

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penelitian

Penelitian menggunakan tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Wistar* jantan berumur 30 hari dengan berat badan 40-90 gram pada awal penimbangan sebanyak 28 ekor sebagai sampel. Dua puluh delapan ekor tikus dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok kontrol (K), kelompok yang dipaparkan pewangi ruangan (P1), kelompok yang dipaparkan dengan karbon (P2), dan kelompok yang dipaparkan dengan pewangi ruangan dan karbon (P3).

Sebelum diberikan perlakuan, tikus diaklimatisasi terlebih dahulu di lingkungan ruangan hewan uji selama satu minggu. Perlakuan dilakukan sesuai dengan kelompoknya masing-masing. Perlakuan diberikan dengan cara tikus masing-masing kelompok dimasukkan ke dalam kandang perlakuan kemudian didedahkan sesuai dengan kelompoknya selama delapan jam per hari selama 35 hari agar dapat merepresentasikan paparan kepada orang-orang yang bekerja di dalam ruangan.

Tikus ditempatkan pada kandang yang memadai. Setiap hari tikus diberi pakan standar dengan porsi yang sama sebanyak 200 gram. Tikus juga diberikan minuman berupa air mineral dan dilakukan penggantian sekam secara teratur.

Pembedahan dilakukan pada hari ke 36. Sebelum dilakukan pembedahan, tikus dimatikan terlebih dahulu dengan menggunakan anestesi

kloroform. Pembedahan dilakukan untuk mengambil organ testis yang akan digunakan untuk membuat preparat histologi dengan metode blok parafin menggunakan teknik pengecatan *Hematoksilin Eosin*. Preparat tadi kemudian digunakan untuk mengamati perubahan ketebalan epitel tubulus seminiferus dibawah mikroskop dengan perbesaran 10x10 dengan alat bantu optilab, sedangkan jumlah sel Leydig diamati dengan perbesaran 40x10.

B. Hasil Penelitian

1. Tebal Epitel Tubulus seminiferus

Hasil pengamatan gambaran histologi tebal epitel tubulus seminiferus pada Kelompok Kontrol (K), Kelompok Pewangi (P1), Kelompok Karbon (P2), dan Kelompok Pewangi dan Karbon (P3) menunjukkan perbedaan antara Kelompok P1 dibandingkan dengan kelompok yang lain. Ketebalan epitel tubulus seminiferus pada Kelompok K menunjukkan ukuran terbesar dibandingkan kelompok yang lain, dengan rerata $74,58 \pm 1,42 \mu\text{m}$.

Tabel 1. Rerata Ketebalan Epitel Tubulus seminiferus Testis (μm) *Rattus norvegicus* pada Kelompok Kontrol, Karbon, Pewangi, dan Pewangi dan Karbon

No.	Kelompok Perlakuan	Rata-rata \pm SD	<i>Kruskal Wallis Test</i>
1.	Kontrol	$74,58 \pm 1,42^a$	$p = 0,0001$
2.	Pewangi	$67,10 \pm 1,62^c$	
3.	Karbon	$72,78 \pm 1,52^{ab}$	
4.	Pewangi dan Karbon	$72,54 \pm 1,48^b$	

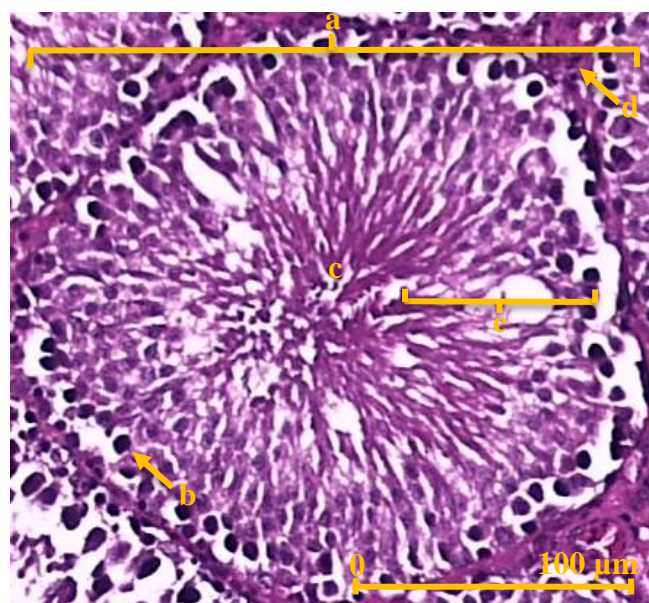
Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf *superscript* berbeda menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan uji statistik *Kruskal Wallis* diikuti uji *Mann-Whitney* pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 1 menunjukkan hasil rerata ketebalan epitel tubulus seminiferus pada Kelompok P1 adalah yang terkecil dibandingkan dengan rerata kelompok lainnya. Rerata ketebalan epitel tubulus seminiferus pada Kelompok P2 memiliki rerata ketebalan yang lebih besar daripada Kelompok P1 dan Kelompok P3, namun lebih kecil dibandingkan dengan rerata Kelompok K. Distribusi data ketebalan epitel tubulus seminiferus diperoleh tidak normal ($p < 0,05$ uji *Shapiro Wilk*). Uji statistik *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan rerata keempat kelompok berbeda bermakna ($p = 0,0001$) dengan tingkat kepercayaan 95%.

