

Daya Saing Kawin Jantan Mandul *Aedes albopictus*: Uji Semi Lapang untuk Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD)

Mating Competitiveness on Steril Insect Technique Aedes albopictus: Semi-Field Trial for Vector Control Method of Dengue Haemorrhagic Fever (DHF)

Retno Hestningsih¹, Muhammad Iqbal Kurniawan¹, Martini Martini^{1*}, Nissa Kusariana¹, Bagoes Widjanarko¹, Ali Rahayu²

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

²Laboratorium Pengendalian Hama PAIR, BATAN

Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, RT.3/RW.2, Lebak Bulus, Cilandak, Jakarta Selatan, Indonesia

*E_mail: martini@live.undip.ac.id

Received date: 22-02-2019, Revised date: 24-06-2019, Accepted date: 26-06-2019

ABSTRAK

Aedes albopictus merupakan vektor kedua penular Demam Berdarah Dengue. Diperlukan metode pengendalian vektor yang tepat seperti Teknik Serangga Mandul (TSM). Penelitian sebelumnya mengkaji dosis radiasi dalam menghasilkan jantan mandul *Ae. albopictus*, yaitu dosis 60 Gy. Sebelum diaplikasi di lapangan diperlukan tahap uji coba semi lapang. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan daya saing kawin jantan mandul *Ae. albopictus* dengan uji semi lapang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semi lapang dengan menggunakan subyek jantan yang diradiasi sehingga bersifat steril atau mandul. Subyek dikawinkan dengan betina fertil, dalam 3 kelompok, masing masing kelompok kontrol (10 jantan normal dan 10 betina normal), kelompok uji (10 jantan steril dan 10 betina normal) dan kelompok kombinasi (10 jantan normal, 30 jantan steril dan 10 betina normal). Perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Nyamuk uji ditempatkan dalam tenda khusus serangga (*bugdoom*) dengan memberikan kondisi yang disukai nyamuk *Ae. albopictus*. Hasil penelitian menggambarkan bahwa persentase sterilitas telur pada ketiga kombinasi perkawinan berbeda antar kelompok ($p < 0,0001$). Kelompok serangga uji menghasilkan telur yang steril tertinggi sebesar 100% dibanding kelompok lainnya. Nilai Daya Saing Kawin (C indeks) Nyamuk Jantan Mandul *Ae. albopictus* sebesar 0,34. Hal ini menunjukkan pengaplikasi TSM membutuhkan populasi 3 kali lipat jantan mandul dari populasi jantan normal di lapangan.

Kata kunci: daya saing kawin, teknik serangga mandul, *Aedes albopictus*, DBD

ABSTRACT

Aedes albopictus is the secondary vector that played an important role in the transmission of Dengue Haemorrhagic Fever (DHF). Previous research has examined the exact radiation dose in producing *Ae. albopictus* sterile males, which is a dose of 60 Gy. Before being applied in the field, a semi-field trial phase is actually needed. This study aims to determine the competitiveness of *Ae. albopictus* sterile male mating with a semi-field test. This study is a field experiment and used males radiated until becoming a sterile mosquito. Subject mated to fertile female and divided into 3 groups of samples, the control group (10 normal males and 10 normal females), the test group (10 sterile males and 10 normal females) and the combination group (10 normal males, 30 sterile males, and 10 normal females). Treatment was performed with 3 replications. Tested mosquitoes were placed into the special tent of bugs (*bugdoom*) with conducive environmental conditions of *Ae. albopictus* mosquitoes. The results of study showed that there was significant differences ($p \leq 0.0001$) the level of sterility of eggs. The test insect group produced the highest sterile eggs 100% compared to the other groups. Value of Mating Competitiveness (C index) Male Sterile Mosquito *Ae. albopictus* of 0.34. This showed that for TSM applications in actual conditions, it is required 3 times of the population size of sterile males from the normal male population in the field.

Keywords: mating competitiveness, sterile insect technique, *Aedes albopictus*, DHF

PENDAHULUAN

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* dari genus Flavivirus famili Flaviridae yang terdiri dari 4 serotip yaitu Den-1, Den-2, Den-3, dan Den-4.¹ DBD ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes sp.* yang terinfeksi virus *Dengue*.²

Aedes albopictus merupakan nyamuk yang secara garis besar sangat mirip dengan *Ae. aegypti*.³ *Aedes albopictus* memiliki sifat liar, habitatnya lebih banyak di lingkungan terbuka serta memiliki persebaran yang cukup tinggi di Indonesia,⁴ dan hidup optimal pada ketinggian di bawah 1.000 m dpl (di atas permukaan laut).⁵ Penelitian di Kabupaten Wonosobo Provinsi Jawa Tengah menemukan *Ae. albopictus* di ketinggian lebih dari 1.000 m dpl.⁶

