

The Effect of Arfreshener Exposure to Thickness of Spermatogenic Cell Layer and Total Sperm of Rattus norvegicus Infants

Pengaruh Pendedahan Pewangi Ruangan Terhadap Ketebalan Lapisan Sel Spermatogenik dan Jumlah Sperma Bayi *Rattus norvegicus*

Manarul Ulfah

Mahasiswa Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRACT

Air freshener is a household product that explicitly releasing chemicals such as formaldehyde and phthalates can disrupt the reproductive system. This study aimed to determine the effect of exposure to the thickness of spermatogenic cell layer and sperm number of the Rattus norvegicus infant. This research design is experimental laboratory approach with post-test only control group. Subject of this study were 30 white rat babies (Rattus norvegicus) Sprague Dawley and it divided into three groups as gel group (P1), spray (P2), and control (K). Orange gel and spray air freshener has given to gel and spray group, while the control group was not given exposure. The treatment was done for 67 days. Day 68 we conduct surgery for to got testis and count the sperm. The testis was made histological smear and we measure the thickness of spermatogenic cell layer. Data such as the sperm number and the thickness of spermatogenic cell layer were formulated statistically by One-Way ANOVA with Post Hoc Tuckey. The results showed a significant comparison of sperm number on each group ($p < 0,05$) with the gel group has smallest sperm number and significant comparison thickness of spermatogenic cell layer between control group and spray group ($p < 0,05$), but it was not significant comparison between control group and gel group ($p > 0,05$). The result of the study concluded that exposure to airfreshener can affect to thickness of spermatogenic cell layer and sperm number of Rattus norvegicus infants.

Key word: Air freshener – Total sperm – thickness of spermatogenic cell

INTISARI

Pewangi ruangan merupakan produk rumah tangga yang secara eksplisit melepaskan bahan-bahan kimia seperti formaldehida dan ftalat yang dapat mengganggu sistem reproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendedahan pewangi ruangan terhadap ketebalan lapisan sel spermatogenik dan jumlah sperma bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*). Desain penelitian ini adalah experimental laboratorium dengan rancangan percobaan *post-test only control group*. Subjek penelitian ini adalah 30 ekor bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague Dawley* yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok perlakuan *gel* (P1), *spray* (P2), dan kelompok kontrol (K). Kelompok perlakuan P1 dan P2 diberi pendedahan pewangi ruangan gel dan spray beraroma jeruk dari merk yang sama, sedangkan kelompok kontrol tidak diberi pendedahan. Perlakuan dilakukan selama 67 hari. Hari ke-68 dilakukan pembedahan untuk pengambilan testis dan perhitungan jumlah sperma. Testis dibuat preparat histologi dan diukur ketebalan lapisan sel spermatogeniknya. Data berupa jumlah sperma dan ketebalan lapisan sel spermatogenik diuji menggunakan uji statistik *One-Way ANOVA* dilanjutkan dengan uji *Tuckey*. Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan yang bermakna antara jumlah sperma pada setiap kelompok uji ($p < 0,05$) dengan hasil kelompok *gel* menunjukkan jumlah sperma yang paling rendah dan juga menunjukkan perbedaan ketebalan lapisan sel spermatogenik yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok *spray* ($p < 0,05$), namun menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna antara kelompok kontrol dan *gel* ($p > 0,05$). Penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh pendedahan pewangi ruangan terhadap ketebalan lapisan sel spermatogenik dan jumlah sperma bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*).

Kata kunci : pewangi ruangan – jumlah sperma – ketebalan lapisan sel spermatogenik

Pendahuluan

Pewangi merupakan produk rumah tangga yang secara eksplisit melepaskan bahan-bahan kimia yang dikandungnya ke udara dan dihirup oleh konsumen. Penggunaan secara umum produk pengharum ruangan di dalam ruangan dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi gas udara ruangan dan partikel pencemaran udara. Bila peningkatan terjadi ditempat kita berada, maka pemaparan partikel pencemaran melalui inhalasi manusia akan terjadi (Singer,*et al.*, 2006).

