

PENELITIAN | RESEARCH

Teknik Serangga Mandul Nyamuk *Culex quinquefasciatus* sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filariasis di Kota Pekalongan

Sterile Insect Technique of Culex quinquefasciatus as Filariasis Vector Control in Pekalongan City

Sunaryo¹, Eva Lestari¹, Tri Ramadhani¹

¹Balai Litbang P2B2 Banjarnegara Jalan Selamanik No. 16 A Banjarnegara

Abstract. *Filariasis is a disease caused by infection of filarial worms and transmitted by the bite of female mosquitoes. Controls of filariasis are still limited to the treatment of patients and prevent secondary infection, whereas the control of mosquitoes is not optimal yet. Sterile insect technique is a vector control method that environmentally friendly, effective, and potential. The study design is quasi-experimental design with pre-posttest control group design. The location of the research is in the Village of Padukuhan Kraton, District of North Pekalongan, Pekalongan City. Sterile insect technique can be made by irradiation of the male mosquitoes in the BATAN laboratory with dose 0 Gy, 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, and 80 Gy. The male mosquitoes exposed to irradiation testing sterility, survival, mating competitiveness, and flight distance test. The male mosquitoes of Culex quinquefasciatus are derived from laboratory of Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Post-irradiation obtained high sterility figures between 95.35%-98.53%. The age of mosquitoes' post-irradiation without mating about 35 days, the mating competitiveness with laboratory scale is almost close to normal (0.7-0.8), the mating competitiveness with field spring scale is lower than normal mosquito (0.04-0.2), mosquito flight range was only caught in the radius 100 m. The utilization of gamma irradiation to sterilizing Culex quinquefasciatus is effective at dose 70 Gy and can be done to intervention control of Culex quinquefasciatus in limited scope.*

Keywords: *filariasis, sterile insect technique, Culex quinquefasciatus, Pekalongan City*

Abstrak. Filariasis merupakan penyakit yang disebabkan infeksi cacing filarial dan ditularkan melalui gigitan nyamuk betina. Upaya pengendalian filariasis masih terbatas pada pengobatan penderita dan mencegah infeksi sekunder, sedangkan pengendalian terhadap nyamuknya belum optimal. Teknik Serangga Mandul (TSM) merupakan cara pengendalian vektor yang ramah lingkungan, efektif, dan potensial. Desain penelitian adalah quasi eksperimental dengan rancangan *pre posttest control group design*. Lokasi penelitian di Kelurahan Padukuhan Kraton, Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan. Teknik Serangga Mandul dilakukan dengan melakukan iradiasi terhadap nyamuk jantan di laboratorium (BATAN) dengan dosis 0 Gy, 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy. Nyamuk jantan yang terpapar iradiasi dilakukan pengujian kemandulan, daya tahan hidup, daya saing kawin, dan jarak terbang. Nyamuk jantan *Culex quinquefasciatus* berasal dari laboratorium Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Pasca iradiasi diperoleh angka sterilitas tinggi yaitu antara 95,35%-98,53%. Umur nyamuk pasca iradiasi tanpa dikawinkan rata-rata mencapai 35 hari, daya saing kawin skala laboratorium hampir mendekati normal (0,7-0,8), daya saing kawin skala semi lapangan lebih rendah dibanding nyamuk normal (0,04-0,2), jarak terbang nyamuk hanya tertangkap pada radius 100 m. Pemanfaatan radiasi sinar gamma untuk memandulkan *Culex quinquefasciatus* efektif pada dosis 70 Gy dan bisa dilakukan untuk intervensi pengendalian *Culex quinquefasciatus* pada lingkup yang terbatas.

