

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dari penelitian ini ingin diketahui pengaruh pajanan gelombang telepon seluler terhadap gambaran histologi testis pada mencit (*Mus musculus*). Pengamatan yang dilakukan yaitu pengukuran diameter tubulus seminiferi dan prosentase sel-sel spermatogenik yang meliputi spermatogonium, spermatocyt, dan spermatidium.

Nilai rata-rata data kuantitatif hasil pengukuran diameter tubulus seminiferi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran diameter tubulus seminiferi (μm) setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

No.	Kelompok	Diameter tubulus seminiferi (μm)
1	K	$405,64 \pm 34,52^a$
2	P1	$355,60 \pm 30,59^b$
3	P2	$347,20 \pm 33,94^b$
4	P3	$341,04 \pm 33,32^b$

Keterangan :

K : kelompok kontrol tanpa perlakuan

P1 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic* selama 30 hari.

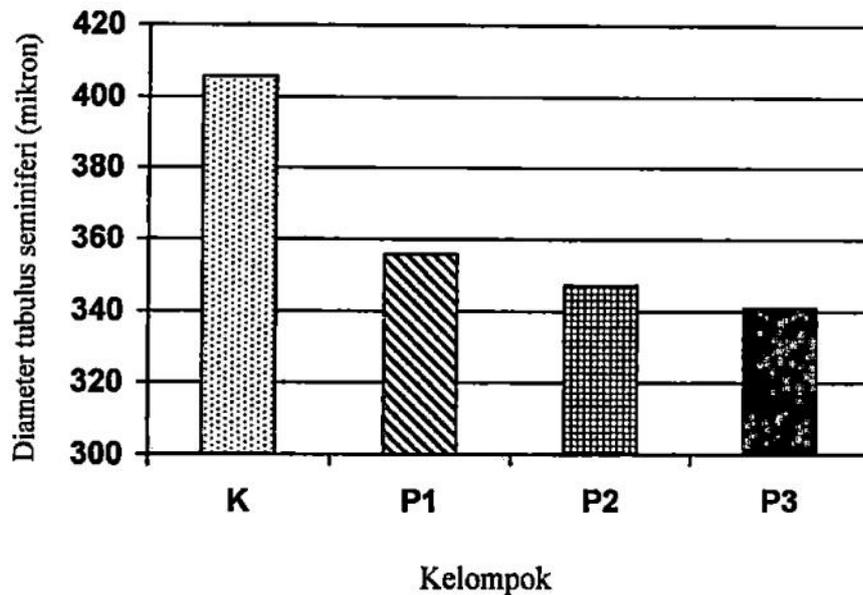
P2 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic* selama 30 hari.

P3 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis CDMA selama 30 hari.

Angka-angka dalam tabel yang diikuti oleh huruf yang sama berarti kelompok tersebut tidak berbeda secara nyata

Dalam Tabel 2 dapat dilihat bahwa semua mencit (*Mus musculus*) pada kelompok P1, P2, dan P3 menunjukkan perbedaan ukuran diameter tubulus seminiferi jika dibandingkan dengan kelompok K.

Hasil pengukuran diameter tubulus seminiferi lebih mudah diamati menggunakan grafik seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengukuran diameter tubulus seminiferi (μm) setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

Pada gambar 1 tampak bahwa penurunan ukuran diameter tubulus seminiferi pada kelompok P1, P2, dan P3 mengalami penurunan yang sangat mencolok dibandingkan kelompok K, sedangkan diameter tubulus seminiferi pada P1, P2, dan P3 tidak terlalu berbeda.

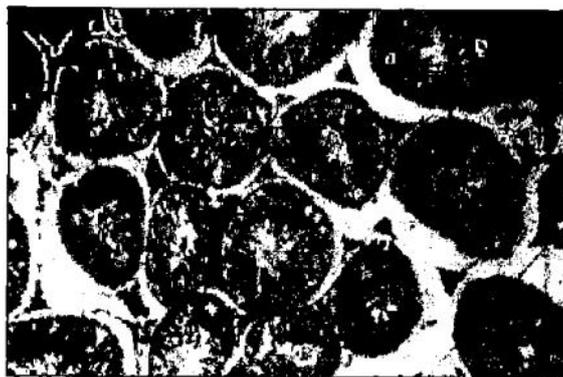
Hasil analisis statistik pengukuran diameter tubulus seminiferi dengan menggunakan metode Anova 1 jalan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis statistik pengukuran diameter tubulus seminiferi setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