Selain *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* juga merupakan vektor DBD. Kedua spesies nyamuk tersebut rentan terhadap infeksi virus *Dengue*, mampu mereplikasi virus *Dengue*, dapat menularkan virus *Dengue* melalui nyamuk betina ke telur sampai keturunannya⁷ dan mampu memindahkan virus dengue kepada manusia.⁴ Namun, *Ae. albopictus* diketahui lebih cepat dalam menularkan virus dengue serta telah terbukti mampu mentransmisikan lebih dari 20 arbovirus dan memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan *Ae. aegypti*.⁸

Penyebaran *Ae. albopictus* secara terus menerus menjadi sebuah keprihatinan karena dikhawatirkan dapat mengubah dinamika penularan penyakit arboviral dan meningkatkan risiko manusia untuk terinfeksi virus yang dibawa oleh nyamuk,⁸ oleh karena itu sangat diperlukan pengendalian terhadap vektor DBD.

Pengendalian DBD dapat dilakukan dengan pengobatan penderita dan pengendalian vektor DBD. Salah satu teknik pengendalian vektor DBD adalah radiasi Teknik Serangga Mandul (TSM).⁹ TSM merupakan teknik yang relatif baru dan dilaporkan merupakan cara pengendalian vektor yang potensial, efektif, spesies spesifik,

dan kompatibel dengan cara pengendalian lain. Prinsip dasar TSM sangat sederhana yaitu membunuh serangga dengan serangga itu sendiri (*autocidal technique*).¹⁰ Keberhasilan aplikasi TSM dapat dilihat dari besarnya penurunan populasi setelah aplikasi. Parameternya adalah penurunan persentase fertilitas telur.¹¹

Sterilitas merupakan salah satu parameter penurunan populasi. Telur steril menunjukkan bahwa proses radiasi terhadap pupa jantan telah memiliki pengaruh terhadap fertilitas telur. Telur steril merupakan telur yang tidak mengandung embrio. Peningkatan telur yang steril disebabkan perkawinan antara jantan mandul dengan betina normal sehingga dihasilkan telur yang steril atau mandul.

Penggunaan TSM pernah dilakukan di beberapa daerah seperti Semarang di daerah Rowosari, Jangli dan Ngalian, Salatiga, Banjarnegara dan Bangka Barat. Hasil penelitian di Kelurahan Jangli RW II menunjukkan belum terdapatnya lagi temuan kasus infeksi *Dengue* pengaplikasian TSM. Kemudian penelitian di Salatiga belum bisa disimpulkan mampu menurunkan kasus infeksi *dengue*, namun terjadi penurunan populasi vektor *Ae. aegypti*.¹¹

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan jantan mandul *Ae. albopictus* dalam menurunkan populasi vektor melalui sterilitas telur dan kemampuan daya saing kawin pada seting semi lapang. Diharapkan dengan teknik ini pengendalian DBD di suatu daerah dapat dilakukan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hama PAIR, BATAN, Jakarta Selatan pada bulan Januari-Maret 2018.

Subyek penelitian ini adalah *Ae. albopictus* jantan mandul hasil rearing pupa nyamuk *Ae. albopictus* yang diradiasi. Pupa yang diradiasi dipilih antara generasi ke-2 sampai ke-10 (F2-F10) dan berumur 24 jam yang berasal dari Laboratorium Pengendalian Hama PAIR, BATAN, Jakarta Selatan. *Aedes*

albopictus ini merupakan strain yang dikembangkan dari jenis alam yang diambil di sekitar laboratorium BATAN dengan melakukan penangkapan menggunakan teknik umpan badan oleh peneliti selama 2 minggu dan ditangkap menggunakan bantuan aspirator.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan *post test only control group design*, dengan melakukan 3 kali ulangan. Eksperimentasi dilakukan dengan membagi 3 kelompok kombinasi perlakuan sebagai berikut :

Kelompok A

$$\begin{array}{c} \text{♀}_{N(10)} + \text{♂}_{N(10)} \\ 10 \text{ Betina Normal} + 10 \text{ Jantan Normal} \end{array}$$

Kelompok B

$$\begin{array}{c} \text{♀}_{N(10)} + \text{♂}_{\text{steril}(10)} \\ 10 \text{ Betina Normal} + 10 \text{ Jantan Steril} \end{array}$$

Kelompok C

$$\begin{array}{c} \text{♀}_{N(10)} + \text{♂}_{\text{steril}(30)} + \text{♂}_{N(10)} \\ 10 \text{ Betina Normal} + 30 \text{ Jantan Steril} + 10 \\ \text{Jantan Normal} \end{array}$$