Analisis statistik dilanjutkan dengan menggunakan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui kelompok perlakuan mana yang memiliki perbedaan bermakna. Hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan terdapat perbedaan rerata ketebalan epitel tubulus seminiferus yang bermakna antara Kelompok P1 dibandingkan dengan Kelompok P3, $p = 0,0001$ pada tingkat kepercayaan 95%. Perbedaan bermakna tersebut dapat diartikan bahwa penggunaan karbon mempunyai pengaruh terhadap terjadinya perubahan ketebalan epitel tubulus seminiferus. Hasil yang bermakna juga terdapat antara Kelompok P1 dibandingkan dengan Kelompok P2, $p = 0,0001$ pada tingkat kepercayaan 95%. Pada hasil uji *Mann-Whitney* yang lain menunjukkan tidak ada perbedaan secara bermakna pada Kelompok P2 dengan Kelompok K, $p = 0,108$ pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil yang tidak bermakna juga ditunjukkan antara Kelompok P2 dibandingkan dengan Kelompok P3, $p = 0,584$ pada tingkat kepercayaan 95%. Perbandingan

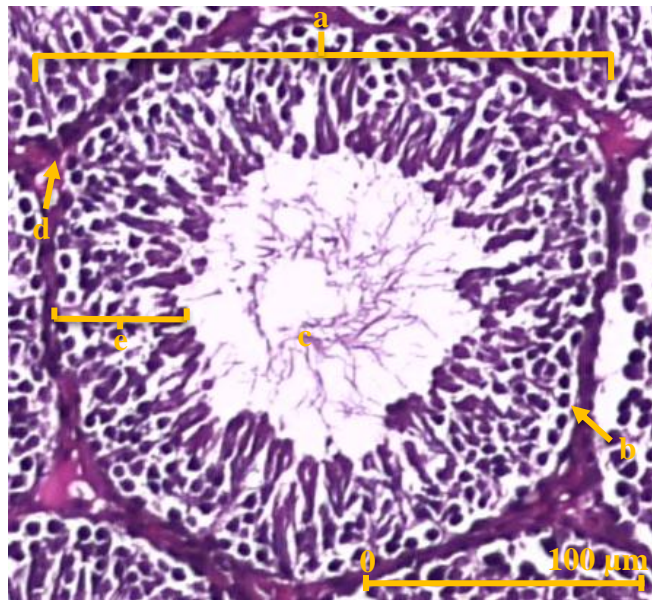
ukuran tebal epitel antara Kelompok K dengan Kelompok P1, menunjukkan terdapat perbedaan bermakna, $p=0,0001$ pada tingkat kepercayaan 95%. Perbandingan ukuran tebal epitel antara Kelompok K dengan Kelompok P3 juga menunjukkan terdapat perbedaan bermakna, $p = 0,023$ pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendedahan pewangi ruangan mempunyai pengaruh buruk terhadap ketebalan epitel tubulus seminiferus, sedangkan penggunaan karbon dapat mengurangi efek buruk pewangi ruangan. Pengaruh penggunaan karbon terhadap ukuran tebal epitel tubulus seminiferus antara Kelompok P2 dan Kelompok P3 tidak begitu berbeda. Bila diurutkan dari epitel paling tebal (terbaik) ke epitel paling tipis (terburuk), maka kelompok kontrol merupakan yang terbesar diikuti kelompok karbon, kemudian kelompok pewangi dan karbon, dan yang terburuk adalah kelompok pewangi.



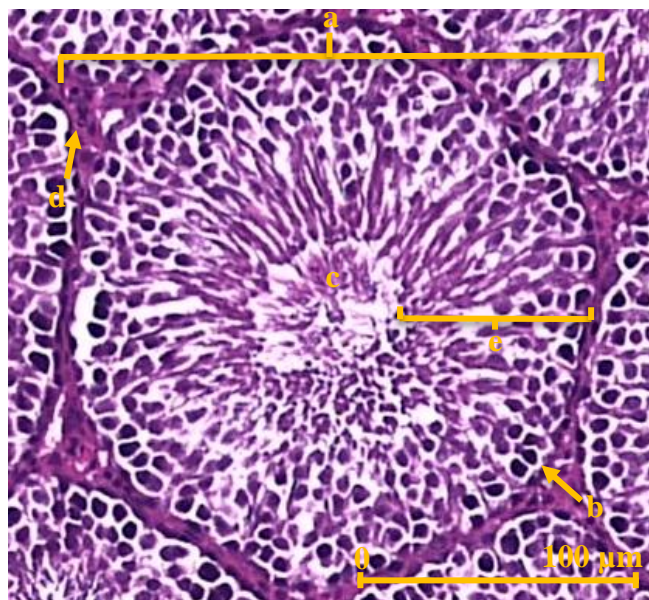
- a. Tubulus seminiferus
- b. Spermatogonium
- c. Lumen
- d. Sel Leydig
- e. Tebal epitel tubulus seminiferus

Gambar 8. Tubulus seminiferus *Rattus norvegicus* pada kelompok kontrol dengan pewarnaan HE dan perbesaran 10x10.



