

LAPORAN PENELITIAN

**PEMANFAATAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KEMANDULAN
NYAMUK CULEXQUINQUEFASCIATUSSEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN
VEKTOR FILARIASIS DI KOTA PEKALONGAN**

Oleh :

Sunaryo, SKM, M.Sc, dkk

No. Anggota APKES1: 20120210441



RAHASIA

**LAPORAN PENELITIAN
PEMANFAATAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KEMANDULAN
NYAMUK CULEX QUINQUEFASCIA TUS SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN
VEKTOR FILAR1ASIS DI KOTA PEKALONGAN**

**Oleh :
Sunaryo, SKM, M.Sc, dkk
No. Anggota APKES1 : 20120210441**

**BALAI LITBANG P2B2 BANJARNEGARA
BAD AN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KESEHATAN
2016**



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KESEHATAN
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PENGENDALIAN PENYAKIT BERSUMBER BINATANG
(BALAI LITBANG P2B2) BANJARNEGARA
Jl. Selamanik No. 16 A Banjarnegara (53415)
Telepon (0286) 594972, 5803088 Faksimile (0286) 594972
e-mail : loka_ban@litbang.depkes.go.id; loka_banjarnegara@yahoo.com
website : www.loksbanjarnegara.litbang.depkes.go.id

Lampiran : I
SK Kepala Balai : susunan Tim Peneliti pada penelitian "Pemanfaatan Radiasi
Litbang P2B2 Sinar Gamma Terhadap Kemandulan Nyamuk *Culex*
Banjarnegara *Quenquifasciatus* Sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filarias
: Di Kota Pekalongan"
Nomor : LB.02.01/IV.6/171/2016
Tanggal : 11 Februari 2016

Susunan Tim Peneliti Pada Penelitian :

*"Pemanfaatan Radiasi Sinar Gamma Terhadap Kemandulan Nyamuk
Culex Quenquifasciatus Sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filarias Di
Kota Pekalongan"*

NO	Nama	Keshlian/ Kesarjanaan	Kedudukan dalam Tim	Uraian tugas
1.	Sunaryo, SKM, M.Sc	Biomokuler	Ketua Pelaksana	Mengkoordinir Pelaksanaan Penelitian
2.	Drs. Ali Rahayu	Biologi (Radiasi Serangga Mandul)	Peneliti	Mengkoordinir Radiasi
3.	Jarohman Raharjo, SKM	Kesehatan Masyarakat	Peneliti	Mengkoordinir Pengamatan Hasil Radiasi
4.	Bondan Fajar Wahyudi, SKM	Kesehatan Masyarakat	Peneliti	Mengkoordinir Rearing Culex
5.	Eva Lestari, SKM	Kesehatan Masyarakat	Peneliti	Mengkoordinir Aplikasi di lapangan
6.	Vina Yuliana, A.Md.KL	Kesehatan Lingkungan	Teknisi	Membantu Pelaksanaan Penelitian
7.	Ratih Sulistyowati, A.Md	Administrasi	Administrasi	Penatalaksana Administrasi

KEPALA

BUDI SANTOSO



PEMBEBASAN PERSETUJUAN ETIK (EXEMPTED)

Nomor : LB.02.01/5.2/ 378 /2016

Yang bertanda tangan di bawah ini, Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Badan Litbang Kesehatan, setelah dilaksanakan pembahasan dan penilaian berdasarkan *Nuremberg Code* dan Deklarasi Hensinki, dengan ini memutuskan protokol penelitian yang berjudul :

"Pemanfaatan Radiasi Sinar Gamma terhadap Kemandulan Nyamuk *Culex quinquefasciatus* sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filariasis di Kota Pekalongan"

dengan Ketua Pelaksana/Peneliti Utama: Sunaryo, SKM., M.Sc.

dapat dibebaskan dari keharusan memperoleh persetujuan etik (*Exempted*) untuk pelaksanaan penelitian tersebut. Pembebasan ini berlaku sejak dimulai dilaksanakannya penelitian tersebut di atas sampai dengan selesai sesuai yang tercantum dalam protokol dengan masa berlaku maksimum selama 1 (satu) tahun.

Walapun demikian kami mengingatkan bahwa dalam pelaksanaan penelitian ini, peneliti tetap diminta untuk menjaga dan menghormati martabat manusia yang menjadi responder/informan dalam penelitian ini. Dengan demikian diharapkan masyarakat luas dapat memperoleh manfaat yang baik dari penelitian ini.

Selama penelitian berlangsung, laporan kemajuan (setelah 50% penelitian terlaksana), laporan *Serious Adverse Event/SAE* (bila ada) harus diserahkan kepada KEPK-BPPK. Pada akhir penelitian, laporan pelaksanaan penelitian harus diserahkan kepada KEPK-BPPK. Jika ada perubahan protokol dan/atau perpanjangan penelitian, harus mengajukan kembali permohonan kajian etik penelitian (amandemen protokol).

Jakarta, 15 Juni 2016

Ketua
Komisi Etik Penelitian Kesehatan
Badan Litbang Kesehatan,

Prof. Dr. M. Sudomo

PERSETUJUAN ATASAN YANG BERWENANG

JUDUL PENELITIAN :

PEMANFAATAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KEMANDULAN NY AML K CULEX QUINQUEFASCIATUS
SEBAGAI UPAYA PENGENDALAN VEKTOR FILARJASIS DI KOTA PEKALONGAN

Banjarnegara, Desember 2016

Ketua Pelaksana



Sunaryo, SKM, M.Sc
NIP 196604131989031001

Kepala Balai Litbang P2B2 Banjarnegara



Jastal, SKM, M.Si
NIP 197001021995011001

Menyetujui,

Ketua Panitia Pembina Ilmiah



Sri Irianti, SKM, M.Phil, Ph.D
NIP 195804121981022001

Kepala

Puslitbang Upaya Kesehatan Masyarakat



drg. Agus Suprpto, M.Kes
NIP 195408131991011001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga proses pelaksanaan penelitian dari sejak bulan Juni 2016 sampai pembuatan laporan akhir penelitian berjudul: “Pemanfaatan Radiasi Sinar Gamma terhadap Kemandulan nyamuk *Culex quinquefasciatus* sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filariasis di Kota Pekalongan” dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang dilaksanakan baik di laboratorium dan semi lapangan. Fokus utama penelitian ini adalah daerah endemis filariasis yaitu di Kelurahan Padukuhan Kraton, Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan. Di wilayah Kelurahan Padukuhan Kraton dilakukan pengambilan jentik *Culex quinquefasciatus* yang selanjutnya dipelihara di Balai Litbang P2B2 Banjamegara. Penelitian ini melibatkan tim peneliti dari Badan Tenaga Nuklir Nasional yang mengkoordinir kegiatan iradiasi nyamuk yang dilakukan di BATAN. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan yang sudah diiradiasi dilakukan pengujian sterilitas/kemandulan, ketahanan hidup/umur, serta daya saing kawin skala laboratorium dan skala semi lapangan. Juga dilakukan penebaran nyamuk yang sudah ditandai pada radius 100 m sampai dengan 500 m. Penulisan laporan akhir penelitian ini dibuat setelah seluruh proses penelitian selesai dilaksanakan dan merupakan pertanggungjawaban ilmiah dan administrasi. Atas kejasama yang baik, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya terutama kepada tim peneliti dan staf teknis Balai Litbang P2B2 Banjamegara yang telah bekerja dan membantu proses penelitian baik laboratorium maupun di lapangan. Terima kasih juga kami sampaikan kepada peneliti senior yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penyusunan laporan akhir penelitian ini. Penulis menyadari bahwa apa yang tertuang dalam laporan akhir ini masih banyak kelemahan dan kekurangan. Oleh karena itu masukan, saran, dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini memberikan manfaat bagi semua pihak.