Kata Kunci: *filariasis, Teknik Serangga Mandul, Culex quinquefasciatus, Kota Pekalongan*

Naskah masuk: 15 Maret 2017 | Revisi: 22 Desember 2017 | Layak terbit: 8 Januari 2018

¹Korespondensi: yok_ban@yahoo.com

PENDAHULUAN

Filariasis atau penyakit kaki gajah adalah penyakit menular menahun yang disebabkan oleh infeksi cacing filaria dan ditularkan oleh berbagai jenis nyamuk, antara lain *Culex*, *Mansonia*, *Anopheles* dan *Armigeres*.^{1,2} Spesies cacing penyebab Filariasis yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori*. Cacing filaria hidup di kelenjar dan saluran getah bening sehingga menyebabkan kerusakan sistem limfatik.^{2,3} Gejala akut yang ditimbulkan berupa peradangan kelenjar dan saluran getah bening terutama di daerah pangkal paha dan ketiak. Adapun gejala kronis dapat terjadi karena penyumbatan aliran limfe yang dapat menimbulkan peradangan dan gejala seperti kaki gajah dan hidrokela.²

Upaya pengendalian filariasis telah lama dilakukan, tetapi hasilnya masih belum sesuai dengan harapan. Kendala umum yang dijumpai dalam pengendalian filariasis, antara lain luas dan banyaknya tempat perkembangbiakan, vektor filariasis yang berbeda, serta resistensi nyamuk terhadap insektisida. Upaya pemberantasan juga belum didasarkan pada pengetahuan bionomik vektor sehingga tindakan yang dilakukan tidak efektif dan efisien. Hal tersebut yang mengakibatkan upaya pengendalian vektor filariasis belum memberikan hasil memadai. Oleh karena itu, diperlukan inovasi baru untuk membantu program pengendalian antara lain dengan teknik serangga mandul (TSM).

Teknik serangga mandul dikenal sebagai suatu teknik pengendalian vektor yang potensial, ramah lingkungan, efektif, spesifik target, dan kompatibel dengan teknik lainnya. Prinsip dasar TSM sangat sederhana yaitu membunuh serangga dengan serangga itu sendiri (*autocidal technique*), yang meliputi iradiasi terhadap koloni serangga vektor pada berbagai stadium dan kemudian secara periodik dilepas ke lingkungan atau daerah dengan masalah penyakit tular vektor.⁴ Hasil dari perkawinan antara serangga mandul dengan serangga fertil menjadi semakin besar dari generasi pertama ke generasi berikutnya, hal ini berakibat makin menurunnya persentase fertilitas populasi serangga di lapangan yang secara teori terjadi pada generasi ke 4 atau ke 5 menjadi titik terendah dimana populasi serangga menjadi nol.⁵

Metode TSM tidak memiliki dampak permanen terhadap ekologi dan tidak merusak lingkungan. Penggunaan radiasi sinar gamma tidak akan memusnahkan sistem ekologi, artinya gen pemandul tersebut tidak akan menurun pada generasi nyamuk berikutnya.^{6,7} Nyamuk jantan akan berfungsi layaknya insektisida yang mengurangi angka nyamuk secara sementara,

tetapi tanpa efek buruk seperti insektisida yang berbasis zat kimia beracun.

Teknik serangga mandul dapat digunakan sebagai teknik penekanan populasi (supresi) serangga hama pertanian atau vektor penyakit. Penekanan populasi dilakukan terhadap serangga yang berada di dalam ekologi tertentu sampai pada batas populasi yang tidak berdampak negatif pada manusia. Penekanan populasi tidak mengganggu rantai makanan yang ada di lokasi pelepasan.⁸

Uji coba pelepasan nyamuk *Aedes aegypti* mandul telah dilakukan di daerah sub urban endemis DBD di Salatiga, sebanyak lima kali penyebaran mampu menurunkan populasi *Ae. aegypti* di luar dan dalam rumah menjadi 89,25% dan 49,21%.⁹ Hasil penelitian Nurhayati *et al*, 2013, kemampuan TSM menekan populasi nyamuk (sterilitas) cukup tinggi, di Salatiga rata-rata sampai 84,62%, di Banjarnegara 79,58%, dan di Bangka Barat sampai 53,03%.¹⁰ Sementara hasil penelitian Setyaningsih pada tahun 2013 terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di laboratorium menunjukkan dosis sinar gamma 40 Gy, 50 Gy, 60 Gy, dan 70 Gy menyebabkan terjadinya sterilitas telur yang dihasilkan berturut-turut adalah 20,92%, 48,99%, 89,48%, dan 100%.¹¹

Dari latar belakang di atas dilakukan beberapa pengujian nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi sinar gamma, di antaranya penentuan dosis efektif untuk memandulkan nyamuk, ketahanan hidup nyamuk, uji daya saing kawin skala laboratorium dan skala semi lapangan, serta jarak terbang nyamuk.