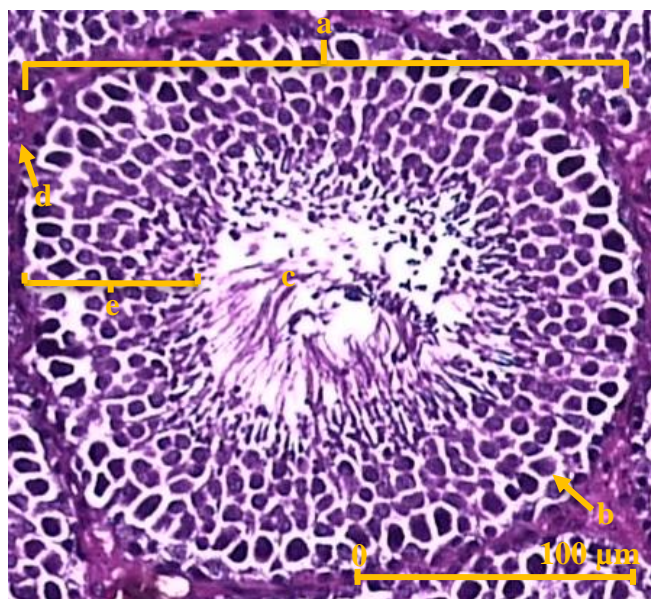
- a. Tubulus seminiferus
- b. Spermatogonium
- c. Lumen
- d. Sel Leydig
- e. Tebal epitel tubulus seminiferus

Gambar 9. Tubulus seminiferus *Rattus norvegicus* pada kelompok pewangi dengan pewarnaan HE dan perbesaran 10x10.



- a. Tubulus seminiferus
- b. Spermatogonium
- c. Lumen
- d. Sel Leydig
- e. Tebal epitel tubulus seminiferus

Gambar 10. Tubulus seminiferus *Rattus norvegicus* pada kelompok karbon dengan pewarnaan HE dan perbesaran 10x10.



- a. Tubulus seminiferus
- b. Spermatogonium
- c. Lumen
- d. Sel Leydig
- e. Tebal epitel tubulus seminiferus

Gambar 11. Tubulus seminiferus *Rattus norvegicus* pada kelompok pewangi dan karbon dengan pewarnaan HE dan perbesaran 10x10.

2. Jumlah Sel Leydig

Hasil pengamatan gambaran jumlah sel Leydig pada Kelompok Kontrol (K), Kelompok Pewangi (P1), Kelompok Karbon (P2), dan Kelompok Pewangi dan Karbon (P3) menunjukkan kelompok K memiliki rerata jumlah sel Leydig tertinggi dibandingkan kelompok yang lain, yaitu sebesar $6,07 \pm 2,45$.

Tabel 2. Rerata Jumlah Sel Leydig *Rattus norvegicus* pada Kelompok Kontrol, Pewangi, Karbon, dan Pewangi dan Karbon

No.	Kelompok Perlakuan	Rata-rata \pm SD	Kruskal Wallis Test
1.	Kontrol	$6,07 \pm 2,45^a$	$p = 0,0001$
2.	Pewangi	$4,47 \pm 1,56^c$	
3.	Karbon	$4,90 \pm 2,01^{bc}$	
4.	Pewangi dan Karbon	$5,15 \pm 1,96^b$	

