABSTRACT

Gamma rays is an ionizing radiation that can causes infertilities. Cell defense mechanism against free radicals are involving active compound called antioxidant. Goal of this research is aim to analyze the influence of gamma radiation and review the influence of green beansprout extract (*Phaseolus radiatus*) in gonad fertility rate with threevariables there are motility, viability and abnormality of spermatozoa. Male mice divided into three groups, control (K), non-extract radiation (RNE), and radiation plus extract (R+E). Mice was treated orally by green bean sprout extract with several dose 0.2 mL kg<sup>-1</sup> body weight, 0.4 mL kg<sup>-1</sup> body weight, 0.6 mL kg<sup>-1</sup> body weight, 0.8 mL kg<sup>-1</sup> body weight, and 1.0 mL kg<sup>-1</sup> body weight. Radiation was given by fractionation starting from 100 rad, 150 rad, 200 rad, 250 rad, and 300 rad. The result shows that increasing radiation dose can reducing gonad fertility rate and treatment of *Phaseolus radiatus* extract can suppress this reduction and preserve gonad fertility rate.

**Keywords** : Gamma radiation, *Phaseolus radiatus* extract, gonad fertility rate, mice

## PENDAHULUAN

Kanker merupakan suatu proses pembelahan sel (*proliferasi*) yang abnormal. Kanker prostat merupakan salah satu penyakit

kanker yang banyak terdapat pada laki-laki dewasa. Pada penelitian ilmiah lainnya juga memperkirakan bahwa resiko penyakit kanker prostat yang tinggi disebabkan oleh diet rendah lemak dan kurangnya suplemen nutrisi antara lain lycopen, vitamin E dan selenium [1]. Pemanfaatan tenaga nuklir khususnya untuk penanganan kasus kanker sudah tepat karena tingkat efisiensi dan faktor ketepatan yang lebih

\*Corresponding author:

E-mail: kamlasiferis@yahoo.co.id

tinggi, serta waktu radiasi yang dibutuhkan relatif lebih stabil sehingga lebih banyak masyarakat yang akan terlayani [2], namun menurut penelitian lainnya juga mengatakan bahwa zat radioaktif yang digunakan untuk terapi radiasi terhadap penyakit kanker memang memberikan manfaat yang cukup besar, namun juga dapat memberikan kerugian, hal ini dikarenakan radiasi bersifat non selektif dimana baik sel-sel normal maupun sel kanker bisa dipengaruhi oleh radiasi dan dapat menyebabkan kerusakan biologis dan kematian pada sel kanker dan sel normal [3]. Radiasi adalah pemancaran atau pengeluaran dan perambatan energi menembus ruang atau sebuah substansi dalam bentuk gelombang atau partikel [4]. Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat menyebabkan terjadinya ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi [5]. Paparan dari radiasi gelombang elektromagnetik dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan fisik manusia [6]. Hasil penelitiannya lainnya juga mengatakan bahwa terapi kanker seperti radioterapi dan kemoterapi dapat menyebabkan gangguan sementara bahkan permanen terhadap kesuburan pada pasien kanker laki-laki yang biasanya berada pada usia produktif [7]. Dosis radiasi 0.15 Gy sudah dapat mengakibatkan penurunan jumlah sel sperma (oligosperma) [8]. Menurut penelitian sebelumnya pemberian dosis radiasi dengan sinar X dapat menurunkan konsentrasi spermatozoa, sedangkan untuk motilitas bergerak maju atau zig-zag (motile) mengalami penurunan dan motilitas bergerak di tempat (*immotile*) mengalami kenaikan, dosis radiasi 100 mGy sudah berpengaruh terhadap konsentrasi dan motilitas sperma [9]. Penurunan jumlah sperma dapat berpengaruh terhadap fertilitas. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi fertilitas adalah paparan radiasi terutama radiasi pengion, sinar gamma termasuk radiasi pengion [10]. Oleh karena itu, radiasi seringkali dianggap menakutkan karena dapat menyebabkan terjadinya kemandulan (infertilitas). Kualitas sperma sangat penting bagi individu untuk mempertahankan generasinya dengan proses perkawinan. Fertilitas atau kesuburan dipengaruhi oleh kondisi atau kualitas sperma. Menurut penelitian lain mengatakan bahwa kualitas sperma meliputi beberapa aspek yaitu; jumlah sperma, normalitas atau morfologi, motilitas