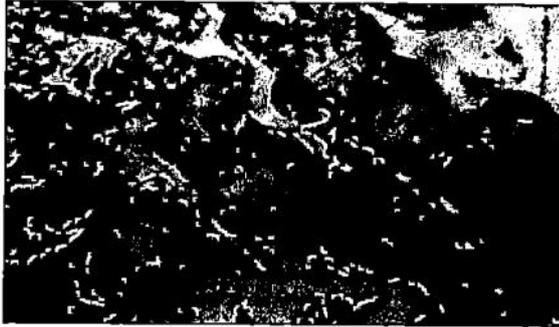
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig (p)
Between Groups	129297.3	3	43099.093	39.272	0.0001
Within Groups	215098.2	196	1097.440		
Total	344395.5	199			

Hasil analisis statistik pada Tabel 3 menunjukkan pada tingkat signifikansi (p) dapat diketahui bahwa ukuran diameter tubulus seminiferi masing-masing kelompok perlakuan berbeda bermakna ($p < 0,05$) dibandingkan kelompok kontrol (K), yang berarti H_a diterima (terdapat perbedaan antar variabel).

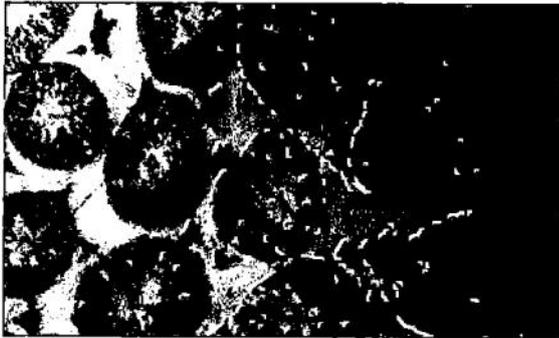
Gambaran mikroskopik diameter tubulus seminiferi setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada masing-masing kelompok mencit (*Mus musculus*) disajikan dalam Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 2. Gambaran mikroskopik diameter tubulus seminiferi pada mencit (*Mus musculus*) kelompok kontrol (perbesaran 100x)



Gambar 3. Gambaran mikroskopik diameter tubulus seminiferi pada mencit (*Mus musculus*) setelah pemajanan gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic* selama 30 hari (perbesaran 100x)



Gambar 4. Gambaran mikroskopik diameter tubulus seminiferi pada mencit (*Mus musculus*) setelah pemajanan gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic* selama 30 hari (perbesaran 100x)



Gambar 5. Gambaran mikroskopik diameter tubulus seminiferi pada mencit (*Mus musculus*) setelah pemajanan gelombang telepon seluler jenis CDMA selama 30 hari (perbesaran 100x).

Keempat gambar di atas menunjukkan bahwa ukuran diameter tubulus seminiferi pada kelompok P1, P2, dan P3 mengalami penurunan dibandingkan kelompok K.

Nilai rata-rata data kuantitatif hasil perhitungan prosentase sel-sel spermatogenik disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan prosentase sel-sel spermatogenik setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

No	Kelompok	Spermatogonium (%)	Spermatocyt (%)	Spermatidium (%)
1	K	24,08±4,55 ^a	33,52±6,96 ^a	42,40±7,41 ^a
2	P1	22,64±3,26 ^{ab}	45,94±7,57 ^b	31,48±5,86 ^b
3	P2	20,92±4,64 ^b	48,90±4,62 ^{bc}	30,98±4,23 ^{bc}
4	P3	21,08±3,18 ^b	50,88±5,89 ^c	28,16±4,61 ^c

Keterangan :

K : kelompok kontrol tanpa perlakuan

P1 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic* selama 30 hari.

P2 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic* selama 30 hari.

P3 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis CDMA selama 30 hari.