Banjamegara, Desember 2016

Penulis,

Sunaryo

RINGKASAN PENELITIAN

Filariasis termasuk penyakit menular yang disebabkan infeksi cacing filarial dan ditularkan melalui gigitan nyamuk betina sebagai vektornya. Terdapat tiga spesies cacing penyebab Filariasis yaitu: *Wuchereria bancrofti*; *Brugia malayi*; dan *Brugia timori* yang semuanya terdapat di Indonesia, namun lebih dari 70% kasus filariasis di Indonesia disebabkan oleh *Brugia malayi*. Cacing tersebut hidup di kelenjar dan saluran getah bening sehingga menyebabkan kerusakan pada sistem limfatik yang dapat menimbulkan gejala akut dan kronis. Upaya pengendalian sampai sekarang masih terbatas pada pengobatan penderita dan mencegah infeksi sekunder, sementara nyamuk sebagai penulanya belum diberikan porsi dalam pengendaliannya. Permasalahan yang terlalu kompleks menjadikan alasan tersendiri upaya pengendalian filariasis belum dilakukan secara terpadu.

Teknik Serangga Mandul (TSM) merupakan suatu cara pengendalian vektor yang ramah lingkungan, efektif, dan potensial. Teknik ini disebut juga sebagai pengendalian spesifik spesies, yaitu membunuh vektor dengan vektor itu sendiri (autocidal technique). Cara kerja teknis tersebut relatif mudah yaitu dengan melakukan radiasi terhadap nyamuk jantan di laboratorium kemudian dilepaskan ke habitatnya secara periodik. Radiasi dapat mengurangi produksi telur yang disebabkan karena tidak terjadinya proses oogenesis sehingga tidak terbentuk oogenia atau telur. Aspermia dapat menyebabkan kemandulan karena radiasi merusak spermatogenesis sehingga tidak terbentuk sperma. Inaktivasi sperma juga dapat menyebabkan kemandulan karena sperma tidak mampu bergerak untuk membuahi sel telur. Faktor penyebab kemandulan yang lain ialah ketidakmampuan kawin, hal ini karena radiasi merusak sel-sel somatik saluran genitalia internal sehingga tidak terjadi pembuahan sel telur. Salah satu syarat TSM adalah kemampuan memelihara serangga secara massal di laboratorium dengan biaya yang murah. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* merupakan nyamuk bersifat heterozygot dan mudah dipelihara di laboratorium.

Kegiatan pemeliharaan nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara cukup bagus perkembangannya. Jumlah pupa sampai awal Desember 2016 mencapai 21.576 pupa yang digunakan untuk pengujian penentuan dosis iradiasi untuk sterilitas, dan juga untuk uji daya saing kawin dengan nyamuk lapangan skala laboratorium, dan uji semi lapangan.

Hasil pengujian dosis iradiasi (60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy dan 80 Gy) terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* diperoleh angka sterilitas yang tinggi yaitu antara 95,35 % sampai 98,53 % yang artinya peluang untuk berkembang biak *Culex quinquefasciatus* hanya antara 1,5 % sd 4,5 %. Namun demikian peluang untuk kawin (daya saing kawin) masih tinggi walaupun setara nyamuk normal. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* juga bisa bertahan hidup cukup lama mencapai 35 hari bahkan ada yang lebih lama sampai 45 hari. Jarak terbang nyamuk *Culex quinquefasciatus* cukup jauh mencapai 0,5 km, sementara untuk nyamuk j an tan iradiasi hanya tertangkap pada radius 100 meter, artinya pada jarak sekitar radius tersebut merupakan jarak aplikasi pelepasan j an tan iradiasi dari habitat perkembangbiakan *Culex quinquefasciatus* dan sekitar pemukiman penduduk.

Dari uraian diatas diperoleh gambaran bahwa aplikasi menggunakan iradiasi sinar gamma terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* dengan dosis 70 Gy cukup optimal untuk pengendalian vektor filariasis dengan tingkat sterilitas diatas 90%, mempunyai daya saing yang tinggi baik, umur yang panjang, serta kemunculan menjadi nyamuk yang tinggi. Akan tetapi diperlukan perbandingan jumlah nyamuk iradiasi yang lebih banyak lagi (10 kali lipat dari jumlah nyamuk normal di alam), sehingga secara umum teknik serangga mandul pada *Culex quinquefasciatus* dapat sebagai alternatif upaya pengendalian vektor filariasis pada lingkungan terbatas sehingga dapat memutuskan rantai penularan dan perkembang penyakitnya.

ABSTRAK

PEMANFAATAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KEMANDULAN NYAMUK CULEX QUINQUEFASCIATUS SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN VEKTOR FILARIASIS DI KOTA PEKALONGAN

Sunaryo, SKM, M.Sc

Latar Belakang: 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.

Metode: 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.

Hasil: Nyamuk jantan *Culex quinquefasciatus* yang berasal dari Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara pasca iradiasi dosis 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy dan 80 Gy diperoleh angka sterilitas tinggi yaitu antara 95,35 % sampai 98,53 % yang artinya peluang untuk berkembang biak hanya 1,5 % sd 4,5 %. 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. Kesimpulan:

Pemanfaatan radiasi sinar gamma untuk memandulkan *Culex quinquefasciatus* efektif pada dosis 70 Gy dan bisa dilakukan dengan untuk intervensi pengendalian *Culex quinquefasciatus* pada lingkup yang terbatas.

Kata kunci: Filariasis, TSM, *Culex quinquefasciatus*, Kota Pekalongan

ABSTRACT

THE UTILIZATION OF GAMMA RADIATION TO CULEX QUINQUEFASCIATUS INFERTILITY AS FILARIASIS VECTOR CONTROL IN PEKALONGAN CITY

Sunaryo, SKM, M.Sc

Background: Filariasis is a disease caused by infection 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 environmental friendly, effective, and potential.

Method: The study design is quasi-experimental design with pre-posttest control group design. The location of the research in the Village Padukuhan Kraton, District of North Pekalongan, Pekalongan City. Sterile insect technique is can be made by irradiation of the male mosquitoes in the laboratory (BATAN) with dose (OGy, 60Gy, 65Gy, 70Gy, 75Gy and 80Gy). The male mosquitoes which exposed to irradiation testing sterility, survival, competitiveness mating and flight distance test.

Result: The male mosquitoes of *Culex quinquefasciatus* are derived from laboratory of entomology Balai Litbang P2B2 Banjamegara post-irradiation dose of 60Gy, 65Gy, 70Gy, 75Gy and 80Gy obtains high sterility figures between 95.35% to 98.53%, which means a chance to breed only 1.5% to 4.5%. The age of mosquitoes post-irradiation without matting about 35 days, the competitiveness of mating with laboratory scale is almost close to normal (0.7-0.8), the competitiveness of mating with field spring scale is lower than normal mosquito (0.04-0.2), mosquito flight range was only caught in the radius 100 m. Conclusion: 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.

Key words: Filariasis, Sterile insect technique, *Culex quinquefasciatus*, Pekalongan City

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
SK Penelitian	ii
Susunan Tim Peneliti.....	iii
Persetujuan Etik.....	iv
Persetujuan Atasan yang Berwenang.....	v
Kata Pengantar	vi
Ringkasan Penelitian.....	vii
Abstrak	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Grafik / Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Manfaat Penelitian.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
III METODE PENELITIAN.....	8
A. Kerangka Teori	8
B. Kerangka Konsep.....	9
C. Variabel.....	9
D. Definisi Operasional	10
E. Tempat dan Waktu Penelitian.....	11
F. Desain Penelitian	11
G. Bahandan CaraKeija	14
H. Pengolahan dan Analisis Data	24
IV HASIL PENELITIAN	25
V PEMBAHASAN	32
VI KESIMPULAN dan SARAN	34
VII UCAPAN TERIMA KASIH.....	35
VIII DAFTAR KEPUSTAKAAN	36
IX LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Definisi Operasional	10
Tabel 4.1 Jumlah telur <i>Culex quinquefasciatus</i> menetas pasca iradiasi	27
Tabel 4.2 Kemunculan nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> pasca iradiasi	28
Tabel 4.3 Daya saing kawin <i>Culex quinquefasciatus</i> pasca iradiasi skala laboratorium	30
Tabel 4.4 Daya saing kawin <i>Culex quinquefasciatus</i> pasca iradiasi skala semi lapangan	30