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh data pra-rilis berupa kemampuan produksi jantan mandul, dosis optimum pemandulan, dan daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* sebagai salah satu alternatif pengendalian vektor filariasis di Kota Pekalongan.

BAHAN DAN METODE

Desain penelitian menggunakan quasi eksperimental dengan rancangan *pre-posttest control group design*. Banyaknya perlakuan dalam penelitian adalah 5 dosis perlakuan radiasi sinar gamma dan 1 kontrol. Lokasi penelitian dilakukan di beberapa tempat. Kota Pekalongan sebagai lokasi untuk pengambilan sampel nyamuk, uji semi lapang, dan jarak terbang. Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara untuk uji orientasi dosis iradiasi, sterilitas, dan daya saing kawin, sedangkan iradiasi nyamuk dilakukan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-November 2016. Populasi dalam penelitian ini

adalah semua nyamuk dan larva yang berasal dari Kota Pekalongan. Sampel adalah jumlah nyamuk dan larva *Culex quinquefasciatus* yang tertangkap saat penangkapan, kemudian dipelihara di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara sampai menjadi pupa yang berumur > 15 jam. Jumlah sampel minimal yaitu 15.000 pupa.

Pemeliharaan Nyamuk Uji

Tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian ini adalah pemeliharaan/rearing *Culex quinquefasciatus* di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara hasil penangkapan dari lapangan. Larva diberi pakan campuran yeast, dogfood, dan daging yang dibuat dalam bentuk serbuk, sedangkan nyamuk dimasukkan ke dalam kandang dengan diberi pakan cairan gula 10% dan pakan darah marmut.

Iradiasi Nyamuk Jantan

Pupa hasil kolonisasi di laboratorium dipisahkan antara pupa jantan dan pupa betina. Sebelum dilakukan radiasi pupa jantan yang berumur > 15 jam dimasukkan di dalam botol gelas kecil dengan kepadatan 40-50 ekor/botol.

Iradiasi dilakukan dengan menggunakan Iradiator Gamma Chamber 2.0, PAIR, BATAN dengan sumber radioaktif Cobalt-60. Dosis yang digunakan adalah 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy.

Uji Orientasi Dosis Radiasi

Uji orientasi dosis radiasi membutuhkan 25 pupa jantan untuk masing-masing dosis radiasi dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Sebagai kontrol adalah pupa jantan yang tidak diradiasi dengan umur yang sama.

Uji Sterilitas

Uji sterilitas dilakukan dengan mengawinkan 25 ekor nyamuk jantan yang telah diradiasi dengan 25 ekor nyamuk betina normal dengan perbandingan nyamuk jantan steril dengan betina normal adalah 1 : 1 pada masing-masing dosis radiasi dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Telur hasil perkawinan diamati yang menetas dan tidak menetas, selain itu juga diamati ada tidaknya embrio dan morfologi telur.

Tingkat sterilitas nyamuk uji ditentukan dengan rumus (1).

$$\text{Tingkat sterilitas} = \frac{\text{Jumlah telur yang tidak menetas}}{\text{Jumlah telur yang dihitung}} \times 100\% \quad (1)$$

Uji Daya Saing Nyamuk Mandul

Uji daya saing kawin pasca pemandulan dilakukan dengan cara mengawinkan nyamuk jantan dengan berbagai dosis iradiasi dengan nyamuk betina kontrol yang berasal dari lapangan dan mengawinkan nyamuk jantan kontrol dengan nyamuk betina kontrol. Pengamatan dilakukan dengan evaluasi hasil keturunannya pada stadium telur, jentik, maupun pupa. Hasil pengujian ditentukan menggunakan rumus:

Daya saing kawin =

$$\frac{(H_a - E) / (E - H_s)}{(S/N)} \quad (2)$$

Keterangan:

H_a : persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan dan betina kontrol/normal ($1\sigma N : 1\sigma N$)

H_s : persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi dan betina normal dengan perbandingan ($1\sigma R : 1\sigma N$)