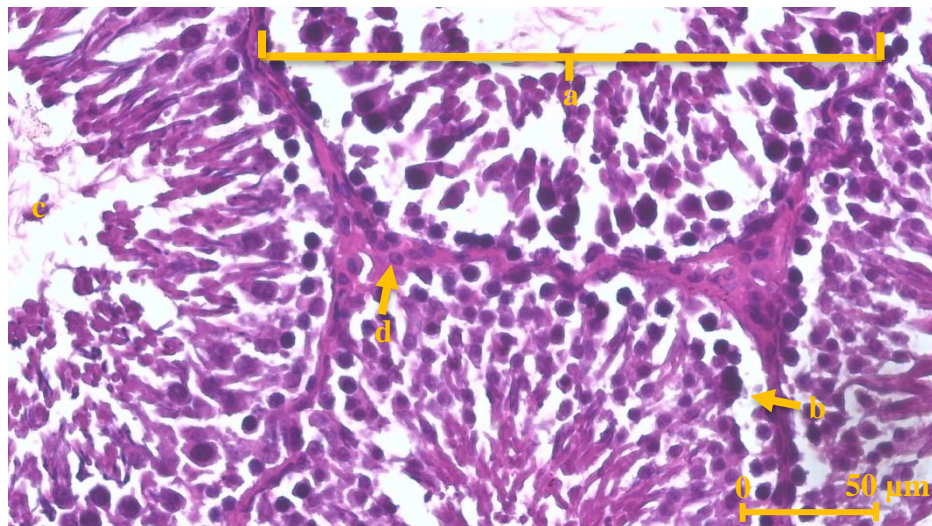
Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf *superscript* berbeda menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan uji statistik *Kruskal Wallis* diikuti uji *Mann-Whitney* pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa Kelompok P1 mempunyai rerata jumlah sel Leydig paling sedikit dibandingkan dengan rerata kelompok yang lain. Rerata jumlah sel Leydig pada Kelompok P3 memiliki rerata jumlah sel Leydig yang lebih besar dibandingkan Kelompok P1 dan P2, namun lebih kecil dibandingkan dengan rerata Kelompok K. Distribusi data jumlah sel Leydig diperoleh tidak normal ($p < 0,05$ uji *Shapiro Wilk*). Uji statistik *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan jumlah sel Leydig antara keempat kelompok berbeda bermakna ($p = 0,0001$) dengan tingkat kepercayaan 95%.

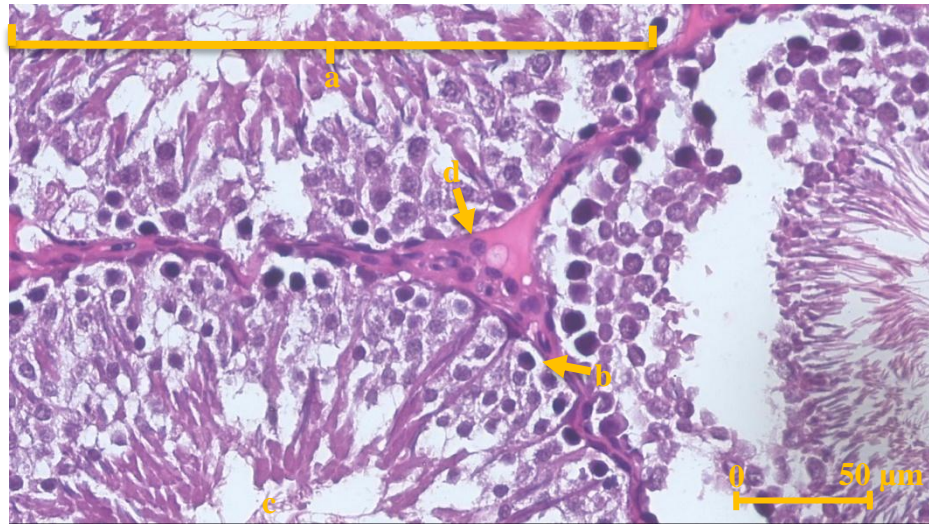
Analisis statistik dilanjutkan dengan menggunakan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui kelompok perlakuan mana yang memiliki perbedaan bermakna. Hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan terdapat perbedaan rerata jumlah sel Leydig yang bermakna antara Kelompok P1 dibandingkan dengan Kelompok P3, $p = 0,015$ pada tingkat kepercayaan 95%. Perbedaan bermakna tersebut dapat diartikan bahwa penggunaan karbon mempunyai pengaruh terhadap perubahan rerata jumlah sel Leydig yang diakibatkan pendedahan pewangi ruangan. Pada hasil uji *Mann-Whitney* yang lain menunjukkan tidak ada perbedaan secara bermakna pada Kelompok P1 dengan Kelompok P2, $p = 0,171$ pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil yang tidak bermakna juga ditunjukkan antara kelompok P2 dengan kelompok P3, $p = 0,329$ pada tingkat kepercayaan 95%. Perbandingan rerata jumlah sel Leydig antara Kelompok K dengan Kelompok P1, menunjukkan terdapat perbedaan bermakna, $p = 0,0001$ pada

tingkat kepercayaan 95%. Perbandingan rerata jumlah sel Leydig antara Kelompok K dengan Kelompok P2 juga menunjukkan terdapat perbedaan bermakna, $p = 0,0001$ pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil yang sama juga ditunjukkan antara Kelompok K dengan Kelompok P3, $p=0,004$ pada tingkat kepercayaan 95%.

