

JUMLAH DAN MOTILITAS SPERMATOZOA TIKUS PUTIH (*RATTUS NORVEGICUS*) YANG DIPAPARI OBAT NYAMUK ELEKTRIK BERBAHAN AKTIF *D-ALLETHRIN*

Fatchun Naim¹, Windi Tri Krismawati², Khoironni Devi Maulana³

¹²Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang, Sekaran Gunungpati, Semarang

³Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang, Sekaran Gunungpati, Semarang

E-mail korespondensi: fatchunnaim@ymail.com

Abstrak: Obat nyamuk merupakan salah satu obat yang digunakan untuk membasmi nyamuk dalam suatu ruangan. Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki potensi dan daya tarik tersendiri bagi habitat nyamuk. Akibatnya, tidak jarang masyarakat Indonesia menggunakan obat nyamuk untuk membasmi serangan nyamuk. Saat ini obat nyamuk yang beredar di pasaran sangat beragam. Misalnya obat nyamuk berbentuk semprot, bakar, oles maupun elektrik. Produk obat nyamuk umumnya memiliki zat tambahan tertentu misalnya senyawa d-allethrin yang dapat merugikan kesehatan. Oleh sebab itu tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah dan motilitas spermatozoa tikus jantan galur wistar umur 2-3 bulan yang dipapari obat nyamuk elektrik yang berbahan aktif d-allethrin dengan durasi waktu yang berbeda. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu post test randomized control design dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 12 ekor tikus (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar berumur 3 bulan yang terpapar allethrin yang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan yaitu kelompok kontrol, paparan 4 jam, 8 jam serta 12 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian waktu paparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif d-allethrin dapat mempengaruhi terhadap kualitas spermatozoa dalam hal ini jumlah spermatozoa untuk semua kelompok perlakuan 135, 67, 130, 117.3 dan 101 (juta/ml ejakulat). Sedangkan motilitas spermatozoa tikus dalam bilik hitung Neubauer (%) untuk semua kelompok perlakuan masing masing 77.3, 68, 65.7 dan 49.7. Semakin lama waktu paparan obat nyamuk d-allethrin semakin tinggi pengaruhnya terhadap jumlah dan motilitas spermatozoa tikus jantan.

Kata Kunci: D-Allethrin, Spermatozoa, Kualitas spermatozoa

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang sangat cocok untuk berkembangnya berbagai flora dan fauna, termasuk vektor yang jumlah dan jenisnya sangat banyak. Akibatnya penyakit menular vektor (*Vektor Born Diseases*) seperti infeksi bakteri, virus, *ricketsia*, parasit dan mikroba berlangsung dengan baik karena agen dan vektornya sama-sama berkembang biak. Malaria adalah penyakit infeksi parasit utama di dunia yang menyerang hampir 170 juta orang tiap tahunnya. Penyakit ini juga menjangkit 103 negara, terutama negara-negara dengan daerah tropik pada ketinggian antara 400 – 3.000 meter dari permukaan laut (dpl) dan kelembaban udara tidak kurang dari 60%.

Obat nyamuk merupakan salah satu obat yang digunakan untuk membasmi nyamuk dalam suatu ruangan. Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki potensi dan daya tarik tersendiri bagi habitat nyamuk terutama ketika musim pancaroba. Akibatnya, tidak jarang masyarakat Indonesia menggunakan obat nyamuk untuk membasmi serangan nyamuk di dalam ruangan

khususnya di dalam rumah agar penyakit yang disebabkan oleh nyamuk seperti malaria dan demam berdarah tidak berkembang.

Saat ini obat nyamuk yang beredar di pasaran sangat beragam. Misalnya obat nyamuk berbentuk semprot, bakar, oles maupun elektrik. Letak perbedaan pada masing-masing tipe obat nyamuk yaitu terletak pada bentuk kemasan dan konsentrasi zat aktif atau racun yang terkandung didalamnya. Produk obat nyamuk umumnya memiliki zat tambahan tertentu berupa pewarna, pengawet serta pewangi. Seperti halnya zat aktif, zat tambahan tersebut juga dapat merugikan kesehatan. Gangguan-gangguan yang diakibatkan dapat terjadi pada organ tubuh manusia jika pemakaiannya tidak terkontrol atau dosisnya berlebihan (Marjuki 2009).