N : jumlah nyamuk jantan normal

S : jumlah nyamuk jantan radiasi

E : persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi, jantan normal dan betina normal ($3\sigma R : 1\sigma N : 1\sigma N$)

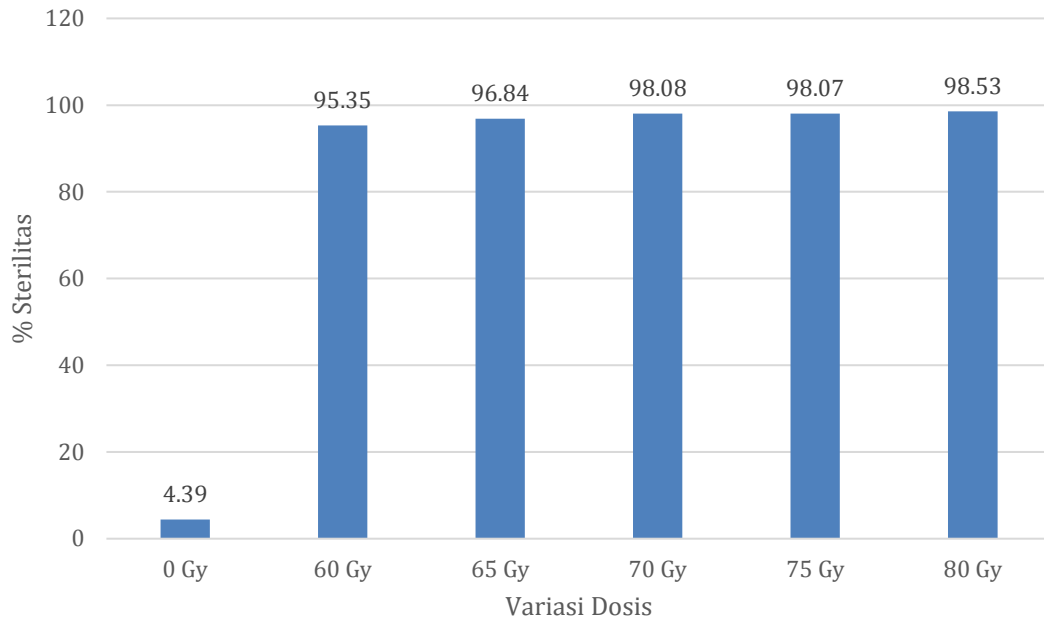
Selain itu nyamuk dari pupa yang diradiasi dilakukan pengamatan terhadap kemunculan nyamuk dewasa dan diikuti umur hidupnya dengan pemeliharaan tanpa dikawinkan sampai nyamuk tersebut mati.

Uji Jarak Terbang

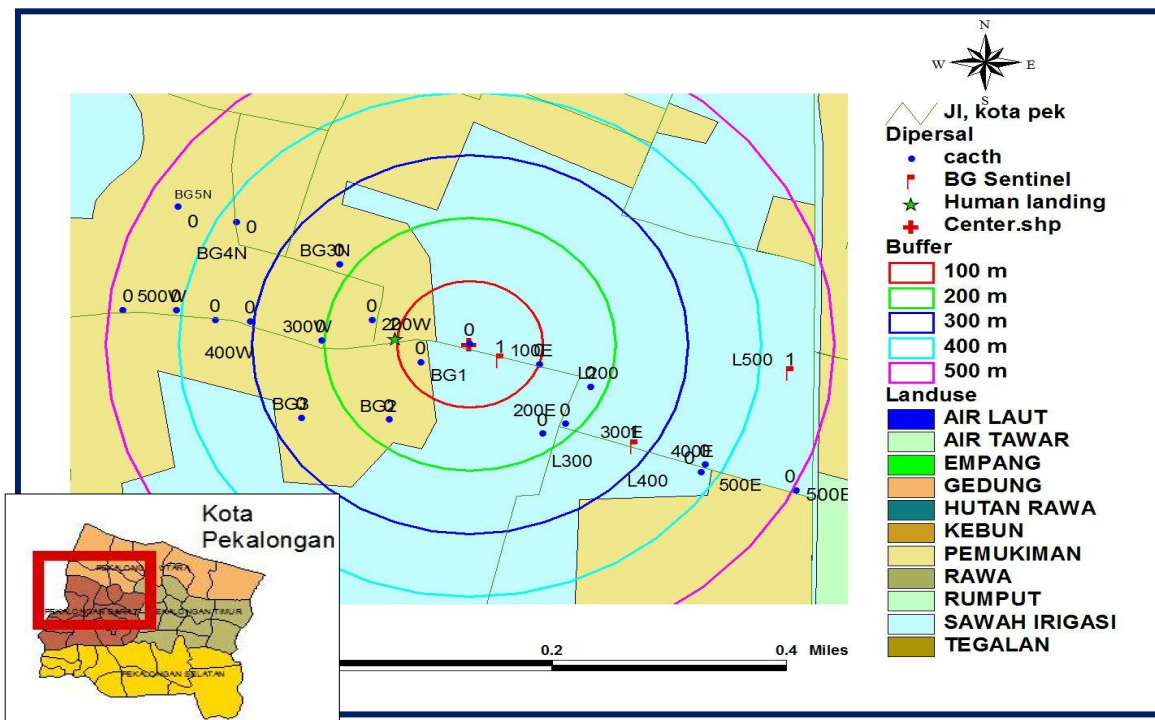
Uji jarak terbang nyamuk teradiasi dilakukan dengan pelabelan menggunakan radioisotope pada pakan larva. Setelah nyamuk menjadi dewasa, nyamuk dilepas dan ditangkap kembali pada radius 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, dan 500 m dari titik penyebaran. Untuk mendeteksi nyamuk iradiasi digunakan survei kit yang berfungsi sebagai detektor.