Pewangi ruangan ini mengandung beberapa senyawa kimia berbahaya, seperti formaldehida dan ftalat. Formaldehida yang merupakan bahan kimia yang sering digunakan dalam proses manufaktur ini dapat

menyebabkan penipisan diameter tubulus seminiferus, dan tinggi dari epitel seminiferus. Ftalat dalam kehidupan sehari-hari digunakan sebagai bahan pelunak plastik. Ftalat juga sangat berpotensi untuk merubah kadar hormon dan mengganggu produksi hormon pria seperti testosteron (Golalipour,*et a.l.*, 2007; Solomon, 2007).

Bayi lebih sering terpapar pengharum ruangan karena bayi memiliki intensitas didalam ruangan yang lebih tinggi dibandingkan orang dewasa. Latar belakang inilah yang mendasari perlunya penelitian mengenai bahaya pengharum ruangan baik gel maupun spray yang beredar bebas di masyarakat.

Dengan penelitian tentang pengaruh pendedahan pewangi

ruangan terhadap ketebalan lapisan sel spermatogenik dan jumlah sperma ini dapat memberikan gambaran pada masyarakat tentang bahaya pewangi ruangan pada organ tubuh manusia khususnya pada sistem reproduksi, sehingga bisa menjadi bahan pertimbangan bagi konsumen dalam hal pemilihan dan penggunaan pewangi ruangan.

Metode

Desain pada penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan rancangan percobaan *post-test only control group design*. Pengambilan hewan uji sebagai sampel dilakukan dengan cara randomisasi pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol tanpa diadakannya *pre-test*. Subjek penelitian ini adalah 30 ekor bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*) dari galur *Sprague dawley*

yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok ge (P1), kelompok spray (P2), dan kelompok kontrol (K). masing-masing kelompok perlakuan terdiri dari 10 ekor bayi tikus.

Sebagai variabel bebas adalah pendedahan pewangi ruangan jenis spray dan gel. Sedang variable tergantung adalah ketebalan lapisan sel spermatogenik dan jumlah sperma bayi tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang perawatan, kandang perlakuan, perlengkapan pemeliharaan tikus (botol minum tikus, tempat makan, gelas ukur makan, dan sebagainya), perlengkapan bedah minor, timbangan badan tikus merek *Casbee* (kapasitas 1000x0,1g), tempat organ (pot organ), mikroskop binokuler, komputer/laptop, software optilab, bilik hitung *Improved*

Neubauer, kapas, tisu, spuit, mikro pipet, gelas baker.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Akuades, tiga puluh ekor bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* berjenis kelamin jantan berumur 8 hari, air mineral dan pakan tikus, alkohol 70%, formalin 10%, pewangi ruangan spray dan gel beraroma jeruk dari satu merek, kloroform 35%, NaCl 0.9 %.

Penelitian ini dilakukan mulai dari pemeliharaan hewan uji di kandang perlakuan dan pembedahan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (FKIK UMY) selama 8 bulan. Kemudian pembuatan preparat histologi dilakukan di laboratorium

Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari persiapan hewan uji yaitu bayi tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) yang dipilih sesuai galur, jenis kelamin, dan usia yang telah ditentukan. Hewan uji dikelompokkan menjadi 3 kelompok perlakuan yaitu kelompok gel (P1), kelompok spray (P2), dan kelompok kontrol (Kontrol)).Setiap kelompok terdiri dari 10 ekor tikus. Hewan uji dipelihara di kandang pemeliharaan hewan uji dengan perawatan standar. Perlakuan kepada hewan uji dilakukan pada kandang perlakuan yang sudah dirancang. Pendedahan pewangi ruangan dilakukan dengan cara pewangi ruangan spray disemprotkan 10 kali semprot diawal pendedahan pada kelompok tikus uji spray (P2).