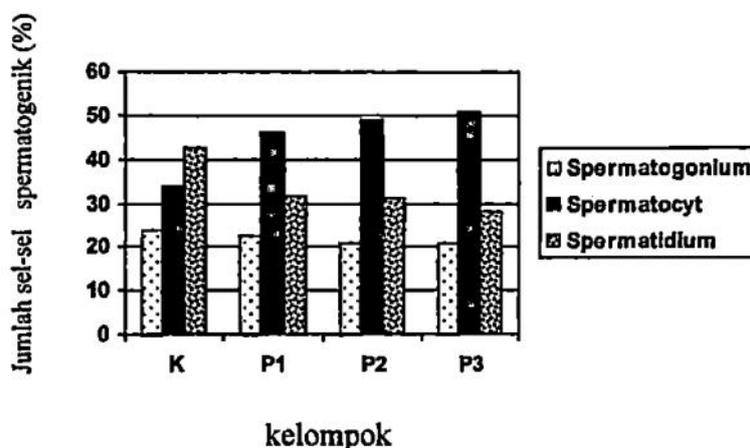
Angka-angka dalam tabel yang diikuti oleh huruf yang sama berarti kelompok tersebut tidak berbeda secara nyata.

Dalam Tabel 3 dapat dilihat bahwa mencit (*Mus musculus*) pada kelompok P1 menunjukkan jumlah spermatogonium sedikit menurun jika dibandingkan kelompok K, sedangkan pada kelompok P2 dan P3 jumlah spermatogonium juga sedikit menurun jika dibandingkan dengan kelompok P1. Penurunan jumlah spermatogonium lebih banyak terjadi pada kelompok P2 dan P3 jika dibandingkan dengan kelompok K.

Jumlah spermatocyt kelompok P1, P2, dan P3 meningkat jika dibandingkan dengan kelompok K, sedangkan jumlah spermatocyt kelompok P2 sedikit meningkat jika dibandingkan dengan kelompok P1. Pada kelompok P3 jumlah spermatocytnya sedikit meningkat dibandingkan dengan kelompok P2. Peningkatan jumlah spermatocyt lebih besar ditemukan pada kelompok P3 dibandingkan kelompok K dan P1.

Jumlah spermatidium kelompok P1, P2, dan P3 menurun jika dibandingkan dengan kelompok K, sedangkan jumlah spermatidium kelompok P2 sedikit menurun jika dibandingkan dengan kelompok P1, sedangkan kelompok P3 jumlah spermatidiumnya sedikit menurun dibandingkan dengan kelompok P2. Penurunan jumlah spermatidium lebih besar ditemukan pada kelompok P3 dibandingkan dengan kelompok K dan P1.

Hasil perhitungan prosentase sel-sel spermatogenik setelah pemaparan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*) lebih mudah diamati menggunakan grafik seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil perhitungan prosentase sel-sel spermatogenik setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*).

Keterangan :

- K : kelompok kontrol tanpa perlakuan
 P1 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic* selama 30 hari.
 P2 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic* selama 30 hari.
 P3 : kelompok perlakuan terpajan gelombang telepon seluler jenis CDMA selama 30 hari.

Pada Gambar 6 tampak bahwa jumlah spermatogonium dan spermatidium pada kelompok P1, P2, dan P3 jumlahnya menurun dibandingkan kelompok K sedangkan jumlah spermatocyt pada kelompok P1, P2, dan P3 jumlahnya meningkat dibandingkan kelompok K.

Hasil analisis statistik perhitungan prosentase spermatogonium dengan menggunakan metode Anova 1 jalan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis statistik perhitungan prosentase spermatogonium setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig (p)
Between Groups	330.960	3	110.320	7.010	0.0001
Within Groups	3084.560	196	15.738		
Total	3415.520	199			

Hasil analisis statistik pada Tabel 5 menunjukkan pada tingkat signifikansi (p) dapat diketahui bahwa prosentase spermatogonium masing-masing kelompok perlakuan berbeda bermakna ($p < 0,05$) dibandingkan kelompok kontrol (K), yang berarti H_a diterima (terdapat perbedaan antar variabel).

Hasil analisis statistik perhitungan prosentase spermatocyt dengan menggunakan metode Anova 1 jalan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis statistik perhitungan prosentase spermatocyt setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig (p)
Between Groups	9115.700	3	3038.567	75.054	0.0001
Within Groups	7935.080	196	40.485		
Total	17050.780	199			

Hasil analisis statistik pada Tabel 6 menunjukkan pada tingkat signifikansi (p) dapat diketahui bahwa prosentase spermatocyt masing-masing kelompok perlakuan berbeda bermakna ($p < 0,05$) dibandingkan kelompok kontrol (K), yang berarti H_a diterima (terdapat perbedaan antar variabel).