Hasil penelitian Sakr & Azab (2001) menunjukkan bahwa *d-allethrin* dapat menyebabkan perubahan histologis testis, menurunnya berat testis dan berkurangnya diameter tubulus seminiferus. Jika testis mengalami gangguan akan berakibat terganggunya spermatogenesis sehingga spermatozoa yang dihasilkan juga akan berkurang. Bermula dari

hasil penelitian di atas yang menyebutkan bahwa *d-allethrin* dapat menyebabkan gangguan pada testis, membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Dari uraian latar belakang dapat dirumuskan permasalahan terkait pengaruh *d-allethrin* yang terkandung dalam obat nyamuk terhadap jumlah dan motilitas spermatozoa tikus putih yang dipapari obat nyamuk dengan durasi waktu yang berbeda.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jumlah dan motilitas spermatozoa tikus jantan galur wistar umur 2-3 bulan yang dipapari obat nyamuk elektrik yang berbahan aktif *d-allethrin* dengan durasi waktu yang berbeda.

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah menjadi sarana dalam pengaplikasian teori yang telah didapatkan khususnya dibidang ilmu Fisiologi Hewan dan memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat tentang bahaya zat aktif yang terkandung dalam obat nyamuk elektrik terhadap kualitas sperma.

METODE PENELITIAN

a) Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan Jurusan Biologi FMIPA Unnes selama 1 bulan yakni dari bulan Oktober hingga bulan November.

b) Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar berumur 3 bulan yang terpapar allethrin. Sampel penelitian yang digunakan adalah 12 ekor tikus jantan yang diperoleh dari Laboratorium Jurusan Biologi Unnes.

c) Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 yaitu :

1. Variabel bebas : waktu paparan obat nyamuk cair *d-allethrin* dengan variasi waktu paparan
Kontrol (K) : paparan 0 jam/hari
Perlakuan 1 (P1): paparan 4 jam/hari
Perlakuan 2 (P2): paparan 8 jam/hari
Perlakuan3(P3): paparan 12 jam/hari
2. Variabel tergantung : kualitas spermatozoa yang meliputi jumlah dan motilitas spermatozoa
3. Variable kendali : strain, jenis kelamin, berat badan dan kandang perlakuan.

d) Rancangan Penelitian

penelitian yang digunakan yaitu *post test randomized control design* dengan Rancangan Acak

Lengkap (RAL) menggunakan 12 ekor tikus yang dibagi menjadi 4 kelompok.

e) Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah kandang tikus berukuran 40 cm x 20 cm x 20 cm, seperangkat alat obat nyamuk, seperangkat alat bedah, hemocytometer, hand counter, mikroskop, gelas benda, kaca penutup, petridisk, timbangan analitik dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah obat nyamuk elektrik cair merk Hit yang berbahan aktif *d-allethrin*, tikus jantan yang berumur 3 bulan, air, pour ayam dewasa.

f) Prosedur Penelitian

1. Hewan uji diaklimasi dalam kandang selama satu minggu
2. Dua belas ekor tikus dikelompokkan menjadi 4 kelompok secara acak, masing-masing 3 ekor
3. Memberi perlakuan masing masing kelompok yakni pada kelompok A : 0 jam/hari, B : 4 jam/hari, C : 8 jam/hari, D : 12 jam/hari
4. Selama penelitian tikus diberi makan dan minum ad libitum. Pada akhir perlakuan, tikus dibedah untuk diambil vas deferennya.
5. Membuat larutan stok dengan jalan meletakkan vas deferen dalam cawan yang berisi NaCl fisiologis 0,9%, kemudian vas deferen dilurur dalam wadah yang berisi NaCl fisiologis 0,9%, disebut sebagai larutan stok yang digunakan. Untuk mengetahui kualitas spermatozoa seperti di bawah ini (Soehadi & Arsyad 1983).
6. Menghitung jumlah spermatozoa dengan cara menghisap larutan stok memakai hemocytometer sampai tanda 0,5 lalu hisap larutan NaCl fisiologis sampai tanda 101, dan pipet dikocok. Buang beberapa tetes pada kertas tisu, kemudian teteskan pada bilik hitung yang sudah ditutup dengan kaca penutup dan sudah disiapkan di mikroskop, kemudian periksa di mikroskop. Dihitung dengan menggunakan rumus jumlah spermatozoa terhitung (s) x 200.000 = juta/ml.
7. Menghitung motilitas dengan cara 6 lapang pandang diperiksa secara berurutan dengan menggeser bidang pandang dari kiri ke kanan serta dari kanan ke kiri untuk memperoleh 100 sperma motil yang dijumpai dan dihitung persentasenya.