HASIL

Jumlah larva instar 3 dan 4 nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang diperoleh di Kelurahan Padukuhan Kraton pada awal Juli yaitu sekitar 3000 ekor. Pertumbuhan larva menjadi pupa tergolong cepat karena pada minggu pertama bulan Juli sudah mulai muncul pupa sebanyak 463 pupa, dan hari berikutnya 576 pupa. Jumlah total bulan Juli sebanyak 1675 pupa, Agustus 5291 pupa, September 4345 pupa, Oktober 4016 pupa, November 4806 pupa, dan Desember 1513 pupa.



Gambar 1. Variasi dosis iradiasi (60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy) dan non dosis radiasi terhadap sterilitas *Culex quinquefasciatus*



Gambar 2. Radius jarak terbang nyamuk positif mengandung isotop

Hasil pengujian dengan dosis 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy menunjukkan bahwa pengujian sinar gamma dengan beberapa dosis tidak ada perbedaan tingkat sterilitas yang signifikan (Gambar 1). Persentase cukup tinggi ditunjukkan pada penggunaan dosis terendah 60 Gy dengan angka sterilitas mencapai 95,35%, sedangkan pada uji dosis 80 Gy angka sterilitas mencapai 98,53%. Angka sterilitas dari nyamuk *Culex quinquefasciatus* kontrol (0%/non radiasi) hanya 4,39%.

Persentase kemunculan nyamuk dewasa dari pupa pasca iradiasi menunjukkan angka yang relatif sama pada iradiasi dosis 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy rata-rata 90%. Namun, kemunculan nyamuk dewasa pada dosis 0 Gy mencapai angka yang lebih tinggi yaitu 97%.

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan yang diiradiasi dengan berbagai dosis tidak berpengaruh terhadap daya tahan hidupnya (umur). Nyamuk jantan *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi yang dibiarkan hidup tanpa ada pasangan nyamuk betina *Culex quinquefasciatus* di sekitarnya, memiliki kemampuan hidup yang cukup lama sampai mencapai umur 35 hari, atau hampir sama dengan kemampuan bertahan hidup dengan nyamuk tanpa iradiasi.