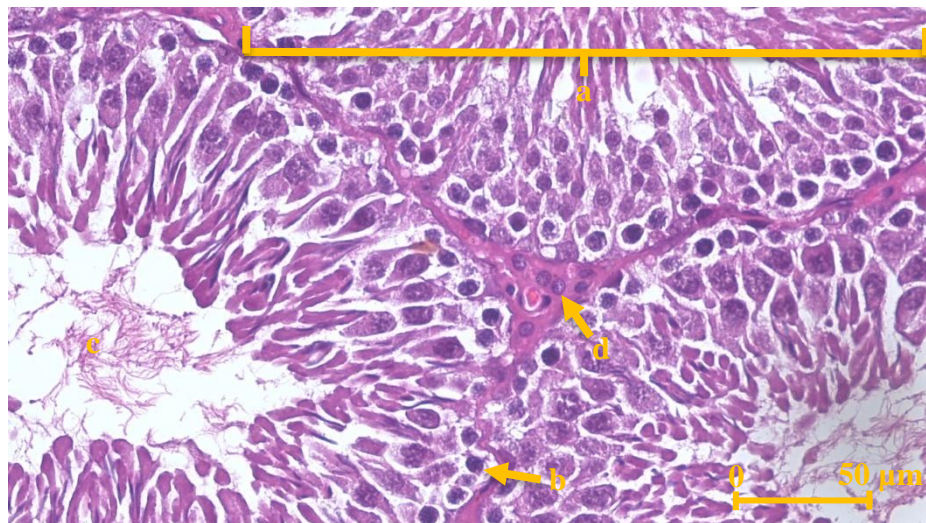
Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendedahan pewangi ruangan mempunyai pengaruh buruk terhadap rerata jumlah sel Leydig, sedangkan penggunaan karbon dapat mengurangi efek buruk pewangi ruangan tersebut. Bila diurutkan dari jumlah sel Leydig terbanyak (terbaik) ke jumlah sedikit (terburuk), maka kelompok kontrol merupakan yang terbanyak diikuti kelompok pewangi dan karbon, kemudian kelompok karbon, dan yang terburuk adalah kelompok pewangi.



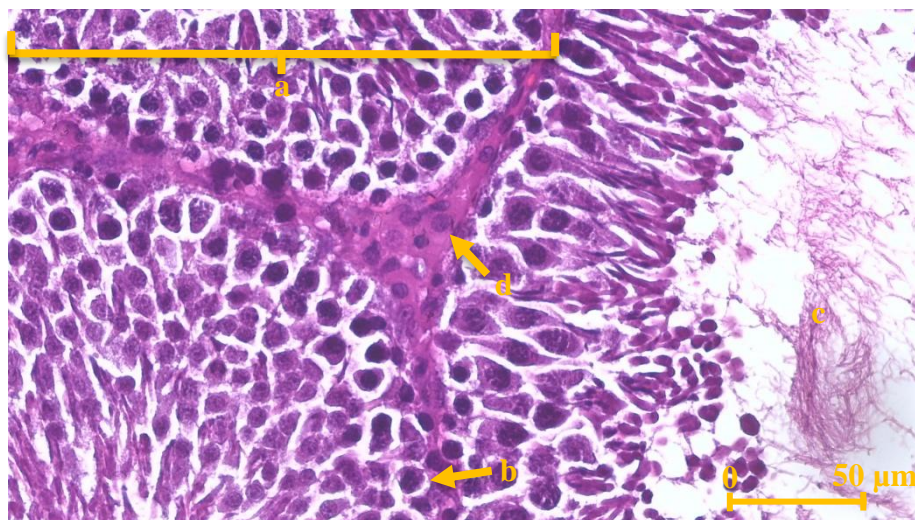
Gambar 12. Sel Leydig *Rattus norvegicus* pada kelompok kontrol dengan pewarnaan HE dan perbesaran 40x10. a, Tubulus seminiferus; b, Spermatozonium; c, Lumen; d, Sel Leydig.



Gambar 13. Sel Leydig *Rattus norvegicus* pada kelompok pewangi dengan pewarnaan HE dan perbesaran 40x10. a, Tubulus seminiferus; b, Spermatogonium; c, Lumen; d, Sel Leydig.



Gambar 14. Sel Leydig *Rattus norvegicus* pada kelompok karbon dengan pewarnaan HE dan perbesaran 40x10. a, Tubulus seminiferus; b, Spermatogonium; c, Lumen; d, Sel Leydig.



Gambar 15. Sel Leydig *Rattus norvegicus* pada kelompok pewangi dan karbon dengan pewarnaan HE dan perbesaran 40x10. a, Tubulus seminiferus; b, Spermatogonium; c, Lumen; d, Sel Leydig.

C. Pembahasan Penelitian

1. Tebal Epitel Tubulus seminiferus

Tabel 1 menunjukkan tebal epitel tubulus seminiferus Kelompok Pewangi (P1) memiliki rerata yang lebih kecil dibandingkan dengan Kelompok Kontrol (K). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh buruk penggunaan pewangi ruangan terhadap ketebalan epitel tubulus seminiferus.