Pewangi ruangan gel digantung pada tepi kandang perlakuan kelompok tikus uji gel (P1). Pendedahan pewangi ruangan dilakukan selama 67 hari. Dosis awal pendedahan adalah 15 menit yang dilakukan 2 kali setiap harinya yaitu pagi dan sore. Dosis dinaikkan 15 menit pagi dan sore setiap satu minggu sekali, sehingga didapat hasil akhir paparan yaitu 4,5 jam di usia paparan 67 hari. Pembedahan hewan uji dilakukan pada hari ke 68. Tikus dibedah menggunakan alat bedah minor dan dilakukan pengambilan organ yang akan diteliti yaitu testis. Organ disimpan pada larutan formalin 10% sebelum dilakukan pembuatan preparat histologi dengan metode blok parafin menggunakan teknik pewarnaan *Hematoxylin Eosin* (HE). Penghitungan ketebalan lapisan sel

spermatogenik dilakukan dengan cara pengamatan preparat menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 10 kali. Penghitungan sperma diawali dengan pemotongan saluran sperma yaitu di kauda epididimis, kemudian dipotong keci-kecil. NaCl 0,9% ditambahkan sebanyak 800µl pada gelas baker yang berisi potongan saluran sperma, lalu diaduk. Campuran spermatozoa dimasukkan ke dalam bilik hitung *Improved Neubauer*. Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung jumlah sperma di bawah mikroskop elektron dengan perbesaran 4x10 pada lima lapang pandang. Pengamatan dilakukan pada kotak kecil bilik hitung. Kotak kecil yang dipilih adalah satu kotak yang terletak di bagian tengah dan empat kotak di bagian sudut kotak besar. Kemudian

dilakukan pencatatan hasil perhitungan jumlah sperma.

Uji statistik diawali dengan uji normalitas *Saphiro-Wilk*. Analisis data menggunakan metode statistik *One Way Anova* kemudian dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tuckey* untuk mengetahui signifikansi dari perbedaan antar kelompok penelitian.

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopik perbesaran 10 kali dapat dilakukan perhitungan jumlah sperma bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*) dan dapat diketahui ketebalan lapisan sel spermatogenik dari masing-masing kelompok perlakuan.

Tabel 1. Jumlah Sperma pada Hewan Uji/ ml sampel

| No. | Kelompok | Rata-rata \pm SD |
|-----|----------|------------------------------------------|
| 1. | Kontrol | 10.677,06 \pm 2272,60938 ^a |
| 2. | Gel | 4.710,9254 \pm 3369,55562 ^b |
| 3. | Spray | 5.653,6314 \pm 1298,62926 ^b |

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf super script berbeda menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan uji statistik Anova diikuti uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

Dari rata-rata perhitungan jumlah sperma pada kelompok perlakuan gel (P1), kelompok spray (P2), dan kelompok kontrol (K)

diketahui bahwa kelompok kontrol mempunyai rata-rata jumlah sperma yang paling besar, di urutan kedua ada kelompok perlakuan spray, dan

kelompok gel mempunyai rata-rata jumlah sperma paling kecil.

Berdasarkan hasil uji parametrik *One-Way ANOVA* yang dilanjutkan dengan *Post-Hock Tuckey* pada derajat kemaknaan 95% menunjukkan bahwa pada jumlah

sperma terdapat perbandingan yang bermakna antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok gel (P1) dan spray (P2), namun terdapat perbandingan yang tidak bermakna kelompok gel (P1) dengan kelompok spray (P2).

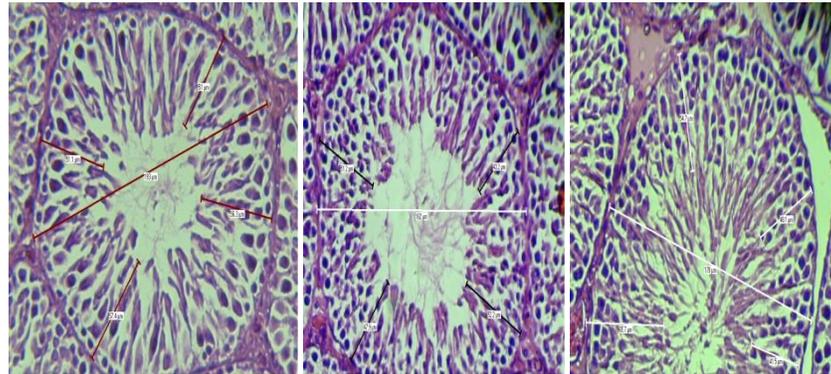
Tabel 2. Ketebalan Lapisan Sel Spermatogenik

| No. | Kelompok | Rata-rata \pm SD |
|-----|----------|---------------------------------------|
| 1. | Kontrol | 49,8874 \pm 4,28997 μm^a |
| 2. | Gel | 48,6985 \pm 4,28588 μm^a |
| 3. | Spray | 42,8596 \pm 3,51934 μm^b |