Hasil analisis statistik perhitungan prosentase spermatidium dengan menggunakan metode Anova 1 jalan disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis statistik perhitungan prosentase spermatidium setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada mencit (*Mus musculus*)

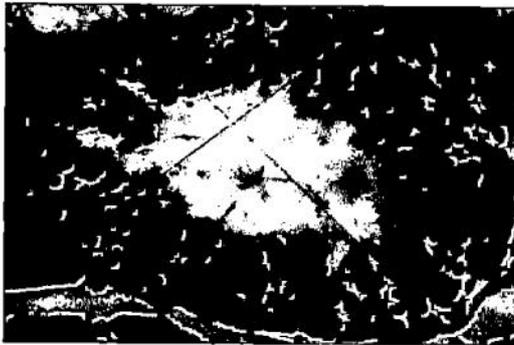
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig (p)
Between Groups	5895.815	3	1965.272	61.237	0.0001
Within Groups	6290.180	196	32.093		
Total	12185.995	199			

Hasil analisis statistik pada Tabel 7 menunjukkan pada tingkat signifikansi (p) dapat diketahui bahwa prosentase spermatidium masing-masing kelompok perlakuan berbeda bermakna ($p < 0,05$) dibandingkan kelompok kontrol (K), yang berarti H_a diterima (terdapat perbedaan antar variabel).

Gambaran mikroskopik sel-sel spermatogenik setelah pemajanan gelombang telepon seluler pada masing-masing kelompok mencit (*Mus musculus*) disajikan dalam Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10.



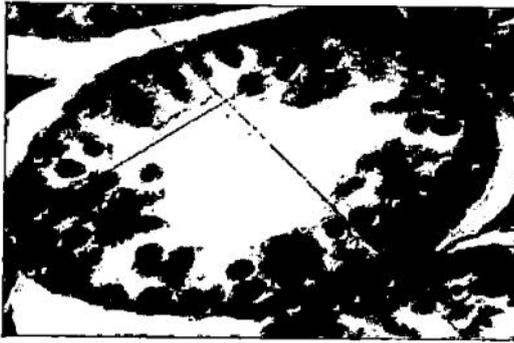
Gambar 7. Gambaran mikroskopik sel-sel spermatogenik pada mencit (*Mus musculus*) kelompok kontrol (perbesaran 400x)



Gambar 8. Gambaran mikroskopik sel-sel spermatogenik pada mencit (*Mus musculus*) setelah pemajanan gelombang telepon seluler jenis GSM *monophonic* selama 30 hari (perbesaran 400x).



Gambar 9. Gambaran mikroskopik sel-sel spermatogenik pada mencit (*Mus musculus*) setelah pemajanan gelombang telepon seluler jenis GSM *polyphonic* selama 30 hari (perbesaran 400x).



Gambar 10. Gambaran mikroskopik sel-sel spermatogenik pada mencit (*Mus musculus*) setelah pemajanan gelombang telepon seluler jenis CDMA selama 30 hari (perbesaran 400x).

Keempat gambar di atas menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan yaitu kelompok P1, P2, dan P3 jumlah sel-sel spermatogeniknya semakin berkurang dan lumen tubulus semakin tampak kosong jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berkurangnya jumlah sel-sel spermatogenik dan mengecilnya ukuran diameter tubulus seminiferi ini seiring dengan lamanya pajanan gelombang telepon seluler. Spermatogonium tampak sebagai sel yang berbentuk kubah menempel pada lamina basalis epithelium seminiferus, berinti ovoid yang mengandung sedikit heterokromatin dan dua anak inti yang biasanya terletak berdekatan dengan membran inti sedangkan spermatocyt tampak sebagai sel berbentuk bundar dan berukuran lebih besar dari spermatogonium. Spermatidium merupakan sel yang bentuknya mirip spermatozoa, yang membedakan adalah spermatidium ini tidak memiliki ekor sedangkan spermatozoa memiliki ekor. Tahapan perkembangan sel-sel spermatogenik pada P1, P2, dan P3 telah mengalami gangguan, letak sel-sel spermatogenik menjadi tidak teratur sehingga lumen tubulus seminiferi tidak mempunyai batas tegas.