DAFTAR GRAFIK/GAMBAR

Gambar 3.1. Kerangka Teori	8
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	9
Gambar 3.3 Rancangan percobaan daya saing kawin semi lapang	20
Gambar 3.4 Distribusi perangkap nyamuk (BG sentinel) dan titik pelepasan nyamuk <i>Cx. quinquefasciatus</i> yang diradiasi maupun tidak	22
Gambar 4.1 Jumlah produksi pupa <i>Culex quinquefasciatus</i> perbulan di Laboratorium Balai Litbang P2B2 Banjarnegara	26
Gambar 4.2 Variasi dosis Iradiasi (60, 65,70,75 dan 80 Gy) dan Non Dosis Radiasi terhadap sterilitas <i>Culex quinquefasciatus</i>	26
Gambar 4.3 Grafik pola ketahanan hidup (umur) <i>Culex quinquefasciatus</i> tanpa dikawinkan	29
Gambar 4.4 Radius jarak terbang nyamuk positif mengandung isotop ditangkap dengan berbagai metode penangkapan. (light trap,BG sentinel, Human landing).	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekomendasi Penelitian Provinsi Jateng	39
Lampiran 2	Rekomendasi Penelitian Kota Pekalongan	40
Lampiran 3	Dokumentasi Penelitian	42

I.PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Filariasis atau lebih dikenal dengan penyakit kaki gajah, adalah penyakit menular menahun yang disebabkan oleh infeksi cacing filarial limfatik dan ditularkan oleh berbagai jenis nyamuk. Cacing ini termasuk dalam family Filaridae, bertubuh langsing, dan hidup dalam tubuh manusia terutama di saluran dan kelenjar getah bening, otot, dan jaringan ikat. Pada vertebrata, cacing ini dapat hidup di rongga serosa yang dapat menimbulkan manifestasi klinik akut dan kronis. Dalam saluran limfe, cacing ini dapat menimbulkan pelebaran saluran dan kelenjar limfe berupa iritasi dan peradangan (limfangitis dan limfadenitis) serta gangguan aliran limfe sehingga memudahkan terjadinya edema.

Upaya pengendalian filariasis telah lama dilakukan, namun hasilnya masih belum sesuai dengan harapan. Kendala umum yang dijumpai dalam pengendalian filariasis ini antara lain luas dan banyaknya tempat perkembangbiakan, vektor filariasis yang berbeda serta resistensi nyamuk terhadap insektisida. Upaya pemberantasan juga belum didasarkan pada pengetahuan bionomik vektornya 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). Pada dasarnya radiasi dapat dimanfaatkan untuk pengendalian vektor penyakit yaitu membunuh secara langsung dengan teknik desinfestasi. 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. Hasil dari perkawinan antara serangga mandul dengan serangga fertile menjadi semakin besar dari generasi pertama ke generasi berikutnya, hal ini berakibat makin menurunnya prosentase fertilitas populasi serangga di lapangan yang secara teori terjadi pada generasi ke 4 atau ke 5 menjadi titik terendah dimana populasi serangga menjadi nol.

Uji coba pelepasan nyamuk mandul vektor penyakit DBD, *Aedes aegypti* di beberapa tempat memperlihatkan kemampuan TSM menekan populasi nyamuk (sterilitas) cukup tinggi, di Salatiga rata-rata sampai 84,62 persen, di Banjarnegara 79,58 persen dan di Bangka Barat sampai 53,03 persen. Aplikasi teknik serangga mandul telah diuji cobakan pada nyamuk *Aedes aegypti* dalam pengendalian vektor demam berdarah dan berhasil menurunkan populasi nyamuk sebesar 95,23 persen. Kondisi itu bertahan 3-6 bulan hingga kasus DBD kembali muncul. Hasil penelitian terhadap nyamuk jenis *Aedes aegypti* dengan radiasi sinar gamma dosis 70 Gy yang dilakukan Batan, ternyata bisa memandulkan nyamuk tersebut sampai 100 persen dengan nilai daya saing kawin 0,31 dan dosis 65 Gy memandulkan 98,53 persen dengan daya saing kawin 0,45. Untuk nyamuk malaria, diteliti pada jenis *Anopheles maculatus* dengan dosis 110 Gy dapat memandulkan 97 persen dengan daya saing kawin 0,65 dan dosis 12 Gy memandulkan 99,99 persen .

Hasil penelitian Riyani dkk. 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 20,919%, 48,995%, 89,48%, dan 100% dan nilai daya saing kawin nyamuk jantan pada dosis 40 Gy, 50 Gy, dan 60 Gy adalah 0,9225, 0,877, dan 0,864.

Penggunaan radiasi sinar gamma tidak akan memusnahkan sistem ekologi bahwa gen pemandul tersebut tidak akan menurun pada generasi penerus nyamuk. Dengan demikian, metode TSM tidak memiliki dampak permanen terhadap ekologi. Nyamuk jantan itu akan berfungsi layaknya insektisida yang mengurangi angka nyamuk secara sementara, akan tetapi tanpa efek buruk seperti insektisida berbasis zat kimia beracun. Nyamuk jantan mandul ini juga lebih efektif untuk menumpas serangga yang telah mengembangkan kekebalan tubuh terhadap pestisida yang sudah sering digunakan. Prinsip dasar teknik serangga mandul meliputi pemeliharaan nyamuk sebagai vektor secara massal, orientasi dosis mandul, observasi dinamika populasi, pelepasan serangga mandul, dan monitoring populasi.

Teknik Serangga Mandul dapat diaplikasikan untuk eradikasi (pemusnahan) serangga target tertentu, namun serangga target tersebut merupakan serangga invasif yang dapat menyebabkan bencana ekologis seperti lalat ternak *C. hominivorax* di Amerika Serikat. Teknik Serangga Mandul juga dapat digunakan sebagai teknik penekanan populasi (supresi) serangga hama pertanian atau vektor penyakit.

Penekanan populasi dilakukan terhadap serangga yang berada di relung ekologi tertentu sampai pada batas populasi yang tidak berdampak negatif pada manusia. Penekanan populasi tidak mengganggu rantai makanan yang ada di lokasi pelepasan. Maka dari itu, tahap penelitian semi-lapang untuk mengetahui dinamika populasi serangga target harus dilakukan.

Dari latar belakang diatas dilakukan beberapa pengujian *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi sinar gamma, diantaranya penentuan dosis efektif untuk memandulkan nyamuk, ketahanan hidup nyamuk, uji daya saing kawin skala laboratorium dan skala semi lapangan, jarak terbang nyamuk. Sehingga harapannya penelitian TSM *Culex quinquefasciatus* dapat sebagai upaya pengendalian populasi nyamuk vektor filariasis.

B. TUJUAN PENELITIAN

1. Tujuan Umum

Diperoleh 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.

2. Tujuan Khusus

- a. Mendiskripsikan hasil pembiakan massal nyamuk *Culex quinquefasciatus*.
- b. Menentukan dosis radiasi sinar gamma yang efektif memandulkan nyamuk *Culex quinquefasciatus*.
- c. Menghitung prosentase penetasan telur menjadi jentik (tingkat sterilitas) nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi.
- d. Mendiskripsikan kemampuan hidup nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi.
- e. Uji daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala laboratorium.
- f. Uji daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala semi lapangan.
- g. Uji jarak terbang (dispersal) nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi.
- h. Menganalisis efektivitas teknik serangga mandul dalam mengendalikan populasi nyamuk *Culex quinquefasciatus*.

C. MANFAAT PENELITIAN

1. Masukan bagi pengelola dan pelaksana program dalam menyusun rencana kegiatan pengendalian vektor filariasis.
2. Pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut.