Pemeliharaan nyamuk dari stadium larva dilakukan di laboratorium dengan meletakkan larva di nampan berukuran 30 x 20 x 10 cm yang diisi air dengan kedalaman ± 5 cm. Larva nyamuk diberi makan dengan menggunakan makanan kucing yang tidak ditumbuk (Pedigree®), sedangkan nyamuk dewasa dipelihara dalam kandang berukuran 100 x 40 x 40 cm. Kondisi ruangan dijaga agar tetap pada suhu 25-28°C dan kelembaban 80%. Nyamuk dewasa diberi cairan gula 10% yang diteteskan pada kapas. Iradiasi pada pupa dilakukan dengan menggunakan Iradiator Gamma Chamber 2.0 dengan sumber radioaktif Cobalt-60 dan dosis 60 Gy yang

telah dinilai sebagai dosis radiasi efektif dalam membuat nyamuk jantan mandul/steril. Pupa diradiasi dalam gelas vial bervolume 231 ml. Pupa yang diradiasi adalah pupa jantan. Pemisahan jantan dan betina dilakukan dengan menggunakan bantuan alat berupa separator pupa.¹¹

Selama uji semi lapang, nyamuk dewasa ditempatkan sesuai kelompoknya dalam tenda khusus serangga (*bugdoom*) yang dibuat menyerupai kondisi lingkungan asli *Ae. albopictus* yaitu dengan diberikan tanaman pot sebagai media pengaturan suhu dan kelembaban tenda, kontainer sebagai media bertelur bagi nyamuk, madu sebagai sumber pakan bagi nyamuk jantan dan marmot sebagai sumber pakan darah bagi nyamuk betina agar bisa menghasilkan telur yang selanjutnya akan dihitung jumlah telur yang dihasilkan setelah radiasi, persentase sterilitas telur dan nilai daya saing kawin yang dihitung dengan rumus *Fried index* (C indeks).^{9,12}

Data dianalisis dengan menggunakan ANOVA dengan $\alpha = 0,05$. Sementara nilai daya saing kawin dianalisis secara deskriptif, dalam bentuk tabulasi.

HASIL

Laboratorium semi lapang dalam penelitian ini dilakukan di kawasan BATAN-PAIR Jakarta Selatan, yang memiliki karakteristik lingkungan sesuai dengan habitat nyamuk *Ae. albopictus* yaitu dengan kondisi lingkungan yang teduh, dipenuhi oleh ilalang dan pohon-pohon setinggi 5-10 m, dengan suhu dan kelembaban berkisar 28-35°C dan 68-78%. Pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan alat termohigrometer. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban di tiga lokasi atau tiga tenda relatif sama selama pengamatan. Pengukuran suhu dan kelembaban selengkapnya di Tabel 1.

Tabel 1. Suhu dan Kelembaban di Lokasi Laboratorium Semi Lapang

Parameter	Rata-rata ± Standar Deviasi		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
Suhu dalam (°C)	28.1 ± 0.46	28.5 ± 0.52	28.6 ± 0.42
Suhu luar (°C)	27.8 ± 0.53	28.4 ± 0.49	28.6 ± 0.39
Kelembaban dalam (%)	77.3 ± 1.68	77.0 ± 1.76	76.7 ± 1.71
Kelembaban luar (%)	77.6 ± 2.02	77.4 ± 1.92	76.7 ± 1.90

Perkawinan antara kombinasi status jantan dan jumlahnya menunjukkan perbedaan sterilitas antar kelompok ($p < 0,0001$). Berdasarkan uji Anova dan dilanjutkan dalam post hoc test dengan Tukey, nilai sterilitas telur

tertinggi pada kelompok perkawinan 10 jantan mandul dengan 10 betina fertil. Kompetisi perkawinan antar jantan mandul dan jantan normal menurunkan jumlah telur yang steril (58,56%) (Tabel 2).