B. Pembahasan

Fertilitas (kesuburan) individu jantan (pria) ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain produksi sperma melalui proses spermatogenesis. Dalam penelitian ini beberapa parameter fertilitas mencit (*Mus musculus*) jantan yang menggambarkan berlangsung normal atau tidaknya proses spermatogenesis diamati setelah pemajanan gelombang telepon seluler.

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah pemajanan gelombang telepon seluler, diameter tubulus seminiferi dan jumlah sel-sel spermatogenik mengalami penurunan. Penurunan ukuran diameter tubulus seminiferi dan jumlah sel-sel spermatogenik merupakan indikator bahwa proses spermatogenesis berlangsung tidak normal.

a. Diameter tubulus seminiferi

Hasil pengukuran diameter tubulus seminiferi pada penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan ukuran diameter tubulus seminiferi yang bermakna terjadi pada kelompok P1, P2, dan P3.

Tubulus seminiferi merupakan saluran tempat berlangsungnya proses spermatogenesis yang terjadi di dalam testis. Tubulus seminiferi terdiri dari epitel seminiferi dan jaringan ikat membentuk membran basalis yang elastis sifatnya (Junqueira *et al.*, 2007). Epitel seminiferi sendiri tersusun atas sel penunjang atau sel Sertoli dan sel-sel kelamin (sel-sel spermatogenik) dalam berbagai tahap perkembangan.

Berkaitan dengan pernyataan di atas, terjadinya penurunan ukuran diameter tubulus seminiferi diduga disebabkan oleh penurunan jumlah sel-sel

spermatogenik. Hal ini sesuai dengan pendapat Loegito dan Soejono (1986) serta Sultana *et al.*, (1987) dalam Ghufron dan Herwiyati (1995) yang menyatakan bahwa perbedaan ukuran diameter tubulus seminiferi sejalan dengan berkurangnya jumlah sel-sel spermatogenik. Penurunan jumlah sel-sel spermatogenik diduga dapat menimbulkan terjadinya pergeseran sel-sel epitel di sekitarnya dan membran basalis memadat untuk mengisi kekosongan yang terbentuk sehingga ukuran diameter tubulus seminiferi semakin mengecil.

b. Sel-sel spermatogenik

Sel-sel spermatogenik yang diamati pada penelitian ini adalah spermatogonium, spermatocyt, dan spermatidium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pajanan gelombang telepon seluler dapat menyebabkan penurunan jumlah sel-sel spermatogenik secara bermakna ($p < 0,05$), terutama spermatidium.

Terjadinya penurunan jumlah sel-sel spermatogenik diduga karena pajanan gelombang telepon seluler mengganggu proses spermatogenesis melalui poros hipotalamus-hipofisis-testis, misalnya penekanan hormon gonadotropin. Hormon gonadotropin merupakan hormon yang mempunyai peran penting dalam perkembangan sel-sel spermatogenik melalui proses spermatogenesis (Bardin, 1991 dalam Purwaningsih, 2001). Dengan demikian dapat dipahami jika dugaan gelombang telepon seluler dapat menekan produksi hormon gonadotropin tersebut benar, maka dapat dipastikan jumlah sel-sel spermatogenik akan menurun.

Sperma merupakan hasil akhir dari proses spermatogenesis, yaitu proses pembentukan sperma melalui beberapa tahap perkembangan dari sel-sel spermatogenik. Jika pada salah satu tahap perkembangan mengalami hambatan

maka tahapan perkembangan selanjutnya juga akan mengalami hambatan. Pada penelitian ini jumlah spermatidium mengalami penurunan secara bermakna sehingga memungkinkan tahapan perkembangan spermatidium menjadi sperma terhambat yang akhirnya akan menyebabkan produksi sperma juga mengalami penurunan. Fertilitas salah satunya ditentukan oleh jumlah sperma sehingga jika produksi sperma mengalami penurunan maka dapat dipastikan bahwa tingkat fertilitas juga mengalami penurunan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Haryani (2003) mengenai pengaruh paparan radiasi elektromagnetik terhadap fertilitas. Hasilnya radiasi elektromagnetik dapat menyebabkan penurunan sel-sel spermatogenik. Hal ini merupakan indikator terjadinya penurunan tingkat fertilitas.