D. HIPOTESIS

1. Produksi nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan mandul yang dapat menghasilkan 100.000 jantan per minggu.
2. Kualitas nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan mandul yang dapat bersaing dengan nyamuk jantan di alam.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. TEKNIK SERANGGA MANDUL (TSM)

Pemanfaatan teknologi nuklir dengan aplikasi TSM adalah salah satu alternatif pengendalian yang perlu untuk dipertimbangkan. Teknik serangga mandul adalah teknik pengendalian yang relatif baru dan telah dilaporkan merupakan cara pengendalian yang potensial, efektif, spesifik dan kompatibel dibandingkan dengan teknik pengendalian yang lain. Prinsip dasar TSM sangat sederhana, yaitu membunuh serangga dengan serangga itu sendiri (autocidal technique). Teknik serangga mandul dilakukan secara berurutan dan merupakan kegiatan yang saling terkait satu dengan yang lain, dimulai dari pemeliharaan serangga di laboratorium, irradiasi untuk pemandulan, dinamika populasi dan pelepasannya di lapangan (Dyck, Hendrichs, Robinson, 2005). Teknik serangga mandul merupakan teknik pengendalian serangga dengan jalan memandulkan serangga jantan. Serangga jantan mandul dilepas di lapangan dengan harapan dapat bersaing dengan jantan normal dalam berkopulasi dengan serangga betina. Serangga betina yang telah berkopulasi dengan jantan mandul dapat bertelur, tetapi telurnya tidak menetas atau bahkan tidak bertelur sama sekali. Bila pelepasan serangga jantan mandul dilakukan secara terus menerus, maka populasi serangga di lokasi pelepasan menjadi rendah, bahkan menjadi nol (Henneberry, 1979) atau pada generasi ke 5 atau ke 6 diharapkan populasi akan habis (Knipling, 1967) Faktor yang berpengaruh terhadap proses kemandulan pada serangga ialah terjadinya infektiditas (tidak dapat menghasilkan telur), inaktivasi sperma, mutasi letal dominan, aspermia, dan ketidakmampuan kawin dari serangga betina atau jantan. Radiasi dapat mengurangi produksi telur yang disebabkan karena tidak terjadinya proses oogenesis sehingga tidak terbentuk oogenia atau telur. Aspermia dapat menyebabkan kemandulan karena radiasi merusak spermatogenesis sehingga tidak terbentuk sperma. Inaktivasi sperma juga dapat menyebabkan kemandulan karena sperma tidak mampu bergerak untuk membuahi sel telur. Faktor penyebab kemandulan yang lain ialah ketidakmampuan kawin, karena radiasi merusak sel-sel somatik saluran genitalia interna sehingga tidak terjadi pembuahan sel telur (Knipling, 1955).

B. PRINSIP DASAR TEKNIK SERANGGA MANDUL

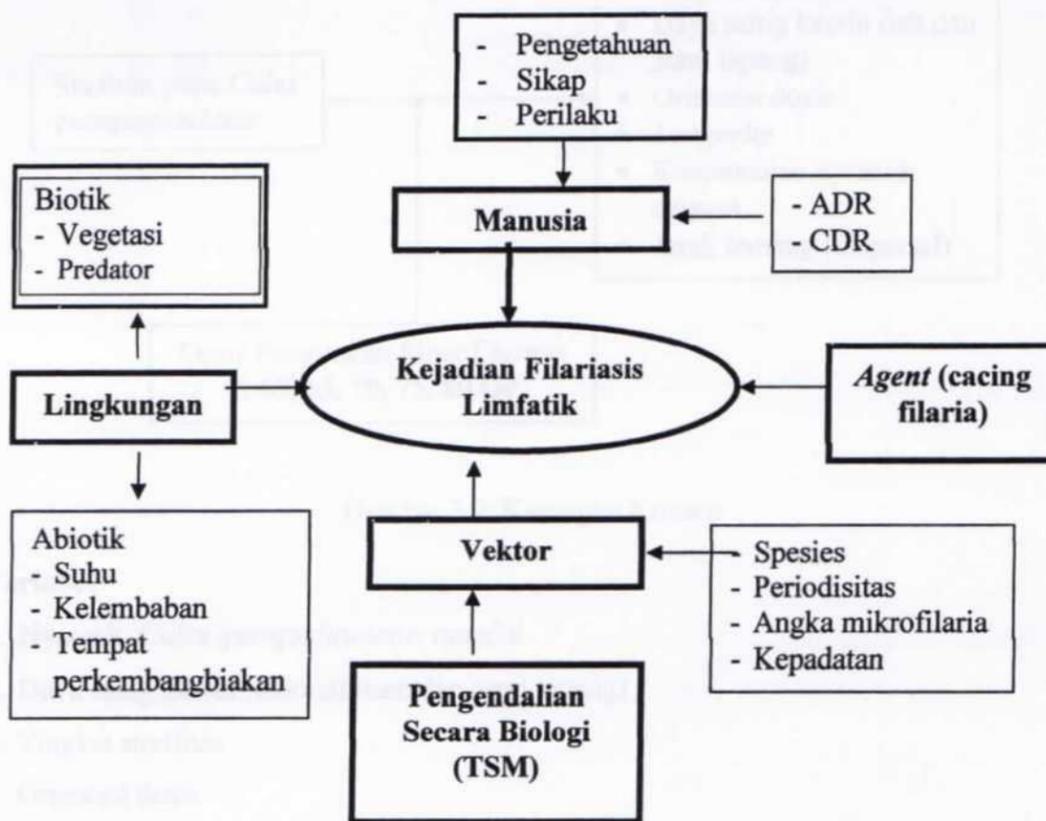
Walaupun konsep TSM sangat sederhana namun dalam implementasinya tidak demikian sederhana karena meliputi banyak kegiatan penelitian yang meliputi biologi dasar, ekologi lapangan, estimasi jumlah serangga di lapangan untuk tiap-tiap musim. Selain itu efektivitas metoda sampling populasi sebelum, selama dan setelah pengendalian dilakukan, orientasi dosis radiasi yang menyebabkan kemandulan, daya saing kawin serangga mandul, metoda mass rearing yang ekonomis, metodologi pelepasan serangga mandul, transportasi serangga jarakjauh, pemencaran dan perilaku kawin serangga mandul di lapangan dan organisasi pelaksana serta personalia di lapangan. Ini semua adalah beberapa kegiatan riset yang penting sebelum dilakukan program pengendalian. Konsep penggunaan serangga untuk pemberantasan atau pengendalian serangga vektor itu sendiri melalui sistem pelepasan serangga mandul berasal dari Knipling dalam Henneberry. Teknik ini meliputi pemeliharaan massal serangga yang menjadi sasaran pengendalian, kemandulan yang terinduksi oleh ionisasi radiasi dan pelepasan jumlah serangga dalam jumlah yang cukup banyak untuk mendapatkan perbandingan yang tinggi antara serangga mandul yang dilepas dan populasi serangga alam. Perkawinan serangga sebagian besar terjadi antara serangga jantan mandul dengan serangga betina alam sehingga potensi penampilan reproduksi serangga alam berkurang secara proporsional. Menurut La Chance syarat keberhasilan penggunaan TSM sebagai berikut:

1. Kemampuan pemeliharaan serangga secara massal dengan biaya murah.
2. Serangga sebagai target pengendalian harus dapat menyebar kedalam populasi alam sehingga dapat kawin dengan serangga betina fertil dan dapat bersaing dengan serangga jantan alami.
3. Irradiasi harus tidak menimbulkan pengaruh negatif terhadap perilaku kawin dan umur serangga jantan.
4. Serangga betina kawin satu kali, bila serangga betina kawin lebih dari satu kali maka produksi sperma jantan iradiasi harus sama dengan produksi sperma jantan alam.
5. Serangga yang akan dikendalikan harus dalam populasi rendah atau harus dikendalikan dengan teknik lain agar cukup rendah sehingga cukup ekonomis untuk dikendalikan dengan TSM.
6. Biaya pengendalian dengan TSM harus lebih rendah dibandingkan dengan teknik konvensional.

7. Perlu justifikasi yang kuat untuk penerapan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik konvensional apabila dengan TSM diperoleh keuntungan untuk perlindungan kesehatan dan lingkungan.
8. Serangga mandul yang dilepas harus tidak menyebabkan kerusakan pada tanaman, ternak atau menimbulkan penyakit pada manusia.