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang steril tidak berarti menjadi lemah/berkurang tingkat seksualitasnya. Secara normal nyamuk tanpa radiasi memiliki daya saing kawin 1 : 1. Tingkat daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala laboratorium pada dosis 60 Gy, 70 Gy, dan 80 Gy disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya Saing Kawin Nyamuk *Culex quinquefasciatus* Pasca Iradiasi Skala Laboratorium

Dosis (Gy)	Kombinasi Perkawinan	% Penetasan	Indeks C
60	Hs	5,9	0,8
	E	28,2	
70	Hs	1,1	0,7
	E	17,2	
80	Hs	3,8	0,7
	E	33,9	

Keterangan:

Hs: persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi dan betina normal dengan perbandingan 1 : 1

E: persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi, jantan normal, dan betina normal dengan perbandingan 3 : 1 : 1

Daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala laboratorium pada dosis 60 Gy, 70 Gy dan 80 Gy dengan kombinasi jantan iradiasi 3 dibanding 1 jantan normal dan 1 betina normal, menghasilkan daya saing kawin antara 0,7-0,8. Sedangkan tingkat daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala semi lapangan pada dosis 60 Gy, 70 Gy, dan 80 Gy disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya Saing Kawin Nyamuk *Culex quinquefasciatus* Pasca Iradiasi Skala Semi Lapangan

Dosis (Gy)	Kombinasi Perkawinan	% Penetasan	Indeks C
60	Hs	0,9	0,2
	E	71,8	
70	Hs	0,1	0,1
	E	78	
80	Hs	0,06	0,04
	E	90,1	

Keterangan :

Hs: persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi dan betina normal dengan perbandingan 1 : 1

E: persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi, jantan normal, dan betina normal dengan perbandingan 3 : 1 : 1

Daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala semi lapang pada dosis 60 Gy, 70 Gy, dan 80 Gy dengan kombinasi jantan iradiasi 3 dibanding 1 jantan normal dan 1 betina normal, menghasilkan daya saing kawin antara 0,04-0,2. Pengujian jarak terbang nyamuk dilakukan pada jarak radius 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, dan 500 m. Nyamuk yang diukur jarak terbangnya adalah nyamuk yang sudah ditandai dengan Isotop/*Mark Release Recapture* (MRR). Hasil setelah dilakukan penangkapan dengan BG sentinel diperoleh data nyamuk jantan berisotop yang tertangkap hanya pada radius 100 meter. Gambar 2 memperlihatkan jarak terbang nyamuk setelah diberi isotop.

PEMBAHASAN

Keberhasilan pengendalian nyamuk dengan TSM tidak selalu berhasil dapat menekan populasi nyamuk di alam. Salah satu yang mempengaruhi kegagalan TSM dalam mengendalikan populasi di alam di antaranya adalah kualitas dari nyamuk jantan mandul yang kurang baik jika bersaing dengan jantan normal di alam.¹² Penurunan kualitas karena iradiasi dapat diatasi dengan

melepas jantan mandul dalam jumlah yang lebih banyak dari populasi di alam (lokasi penelitian).¹³ Pelepasan jantan mandul dengan jumlah yang banyak pada aplikasi nyamuk *Culex quinquefasciatus* berbeda dengan nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat disimpan dalam bentuk telur sedangkan *Culex quinquefasciatus* tidak bisa, sehingga lebih memerlukan persiapan ruangan yang luas dan pengaturan waktu yang tepat terkait masa siklus nyamuk *Culex quinquefasciatus*.

Secara umum pemanfaatan sinar gamma dari berbagai dosis (60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy) terhadap kemandulan nyamuk *Culex quinquefasciatus* datanya terdistribusi normal (homogen) antara 94-98%. Pada dosis non radiasi angka sterilitasnya hanya 4,39%. Angka tersebut menunjukkan fertilitas yang tinggi. Angka sterilitas *Culex quinquefasciatus* yang tinggi pada setiap dosis yang diujikan menunjukkan bahwa iradiasi berpengaruh terhadap tingkat fertilitas. Iradiasi dengan dosis 60 Gy sudah bisa membuat nyamuk mandul/steril, artinya nyamuk yang telah diiradiasi tingkat fertilitasnya rendah yaitu antara 1,47-4,65%. Semakin tinggi dosis iradiasi semakin tinggi sterilitasnya. Pada nyamuk *Culex quinquefasciatus* dosis 80 Gy dapat memandulkan 90-100%, sementara untuk *Aedes aegypti* 60-70 Gy¹³, dan *Anopheles* 100-120 Gy.¹⁴ Hal tersebut karena habitat *Anopheles* termasuk hewan pengganggu di luar pemukiman.