Kategori yang dipakai untuk mengklasifikasi motilitas sperma disebut (a), (b), (c), (d), dan didefinisikan sebagai berikut: Kategori (a) jika sperma bergerak cepat dan lurus ke muka. Kategori (b) jika gerakannya lambat atau sulit maju lurus atau bergerak tidak lurus. Kategori (c) jika tidak bergerak maju. Kategori (d) jika sperma tidak bergerak (Hermawanto 2000). Klasifikasi motil untuk gerakan spermatozoa kategori (a) dan klasifikasi non motil untuk gerakan spermatozoa kategori (b), (c), (d) sehingga menghasilkan persentase setiap kategori motil.

g) Metode Analisis Data

Data berupa kualitas spermatozoa dianalisis secara statistik dengan Anava satu jalan pada taraf uji 5% . Jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap pengaruh *d-allethrin* dalam obat nyamuk elektrik cair merk hit selama 30 hari dengan variasi lamanya waktu pemaparan terhadap motilitas jumlah spermatozoa tikus antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan (lamanya waktu pemaparan 4; 8; 12 jam per hari) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

a. Jumlah Spermatozoa (juta/ml ejakulat)

Tabel 1. Rerata jumlah spermatozoa tikus kelompok kontrol dan perlakuan yang dipapari obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin*

Pengulangan	Jumlah Spermatozoa Tikus dalam bilik hitung Neubauer			
	P0	P1	P2	P3
1	145	125	115	101
2	132	138	121	104
3	130	127	116	98
Rerata	135,67	130	117,3	101

Tabel 3. Rerata motilitas spermatozoa tikus kelompok kontrol dan perlakuan yang dipapari obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin*

Pengulangan	Motilitas Spermatozoa Tikus dalam bilik hitung Neubauer (%)							
	P0		P1		P2		P3	
	Motil	Non	Motil	Non	Motil	Non	Motil	Non
1	78	22	66	34	70	30	53	47
2	75	25	70	30	68	32	49	51
3	79	21	68	32	59	41	47	53
Rerata	77,3	22,67	68	32	65,7	34,3	49,7	50,3

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa jumlah spermatozoa setelah perlakuan untuk masing-masing kelompok P0 : tikus tanpa pemaparan obat nyamuk P1, P2, P3: tikus diberi perlakuan pemaparan obat nyamuk yang mengandung bahan aktif d-allethrin 0,01 g/l dengan lama pemaparan berturut-turut 4; 8; 12 jam per hari menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Tiap kelompok menunjukkan penurunan jumlah spermatozoa seiring dengan lama pemaparannya. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin lamanya waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* maka semakin menurunkan jumlah spermatozoa pada tikus putih jantan galur wistar. Perlakuan 12 jam waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* menunjukkan pengaruh yang lebih tinggi terhadap penurunan jumlah spermatozoa tikus putih jantan galur wistar.

Untuk mengetahui apakah waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* pada tiap kelompok tersebut berpengaruh atau tidak, maka data diuji secara statistik dengan uji Anava satu jalan pada taraf uji 5%. Berdasarkan hasil analisis anava dapat diketahui bahwa hipotesis diterima, yaitu terdapat pengaruh waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* pada masing-masing tiap kelompok perlakuan. Hal ini ditunjukkan dengan dengan harga F hitung(18,27) lebih besar dari F tabel (3,59). Selanjutnya untuk mengetahui kelompok yang berbeda, maka dilakukan uji BNT dengan taraf uji 5 % yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Uji BNT Jumlah Spermatozoa

Kelompok	Rerata	P0	P1	P2	P3
P0	135,6				
P1	130	5,6*			
P2	117,3	18,3*	12,7*		
P3	102	33,6*	28*	15,3*	

Keterangan: *Berbeda Nyata

Setelah dilakukan uji lanjut dengan uji BNT 5% dapat dilihat bahwa kelompok PO berbeda dengan kelompok P1, P2 dan P3. Antara kelompok P1 dengan kelompok P2 dan P3 berbeda nyata. Kelompok P2 berbeda nyata dengan kelompok P3. Hal ini memperlihatkan bahwa dengan pemberian salah perlakuan pemaparan obat nyamuk d allethrin 4,8 serta 12 jam/hari selama 30 hari dapat menurunkan jumlah spermatozoa tikus jantan galur wistar.

b. Motilitas Spermatozoa

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa motilitas spermatozoa setelah perlakuan untuk masing-masing kelompok P0 : tikus tanpa pemaparan obat nyamuk P1, P2, P3: tikus diberi perlakuan pemaparan obat nyamuk yang mengandung bahan aktif d-allethrin 0,01 g/l dengan lama pemaparan berturut-turut 4; 8; 12 jam per hari menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Tiap kelompok menunjukkan peningkatan jumlah pada gerak spermatozoa yang nonmotil dan penurunan jumlah pada gerak spermatozoa yang motil seiring lamanya waktu pemaparan. Perlakuan 12 jam waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* menunjukkan pengaruh yang lebih tinggi terhadap penurunan jumlah yang motil serta peningkatan jumlah yang nonmotil pada gerak spermatozoa tikus putih jantan galur wistar.