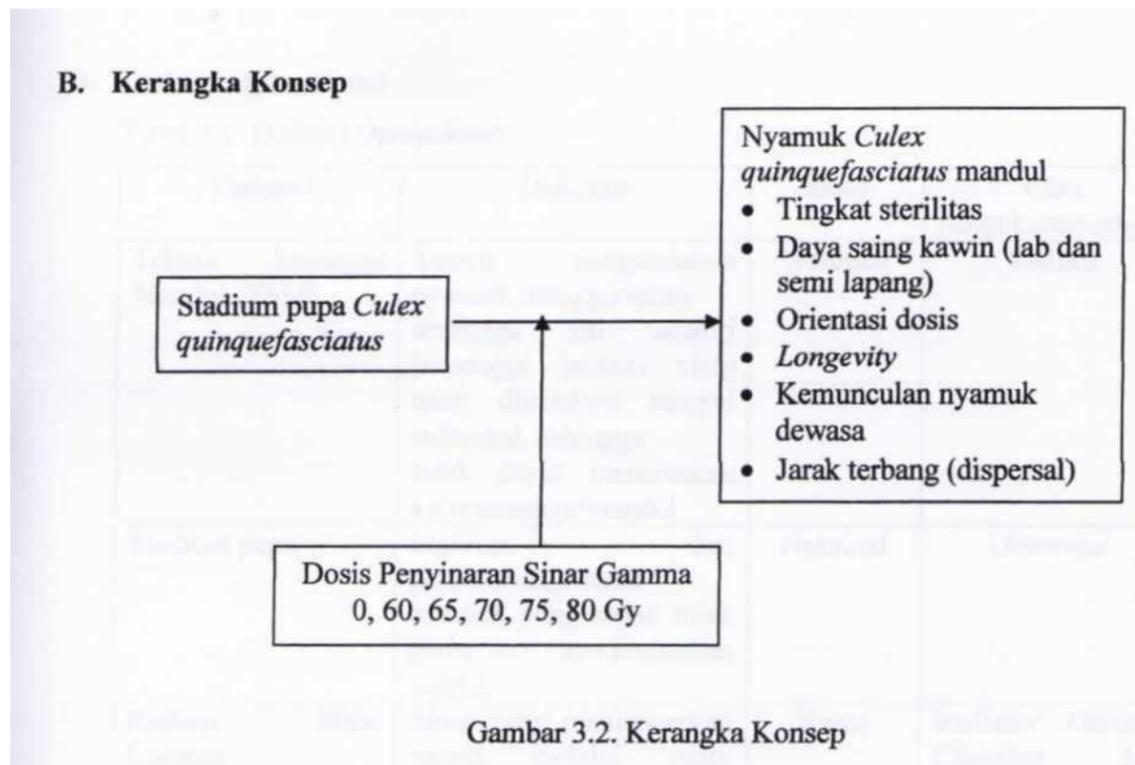
III. METODE PENELITIAN

A. Kerangka Teori



Gambar. 3.1. Kerangka Teori

Kejadian filariasis dapat berlangsung dengan melibatkan 4 unsur yaitu adanya agen (cacing filaria) manusia, nyamuk sebagai vektornya dan lingkungan yang mendukung tempat hidup dan berkembangbiaknya nyamuk. Penularan filariasis hanya dapat terjadi melalui vektor sebagai penularan dalam hal ini nyamuk *Culex sp*, Upaya pengendalian vektor jarang dilakukan untuk kejadian filariasis, mengingat sangat kompleksnya habitat dan siklus hidup nyamuk *Culex sp* kaitannya dengan kehidupan manusia. Beberapa metode pernah dilakukan untuk mengendalikan populasi nyamuk *Culex sp*, dengan harapan dapat meminimalkan penularan filariasis. Teknik serangga mandul sudah banyak diujicobakan dan telah berhasil terutama dalam pengendalian nyamuk DBD di beberapa negara dan tidak menutup kemungkinan dapat dilakukan untuk nyamuk lainnya khususnya nyamuk *Culex sp* sebagai penular filariasis.



C. Variabel

1. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* mandul
2. Daya saing kawin (laboratorium dan semi lapang)
3. Tingkat sterilitas
4. Orientasi dosis
5. Longevity nyamuk jantan mandul
6. Kemunculan nyamuk dewasa
7. Jarak terbang (dispersal)

D. Definisi Operasional

Tabel 3.1. Definisi Operasional

Variabel	Diskripsi	Skala	Cara pengukuran/satuan
Teknik Serangga Mandul (TSM)	Teknik pengendalian nyamuk menggunakan serangga itu sendiri (serangga jantan) yang telah diirradiasi sampai sublethal, sehingga tidak dapat meneruskan keturunannya/mandul	Nominal	Radiasi
Stadium pupa	Stadium dari berkembangbiakan nyamuk yang sudah tidak perlu membutuhkan nutrisi	Nominal	Observasi
Radiasi Sinar Gamma	Sinar yang memancarkan energi melalui suatu materi/ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik cahaya/foton yang berupa sinar Gamma.	Rasio	Iradiator Gamma Chamber 2.0, PAIR, BATAN dengan sumber radioaktif Cobalt-60 (aktivitas awal = 3474.6632 Curie)
Daya saing kawin	Kemampuan nyamuk jantan <i>Culex quinquefasciatus</i> mandul untuk kawin dengan nyamuk betina lapangan	Rasio	Perhitungan indeks daya saing kawin
Tingkat Sterilitas	Tingkat sterilitas merupakan persentase jumlah telur yang tidak menetas menjadi larva	Rasio	Observasi dan perhitungan
Orientasi dosis	Dosis iradiasi sinar gamma yang digunakan yaitu 0, 60, 65, 70,75, 80 Gy	Rasio	Observasi
<i>Longevity</i>	Jumlah hari yang dibutuhkan nyamuk jantan iradiasi sampai mati dalam kondisi normal pemeliharaan dengan 24 jam interval pengambilan data	Rasio	Observasi dan perhitungan
Kemunculan nyamuk dewasa	Banyaknya jumlah pupa yang berhasil muncul sebagai dewasa dibagi		Observasi dan perhitungan

	dengan jumlah awal pupa yang diperlakukan.		
Uji semi lapang	Uji daya saing kawin pada masing-masing dosis iradiasi di daerah perlakuan	Rasio	Indeks daya saing kawin
Jarak terbang (dispersal)	Kemampuan nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> mandul terbang	Rasio	Mengukur jarak dari titik penyebaran sampai ditemukannya nyamuk dalam perangkap (meter)

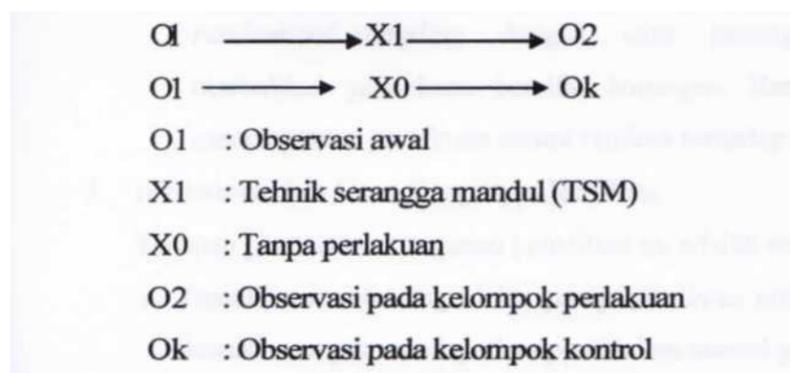
E. Tempat dan Waktu

1. Lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Padukuhan Kraton, Kecamatan Pekalongan Utara sebagai lokasi untuk pengambilan sampel nyamuk dan tempat untuk uji semi lapang.
2. Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara untuk kolonisasi dan pengembangbiakan secara massal nyamuk *Culex quinquefasciatus* asal Kelurahan Padukuhan Kraton serta studi perkembangbiakan massal untuk mendapatkan individu jantan lebih banyak.
3. Laboratorium Entomologi Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta, sebagai institusi untuk melakukan radiasi nyamuk (stadium pupa).
4. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan November 2016.

F. Desain Penelitian

Desain penelitian quasi eksperimental dengan rancangan pre posttest control group design yaitu mengelompokkan anggota-anggota kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Peneliti melakukan observasi hasil kelompok perlakuan dengan kontrol. Banyaknya perlakuan dalam penelitian adalah 5 dosis perlakuan radiasi sinar gamma dan 1 kontrol. Populasi adalah populasi nyamuk dan larva yang berasal dari Kelurahan Padukuhan Kraton, Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan dan laboratorium pemeliharaan nyamuk *Cx. quinquefasciatus*. Sampel adalah jumlah larva *Culex quinquefasciatus* hasil cidukan, kemudian dipelihara di laboratorium Balai

Litbang P2B2 Banjamegara sampai menjadi pupa. Sampel penelitian adalah semua pupa *Culex quinquefasciatus* hasil pemeliharaan laboratorium.



1. Populasi dan Sampel

Populasi 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 Balai Litbang P2B2 Banjamegara sampai menjadi pupa.

Sampel penelitian adalah semua pupa *Culex quinquefasciatus* hasil pemeliharaan laboratorium yang berumur > 15 jam.