atau daya gerak, dan viabilitas atau daya tahan [11]. Untuk mengatasi efek dari paparan radiasi sinar gamma terhadap organ reproduksi, maka dibutuhkan suatu antioksidan. Terkait dengan keberadaan radikal bebas ini, maka diperlukan suatu antioksidan guna menghalau atau melawan efek samping akibat paparan radiasi. Kini pemanfaatan antioksidan dari tanaman tradisional atau herbal banyak diminati masyarakat. Salah satunya adalah kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus*), merupakan kecambah yang berasal dari biji kacang hijau.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan 75 ekor mencit jantan strain *Balb/c*, usia 6-8 minggu yang diperoleh dari *Galaxy Science Animal Center* Jember. Mencit tersebut dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu K (non radiasi dan non ekstrak), RNE (radiasi dan non ekstrak), dan R+E (diberi radiasi dan ekstrak). Pada perlakuan dengan radiasi diberikan 5 variasi dosis radiasi yaitu 100 rad, 150 rad, 200 rad, 250 rad dan 300 rad, sedangkan pada perlakuan dengan ekstrak kecambah kacang hijau diberikan lima variasi dosis yaitu 0,2 mL/kgBB, 0,4 mL/kgBB, 0,6 mL/kgBB, 0,8 mL/kgBB, dan 1 mL/kgBB.

**Pemberian Paparan Radiasi.** Paparan radiasi dilakukan di lab. Fisika Lanjutan UB yang dilakukan perfraksi dari 100 rad sampai selesai. Pemaparan radiasi ini dilakukan pada hari ke-15 setelah pemberian ekstrak kecambah kacang hijau.

**Pemberian Ekstrak Kecambah.** Ekstrak kecambah kacang hijau diperoleh dari Balai Farmakologi Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Pemberian dosis ekstrak kecambah kacang hijau pada mencit dihitung berdasarkan berat badan masing-masing mencit yang divariasikan menjadi 5 dosis yaitu dosis 0,2 mL/kgBB, 0,4 mL/kgBB, 0,6 mL/kgBB, 0,8 mL/kgBB dan 1 mL/kgBB. Ekstrak kecambah kacang hijau diberikan satu kali dalam sehari selama 14 hari sebelum mencit diradiasi dan pada saat mencit diradiasi.

**Pengamatan terhadap Motilitas.** Pengamatan terhadap motilitas spermatozoa

dilakukan dengan menghitung jumlah spermatozoa dari 100 spermatozoa yang diamati.

**Pengamatan terhadap Viabilitas.**

Pengamatan karakteristik hidup dan mati spermatozoa dilakukan dengan cara meneteskan pewarnaan eosin B dan nigrosin di atas kaca benda yang berisi spermatozoa. Spermatozoa mati berwarna merah keunguan, sedangkan spermatozoa yang hidup akan terlihat berwarna putih pada bagian kepala. Pengamatan hidup atau mati spermatozoa dilakukan dengan cara menghitung jumlah spermatozoa yang hidup dari 100 spermatozoa yang diamati.