Untuk mengetahui apakah waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* pada tiap kelompok tersebut berpengaruh atau tidak terhadap jumlah gerak spermatozoa yang motil, maka data diuji secara statistik dengan uji Anava satu jalan pada taraf uji 5%. Berdasarkan hasil analisis anava dapat diketahui bahwa hipotesis diterima, yaitu terdapat pengaruh waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* pada masing-masing tiap kelompok perlakuan .Hal ini ditunjukkan dengan harga F hitung (30,56) lebih besar dari F tabel (3,59).

Untuk mengetahui pengaruh waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* terhadap jumlah gerak spermatozoa yang nonmotil diuji juga secara statistik dengan uji Anava satu jalan pada taraf uji 5%. Berdasarkan hasil analisis anava dapat diketahui bahwa hipotesis diterima, yaitu terdapat pengaruh waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* pada masing-masing tiap kelompok perlakuan. Hal ini ditunjukkan dengan harga F hitung (30,50) lebih besar dari F tabel (3,59).

Selanjutnya untuk mengetahui kelompok yang berbeda, maka dilakukan uji BNT dengan taraf uji 5 % yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji BNT

Kelompok	Rerata	P0	P1	P2	P3
P0	77,3				
P1	68	9,3*			
P2	65,6	11,7*	2,4**		
P3	49,6	27,7*	18,4*	16*	

Keterangan: *Berbeda Nyata

****Tidak Berbeda Nyata**

Setelah dilakukan uji lanjut dengan uji BNT 5% dapat dilihat bahwa antara kelompok P0 dengan kelompok P1, P2 dan P3 berbeda. Kelompok P1 tidak berbeda nyata dengan kelompok P2 sedangkan kelompok P2 berbeda nyata dengan kelompok P3. Hal ini memperlihatkan bahwa Perlakuan yang membawa pengaruh lebih besar terhadap motilitas spermatozoa adalah kelompok P2 dan P3 dengan pemberian salah satu.

Dari penelitian yang telah dilakukan ternyata paparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* dengan waktu paparan 4,8,12 jam/hari selama 30 hari pada masing-masing kelompok perlakuan mempengaruhi jumlah dan motilitas spermatozoa. Hal ini menunjukkan bahwa allethrin dalam obat nyamuk yang termasuk kelompok pyrethroid I, dapat menyebabkan penurunan jumlah serta motilitas spermatozoa. Zat aktif yang terkandung di dalam obat nyamuk bermacam-macam seperti dichlorvos, propoxur, pyrethroid dan diethyltoluamide (DEET) serta bahan kombinasinya. Kebanyakan obat nyamuk di Indonesia mengandung *d-allethrin*, transfultrin, bioallethrin, *d-phenithrin*, proallethrin, cypenothrin atau esbiothrin, yang merupakan turunan pyrethroid. Pyrethroid dikelompokkan ke dalam racun insektisida kelas menengah yang dapat menyebabkan iritasi kulit, mata dan asma. *D-allethrin* dapat masuk ke dalam tubuh secara inhalasi dalam waktu yang lama dan dapat menyebabkan gangguan paru-paru dan hati (Iswara 2009).

Penelitian Sakr & Azab (2001) menunjukkan bahwa *d-allethrin* dapat menyebabkan perubahan histologi testis, menurunnya berat testis dan berkurangnya diameter tubulus seminiferus. Kurniati (2012) menjelaskan bahwa paparan pralahir obat nyamuk elektrik yang berbahan aktif *d-allethrin* dapat mempengaruhi fetus mencit (*Mus musculus* l.). Dalam jurnal tersebut dijelaskan pada paparan 4,8,12 jam/hari selama 30 hari menyebabkan reabsorpsi dan kematian fetus mencit.