2. Estimasi Besar Sampel, Cara Pemilihan dan Penarikan Sampel

a. Estimasi besar sampel sebanyak 15.000 ekor pupa dengan rancangan penelitian sebagai berikut :

$25 \text{ cJN} \times 25 \text{ ?N (Ha)} = 50 \text{ pupa}$ $25 \text{ <JR} \times 25 \text{ ?N (Hs)} = 50 \text{ pupa}$ $75 \text{ c?R} \times 25 \text{ cJN} \times 25 \text{ ?N (E)} = 125 \text{ pupa}$ Ket:

N = Nyamuk Normal R = Nyamuk Iradiasi

Untuk satu kali ulangan dengan 1 macam dosis diperlukan pupa = $50+50+125 = 225$ pupa. Pada penelitian ini akan dilakukan dengan 4 macam dosis iradiasi dengan 3 kali ulangan sehingga didapatkan estimasi jumlah sampel sebanyak $225 \times 3 \times 4 = 2700$ pupa. Sedangkan untuk uji semi lapangan dengan rancangan yang sama tetapi jumlah sampel untuk masing-masing sebanyak 100 pupa sehingga dibutuhkan 10.800 pupa.

Untukantisipasi ada pupa yang gagal diperhitungkan sebanyak 10%, sehingga sampel minimal yang dibutuhkan sebanyak 15.000 pupa.

b. Cara Pengambilan dan Penarikan Sampel

Pengambilan sampel pada kelompok perlakuan dan kontrol dilakukan secara randomized sampling dengan cara penangkapan nyamuk. Hal ini disebabkan percobaan bersifat homogen. Randomisasi dilakukan dengan menempatkan perlakuan secara random terhadap unit percobaan.

3. Instrumen dan Cara Pengumpulan Data

Tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemeliharaan/Rearing *Culex quinquefasciatus* mulai dari telur, larva, pupa dan dewasa sampai mendapatkan pembiakan massal yang stabil.
- b. Radiasi sinar Gamma pancaran energi melalui suatu materi ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik cahaya/photon yang berupa sinar Gamma dengan satuan dalam Gray/Gy. Iradiasi dilakukan dengan menggunakan Iradiator Gamma Chamber 2.0, PAIR, BATAN dengan sumber radioaktif Cobalt-60 (aktivitas awal = 3474.6632 Curie). Penggunaan Gamma Chamber didasarkan pada posisi sumber radioaktif yang mengelilingi materi, sehingga materi mendapat dosis serap yang lebih seragam. Dosis penyinaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy dan 80 Gy sebagai dosis iradiasi terhadap pupa jantan *Culex quinquefasciatus*.
- c. Data primer uji daya saing kawin yang menghasilkan FI jumlah nyamuk jantan yang muncul dari pupa teradiasi dilakukan perkawinan dengan cara membuat kombinasi perkawinan dari nyamuk betina normal/tidak teradiasi untuk masing-masing dosis radiasi.
- d. Data primer sterilitas

Menghitung hasil keturunannya dari daya saing kawin dengan mengevaluasi pada stadium telur, jentik maupun pupa, dilakukan baik terhadap jumlah maupun kualitasnya.

- e. Data primer umur nyamuk teradiasi.

Nyamuk yang muncul dari pupa teradiasi diikuti umur hidupnya (longevity).

- f. Data jarak terbang (dispersal) nyamuk teradiasi

Nyamuk teradiasi yang sudah diberi tanda (radiosiotop) p disebar mulai dari titik tertentu kemudian dihitung jumlah nyamuk teradiasi yang tertangkap (menggunakan BG sentinel).

G. Bahan dan Cara Kerja

1. Bahan dan alat

- a. Larva *Culex quinquefasciatus* hasil penangkapan lapangan.

Peralatan penangkapan dan rearing nyamuk dan larva seperti kurungan, aspirator, dipper, tray, kapas, air gula, dll.

- b. Alat radiasi penyinaran pupa.
- c. Alat pengukuran faktor lingkungan fisik (kelembaban, suhu, angin) dengan sling psychrometer dan thermometer basah kering, anemometer.
- d. Uji semi lapang berupa tenda/kurungan nyamuk ukuran 120 cm x 160 cm x 180 cm sebanyak 12 buah.
- e. Survey meter untuk mengukur jarak.
- f. Pakan larva *Culex quinquefasciatus* yaitu dogfood yang mengandung radio isotope³² p.
- g. Radio isotope³² p dalam bentuk KH₂P04, detektor dan film badge.
- h. GPS untuk pemetaan titik penyebaran dan pemasangan perangkap nyamuk.

2. Cara Kerja

- a. Pemeliharaan nyamuk *Culex quinquefasciatus* di laboratorium (pembangbiakan massal)

Bahan : Entomologi kit yang meliputi cidukan, pipet, botol kecil /vial bottle, pH meter, salinometer, rearing kit.

Koleksi larva *Culex quinquefasciatus*

Penangkapan larva pada genangan air yang diperkirakan menjadi tempat perkembangbiakan oleh 2 orang (1 orang melakukan pencidukan 1 orang mencatat jumlah larva dan cidukan yang dilakukan, macam dan kondisi tempat perkembangbiakan) serta pengukuran suhu dan kelembaban di alam maupun saat pemeliharaan di laboratorium. Jentik nyamuk *Culex quinquefasciatus* dari lapangan dipindahkan ke laboratorium entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara Jalan Selamanik no 16 A Banjarnegara untuk dibiakkan menjadi pupa dan nyamuk, sehingga memperoleh perkembangbiakan yang stabil (massal). 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.

a. Pemeliharaan nyamuk

Kolonisasi nyamuk *Culex quinquefasciatus* dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara baik yang berasal dari hasil penangkapan nyamuk *Culex quinquefasciatus* di lapangan maupun hasil perkembangbiakan dari larva. Nyamuk hasil penangkapan dimasukkan di dalam kurungan nyamuk berukuran 40x40x40 cm. Di dalam kurungan nyamuk dilengkapi dengan larutan gula 10% sebagai sumber energi dan darah marmot untuk proses pemasakan telur. Selain itu diletakkan tembikar dari tanah liat yang diisi air sebagai tempat peletakan telur. Untuk menjaga kelembaban kurungan bagian luar ditutup dengan handuk basah.

b. Produksi nyamuk jantan mandul

Pupa hasil kolonisasi di laboratorium dipisahkan antara pupa jantan dan pupa betina. Proses pemisahan pupa dilakukan dengan cara pupa diambil dengan menggunakan pipet gelas kemudian diamati jenis kelaminnya atau dengan cara menggunakan alat pemisah pupa (pupa yang berukuran kecil akan jatuh di bagian bawah alat pemisah pupa dan 90-95% jenis kelamin jantan). Pupa jantan yang telah teridentifikasi kemudian dimasukkan ke dalam botol dan disimpan di dalam cool box dan dibawa ke BATAN Jakarta untuk diradiasi. Pupa betina dimasukkan di dalam kurungan nyamuk berukuran 40x40x40 cm³ dan disimpan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara sebelum dilakukan uji. Pupa jantan sebelum dilakukan radiasi dengan sinar gamma dimasukkan di dalam botol gelas kecil dengan kepadatan 40-50 ekor/botol. Nyamuk dewasa yang muncul dari pupa berukuran kecil setiap hari dipisahkan antara nyamuk jantan dan betina menggunakan aspirator (alat penyedot).

c. Iradiasi pupa

Pupa jantan sebelum dilakukan radiasi dengan sinar gamma Co-60 dimasukkan di dalam botol gelas kecil dengan kepadatan 40-50 ekor/botol. Pupa yang diradiasi adalah pupa berumur >15 jam. Iradiasi dilakukan dengan menggunakan Iradiator Gamma Chamber 2.0, PAIR, BATAN dengan sumber radioaktif Cobalt-60. Penggunaan Gamma Chamber didasarkan pada posisi sumber radioaktif yang mengelilingi

materi, sehingga materi mendapat dosis serap yang lebih seragam. Pupa diiradiasi di dalam cawan petri dengan menggunakan kapas basah yang ditutupi dengan kertas saring. Dosis yang digunakan dalam radiasi pupa *Culex quinquefasciatus* adalah 60 Gy, 65 Gy, 65 Gy, 75 Gy dan 80 Gy. Dasar penentuan variasi dosis radiasi sinar gamma adalah berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh BATAN Jakarta pada nyamuk *Aedes aegypti*. Penyinaran dilakukan di Laboratorium PAIR BATAN, Jakarta. Pupa jantan yang telah diiradiasi dimasukkan ke dalam cool box dan dibawa ke Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Pupa yang telah diiradiasi dimasukkan di dalam kurungan nyamuk dan ditunggu sampai menjadi nyamuk sebelum dilakukan perkawinan dengan betina normal (tidak diiradiasi).

