

**AKTIVITAS SPERMATOGENESIS TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus* L.)
SETELAH PERLAKUAN DENGAN BORAKS**

**SPERMATOGENESIS ACTIVITY IN RATS (*Rattus norvegicus* L.) AFTER
TREATMENTS WITH BORAX**

Kaspul

Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP UNLAM

Jl. Brigjen H. Hasan Basry Banjarmasin

* Corresponding author: kspdarmawi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Boraks merupakan bahan beracun bagi manusia, tetapi boraks sering disalahgunakan untuk zat aditif dalam bahan makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh boraks terhadap aktivitas spermatogenesis tikus putih. Dua puluh lima tikus putih jantan berusia empat bulan diberi perlakuan dengan rancangan acak lengkap, yang terdiri dari lima kelompok perlakuan dengan lima ulangan yaitu: (1) tanpa perlakuan; (2) placebo boraks (1 ml CMC 1 %) per hari; (3) 200 mg boraks per kg berat badan per hari; (4) 400 mg boraks per kg berat badan per hari; (5) 600 mg boraks per kg berat badan per hari. Semua perlakuan secara oral selama 30 hari. Aktivitas spermatogenesis dihitung dengan menggunakan rumus *Iczkowski et al.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa boraks menurunkan aktivitas spermatogenesis tikus putih dari 81,84 % menjadi 23,45 %.

Kata kunci: boraks, spermatogenesis, tikus putih.

ABSTRACT

Borax is toxic substance for human, but borax often is missused as an additive substance in food. The objective of this research is to study the effects of borax on spermatogenesis activity in rats. Twenty five male rats at four months age were treated by using completely randomized design, involving five groups treatments in five replication, i.e. (1) without treatment; (2) placebo of sodium borate (1 ml CMC 1 %) per day; (3) 200 mg borax per kg body weight per day; (4) 400 mg borax per kg body weight per day; (5) 600 mg borax per kg body weight per day. All treatments were given per oral for 30 days. The spermatogenesis activities were calculated by using spermatogenesis index formulation. The result of this research showed that borax decreased spermatogenesis activity in rats from 81.84 % to 23.45 %

Keywords: borax, spermatogenesis, rat.

PENDAHULUAN

Boraks masih sering digunakan oleh masyarakat sebagai zat aditif dalam bahan makanan karena zat boraks dapat menjadikan makanan lebih kenyal, empuk dan jika dikunyah terasa renyah dan lembut. Berdasarkan hasil penelitian Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia, boraks masih terdapat dalam beberapa makanan tradisional seperti empek-empek, pisang molen, pangsit, mie ayam, batagor dan dapat dijumpai di beberapa kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Yogyakarta (Novrianto, 1991).

Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) atau natrium borat dekahidrat adalah senyawa berbentuk kristal putih, tidak berbau serta stabil pada suhu dan tekanan normal. Boraks bersifat sedikit larut dalam air dan berubah menjadi natrium hidroksida dan asam borat. Boraks merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi manusia. Uji teratologik boraks pada tikus galur Wistar terbukti bahwa pada dosis 600 mg/kg berat badan, boraks menyebabkan cacat fetus (Pangastiningsih, 1994). Boraks juga dapat menyebabkan atrasia folikel ovarium dan pada dosis tinggi menyebabkan gagal hamil (Dieter, 2004) karena embrio yang sampai ke uterus belum siap melakukan implantasi, sebagai akibat terhambatnya proses segmentasi dan perkembangan awal embrio (Munir *et al.*, 1999). Pada hewan jantan, boraks juga menyebabkan lesi pada testis ditandai

dengan penghambatan spermiogenesis yang diikuti oleh atrofi pada dosis tinggi (Chapin dan Ku, 2004; Ku *et al.*, 2003), menurunkan kadar testosteron (Kaspul, 2010), dan menurunkan kualitas spermatozoa (Kaspul, 2004).

Berangkat dari kenyataan tersebut maka perlu diteliti pengaruh boraks terhadap aktivitas spermatogenesis, karena aktivitas spermatogenesis melibatkan *germ cells* (sel benih) yang mudah terpengaruh oleh zat-zat yang bersifat toksik seperti boraks. Jika boraks dapat menurunkan aktivitas spermatogenesis maka akan berdampak pada penurunan kualitas spermatozoa yang dihasilkan dan dapat menurunkan fertilitas. Berdasarkan hal ini maka penggunaan boraks dalam bahan makanan harus dihindari.

Pada tahap awal penelitian dasar biasanya belum menggunakan perlakuan langsung pada manusia tetapi masih menggunakan hewan percobaan, begitu juga dengan penelitian ini. Pada penelitian ini digunakan hewan percobaan berupa tikus putih (*Rattus norvegicus* L.). Masalah yang diajukan dalam penelitian ini apakah preparat boraks dapat menurunkan aktivitas spermatogenesis tikus putih. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh preparat boraks terhadap aktivitas spermatogenesis tikus putih.