**Pengamatan terhadap Abnormalitas.**

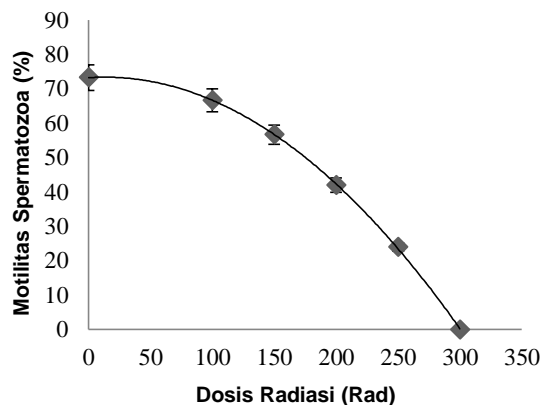
Pengamatan terhadap karakteristik abnormalitas spermatozoa yang telah diwarnai dengan eosin B dan nigrosin dilakukan dengan cara menghitung jumlah spermatozoa yang abnormal dari 100 spermatozoa yang diamati. Spermatozoa yang abnormal ditandai dengan kepala ganda, ekor putus, ekor hilang dan rusaknya membran plasma.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

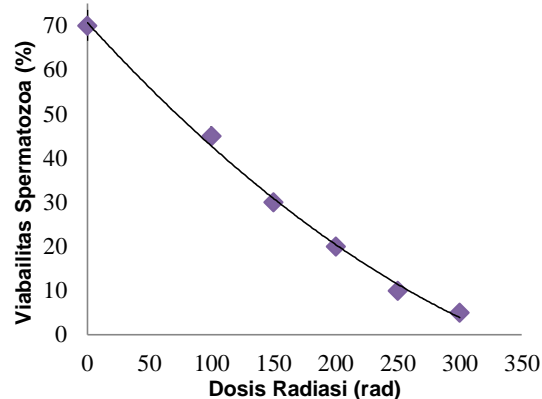
Hasil pengamatan terhadap hewan coba diperoleh rata-rata hasil pengukuran terhadap tingkat kesuburan gonad yang diketahui dari 3 aspek yang diamati yakni motilitas, viabilitas dan abnormalitas spermatozoa yang diinterpretasi dalam bentuk grafik untuk melihat pengaruh pemberian paparan radiasi dan ekstrak kecambah kacang hijau terhadap tingkat kesuburan gonad yang ditunjukkan pada Gambar 1-6.

Hasil uji analisis ragam (ANOVA) pada Gambar 1-3 menunjukkan bahwa pemberian dosis radiasi memberikan pengaruh nyata terhadap motilitas, viabilitas dan abnormalitas spermatozoa dengan nilai signifikan ( $P < 0,05$ ) pada taraf kepercayaan 95%. Uji lanjut Duncan untuk dosis radiasi menunjukkan bahwa perlakuan dosis radiasi 100 rad memberikan pengaruh yang berbeda dengan dosis 150 rad, 200 rad, 250 rad dan 300 rad. Hal ini disebabkan karena semakin besar dosis radiasi maka motilitas dan viabilitas semakin menurun sedangkan jumlah abnormalitas spermatozoa

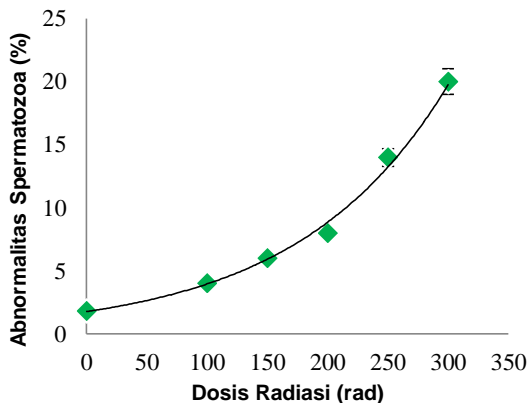
semakin meningkat, dimana peningkatan kadar *radical oxide structure* (ROS) akan menghasilkan stress oksidatif akibat kadar ROS melampaui batas pertahanan antioksidan tubuh sehingga akan menyebabkan kerusakan sel, jaringan dan organ [5]. Apabila terjadi peningkatan ROS yang berlebihan maka akan berpengaruh negatif terhadap tubuh. Tingginya kadar ROS pada sperma menyebabkan 40,88% pasien pria mengalami infertilitas.