Pewangi ruangan pada penelitian ini memiliki pengaruh buruk terhadap kesehatan organ reproduksi pria dikarenakan dalam pewangi ruangan terdapat senyawa yang berbahaya seperti formaldehid (Solal *et al.*, 2008). Pada penelitian ini kelompok yang didedahkan dengan pewangi ruangan mengandung formaldehid dengan kadar 0,62 ppm. Vosoughi *et al.*, (2012) menyatakan bahwa inhalasi formaldehid dapat mempengaruhi sistem reproduksi pria, yaitu dapat menyebabkan kejadian atrofi pada

tubulus seminiferus, degenerasi sel Leydig, terjadinya disintegrasi dari epitel tubulus seminiferus, dan degenerasi dari beberapa tubulus seminiferus. Hal ini sesuai dengan hasil pada penelitian ini yang menunjukkan terdapat pengaruh buruk pendedahan pewangi ruangan yang mengandung formaldehid. Pengaruh buruk tersebut berupa berkurangnya ketebalan epitel tubulus seminiferus.

Paparan formaldehid yang terdapat pada pewangi ruangan dapat mempengaruhi ukuran tebal epitel tubulus seminiferus karena formaldehid dapat memicu terjadinya stres oksidatif pada tubulus seminiferus (Zhou *et al.*, 2006). Teori tersebut bermula saat formaldehid yang merupakan sumber senyawa oksigen reaktif (SOR) akan menyebabkan reaktivitas SOR yang akan merusak DNA, protein, dan lipid penyusun membran sel. Keadaan tersebut menyebabkan menurunnya aktivitas enzim super-oxide dismutase (SOD) yang berperan sebagai antioksidan enzimatis, karena SOD dan glutathion peroksidase merupakan *scavenger* utama yang terlibat dalam inaktivasi dan terminasi radikal oksigen bebas. Glutathion berperan dalam memperbaiki molekul yang rusak dan teroksidasi serta berperan dalam meregulasi berbagai fungsi seluler. Ketidakseimbangan dalam homeostasis oksidatif tersebut akan menyebabkan stres oksidatif (Heryani *et al.*, 2011)(Zhou *et al.*, 2006).

SOR yang berlebihan akan dihasilkan dan kemudian menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid. Malondialdehyde (MDA) merupakan salah satu produk penting dari peroksidasi lipid yang mengganggu biosintesis protein

dengan merusak tatanan dari DNA, RNA dan protein (Doreswamy *et al.*, 2004). Pada penelitian yang dilakukan Fujii *et al.*, (2003) juga menunjukkan bahwa testis manusia dan spermatozoa sangat sensitif terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh SOR. SOR yang berlebihan juga dikaitkan dengan peningkatan apoptosis dari sel germinal dan menghambat aktivitas dari spermatozoa.

Hal ini juga didukung pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Razi *et al.*, (2013) yang meneliti efek dari penggunaan jangka panjang formaldehid pada testis dan parameter sperma pada tikus. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendedahan formaldehid dapat menyebabkan pengaruh buruk yang dapat diamati secara histologis pada organ testis dan juga mengganggu proses spermatogenesis. Hasil yang serupa juga ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Gules & Eren (2010) yang meneliti efek pendedahan *xylene* dan formaldehid terhadap organ testis pada tikus. Pada penelitian tersebut didapatkan kesimpulan berupa pengaruh buruk pendedahan formaldehid terhadap organ testis.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa Kelompok Pewangi (P1) mempunyai rerata tebal epitel tubulus seminiferus yang lebih kecil dibandingkan dengan Kelompok Pewangi dan Karbon (P3). Perbedaan bermakna tersebut dapat diartikan bahwa penggunaan karbon mempunyai pengaruh baik terhadap terjadinya perubahan ketebalan epitel tubulus seminiferus yang diakibatkan pendedahan pewangi ruangan. Hal tersebut dapat terjadi, karena karbon dapat menyerap paparan formaldehid dengan

menyebabkan tertarik dan terkumpulnya zat tersebut pada permukaan karbon. Proses terjadinya gaya tarik menarik tersebut diakibatkan karena adanya gaya *van der Waals* (Sheperd, 2001).

Karbon aktif mempunyai berbagai faktor yang berpengaruh dalam penyerapannya. Faktor utama yang mempengaruhi kemampuan karbon dalam mengadsorpsi formaldehid pada dasarnya dipengaruhi oleh luas permukaan karbon. Pada bagian dalam dari karbon terdapat banyak pori-pori dengan berbagai macam ukuran. Semakin ke dalam, pori-pori tersebut mempunyai diameter yang semakin mengecil. Pori-pori tersebut berperan dalam proses penyerapan, yaitu molekul akan lebih terserap lebih kuat pada area yang mempunyai diameter pori-pori yang mendekati diameter dari molekul yang ingin diserap. Selain itu, karbon digunakan sebagai penyerap karena dapat dibuat dari berbagai bahan seperti arang, kayu, dan batok kelapa yang diaktivasi pada suhu tinggi dengan proses oksidasi terkontrol (Sudibandriyo, 2013)(Sheperd, 2001).