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf super script berbeda menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan uji statistik Anova diikuti uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

Dari pengukuran ketebalan lapisan sel spermatogenik pada kelompok perlakuan gel (P1), kelompok spray (P2), dan kelompok kontrol (K) diketahui bahwa kelompok kontrol mempunyai rata-rata ketebalan

lapisan sel spermatogenik yang paling besar, di urutan kedua ada kelompok perlakuan gel, dan kelompok spray mempunyai rata-rata ketebalan lapisan sel spermatogenik paling kecil.



Gambar1. Gambaran ketebalan lapisan sel spermatogenik P1, P2, K

Berdasarkan hasil uji parametrik *One-Way ANOVA* yang dilanjutkan dengan *Post-Hock Tuckey* pada derajat kemaknaan 95% menunjukkan bahwa pada ketebalan lapisan sel spermatogenik terdapat perbandingan yang bermakna antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok spray (P2), dan antara kelompok gel (P1) dengan kelompok spray (P2), namun terdapat perbandingan yang tidak bermakna antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok gel (P1).

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian telah terbukti adanya pengaruh pendedahan pewangi ruangan gel maupun spray terhadap jumlah sperma dan ketebalan lapisan sel spermatogenik, yaitu terjadi penurunan jumlah sperma dan penipisan ketebalan lapisan sel spermatogenik. Hal ini disebabkan oleh kandungan pewangi ruangan seperti ftalat dan formaldehida yang mencemari udara di dalam ruangan sehingga mempunyai dampak buruk terhadap kesehatan. Ftalat dapat menyebabkan perubahan

kadar hormon yang dapat menyebabkan gangguan sistem reproduksi laki-laki (Adane, et al; 2014). Spermatogonium tikus membutuhkan empat siklus sampai akhirnya membentuk spermatozoa. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh tahap pembentukan sperma adalah 48 hari (Krinke, 2000). Pemaparan pewangi ruangan pada hewan uji pada penelitian ini dilakukan selama 67 hari, sehingga sangat dimungkinkan pemberian paparan pewangi ruangan dapat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan sel spermatogenik dan jumlah sperma bayi *Rattus norvegicus*.

Formalin merupakan sumber radikal bebas eksogen. Paparan formalin yang berlebih akan menyebabkan lebih banyak senyawa oksigen reaktif (SOR) yang terbentuk

melalui rantai transport elektron. SOR yang berlebihan memicu terjadinya reaksi peroksidasi lipid pada membran sel spermatozoa (Heryani, et al; 2011). Kerusakan pada membran sel spermatozoa yang diakibatkan oleh formalin inilah yang menjadi salah satu pemicu penurunan jumlah sperma pada kelompok perlakuan penelitian ini.

Formalin dapat menyebabkan penurunan sel-sel spermatogenik. Penurunan jumlah sel-sel spermatogenik ini terjadi akibat kerusakan dari membran sel akibat adanya paparan formalin yang merupakan sumber radikal bebas eksogen yang dapat meningkatkan SOR (Senyawa Oksigen reaktif) dan SOR merupakan mediator yang memegang peranan penting dalam kejadian cedera sel dan kerusakan

oksidatif (Mc Coy JT. 2007). Formalin dengan mekanisme Senyawa Oksigen Reaktif (SOR) yang menyebabkan cedera sel dan didukung dengan mekanisme penurunan aktivitas enzimatis dapat menyebabkan kerusakan sel spermatogenik sehingga diperoleh penurunan jumlah sel spermatogenik. Penurunan jumlah sel spermatogenik inilah yang menyebabkan penipisan lapisan sel spermatigenik pada penelitian ini.

DEHP atau *di-(2-ethylhexyl) phthalate* dihidrolisis oleh usus menjadi *mono-(2-ethylhexyl) phthalate* (MEHP) yang merupakan bahan racun aktif pada testis (Bhattacharya, *et al.*, 2005). Salah satu mekanisme DEHP menginduksi atrofi testis pada tikus dikaitkan dengan menipisnya seng dalam testis. ZnT-1 adalah transporter seng yang sangat penting pada testis.