METODE

Perlakuan terhadap hewan uji dilaksanakan berdasarkan rancangan acak lengkap. Perlakuan dikelompokkan menjadi 5 kelompok, yaitu : (1) tanpa perlakuan, (2) placebo boraks berupa 1 ml larutan CMC 1% per hari, (3) boraks sebanyak 200 mg/kg berat badan dalam 1 ml CMC 1% per hari, (4) boraks sebanyak 400 mg/kg berat badan dalam 1 ml CMC 1% per hari, (5) boraks sebanyak 600 mg/kg berat badan dalam 1 ml CMC 1% per hari. Setiap kelompok perlakuan dengan 5 ulangan. Perlakuan dilakukan secara oral, dilakukan setiap hari antara jam 08.30 sampai dengan jam 10.30, perlakuan dilakukan selama 30 hari. Setelah mendapat perlakuan selama 30 hari, dibuat sediaan irisan jaringan testis dengan metode parafin dan pewarnaan Hematoxilin–Eosin. Aktivitas spermatogenesis dihitung menggunakan rumus Iczkowski *et al.* (2011).

Data kuantitatif yang diperoleh berupa aktivitas spermatogenesis tikus putih disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, dianalisis dengan analisis varian. Apabila terdapat perbedaan rata-rata antar perlakuan dilanjutkan dengan Uji Wilayah Berganda Duncan (Steel dan Torrie, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas spermatogenesis tikus putih yang telah diperlakukan dengan preparat boraks pada dosis berbeda dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Hasil analisis statistik dengan uji varian menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,01$. Jika dilihat pada setiap kelompok perlakuan yang diperlakukan selama 30 hari berturut-turut mulai kelompok tanpa perlakuan, placebo, 200 mg boraks/kg berat badan, 400 mg/kg berat badan, dan 600 mg/kg berat badan menunjukkan bahwa preparat boraks berpengaruh menurunkan aktivitas spermatogenesis tikus putih yaitu 81,84 %; 81,51 %; 65,90 %; 39,98 %; 23,45 %.

Hasil analisis statistik dengan menggunakan analisis varian menunjukkan bahwa aktivitas spermatogenesis tikus putih yang telah diperlakukan dengan preparat boraks pada dosis berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,01$. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa dengan dosis boraks yang semakin tinggi kadarnya, aktivitas spermatogenesis tikus putih jantan mengalami penurunan. Penurunan kadar testosteron ini paling besar terjadi pada perlakuan 600 mg boraks/kg berat badan/hari selama 30 hari.

Tabel 1. Aktivitas spermatogenesis tikus putih setelah diperlakukan dengan boraks selama 30 hari

No	Perlakuan	Indeks Spermatogenesis %)
1.	Tanpa Perlakuan	81,84 ± 0,85 ^d
2.	Placebo: 1 ml CMC 1 % per hari	81,51 ± 0,51 ^d
3.	200 mg boraks/ Kg berat badan per hari	65,90 ± 0,93 ^c
4	400 mg boraks/ Kg berat badan per hari	39,98 ± 2,03 ^b
5	600 mg boraks/ Kg berat badan per hari	23,45 ± 0,83 ^a

Keterangan : N = 5

Uji analisis varian menunjukkan hasil signifikan pada $p < 0,01$

Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan data tersebut, tikus putih jantan yang diberi perlakuan dengan preparat boraks menunjukkan adanya penurunan aktivitas spermatogenesis. Penurunan aktivitas spermatogenesis ini paling besar terjadi pada perlakuan 600 mg boraks/kg berat badan/hari selama 30 hari (Tabel 1). Maka dapat disimpulkan bahwa preparat boraks dapat menghambat proses pembelahan sel pada saat spermatogenesis.

Pengaruh langsung preparat boraks terhadap penurunan aktivitas spermatogenesis tikus putih jantan adalah penghambatan produksi energi (ATP). Padahal ATP diperlukan untuk memungkinkan terjadinya pembelahan sel saat spermatogenesis. Preparat boraks dapat menghambat produksi ATP karena

boraks yang diberikan berikatan dengan sisi ribitil dari riboflavin membentuk kompleks ribovalvin-boraks yang merupakan metabolit tidak aktif. Adanya ikatan ini menyebabkan defisiensi riboflavin pada tikus putih sehingga sel kekurangan energi untuk aktivitas sel, termasuk aktivitas pembelahan sel saat spermatogenesis. Defisiensi Riboflavin mengakibatkan terhambatnya produksi ATP melalui penghambatan reaksi dekarboksilasi oksidatif, siklus Krebs, dan Fosforilasi Oksidatif dalam pembangkitan energi secara aerob (Conn *et al.*, 2007)