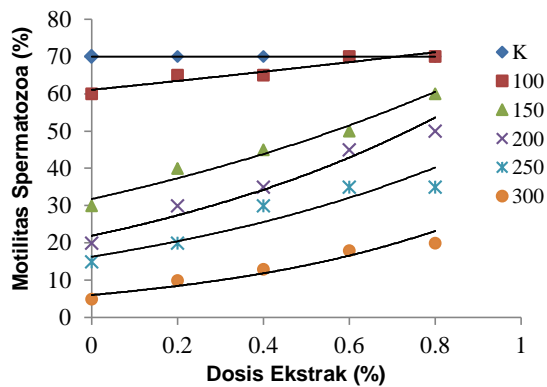
Gambar 1. Paparan Radiasi terhadap Motilitas Spermatozoa



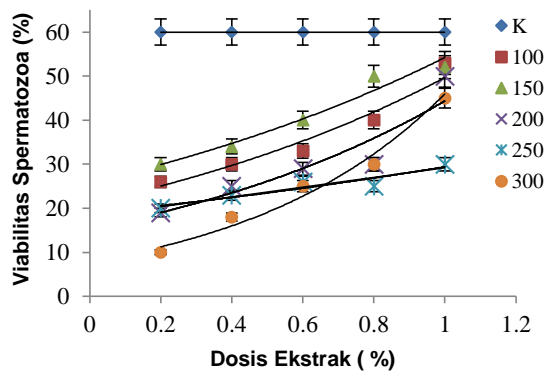
Gambar 2. Paparan radiasi dengan viabilitas spermatozoa



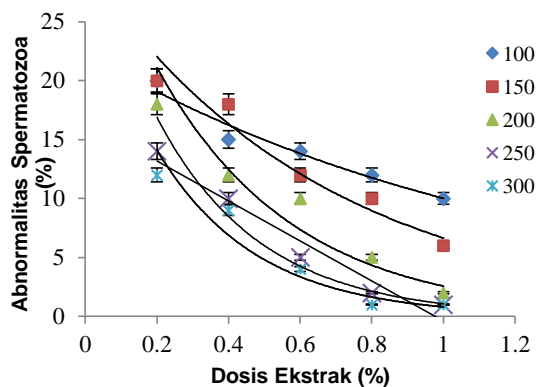
Gambar 3. Paparan radiasi terhadap Abnormalitas Spermatozoa



Gambar 4. Paparan radiasi dan pemberian Ekstrak Kecambah terhadap Motilitas Spermatozoa.



Gambar 5. Paparan radiasi dan pemberian ekstrak Kecambah terhadap Viabilitas Spermatozoa.

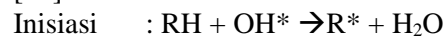


Gambar 6. Paparan radiasi dan pemberian ekstrak Kecambah terhadap Abnormalitas Spermatozoa

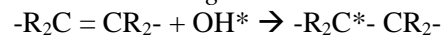
Pada Gambar 4-6 menunjukkan bahwa semakin besar dosis ekstrak, maka senyawa aktif tokoferol akan mengikat radikal bebas sehingga dapat mencegah tahap propagasi pada aktifitas radikal terhadap spermatozoa. Sehingga tetap mempertahankan motilitas, viabilitas dan abnormalitas spermatozoa dari serangan radikal bebas dan membatasi kerusakan sel.