Allethrin dalam obat nyamuk dapat menyebabkan pembentukan radikal bebas. Apabila radikal bebas tidak dihentikan maka akan merusak membran sel mitokondria. Dalam hal ini sel mitokondria adalah penghasil ATP yang diperlukan untuk konversi testosteron dalam sel Leydig dalam proses spermatogenesis. Bila mitokondria terganggu atau rusak maka proses spermatogenesis akan mengalami gangguan. Hal ini sesuai dengan Shu (2007) yang mengatakan radikal bebas dari pyrethroid dapat menyebabkan kerusakan membran mitokondria sel Leydig, kerusakannya berupa membran sel mitokondria yang tidak berpasangan. Selain itu Shu (2007) juga mengatakan bahwa radikal bebas dari *pyrethroid* mengganggu biosintesis testosteron dengan cara mengurangi pengiriman kolesterol ke mitokondria oleh *Peripheral Benzodiazepine Receptor (PBR)* dan *Steroidogenic Acute Regulatory protein (StAR)* serta menurunkan konversi kolesterol menjadi pregnenolone yang dikatalisis oleh *cytochrome P450 sidechain cleavage (P450scc)* yang menyebabkan menurunnya produksi testosteron.

Radikal bebas yang ditimbulkan Allethrin juga menyebabkan pengaruh terhadap motilitas spermatozoa. Saat terdapat radikal bebas, lipid peroksida meningkat karena adanya reaksi antara lipid dengan radikal bebas. Pada tahap awal reaksi terjadi pelepasan hidrogen dari asam lemak tidak jenuh secara homolitik sehingga terbentuk radikal alkil yang terjadi karena adanya inisiator (panas, oksigen aktif, logam atau cahaya). Pada keadaan normal radikal alkil cepat bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi dimana radikal peroksi ini bereaksi lebih lanjut dengan asam lemak tidak jenuh membentuk hidroperoksida dengan radikal alkil, kemudian radikal alkil yang terbentuk ini bereaksi dengan oksigen. Dengan demikian reaksi otoksidasi adalah reaksi berantai radikal bebas. Oleh karena membran sel mitokondria kaya akan lipid yang peka terhadap serangan radikal bebas. Hal ini yang menyebabkan penurunan jumlah motilitas spermatozoa. Energi untuk motilitas spermatozoa disuplai dalam bentuk adenosine trifosfat yang disintesis oleh mitokondria pada bagian ekor. Sehingga apabila terjadi kerusakan pada membrane mitokondria akan dapat mengganggu motilitas spermatozoa (Faranita 2009). Sres oksidatif berperan sebagai mediator kerusakan pada membrane plasma, sehingga mengurangi fungsi spermatozoa. *D-allethrin* akan menyebabkan timbulnya radikal bebas yang akan memicu terjadinya stress oksidatif, sehingga akan menyebabkan kerusakan

membrane mitokondria dan menurunnya motilitas pada spermatozoa. Hal ini sesuai dengan penelitian Iswara (2009) menunjukkan bahwa d allethrin dapat menyebabkan penurunan jumlah motilitas, viabilitas spermatozoa serta menyebabkan kelainan morfologi spermatozoa.

Secara keseluruhan pemberian pengaruh waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethrin* pada masing-masing tiap kelompok perlakuan 4, 8, dan 12 jam /hari selama 30 hari pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) strain wistar mampu mempengaruhi jumlah serta motilitas spermatozoa tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar.

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil simpulan bahwa pemberian waktu pemaparan obat nyamuk dengan kandungan bahan aktif *d-allethri* dapat mempengaruhi terhadap kualitas spermatozoa dalam hal ini jumlah dan motilitas spermatozoa tikus putih strain wistar.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi waktu pemaparan serta penambahan senyawa-senyawa dari tumbuhan dalam hal mencegah penurunan jumlah dan motilitas spermatozoa tikus putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Faranita OV. 2009. Kualitas Spermatozoa Pada Tikus Wistar Jantan Diabetes Melitus. [*Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah*] Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang.
- Iswara A. 2009. Pengaruh pemberian Antioksidan Vitamin C dan E Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Putih Terpapar Allethrin. [*Skripsi*]. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Marjuki M.I. 2009. Daya Bunuh Beberapa Obat Nyamuk Bakar Terhadap Kematian Nyamuk *Anopheles aconitus*. [*Skripsi*] Fakultas Farmasi Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Sakr SA & Azab AE. 2001 Effect of Pyrethroid Inhalation on Testis of Albino Rat. *Journal of Biological Sciences* 4(2) : 498-500
- Shu-Yun Zhang, Yuki Ito, Osamu Yamanoshita, Yukie Yanagiba, Miya Kobayashi,

Kazuyoshi Taya, Chun-Mei Li, Maiko Miyata, Jun Ueyama, Chul-Ho Lee, Michihiro Kamijima dan Tamie Nakajima. 2007. Permethrin May Disrupt Testosterone Biosynthesis via Mitochondrial Membrane Damage of Leydig Cells in Adult Male Mouse. *Journal The Endocrine Society* 148 (3) : 3941 – 3949.