Nilai/angka persentase kemunculan nyamuk dewasa dianggap penting pada proses iradiasi pupa nyamuk, untuk menunjukkan bahwa radiasi sinar gamma tidak menghambat metamorfosis nyamuk. Angka kemunculan pupa pasca iradiasi dosis 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy dan nyamuk normal tanpa iradiasi yaitu antara 90% dan 97%. Kemunculan nyamuk pasca iradiasi yang masih tinggi dan tidak adanya perbedaan antara nyamuk normal dan nyamuk radiasi juga ditunjukkan pada penelitian Helinski, dkk yang menyatakan bahwa *Anopheles arabiensis* tidak berpengaruh pada persentase kemunculan dewasa pasca iradiasi.¹⁵

Nyamuk jantan yang telah diradiasi harus dapat bertahan hidup selama beberapa hari setelah pelepasan agar dapat mengawini betina di alam. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan yang diiradiasi dengan berbagai dosis tidak berpengaruh terhadap daya tahan hidupnya (umur) seperti halnya nyamuk tanpa iradiasi. Sama seperti penelitian yang dilakukan Hadian dan Beni terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Akan tetapi pada penelitian yang sama terlihat ada perbedaan daya tahan hidup nyamuk apabila dilakukan iradiasi pada fase yang berbeda. Pada iradiasi sinar gamma fase pupa akan

memperpanjang umur 1-3 hari dibandingkan iradiasi pada fase dewasa.¹⁶

Pada penelitian yang dilakukan Helinski *et. al.* menyebutkan bahwa nyamuk yang diradiasi sinar gamma pada dosis tertentu berefek negatif terhadap daya saing kawinnya, pemberian dosis yang terlalu tinggi (> 120 Gy) dapat menyebabkan kerusakan sel-sel somatik yang dapat berakibat berkurangnya kemampuan fisik untuk melakukan perkawinan. Kegagalan perkawinan biasanya disebabkan oleh kerusakan alat genitalia akibat radiasi.¹⁷

Daya saing kawin pada iradiasi dosis 80 Gy yang dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara dengan kombinasi jantan iradiasi 3 dibanding 1 jantan normal dan 1 betina normal, menghasilkan daya saing kawin (Indeks C) = 0,56, artinya kemampuan daya saing kawin nyamuk tersebut hanya setengah nyamuk normal. Nilai daya saing kawin atau indeks C berguna untuk menentukan jumlah nyamuk yang akan disebar. Agar bisa mencapai daya saing yang normal diperlukan jumlah nyamuk jantan iradiasi yang lebih banyak minimal 6 jantan iradiasi : 1 jantan normal : 1 betina normal.

Pengujian jarak terbang nyamuk MRR meliputi berbagai jarak di antaranya jarak radius 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, dan 500 m. Nyamuk berisotop hanya ditemukan pada radius 100 m. Kondisi tersebut sangat terkait dengan rencana pelepasan nyamuk radiasi guna menekan populasi di alam dan harus mempertimbangkan jarak antar habitat *Culex* pada radius yang dekat dengan jarak 100 m (sekitar pemukiman) dengan jumlah populasi nyamuk jantan iradiasi 10 kali jumlah nyamuk di alam.¹⁸

KESIMPULAN

Angka sterilitas *Culex quinquefasciatus* tinggi pada setiap dosis yang diujikan. Semakin tinggi dosis iradiasi semakin tinggi sterilitasnya. Aplikasi TSM untuk menekan populasi nyamuk *Culex quinquefasciatus* dapat dilakukan dengan pertimbangan dosis terbaik yang mampu mensterilkan nyamuk yaitu 70 Gy. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan yang diiradiasi dengan berbagai dosis tidak berpengaruh terhadap daya tahan hidupnya (umur). Daya saing kawin pada iradiasi dosis 80 Gy menghasilkan daya saing kawin setengah nyamuk normal. Radius terbaik pelepasan nyamuk di sekitar habitat berjarak 100 m dengan jumlah populasi nyamuk jantan iradiasi 10 kali jumlah nyamuk di alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan yang telah memberikan dana untuk melakukan penelitian, Kepala Balai Litbang P2B2 Banjarnegara, Bp. Drs. Ali Rahayu dan staf peneliti yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini, Kepala Dinas Kesehatan Kota Pekalongan beserta staf, dan semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.