d. Orientasi dosis radiasi

Pupa yang diiradiasi adalah pupa berumur >15 jam. Sebanyak 25 pupa jantan untuk masing-masing dosis diiradiasi menggunakan sinar Gamma pada berbagai dosis. Dosis yang digunakan dalam radiasi pupa *Culex quinquefasciatus* adalah 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy dan 80 Gy dengan ulangan sebanyak tiga kali. Sebagai kontrol adalah pupa jantan *Culex quinquefasciatus* yang tidak diiradiasi yang telah disiapkan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara dengan umur yang sama dengan pupa yang diiradiasi. Sebagai kontrol adalah koloni yang tidak diiradiasi.

e. Tingkat pertumbuhan Filial (FI) :

Nyamuk jantan yang muncul dari pupa yang teradiasi diletakkan dalam kandang untuk dikawinkan dengan nyamuk betina yang normal/tidak diiradiasi. Kemudian dihitung jumlah FI yang muncul. Sebagai kontrol adalah nyamuk yang tidak diiradiasi.

f. Tingkat sterilitas

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* jantan yang telah diiradiasi dengan sinar gamma pada masing-masing dosis 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy dan 80 Gy dikawinkan dengan betina normal dengan perbandingan antara *Culex quinquefasciatus* jantan sterii dengan betina normal adalah 1:1 pada masing-masing dosis radiasi. Perkawinan nyamuk jantan sterii dengan betina normal

dilakukan dengan cara 25 ekor *Culex quinquefasciatus* jantan steril dan 25 ekor *Culex quinquefasciatus* betina normal dimasukkan ke dalam kurungan nyamuk berukuran 40x40x40 cm³ dan dibiarkan melakukan perkawinan secara alami. Pada masing-masing dosis radiasi dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Sebagai sumber nutrisi dan pemasakan telur diberikan larutan gula 10% dan darah marmot. Setelah dua sampai tiga hari diamati produksi telur *Culex quinquefasciatus* yang dihasilkan dari perkawinan antara jantan steril dan betina normal pada masing-masing dosis. Telur hasil perkawinan antara jantan steril dengan betina normal pada berbagai dosis radiasi kemudian ditetaskan ke dalam tembikar dari tanah liat yang diisi air. Setelah satu minggu dilakukan pengamatan telur steril dan fertil. Telur steril adalah telur yang tidak dapat menetas setelah ditetaskan dalam jangka waktu tertentu, sedangkan telur fertil adalah telur yang dapat menetas setelah proses penetasan. Pengamatan telur menetas dan tidak menetas dengan menghitung semua jentik yang ada di dalam enamel. Telur yang tidak menetas diamati di bawah mikroskop untuk dilihat ada tidaknya embrio di dalam telur. Untuk memastikan sterilitas, telur yang tidak mengandung embrio dipecah dengan menggunakan jarum bedah. Pengamatan morfologi dan keberadaan embrio di dalam telur dilakukan di bawah mikroskop. Dibandingkan morfologi telur yang mengalami perubahan dengan morfologi telur yang normal. Telur-telur yang tidak menetas juga dihitung prosentase telur yang mengandung embrio dan tidak mengandung embrio pada masing-masing dosis penyinaran sinar gamma. Umur hidup nyamuk (longevity)

Nyamuk dari pupa yang teradiasi diikuti umur hidupnya untuk melihat kemampuan dalam pengendalian vektor. Sebagai kontrol adalah nyamuk yang tidak diradiasi. Pengaruh dosis irradiasi terhadap umur nyamuk jantan mandul hanya dilakukan pada dosis yang mempunyai nilai daya saing kawin dan tingkat sterilitas penetasan telur relatif tinggi, proses irradiasi dilakukan dengan cara yang sama seperti sebelumnya dengan tiga kali ulangan. Nyamuk jantan mandul hasil irradiasi kemudian dipelihara pada kurungan, diberi makanan nyamuk dewasa, tapi tanpa dikawinkan sampai semua nyamuk mati.

g. Uji daya saing kawin (skala laboratorium)

Untuk mendapat nilai 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 yang meliputi segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari satu atau dua dosis iradiasi yang menghasilkan tingkat kemandulan sub lethal, dosis-dosis ini kemudian digunakan lebih lanjut untuk meradiasi sebanyak 25 ekor nyamuk jantan berumur satu hari. Setelah proses radiasi masing-masing nyamuk kemudian dimasukkan ke dalam kurungan dengan pola perbandingan jantan dan betina, normal dan diirradiasi. Jantan hasil iradiasi diberi kode R dan betina /jantan yang tidak diirradiasi diberi kode N. Selanjutnya semua nyamuk tersebut dikawinkan seperti kombinasi berikut:

- 1) $3 \text{ N} : ? \text{ N} = 25 : 25$
- 2) $cJ \text{ R} : \$ \text{ N} = 25 : 25$
- 3) $3 \text{ R} : <J \text{ N} : ? \text{ N} = 75 : 25 : 25$

Kegiatan tersebut diatas dilakukan untuk masing-masing dosis radiasi sehingga diperoleh daya saing masing-masing pada setiap jenis dosis radiasi. Kompetisi kawin dilakukan dalam kandang pemeliharaan sedang (40 x 40 x 40) cm³ pada kondisi pemeliharaan normal (T = 25° C; RH = 80- 85%). Nyamuk jantan dan betina normal (tidak diirradiasi) yang digunakan berasal dari koloni pemeliharaan laboratorium nyamuk *Culex quinquefasciatus* Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. Perkawinan dilakukan selama 2-3 hari.

Persentase kemunculan nyamuk dewasa

Nilai persentase kemunculan nyamuk dewasa dianggap penting pada iradiasi pupa nyamuk, sebagai bukti bahwa radiasi sinar gamma tidak menghambat metamorphosis nyamuk. Pupa nyamuk yang diirradiasi harus dapat berubah menjadi nyamuk dewasa dalam 1-2 hari. Nilai tersebut

diperoleh dari banyaknya jumlah pupa yang berhasil muncul sebagai dewasa dibagi dengan jumlah awal pupa yang diperlakukan.

h. Uji semi lapang (daya saing kawin)

Kegiatan uji daya saing kawin juga dilakukan pada skala semi lapang, dengan rancangan sama dengan uji daya saing kawin skala laboratorium. Uji semi lapang dilakukan hanya pada dosis iradiasi yang paling efektif berdasarkan uji daya saing kawin secara laboratorium dengan jumlah ulangan sebanyak tiga ulangan. Kompetisi kawin dilakukan dalam tenda nyamuk ukuran 120 cm x 160 cm x 180 cm pada kondisi lingkungan sebenarnya. Dilakukan pengukuran kelembaban dan suhu dengan sling hygrometer dan thermometer maksimum minimum. Penempatan tenda nyamuk pada suatu area terlindungi atau bangunan dengan sirkulasi udara bejalan bebas.