Hasil yang lain pada Kelompok Karbon (P2) dibandingkan dengan Kelompok Pewangi dan Karbon (P3) didapatkan bahwa Kelompok P2 mempunyai tebal epitel yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan Kelompok P3. Hal ini dapat dijelaskan karena walaupun karbon dapat digunakan untuk menyerap formaldehid dalam pewangi ruangan, ternyata formaldehid yang terserap tadi dapat dilepaskan kembali ke udara pada kasus apabila terdapat senyawa lain yang mempunyai potensi penyerapan yang lebih tinggi (Shin & Song, 2011).

Tebal epitel tubulus seminiferus antara Kelompok Kontrol (K) dengan Kelompok Karbon (P2) didapatkan hasil bahwa tebal epitel tubulus seminiferus Kelompok K lebih besar dibandingkan dengan Kelompok P2. Hasil yang didapatkan ini, dapat dinyatakan bahwa Kelompok K cenderung lebih baik dibandingkan dengan Kelompok P2. Hal ini bisa terjadi karena penggunaan karbon sendiri tidak dapat secara sempurna menghilangkan semua senyawa yang berbahaya. Selain dari faktor luas permukaan, kemampuan karbon dalam menyerap senyawa masih dipengaruhi oleh berbagai faktor yang lain seperti, karakteristik senyawa yang akan diserap, suhu udara, dan juga konsentrasi senyawa tersebut di udara (Sheperd, 2001).

2. Jumlah Sel Leydig

Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata jumlah sel Leydig yang didedahkan dengan pewangi ruangan pada Kelompok Pewangi (P1) mempunyai jumlah yang lebih sedikit dibandingkan Kelompok Kontrol (K). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh buruk penggunaan pewangi ruangan terhadap rerata jumlah sel Leydig. Hal ini bisa terjadi karena paparan formaldehid yang terdapat dalam pewangi ruangan dapat menyebabkan degenerasi sel Leydig (Vosoughi *et al.*, 2012).

Proses terjadinya kerusakan tersebut diakibatkan oleh karena kejadian stres oksidatif yang sangat jelas dijelaskan oleh Zhou *et al.*, (2006) pada penelitiannya. Pada penelitian lain yang dilakukan Ozen *et al.*, (2005), yang dikutip dalam Kose *et al.*, (2012) menyebutkan bahwa paparan formaldehid tersebut berdampak pada kadar testosteron. Sehingga dapat

disimpulkan bahwa kerusakan yang terjadi pada sel Leydig akibat paparan dengan formaldehid yang menyebabkan penurunan kadar testosteron tersebut. Kerusakan yang terjadi pada nukleus sel Leydig, diameter tubulus, dan juga pada kadar testosteron dapat dijelaskan karena adanya kerusakan akibat stress oksidatif yang disebabkan oleh paparan formaldehid (Kose *et al.*, 2012).

Hal ini juga didukung dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kose *et al.*, (2012) yang meneliti penggunaan inhalasi minyak mawar dalam melindungi testis tikus yang mengalami kerusakan akibat dipaparkan dengan formaldehid. Pada penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa paparan formaldehid mempunyai pengaruh buruk terhadap organ testis dan juga berpengaruh sebagai penyebab kerusakan pada sel Leydig.

Kerusakan pada sel Leydig juga dapat disebabkan oleh karena pengaruh ftalat yang terdapat dalam pewangi ruangan. Selain pada pewangi ruangan, ftalat juga dapat ditemukan pada mainan anak-anak, barang-barang material bangunan, pelarut pada kosmetik, dan masih banyak lagi yang lainnya. Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) adalah senyawa ftalat yang paling sering digunakan. Satu setengah juta ton dari DEHP diproduksi setiap tahun diseluruh dunia. Ftalat tidak sepenuhnya terikat secara kovalen pada produk-produk tersebut sehingga dapat dengan mudah tersebar ke lingkungan seperti pada debu rumah tangga. Paparan secara dermal juga dapat terjadi melewati pakaian dan barang-barang kosmetik sehingga

manusia sebenarnya selalu terpapar dengan ftalat secara oral, dermal, dan inhalasi (Habert *et al.*, 2009).

Ftalat yang masuk ke dalam tubuh akan dihidrolisis secara cepat oleh esterase di dalam usus dan jaringan lain menjadi monoester yang merupakan molekul aktif. Sebagai contoh, DEHP akan dimetabolisme menjadi metabolit monoesternya, mono-(2-ethylhexyl) phthalate (MEHP), dan DBP akan dikonversi menjadi mono-butyl phthalate (MBP). Zat tersebut akan terakumulasi pada lemak dan waktu paruh dari ftalat tidak lebih dari 36 jam. Penelitian yang dilakukan pada manusia menunjukkan bahwa 75% dari DEHP yang termakan akan dimetabolisme dan diekskresi di dalam urin dalam dua hari (Habert *et al.*, 2009).