### Pengaruh Radiasi terhadap Motilitas, Viabilitas dan Abnormalitas Spermatozoa.

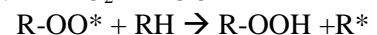
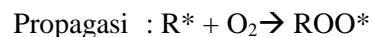
Pengaruh penurunan motilitas, viabilitas, dan peningkatan jumlah abnormalitas spermatozoa akibat paparan radiasi, diduga terjadi akibat adanya interaksi radikal bebas dengan organ reproduksi. Sebelum sel mengalami kerusakan sampai kematian terjadi proses radiolisis sel yang menyebabkan eksitasi dan ionisasi molekul atau atom penyusun materi biologis sel akibat absorpsi energi radiasi pengion. Oksidasi lemak terdiri dari tahap inisiasi, propagasi, dan terminasi. Lemak yang diserang berasal dari aliran darah, yaitu kolesterol, lemak netral, lemak tidak jenuh [12]. Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal asam lemak, yaitu suatu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat dari hilangnya satu atom hidrogen atau adisi pada karbon rangkap. Lemak tak jenuh mudah diserang radikal pada rantai asli karena memiliki sistem 1,4-pentadiena yang memungkinkan pengambilan atom hidrogen dari salah satu gugus metilen  $-CH_2-$  membentuk radikal karbon. Keberadaan ikatan rangkap karbon melemahkan ikatan karbon hidrogen dan memfasilitasi pengambilan atom hidrogen. Pada tahap propagasi penghilangan atom hidrogen melibatkan penyusunan ulang ikatan sebagai stabilisasi dengan pembentukan konjugasi diena yang mudah diserang oleh oksigen membentuk radikal peroksil  $ROO^*$  [13]. Radikal peroksil selanjutnya menyerang asam lemak lain menghasilkan hidroperoksida ( $R-OOH$ ) dan radikal asam lemak baru mengalami reaksi berantai sehingga menghasilkan lebih banyak hidroperoksida [14].



*Pengambil atom H*



*Adisi ikatan rangkap*



Pada tahap terminasi, radikal yang sama bergabung menjadi molekul yang tidak reaktif. Kerusakan pada DNA sebagai akibat paparan radiasi dapat menyebabkan perubahan struktur molekul gula dan basa, putusanya ikatan hidrogen antar basa, hilangnya gula atau basa [15]. Radikal bebas seperti  $OH^*$  sangat reaktif terhadap atom H pada ikatan hidrogen pada DNA agar menjadi senyawa  $H_2O$  yang stabil,

selain itu radikal hidroksil (OH\*) tersebut jika berinteraksi dengan atom H pada gugus fosfat DNA dapat menyebabkan putus-putusnya untaian DNA yang terdiri dari putus-putusnya salah satu untai DNA.

### **Pengaruh Paparan Radiasi dan Pemberian Ekstrak Kecambah Kacang Hijau terhadap motilitas, viabilitas dan abnormalitas spermatozoa.**

1. **Motilitas Spermatozoa.** Kualitas sperma ditunjukkan pada karakteristik motilitas sperma mencit bergerak maju atau zig-zag (*motile*). Pengaruh variasi dosis radiasi dan dosis ekstrak terhadap motilitas spermatozoa dapat dilihat pada gambar 4 yang menunjukkan bahwa semakin besar dosis ekstrak yang diberikan maka prosentase motilitas semakin meningkat. Hasil uji analisis Anova menunjukkan bahwa dosis radiasi dan dosis ekstrak serta interaksi keduanya memberikan pengaruh sangat nyata terhadap prosentase motilitas spermatozoa dengan nilai signifikan ( $P < 0,05$ ) pada taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan uji lanjut Duncan untuk dosis radiasi menunjukkan bahwa perlakuan dosis 100 rad memberikan pengaruh yang berbeda dengan dosis 150 rad, 200 rad, 250 rad dan dosis 300 rad terhadap motilitas spermatozoa, sedangkan uji lanjut Duncan untuk pemberian dosis ekstrak 0,2 mL berbeda nyata dengan 0,6 mL, 0,8 mL dan 1 mL, sedangkan untuk perlakuan dosis ekstrak 0,2 mL tidak berbeda nyata dengan 0,4 mL. Selisih nilai rata-rata dari prosentase motilitas spermatozoa dapat dilihat pada Gambar 4.
2. **Viabilitas Spermatozoa.** Viabilitas merupakan kemampuan spermatozoa untuk bertahan hidup setelah dikeluarkan dari organ reproduksi jantan. Hasil uji analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa pemberian dosis radiasi dan dosis ekstrak serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap prosentase viabilitas spermatozoa dengan nilai signifikan ( $P < 0,05$ ) pada taraf kepercayaan 95%. Uji lanjut Duncan untuk dosis radiasi menunjukkan bahwa perlakuan dosis 100 rad memberikan pengaruh yang berbeda dengan dosis 150 rad, 200 rad, 250 rad dan dosis 300 rad terhadap viabilitas, sedangkan