Selain itu, DEHP menginduksi atrofi testis pada tikus juga dikaitkan dengan pengurangan biosintesis testosteron pada sel Leydig bersama dengan penghambatan *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) yang menstimulasi akumulasi dari cAMP dalam sel Sertoli (Hazard, 2003).

FSH berikatan dengan reseptor-reseptor FSH spesifik yang melekat pada sel-sel Sertoli di dalam tubulus seminiferus. Pengikatan ini mengakibatkan sel-sel tumbuh dan menyekresikan unsur spermatogenik. Untuk memulai spermatogenesis, dibutuhkan FSH maupun testosteron (Guyton, 2007). Mekanisme DEHP yang menyebabkan penurunan biosintesis testosteron dan menghambat mekanisme kerja FSH inilah yang menyebabkan kegagalan proses spermatogenesis dan pada

akhirnya menyebabkan penurunan jumlah sperma. Berdasarkan hasil penelitian tentang perhitungan sel Sertoli dan sel Leydig diperoleh hasil bahwa pewangi ruangan spray yang peling berpengaruh pada sel Sertoli dan sel Leydig.

DEHP dan MEHP dapat menghambat produksi testosteron pada testis. Hal ini diketahui dari adanya hubungan antara paparan DEHP dan MEHP dengan konsentrasi testosteron. Paparan DEHP $1^{-5}M$ dalam 24 jam dapat menghambat testosteron (Lethimonier, et al; 2012). Pada penelitian ini paparan pewangi ruangan dilakukan dengan penaikan dosis setiap minggunya sehingga ftalat yang terkandung dalam pewangi ruangan memang memberikan pengaruh terhadap ketebalan lapisan

sel spermatogenik dan jumlah sperma bayi *Rattus norvegicus*.

Spermatogonium lebih tahan terhadap ftalat karena sel ini terletak dalam kompartemen basal, sehingga terlindung oleh adanya berrier yang dibentuk oleh sel Sertoli (Hayati, 2004). Hal ini dibuktikan dari data tambahan penelitian mengenai perhitungan presentase sel spermatogonium yang cenderung tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan spray. Selain itu, letak spermatogonium di kompartemen basal juga menunjang perlindungan terhadap paparan dari pewangi runagan gel yang mengandung banyak formalin. Maka dari itu, presentase sel spermatogonium pada kelompok perlakuan gel masih tetap tinggi.

Ftalat dapat menghambat sintesis DNA dan RNA. Spermatisit termasuk sel yang paling aktif mensintesis RNA, maka sel ini paling aktif terhadap ftalat, sehingga selnya banyak mengalami degenerasi (Rumanta, et al; 2001). Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian mengenai perhitungan presentase sel spermatisit primer. Meskipun tidak didapatkan perbedaan yang signifikan pada perhitungan presentase sel spermatisit primer antara kelompok kontrol, kelompok perlakuan gel, dan kelompok perlakuan spray, namun tetap diperoleh perbedaan rata-rata dari perhitungan presentase sel spermatisit primer, dimana presentase sel spermatisit primer pada kelompok perlakuan spray lebih rendah dibanding kelompok kontrol.

Paparan dari ftalat dapat menyebabkan gangguan dalam proses steroidogenesis yaitu dengan cara mengganggu proses genetik. Paparan ftalat menyebabkan mRNA CYP19 yang dibutuhkan dalam proses steroidogenesis tidak dapat diekspresikan. Tidak diekspresikannya CYP19 menyebabkan estrogen dalam serum mengalami penurunan (Lee, et al; 2009). Estrogen ini penting dalam proses spermiogenesis yang merupakan proses berkembangnya spermatid menjadi spermatozoa (Guyton, 2007). Hal inilah yang dimungkinkan menyebabkan angka presentase sel spermatid pada kelompok perlakuan spray lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelompok gel dan tidak signifikan dengan kelompok kontrol, namun pada akhirnya terdapat gangguan perkembangan spermatid

menjadi spermatozoa. Adanya perbedaan yang bermakna pada presentase sel spermatid kelompok perlakuan gel dimungkinkan karena kandungan formalin pada pewangi ruangan gel yang dapat menyebabkan kerusakan membran sel spermatid melalui proses radikal bebas. Sel Spermatid mempunyai kandungan Superoksida Dismutase yang tinggi (Astuti, et al., 2009). Mekanisme kerja dari Superoksida Dismutase yang merupakan anti oksidan dapat dihambat oleh formaldehida (Heryani, 2011). Hal inilah yang menyebabkan penurunan jumlah sel spermatid pada kelompok perlakuan gel.