Aktivitas spermatogenesis juga dipengaruhi oleh hormon testosteron. Hormon testosteron merupakan salah satu dari hormon androgen. Secara normal biosintesis androgen memerlukan kolesterol sebagai prekursoranya. Kolesterol disintesis

di dalam kelenjar andrenal atau diambil dari plasma darah. Kolesterol yang diambil dari plasma darah memerlukan HDL (lipoprotein berkepadatan tinggi), sebagai komponen plasma darah yang memberikan kolesterol pada kelenjar adrenal. Pengambilan kolesterol dari HDL dipacu oleh *Adrenocorticotrophic hormone* (ACTH). Dengan demikian, jika kolesterol diambil dari darah maka sintesis kolesterol oleh kelenjar adrenal dihambat, tetapi jika pengambilan kolesterol dari plasma darah menurun maka sintesis kolesterol oleh kelenjar adrenal meningkat. Bila kolesterol tidak segera digunakan untuk sintesis androgen dan hormon steroid lainnya, maka kolesterol disimpan di dalam kelenjar adrenal sebagai ester kolesterol. Ester kolesterol yang akan digunakan untuk sintesis androgen atau steroid lainnya dihidrolisis oleh hidrolase ester sterol yang diaktifkan oleh fosforilasi melalui protein kinase yang kerjanya bergantung pada *cAMP* (Montgomery *et al*, 1993).

Menurut Kaspul (2010), preparat boraks dapat menurunkan kadar testosteron tikus putih jantan. Penurunan kadar testosteron tikus putih jantan yang diberi perlakuan dengan preparat boraks terjadi karena boraks yang diberikan berikatan dengan sisi ribitil dari riboflavin membentuk kompleks riboflavin-boraks yang merupakan metabolit tidak aktif. Adanya ikatan ini menyebabkan defisiensi riboflavin

pada tikus putih sehingga sel kekurangan energi untuk aktivitas sel, termasuk sel-sel Leydig yang menghasilkan testosteron juga kekurangan energi sehingga aktivitas produksi testosteron menjadi terhambat melalui penghambatan serangkaian reaksi pembentukan testosteron.

Berdasarkan uraian di atas, sel Leydig yang kekurangan energi ini mengalami penurunan kemampuan untuk melaksanakan biosintesis testostosterone karena rangkaian reaksi pembentukan testosteron memerlukan energi yang cukup besar untuk mengaktifkan dan menjalankan reaksi-reaksi tersebut. Kekurangan energi ini terjadi karena riboflavin merupakan komponen koenzim flavin mononukleotida (FMN) dan flavin adenin dinukleotida (FAD) yang berperan sebagai pengemban (*carrier*) pada sistem transport elektron untuk penyediaan senyawa berenergi tinggi yang digunakan untuk berbagai aktivitas hidup, termasuk produksi testosteron oleh sel-sel Leydig. Jika riboflavin diikat oleh boraks menjadi kompleks riboflavin-boraks maka mekanisme transport elektron terganggu karena tidak ada molekul pengemban (*carrier*) yang memungkinkan terjadinya reaksi biokimia untuk menghasilkan energi tinggi (Rennie *et al.*, 1990), dalam hal ini molekul berenergi tinggi tersebut adalah ATP. Hal ini menunjukkan bahwa boraks bersifat sitotoksik dengan bekerja sebagai penghambat pembentukan ATP. Reaksi

biokimia yang melibatkan riboflavin adalah dekarboksilasi oksidatif, reaksi ini merupakan lanjutan dari reaksi glikolisis yang terjadi secara aerob. Pada reaksi dekarboksilasi oksidatif diperlukan riboflavin sebagai koenzim. Jika riboflavin diikat oleh boraks membentuk kompleks riboflavin-boraks, maka reaksi dekarboksilasi oksidatif tidak terjadi. Dengan demikian tahapan reaksi selanjutnya seperti siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif juga terhambat. Penghambatan ketiga reaksi ini (dekarboksilasi oksidatif, siklus Krebs, dan fosforilasi oksidatif) mengakibatkan terhambatnya reaksi pembangkitan energi (ATP).