Tabel 2 Rata-rata Persentase Sterilitas Telur pada Berbagai Kombinasi Perkawinan

Perlakuan	Jumlah Telur ± SD	Tidak Menetas ± SD	Sterilitas ± SD
A	143.33 ± 85.5	24.33 ± 7.00	21.00 ± 11.27 ^a
B	184.00 ± 112	184.00 ± 112.00	100 ± 0.00 ^c
C	194,67 ± 02.3	114.00 ± 74.50	58.56 ± 2.89 ^b

Nilai daya saing kawin/*Fried Index* (C indeks) adalah parameter jumlah nyamuk jantan mandul yang dilepas di lapangan untuk dapat bersaing dengan jantan alam.^{9,12} Berdasarkan Tabel 3, nilai rata-rata *Fried index* (C indeks) nyamuk mandul *Ae. albopictus* hasil percobaan semi lapang dengan dosis 60 Gy (dosis radiasi yang efektif dalam membuat jantan steril) adalah 1,21. Nilai ini

menunjukkan bahwa 3 ekor nyamuk jantan radiasi dapat bersaing dengan 1,21 jantan normal di alam dalam hal mengawini betina. Nyamuk jantan mandul *Ae. albopictus* yang diradiasi dengan dosis 60 Gy sebanyak 3 kali lipat dari jantan yang ada di dalam sudah mencukupi untuk dapat dijadikan pedoman pelepasan di alam sebagai bentuk pengendalian vektor dengan TSM.

Tabel 3 Nilai Daya Saing Kawin Nyamuk Jantan *Aedes albopictus* dosis 60 Gy

Ulangan Ke-	Sterilitas	Nilai Daya Saing Kawin
1	100%	1.17
2	100%	0.83
3	100%	1.64
Rata-rata	100%	1.21

PEMBAHASAN

Dalam uji Anova nilai signifikan rata-rata sterilitas menunjukkan berbeda antar kelompok, yaitu kontrol (A), kelompok uji (B), dan kelompok kombinasi (C). Sterilitas tertinggi yaitu 100% didapat dari hasil perkawinan 10 nyamuk jantan mandul dan 10 nyamuk betina fertil. Hal ini menunjukkan bahwa telur yang steril memang terjadi pada perkawinan jantan mandul dan betina fertil. Daya saing kawin ditunjukkan pada nyamuk jantan mandul dengan jantan normal. Sterilitas

telur menurun menjadi 60%. Di alam populasi jantan mandul yang dilepas akan bersaing dengan jantan normal. Berdasarkan C indeks untuk berkompetisi dengan jantan normal dan menghasilkan sterilitas telur yang memadai minimal dilepas sebanyak 3 kali dari jumlah populasi jantan di alam.

Penurunan daya saing kawin jantan mandul dikarenakan radiasi. Hal ini terkait dengan penurunan ketahanan hidup, kemampuan kawin atau persediaan sperma. Selain itu juga proses radiasi menyebabkan

penurunan kemampuan terbang, kemampuan untuk mendeteksi betina dan memindahkan sperma dari jantan kepada betina.¹² Dalam pengaplikasian TSM pada *Ae. albopictus* sebaiknya diradiasi pada dosis yang lebih rendah tetapi memiliki daya saing kawin yang tinggi, sehingga dapat memperkecil kemungkinan rusaknya genital jantan steril akibat diradiasi.¹³

Sterilitas telur yang dihasilkan dari perkawinan jantan mandul menunjukkan bahwa nyamuk mandul dapat mempengaruhi hasil perkawinan dengan nyamuk normal. Padahal nyamuk yang telah dimandulkan melalui proses radiasi tentunya akan membuat kondisi kebugarannya menurun. Kemampuan daya saing inilah yang diukur dan menjadi acuan dalam aplikasi TSM di lapangan.

Besaran radiasi yang digunakan dalam memandulkan nyamuk sebesar 60 Gy. Dosis 60 Gy, dinilai sudah cukup baik dalam mendapatkan nyamuk yang telah menjadi mandul.¹⁴ Perlakuan radiasi pada nyamuk mandul diberikan pada fase akhir pembelahan, yaitu fase dewasa dan pupa akhir.¹⁵ Perlakuan radiasi pada fase dewasa dan tahap pupa akhir menyebabkan kerusakan sel tubuh yang lebih sedikit dari pada perlakuan radiasi pada fase telur dan larva.¹⁶ Penelitian ini menggunakan alat pemisah pupa jantan dan betina yang telah diukur (mm) sedemikian sehingga pemisahan pupa jantan dari betina mempunyai nilai ketercampuran sex yang rendah.¹⁷

Dalam penelitian ini semua kondisi lingkungan diukur. Berdasarkan hasil pengukuran tidak terdapat variasi yang tinggi selama waktu pelaksanaan penelitian. Dapat dikatakan bahwa persentasi sterilitas hanya terjadi karena perkawinan nyamuk mandul dan betina fertil. Perkawinan normal dari pejantan steril dengan betina fertil memiliki alur berupa transfer sperma “steril” ke betina, terjadinya Oogenesis pada betina yang diinseminasi, kemudian melakukan *oviposition* (bertelur). Telur yang diletakan tidak menetas, dan akhirnya tidak ada keturunan dari perkawinan nyamuk jantan mandul dengan betina fertil. Hal ini terjadi karena telur dibuahi oleh sperma

dari jantan radiasi mengakibatkan pembelahan sel terganggu dan akhirnya embrio mati.¹⁸

Sterilisasi dengan cara meradiasi mengakibatkan terjadinya kerusakan sel somatik pada jantan, dosis yang diterapkan tergantung pada usia pupa pada waktu diradiasi, dan menyebabkan penurunan daya saing kawin. Padahal kerusakan sel somatik bisa menjadi sangat merugikan.