Diethyl phthalate lebih banyak terkandung dalam dupa dan bahan pewangi spray. Sedangkan formaldehida lebih banyak ditemukan pada pewangi ruangan gel dengan

kadar hingga $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (SCHER, 2006). Ftalat sangat berpotensi mengganggu sistem reproduksi terutama melalui jalur hormonal dalam proses kerusakan sel spermatogenik yang dapat menimbulkan penipisan lapisan sel spermatogenik. Hal ini terbukti dari rata-rata sel Leydig dan sel Sertoli yang berperan dalam proses hormonal spermatogenesis, pada kelompok perlakuan spray lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan gel dan kontrol. Kandungan formalin dalam pewangi ruangan gel menyebabkan kerusakan sel spermatogenik pada pertengahan proses spermatogenesis. Hal ini terbukti pada kelompok perlakuan gel, rata-rata sel Leydig, presentase sel Sertoli dan spermatogonium lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan spray,

namun pada presentase sel spermatid didapatkan angka yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan spray.

Pewangi ruangan spray yang lebih banyak mengandung ftalat menyebabkan kerusakan sel spermatogenik sejak awal proses spermatogenesis, sehingga lapisan sel spermatogenik pada kelompok perlakuan spray lebih tipis dibandingkan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan gel. Pewangi ruangan gel lebih banyak mengandung formalin yang dapat menyebabkan kerusakan sel spermatogenik melalui mekanisme radikal bebas pada pertengahan proses spermatogenesis dan juga pada spermatozoa, sehingga lapisan sel spermatogenesis kelompok

perlakuan gel memang lebih tebal dibandingkan kelompok perlakuan spray, namun jumlah sperma pada kelompok perlakuan gel lebih rendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan spray maupun kelompok kontrol. Kelompok kontrol memang tidak mempunyai angka presentase sel spermatogenik yang selalu lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan gel dan spray, namun tidak adanya paparan pewangi ruangan yang mengandung bahan kimia berbahaya menyebabkan tidak adanya kerusakan sel spermatogenik, sehingga pada akhirnya jumlah sperma ada kelompok perlakuan kontrol lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan gel dan spray.

Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh buruk pendedahan pewangi ruangan berbentuk gel maupun spray terhadap ketebalan lapisan sel spermatogenik dan jumlah sperma bayi tikus putih (*Rattus norvegicus*).
2. Tidak ada perbedaan tingkat pengaruh buruk pendedahan pewangi ruangan gel dan spray terhadap jumlah sperma dan ketebalan lapisan sel spermatogenik bayi *Rattus norvegicus*. Hal ini dikarenakan kandungan bahan kimia pada masing-masing pewangi ruangan gel dan spray mempunyai mekanisme berbeda yang sama-sama dapat menyebabkan penurunan jumlah sperma dan penipisan lapisan sel

spermatogenik bayi *Rattus norvegicus*.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian serupa lebih lanjut dengan waktu pendedahan pewangi ruangan yang lebih lama dan dalam periode yang lebih lama.
2. Perlu dilakukan penelitian serupa dengan pewangi ruangan yang lebih beragam, sehingga dapat diketahui kandungan berbahaya pada pewangi ruangan gel maupun spray yang lebih spesifik mempunyai efek berbahaya pada sistem reproduksi pria.