DAFTAR RUJUKAN

1. Masrizal. Penyakit filariasis. *J Kesehat Masy.* 2013;7(1):32-8.
2. Pusat Data dan Surveilans Epidemiologi Kementerian Kesehatan RI. Filariasis di Indonesia. *Bul Jendela Epidemiol.* 2010;1:1-8.
3. WHO. Global Programme to Eliminate Lymphatic Filariasis: Managing Morbidity and Preventing Disability. Department of Control of Neglected Tropical Disease; 2013.
4. Sutrisno S. Prinsip dasar penerapan teknis serangga mandul untuk pengendalian hama pada kawasan yang luas. *J Ilm Apl Isot dan Radiasi.* 2006;2(2):35-47.
5. Nurhayati S. Prospek pemanfaatan radiasi dalam pengendalian vektor penyakit demam berdarah dengue. *Bul Al.* 2005; 7(1&2):17-23.
6. Dyck VA, Hendrichs J, Robinson AS. Sterile insect technique: Principles and practice in area-wide integrated pest management. Netherlands: IAEA; 2005.
7. Dame DA, Curtis CF, Benedict MQ, Robinson AS, Knols BGJ. Historical applications of induced sterilisation in field populations of mosquitoes. *Malar J.* 2009;8(Suppl 2):S2.
8. Vreysen MJB, Hendrichs J, Enkerlin WR. The sterile insect technique as a component of sustainable area-wide integrated pest management of selected horticultural insect pests. *J Fruit Ornam Plant Res.* 2006;14(Suppl. 3):107-30.
9. Riyani S, Maria A, Bambang H, Budi S. Pengaruh aplikasi teknik serangga mandul (TSM) terhadap sterilitas telur dan penurunan populasi vektor demam berdarah *Aedes aegypti* di daerah sub urban endemis DBD di Salatiga. *Media Litbangkes.* 2014;24(1):1-9.
10. Nurhayati S, Yudianto B, Ramadhani T, Ikawati B, Santoso B, Rahayu A. Controlling *Aedes aegypti* population as DHF vector with radiation base sterile insect technique in Banjarnegara regency, Central Java. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia.* 2013;14(1):01-10.
11. Riyani S, Widiarti, Bambang, Pengaruh radiasi sinar gamma Co-60 terhadap sterilitas dan perkembangan embrio *Culex quinquefasciatus.* *Media Litbangkes.* 2015;25(1):51-58.
12. Benedict MQ, Robinson AS. The first releases of transgenic mosquitoes: an argument for the sterile insect technique. *Trends Parasitol.* 2003;19(8):349-55.
13. Nurhayati S. Aplikasi teknik nuklir untuk pengendalian populasi nyamuk dengan teknik serangga mandul (TSM) [Internet]. [cited 2017 February 23]. Available from: <http://www.batan.go.id/NHC/nurhayati2.php>
14. Widiarti. Pengembangan teknik serangga mandul dengan radiasi sinar gamma dalam pengendalian vektor malaria di Kabupaten Kebumen. Laporan Akhir Penelitian Ristek. Balai Besar Litbang Vektor dan Reservoir Penyakit Badan Litbangkes Departemen Kesehatan; 2010.
15. Helinski M.E.H, Parker, A.G, Knols, B.G.J., Radiation-induced sterility for pupal and adult stages of the malaria mosquito *Anopheles arabiensis.* *Malar J.* 2006;5(41):1-10. doi:10.1186/1475-2875-5-41.
16. Hadian I.S, Beni E. Kualitas nyamuk jantan mandul *Aedes aegypti* L. hasil iradiasi gamma: Efek iradiasi pada fase pupa dan dewasa. *J Ilm Apl Isot dan Radiasi.* 2014;10(2):149-158.
17. Helinski MEH, Parker AG, Knols BGJ. Radiation biology of mosquitoes. *Malar J.* 2009;8(Suppl 2):S6.
18. Akhid D, R Ali, Lulus S. Penandaan nyamuk vektor filariasis *Culex quinquefasciatus* menggunakan radioisotop ³²p. *J Vektora.* 2010;II(2):93-101.