untuk dosis 300 rad memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan dosis 200 rad dan 250 rad terhadap viabilitas spermatozoa. Sedangkan uji lanjut Duncan untuk dosis ekstrak menunjukkan bahwa perlakuan dosis 0,2 mL memberikan pengaruh yang berbeda dengan dosis 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL dan 1 mL terhadap viabilitas spermatozoa, sedangkan untuk dosis ekstrak 0,6 mL tidak berbeda nyata dengan 0,8 mL. Selisih nilai rata-rata dari prosentase viabilitas spermatozoa dapat dilihat pada Gambar 5.

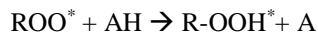
3. **Abnormalitas Spermatozoa.** Pengaruh radiasi dan pemberian ekstrak terhadap abnormalitas spermatozoa dapat dilihat pada gambar 6. Hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan dosis ekstrak dan dosis radiasi memberikan pengaruh nyata terhadap prosentase abnormalitas spermatozoa dengan nilai signifikan ( $P < 0,05$ ) pada taraf kepercayaan 95%. Hasil uji lanjut Duncan untuk dosis ekstrak menunjukkan bahwa perlakuan dosis 0,6 mL memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan dosis 0,8 mL. Dosis 0,8 mL memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap dosis 1 mL, sedangkan dosis ekstrak 0,2 mL memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan dosis ekstrak 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, dan 1 mL. Selisih nilai rata-rata dari prosentase abnormalitas spermatozoa dapat dilihat pada Gambar 6.

Vitamin E merupakan antioksidan yang kandungannya paling besar dalam kecambah kacang hijau [16]. Pengaruh pemberian ekstrak kecambah kacang hijau disebabkan oleh adanya vitamin E (senyawa tokoferol) sebagai antioksidan yang ada dalam ekstrak kecambah kacang hijau dapat menangkal radikal bebas yang ditimbulkan radiasi.

Senyawa tokoferol dapat menghambat peroksidasi lipid oleh radikal bebas yang dibentuk dari persenyawaan *N-acetyl-p-benzoquinone imine* (NAPQI) melalui mekanisme penangkapan radikal bebas dan pengikatan logam [17]. Selain itu, vitamin E dapat mempertahankan integritas membran sel dengan menghambat aktivitas NO (*nitric oxide*) endotel dan menghambat adhesi leukosit pada sel yang mengalami kerusakan. Inhibisi aktivitas NO juga diperankan vitamin C yang

merupakan penstabil keberadaan vitamin E [18].

Senyawa tokereferol pada kecambah kacang hijau bekerja sebagai antioksidan pemutus rantai (*chain-breaking anti-oxidants*) yang mencegah tahap propogasi pada aktivitas radikal dengan cara kelompok hidroksil pada cincin kromanol bereaksi dengan radikal peroksil bereaksi dengan radikal peroksil yang membentuk hidroperoksida dan tokoferoksil [19]. Persamaan reaksi sebagai berikut:



Keterangan,

ROO\* : Radikal Peroksil

AH : Antioksidan

ROOH : Hidroperoksida

A : Tokoferoksil

## KESIMPULAN

Radiasi sinar gamma mampu menurunkan tingkat kesuburan Gonad dengan penurunannya seiring bertambahnya dosis radiasi yang diberikan. Pemberian ekstrak kecambah kacang hijau mampu menekan penurunan dan mempertahankan tingkat kesuburan gonad akibat terkena paparan radiasi, dimana dosis ekstrak 1mL/kgBB merupakan dosis yang paling efektif dari lima variasi dosis yang diberikan. Semakin tinggi dosis ekstrak kecambah kacang hijau yang diberikan maka senyawa aktif yang terkandung didalamnya juga semakin tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schroder FH, Hugosson J, Roobol MJ, (2009), Screening and Prostate-Cancer Mortality in a Randomized European study, *N Engl J Med*, **360**, 1320– 328.
- [2] Darmawanti. (2012), Peranan Penggunaan Implementasi Linear Accelerator dalam Penanganan Kanker Prostat, *Jurnal Fakultas MIPA, Fisika, Universitas Gaja Mada, Yogyakarta*.
- [3] Zulkarnaen, Noor J. A. E., Juswono UP, (2012). Analisis Pengaruh Penyinaran Sinar Gamma Terhadap Kadar Insulin Pankreas sebelum dan sesudah pemberian Ekstrak buah Pare (*M. charantia*) pada Mencit yang dibebani Glukosa. *Jurnal Natural B, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang*.
- [4] Anies. (2007). Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik dengan Manajemen Berbasis Lingkungan terhadap Gangguan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang*
- [5] Lusianti, Y. (2008), Penerapan Efek Radiasi Dengan Sistem Biologi Sebagai Dosimetri Biologi. (*Jurnal Ilmiah*), diakses Mei 2008; *jurnal.sttn.batan.ac.id*
- [6] Swarmadika, I. (2010), Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler terhadap Kesehatan Manusi. *Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali*
- [7] Friedlander. (1981). Nuclear and Radiochemistry, *Third Edition, John Wiley and Sons Inc, New York*.
- [8] Kessopoulou E, Powers HJ, Sharma KK, Pearson MJ, Russel JM, Cooke ID and Barratt CLR. (1995), A double-blind randomized placebo cross-over controlled trial using the antioxidant vitamin E to treat reactive oxygen species associated male infertility. *Journal Fertil Steril*. **64(4)**: 825-831.
- [9] CXAlatas, Z. (2004), Efek Radiasi Pengion Dan Non Pengion Pada Manusia. *Buletin Alara*. **5**, 99-112.
- [10] A. Fauziyah (2012), Pengaruh Radiasi Sinar X terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus Musculus*). *Skripsi Pendidikan Fisika Indonesia* **9**, 2013: 93 - 98.
- [11] Olayemi, F. O. (2010), A review on some causes of male infertility. *African Journal of Biotechnology*: **9(20)**: 2834-2842.
- [12] Ashafahani, E. D., N. I. Wiratmini, & A. A. S. A. Sukmaningsih. (2010), Motilitas dan viabilitas spermatozoa mencit (*Mus musculus L.*) setelah pemberian ekstrak temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe), *Jurnal Biologi*, XIV (1): 20 – 23.
- [13] Sika, S. (2004), Role of oxidative stress and antioxidant in andrology: **25**: 2699-2722.
- [14] Niwa, Y. (1997), Radikal bebas mengundang kematian, *Personal Care Co, LTD.*, Tokyo.
- [15] Abate C, Patel L, Raucher FJ III, et al. (1990), Redox regulation of fos and jun

386 Feris Kamlasi, dkk: Efek Paparan Radiasi Gamma dan Pemberian Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) terhadap Tingkat Kesuburan Gonad Hewan Mencit

DNA binding activity in vitro. *Sciense*:  
**294**:1157-1161.

[16] Priya, R., Vasudha, K. C. (2009),  
Antioxidant vitamins in chronic renal

failure: *Biomed Research*, **20**, 67-70.

[17] Sukandar E. (2006), Stres oksidatif  
sebagai faktor resiko penyakit  
kardiovaskular, *Farmacia.*, **6**:1.