Paparan ftalat mempunyai efek bifasik baik pada sel fetal maupun dewasa pada sel Leydig. Pada dosis rendah, paparan secara rendah inhalasi DEHP yaitu 1-5 mg/kg/hari dapat menyebabkan peningkatan produksi testosteron dan peningkatan jumlah sel Leydig. Namun sebaliknya, paparan yang lebih tinggi dari dosis tersebut akan menyebabkan terhambatnya produksi testosteron baik pada sel fetal maupun dewasa dari sel Leydig (Zhang *et al.*, 2008).

Efek dosis tinggi dari ftalat dapat dikaitkan karena aktifitas dari proliferasi peroxisome. Proliferasi peroxisome disekresi oleh sel hepar yang dapat menstimulasi peroxisome proliferasi-activated receptors (PPARs) pada sel Leydig. PPARs yang merupakan bagian dari superfamili reseptor nuclear kemudian berperan sebagai heterodimer dengan reseptor X

retinoid (RXR) untuk meregulasi transkripsi dan apabila telah teraktivasi akan menyebabkan transkripsi dari gen yang mengandung elemen dari peroxisome proliferator response. Jalur lain dari ftalat yang dapat mengganggu sel Leydig dimediasi oleh reseptor aryl hidrocarbon. Fetal testis pada hewan yang diterapi dengan DBP secara *in vivo* menunjukkan terhambatnya ekspresi gen, termasuk peningkatan ekspresi dari kadar reseptor aryl hidrocarbon, CYP-1B1, dan epoxide hidrolase yang dinilai dengan cDNA microarray yang dikaitkan dengan kejadian stres oksidatif (Zhang *et al.*, 2008).

Tabel 2 menunjukkan bahwa Kelompok Pewangi (P1) mempunyai jumlah sel Leydig yang lebih sedikit dibandingkan dengan Kelompok Pewangi dan Karbon (P3). Perbedaan bermakna tersebut dapat diartikan bahwa penggunaan karbon mempunyai pengaruh terhadap terjadinya perubahan pada jumlah sel Leydig yang diakibatkan formaldehid yang terdapat pada pewangi ruangan. Menurut Sudibandriyo (2011), usaha-usaha untuk mengurangi formaldehid dari udara terdapat berbagai cara seperti metode filtrasi, metode pembakaran, dan metode oksidasi formaldehid dengan ozon. Akan tetapi metode-metode tersebut mempunyai kelemahan. Metode filtrasi mempunyai kelemahan yaitu timbulnya masalah kejenuhan secara cepat pada filter sehingga formaldehid yang tersaring semakin menurun. Sementara itu kelemahan metode pembakaran formaldehid dengan nyala api adalah biaya tinggi pada operasi pembakarannya. Pada metode oksidasi formaldehid dengan ozon mempunyai kelemahan

ketidakstabilan (meta stabil) molekul ozon jika digunakan sebagai oksidator. Oleh karena itu, karbon aktif menjadi solusi alternatif untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut.

Penggunaan karbon akan menyebabkan terserapnya formaldehid sehingga akan mengurangi paparannya (Sheperd, 2001). Apabila paparan dari formaldehid berkurang, maka efek buruk dari paparan formaldehid tersebut akan berkurang pula.

Hasil yang lain didapatkan pada perbandingan jumlah sel Leydig antara Kelompok Karbon (P2) dengan Kelompok Pewangi dan Karbon (P3). Pada kelompok tersebut, didapatkan hasil jumlah sel Leydig Kelompok P3 lebih banyak dibandingkan dengan Kelompok P2. Menurut (Tseng *et al.*, 2003) hal ini dapat terjadi karena karbon aktif mempunyai kemampuan yang terburuk dalam menghilangkan formaldehid dari udara. Pada penelitian yang ia lakukan, ia membandingkan penggunaan berbagai macam pembersih udara dalam menghilangkan formaldehid dan didapatkan hasil bahwa karbon aktif menempati peringkat terakhir dari pembersih udara yang diuji. Dari penelitian tersebut, diketahui bahwa semakin rendah suhu, maka formaldehid akan semakin mudah diserap, sedangkan penyerapan formaldehid akan semakin sulit pada kelembapan yang tinggi. Sehingga, terdapat kemungkinan pengaruh dari senyawa lain yang dapat mempengaruhi hasil tersebut seperti ftalat atau *Volatile Organic Compounds* (VOCs) yang lain.

Dari pembahasan singkat tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan karbon aktif dapat mengurangi efek buruk dari pendedahan pewangi ruangan yang mengandung formaldehid didukung dengan hasil penelitian yang menunjukkan adanya pengaruh penggunaan karbon dalam mengurangi perubahan tebal epitel tubulus seminiferus dan jumlah sel Leydig.