Daftar Pustaka

- Adane, L., Rawa, M., & Getasew, A. (2014). A Survey on Awareness of Consumers about Health Problems of Air Fresheners: A Case Study at Jimma University, Southwestern Ethiopia. *World Applied Sciences Journal* 32 (5): 884-890
- L Adane, R Mahitot, G Assefa - *World Applied Sciences Journal*, 2014 - idosi.org, diakses tanggal 12 desember 2014
- Astuti, S., Deddy, M., Made, A., Bambang, P., dan Tutik, W. (2009). Pengaruh Pemberian Pepung Kedelai Kaya

Isoflavon terhadap kadar Malondialdehid (MDA), Aktivitas Superoksida Dismutase (SOD) Testis dan Profil Cu,Zn- SOD Tubuli Seminiferi Testis Tikus Jantan. *J.Tekno dan Industri Pangan. Vol XX No.2*

Bhattacharya, N., Jannette, M., My-Nuong, V., Janice, O., Richard, O., Kwan, H. (2005). Differential Effects of Phthalates on the Testis and the Liver. *Biology of Reproduction*, (72). 745-754
(<http://www.biolreprod.org/content/72/3/745.full.pdf>, diakses tanggal 22 April 2014)

Galalipour, M., R. Azarhoush, S. Ghafari, A.M. Gharravi, S.A. Fazeli, A. Davarian. (2007). Formaldehyde exposure induces histopathological and morphometric changes in the rat testis. *Via Medica*, 66(3), 167-171. (<http://czasopisma.wiamedica.pl/fm/article/view/1602> diakses tanggal 4 April 2014)

Guyton, C dan John, E. (2007). *Fisiologi Kedokteran* (Edisi 11). Jakarta: EGC.

Hayati, A., Binti, Y., Rai, P., Win, D., & Dwi, W. (2004). Efek 2-Methoxyethanol terhadap Struktur Histologi Testis Mencit (*Mus musculus*). *Berk. Penel. Hayati*: 10(7-12).

Hazard (2013). Phthalates. Exposure to Environmental Hazard. Diakses tanggal 22 April 2014 dari <http://ehs.umn.edu/current/5103/phth/toxicity.html>.

Heryani, S., Werdi S., Made, K. Indira, L. (2011). Paparan Formalin Menghambat Proses Spermatogenesis pada Mencit. *Jurnal Veteriner*, 12 (3). 214-220
(ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/download/3518/2550, diakses tanggal 13 April 2014)

Larasaty, Widya. (2013). *Uji Antifertilitas Ekstrak Etil Asetat Biji Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.) pada Tikus Putih Jantan (Rattus norvegicus) Galur Sprague Dawley Secara In Vitro*. Karya Tulis Ilmiah Strata satu, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Lethimonier, C., O. Albert., B. Bizet., E. Perdu., D. Zalko., F. Courant., et al. (2012). Human Testis Steroidogenesis is Inhibited by Phthalates. *Journal of Human Reproduction*, 0 (0). 1-9.
(<http://humrep.oxfordjournals.org/content/early/2012/03/07/humrep.des069.full.pdf+html>, diakses tanggal 12 desember 2014)

Mahdi, C. dan Aulaniam. (2010). The Effect of Formaldehyde Exposure and Yogurt Supplementation Profile and Character of Hepar Tissue Protein of Rats (*rattus Norvegicus*). *Indo. J. Chem*, 10(1), 132-137.
(pdmmpa.ugm.ac.id/ojs/index.php/jc/article/download/499/516, diakses tanggal 22 April 2014)

Pratiwi, Aisyah. (2010). *Analisis Kandungan Formaldehid Pada Beberapa Merek Pengharum Ruangan Berbentuk Gel Yang Beredar Di Pasaran Kota Medan Tahun 2010*. Karya Tulis Ilmiah strata satu, Universitas Sumatera Utara, Medan.

(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/21023/4/Chapter%20II.pdf> diakses tanggal 6 April 2014)

SCHER. (2006). Emission of Chemicals by air fresheners. European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General. Diakses tanggal 22 April 2014, dari http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_026.pdf.

Singer, B.C., Nazarrof, W., Beverly, K., Hugo, D., Alfred, T., Melisa, M., et al. (2006). Indoor secondary pollutants from cleaning product and air freshener use in the presence of ozone. *Atmospheric Environment*, (40). 6696-6710. (<http://faculty.rmu.edu/~short/research/formaldehyde/formaldehyde-papers/Singer-BC-et-al-2006.pdf>, diakses tanggal 4 April 2014)

Solomon, G. (2007). Protect Your Family from the Hidden Hazards in Air Fresheners. *NRDC*. Diakses tanggal 1 April 2014, dari <https://www.nrdc.org/health/home/airfresheners/fairfresheners.pdf>