Pengaruh lain sebagai akibat penghambatan pembentukan energi sel Leydig oleh boraks adalah terjadinya penurunan integritas sel. Jika integritas sel-sel Leydig menurun akan mengakibatkan penurunan fungsi faal reseptor sel-sel Leydig. Menurut Cook (2000), De Kretser (2001) dan Norris (1999) produksi testosteron oleh sel-sel Leydig terjadi melalui kontrol hormonal oleh hipotalamus yang melibatkan reseptor LH di sel-sel Leydig. Jika fungsi reseptor terganggu maka sel-sel Leydig tidak dapat menerima rangsangan dari LH dan testosteron tidak dapat dihasilkan lebih lanjut, sehingga kadar testosteron yang dihasilkan menjadi menurun. Penurunan integritas sel-sel Leydig juga mengakibatkan perubahan

permeabilitas membran, sehingga aktivitas transport zat melalui membran sel Leeydig juga terganggu. Terganggunya transport zat melalui membran sel Leydig tentu saja mengakibatkan terganggunya seluruh aktivitas sel, termasuk mengganggu produksi testesteron oleh sel Leydig tersebut (Bardin, 1989; Cook, 2000). Penurunan kadar testosteron yang disebabkan oleh perlakuan dengan preparat boraks berakibat juga terhadap penurunan aktivitas spermatogenesis, karena aktivitas spermatogenesis memerlukan hormon testosteron.

KESIMPULAN

Tikus putih jantan yang diperlakukan dengan boraks selama 30 hari berturut-turut mulai kelompok tanpa perlakuan, placebo, 200 mg boraks/kg berat badan, 400 mg/kg berat badan, dan 600 mg/kg berat badan menunjukkan bahwa preparat boraks berpengaruh menurunkan aktivitas spermatogenesis tikus putih yaitu 81,84 %; 81,51 %; 65,90 %; 39,98 %; 23,45 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bardin CW. 1989. The Neuroendocrinology of Male Reproduction. *Hosp.Pract.* 14 (12) : 65 – 75.

Chapin RE and Ku WW. 2004. The Reproductive Toxicity of Boric. *Environ Health Perspect.* 102 (7) : 87 - 91.

Cook B. 2000. Hormon-hormon Reproduksi Dalam : *Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas* (Diterjemahkan oleh Sunaryo). UI Press. Jakarta H. 205 - 246.

Conn, EE., Stumpf, PK., Bruening, G., and Doi, RH. 2007. *Outlines of Biochemistry* 5/E. John Wiley and Sons. New York.

De Kretser DM. 1997. The Testis. In : *Hormonal Control of Reproduction*. 2nd ed. (Edited by : C.R. Austin New York. p. 76-90.

Dieter M P. 2004. Toxicity and Carcinogenicity Studies of Boric Acid in Male and Female Mice. *Environ Health Perspect.* 102 (7) : 93 - 97.

Iczkowsky KA, Sun EL, and Gondos, B. 2011. Morphometric Study of the Prepubertal Rabbit Testis; Germ Cells and Seminiferous Tubule Dimension. *The American Journal Of Anatomy*. 190: 266 - 273.

Kaspul. 2010. Kadar Testosteron Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) setelah Perlakuan dengan Boraks. *Jurnal Ilmiah Berkala Sains dan Terapan Kimia*. 4 (2): 91-100

----- . 2004. Kualitas Spermatozoa Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) setelah

Perlakuan dengan Boraks. *Bioscientiae*. 1 (2): 50 - 58.

Ku W W, Chapin RE, Wine RN, Glade BC. 2003. Testicular Toxicity of Boric Acid Relationship of Dose to Lesion Development and Recovery in The F 344 Rat. *Repro. Toxicol.* 7 (4) : 305 - 319.

Montgomery RLD, Robert WC, Thomas and Arthur AS. 1993. Biokimia : Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus (diterjemahkan oleh : M. Ismadi). Gajah Mada University Press Yogyakarta.

Munir W, Netty M, Syukri F. 1999. Uji Pengaruh Asam Boraks terhadap Perkembangan Prainplantasi Embrio Mencit (*Mus musculus*). *Laporan Penelitian PMIPA Universitas Andalas*. Tidak Dipublikasikan.

Norris DO. 1990. *Vertebrate Endocrinology*. Lea and Febiger. Philadelphia.

Novrianto, 1991. *Ancaman Boraks Lewat Bakso*. Tempo. XXI/1. PT Grafiti Press. Jakarta. P. 37.

Pangestiniingsih TW. 1994. Pengaruh Dosis Sodium Borat pada Tikus (*Rattus norvegicus albinus*) Induk terhadap Fetus. *Tesis Pascasarjana UGM*, Tidak Dipublikasikan.

Rennie, JS., Whitehead, CC., Montanari, A. 1990. Effect of Dietary Borate and Alluminate on Riboflavin Metabolism in Breeding Hend. *Res. Vet. Sc.* 49: 223-225.

Steel R.G.D dan Torrie, 2001. *Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik* (Diterjemahkan oleh : B. Sumantri). Gramedia. Jakarta.