KESIMPULAN

Daya saing nyamuk jantan mandul *Ae. albopictus* terhadap betina steril sebesar 3 kali lipat dibandingkan dengan 1 jantan normal (C indeks = 0,34). Perkawinan jantan mandul dengan betina fertil selanjutnya akan menurunkan sterilitas telur dan populasi *Ae. albopictus*

SARAN

Dalam pengaplikasian teknik serangga mandul sebelumnya perlu dilakukan sosialisasi kepada warga tentang pemanfaatan jantan mandul dan metode pelaksanaannya agar mendapatkan hasil penurunan populasi vektor yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Rektor Undip yang telah memfasilitasi pendanaan melalui dana PNBPN 2017, serta tim peneliti BATAN yang telah memfasilitasi peralatan dan pelaksanaan uji coba TSM ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kurane I. Dengue hemorrhagic fever with special emphasis on immunopathogenesis. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2007;30(3):29–40. doi: 10.1016/j.cimid.2007.05.010.
2. Setyo Leksmono A. Distribusi dan komposisi nyamuk di wilayah Mojokerto. *Biotropika.* 2013;1(2):80-5.
3. Horsfall WR. Mosquitoes-their bionomics and relation to disease. New York: Ronald Press; 1955. 723 pp.
4. Joharina AS, Widiarti. Kepadatan larva nyamuk vektor sebagai indikator penularan

- demam berdarah dengue di daerah endemis di Jawa Timur. *J Vektor Penyakit*. 2014;8(2):33-40.
5. Supartha I. Pengendalian terpadu vektor virus demam berdarah dengue, *Aedes aegypti* (Linn.) dan *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). Denpasar: Universitas Udayana Press; 2008.
 6. Rahayu DF, Ustiawan A. Identifikasi *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. *BALABA*. 2013;9(1):7-10.
 7. Wong PSJ, Li M Zhi I, Chong CS, Ng LC, Tan CH. *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* (Skuse): a potential vector of Zika Virus in Singapore. *PLoS Negl Trop Dis*. 2013;7(8): e2348. doi: 10.1371/journal.pntd.0002348.
 8. Ambarita LP. Pengendalian nyamuk vektor menggunakan teknik serangga mandul (TSM) vector control using sterile insect technique (SIT). *BALABA*. 2015;11(2):111-8.
 9. Nurhayati S, Budi S, Ali R. Pengendalian populasi nyamuk *Aedes aegypti* dan *Anopheles* sp. sebagai vektor demam berdarah dengue (DBD) dan malaria dengan teknik serangga mandul (TSM). Seminar Nasional Keselamatan Kesehatan dan Lingkungan VI; Jakarta 15-16 Juni 2010. Jakarta: PTKMR-BATAN; 2010. 163-171.
 10. Sutiningsih D, Rahayu A, Sari D P, Santoso L, Yuliawati S. Analisis kepadatan nyamuk dan persepsi masyarakat terhadap penggunaan teknik serangga mandul. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 2016;10(1):108-13.
 11. Martini M, Maulidan D, Retno H. Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap daya saing kawin nyamuk jantan mandul *Aedes aegypti* sebagai pengendalian vektor dengan teknik serangga mandul (TSM). In: Laporan Penelitian Tahun ke-1. Semarang: LPPM Universitas Diponegoro; 2017.
 12. Hadian IS, Beni E. Kualitas nyamuk jantan mandul *Aedes aegypti* L., hasil iradiasi gamma: efek iradiasi pada fase pupa dan dewasa. *J Apl Isot Radiasi*. 2014;10(2):149-58.
 13. Riyani S, Maria A, Damar T, Ali R. Aplikasi teknik serangga mandul (tsm) terhadap sterilitas telur dan penurunan populasi *Aedes aegypti* di daerah urban Kota Salatiga. *Vektora*. 2014;42(1):15-24.
 14. IAEA TC RAS 5066 Project. Beyond mating competitiveness behavioural and physiological determinants of sterile males fitness in support of sit against *Aedes albopictus*. Myanmar: Biotechnology Research Department; 2017.