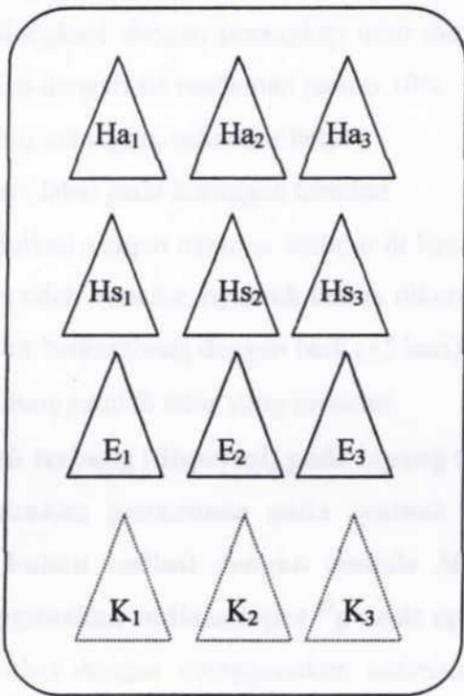
Persiapan tempat/tenda besar untuk kawin :

- 1) Persiapkan tempat (terbuka akan tetapi ada pelindung atasnya) untuk meletakkan tenda percobaan sebanyak 9-12 buah.
- 2) Tidak ada persiapan khusus untuk tempat/ruangan yang dipakai. Ruangan dibiarkan apa adanya menyerupai lingkungan tempat nyamuk *Culex quinquefasciatus* hidup.
- 3) Tenda diberi label sesuai dengan kombinasi perkawinan (Hai.3; Hsi.3; Ej.3 & Kontrol.3) dan diletakkan secara random untuk memperkecil kemungkinan bias data terhadap lingkungan.
- 4) Formasi tenda lebih baik menyerupai persegi panjang. Sisakan jarak antar tenda untuk memungkinkan observer melintas.
- 5) Pada sekeliling formasi tenda, diberikan kapur antiseptik untuk menjaga materi percobaan dari gangguan semut. Pemeriksaan keberadaan semut dilakukan setiap hari.

Persiapan Jantan dan Betina Fertile

- 1) Nyamuk jantan dan betina fertile didapat dari koloni *Culex quinquefasciatus* atau koloni FI hasil keturunan koleksi nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang berasal dari Kelurahan Padukuhan Kraton, Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan.

- 2) Koloni nyamuk jantan dan betina ditempatkan dalam kandang yang berbeda dan harus dijaga agar tetap virgin dengan pemeriksaan kontaminasi jantan di koloni betina maupun sebaliknya.
- 3) Umur nyamuk fertile yang dipakai dalam percobaan ini adalah 3 hari setelah dewasa.



Gambar 3.3. Rancangan percobaan daya saing kawin semi lapang

Proses perkawinan

- 1) Jantan mandul yang ada pada kandang transfer atau diambil langsung dari wadah plastik dipindahkan ke dalam tenda percobaan sebanyak 25 individu untuk kombinasi perkawinan Ha dan Hs dan 75 individu untuk kombinasi perkawinan E.
- 2) Pada kombinasi perkawinan E, jantan steril terlebih dahulu dimasukkan ke dalam tenda, kemudian jantan fertil lalu betina fertil.
- 3) Nyamuk-nyamuk tersebut dibiarkan selama 2 malam untuk melakukan perkawinan.
- 4) Setelah itu, marmut hidup diletakkan di dalam tenda sebagai pakan darah untuk nyamuk betina. Pemberian pakan darah berlangsung selama 12 jam atau sampai semua abdomen betina sudah penuh terisi darah.

5) Pakan madu terns menerus diberikan selama proses perkawinan, namun dikeluarkan satu malam sebelum pemberian pakan darah.

Evaluasi Penetasan Telur

- 1) Setelah betina menghisap darah, masing-masing betina dipindahkan ke dalam kurungan kecil ukuran 12cm x 12 cm x 12 cm yang di dalamnya dilengkapi dengan perangkap telur dari tembikar dari tanah yang sudah diisi dengan air rendaman jerami 10%.
- 2) Satu kurungan, satu ekor betina.
- 3) Beri label pada kurungan tersebut.
- 4) Biarkan sampai nyamuk bertelur di tembikar.
- 5) Sesudah bertelur, nyamuk betina dikeluarkan dari kurungan lalu biarkan telur berkembang dengan baik (+5 hari).
- 6) Hitung jumlah telur yang menetas.

Jarak terbang (dispersal) pada lapang terbatas

Melakukan penandaan pada nyamuk *Culex quinquefasciatus* radiasi dan bukan radiasi dengan metode Mark Release Recapture (MRR) menggunakan radioisotopee ^{32}P dosis aplikasi 0,2 uCi

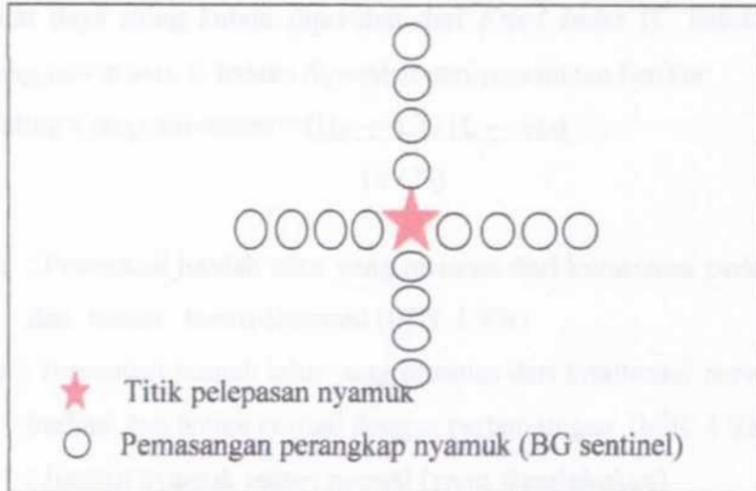
Pelabelan dengan menggunakan radioisotop merupakan cara yang lebih aman bagi nyamuk karena isotop tidak meradiasi langsung kesasaran, akan tetapi melalui media pakan larva. Penandaan pada nyamuk uji dilakukan dengan cara pemberian radioisotope p pada pakan larva (dogfood) yang dilakukan di BATAN Jakarta, kemudian diberikan ke larva stadium III awal di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjamegara. Larva ini kemudian dipelihara menjadi nyamuk untuk digunakan sebagai nyamuk uji. Melakukan uji jarak terbang (dispersal) nyamuk *Culex quinquefasciatus* radiasi

- 1) Persiapkan lokasi yang akan dilakukan penyebaran nyamuk *Culex quinquefasciatus* radiasi yaitu dipilih di tengah desa (dilakukan pemetaan dengan GPS).
- 2) Tentukan titik - titik untuk pemasangan perangkap nyamuk (BG sentinel) dengan radius dari titik penyebaran 100 meter, 200 meter, 300 meter, 400 meter dan 500 meter dengan 4 arah (timur, barat, selatan dan utara).

3) Sebanyak 3000 nyamuk jantan (dengan penanda) yang tidak diradiasi dan 3000 jantan iradiasi disebar pada sore hari.

Dilakukan penangkapan kembali (recapture)

- 1) Dari titik rilis. 4 arah yang dipilih dan untuk setiap arah 5 jarak (100, 200, 300, 400 dan 500 meter) dipasang perangkap nyamuk (BG sentinel) untuk menangkap kembali nyamuk yang telah disebar. Pemetaan dengan GPS meliputi ketinggian dan elevasi.
- 2) Koleksi penangkapan nyamuk dilakukan dua kali yaitu pada 7:30-9:00 dan 16:00-17:30 setiap hari selama 5 hari.
- 3) Dihitung jumlah nyamuk yang tertangkap dan dilakukan pengukuran dengan detektor radiasi.



Gambar 3.4. Distribusi perangkap nyamuk (BG sentinel) dan titik pelepasan nyamuk *Cx. quinquefasciatus* yang diradiasi maupun tidak

3. Parameter penelitian

a. Umur nyamuk

Nyamuk jantan iradiasi harus dapat bertahan hidup selama beberapa hari setelah pelepasan agar dapat mengawini betina di alam. Data merupakan jumlah hari yang dibutuhkan nyamuk jantan iradiasi sampai mati dalam kondisi normal pemeliharaan dengan 24 jam interval pengambilan data. Nyamuk jantan iradiasi dikeluarkan dari koloni nyamuk betina saat mereka sudah bersama selama dua hari untuk kemudian diletakkan dalam kandang bugdorm dan diberikan larutan gula 10% secara terus menerus. Pengambilan data dihentikan apabila dua pertiga dari jumlah nyamuk telah mati.

b. Tingkat sterilitas

Tingkat sterilitas merupakan persentase jumlah telur yang tidak menetas menjadi larva. Telur yang dihasilkan oleh betina normal setelah bersama dalam satu kandang dengan jantan iradiasi dengan perbandingan 1:1, selama 2-3 hari akan ditetaskan dalam wadah berisi air matang yang telah mencapai suhu ruang (25°C). Penghitungan jumlah telur dan jumlah telur yang menetas dilakukan secara visual dengan banluan mikroskop stereo. Telur yang telah menetas ditandai dengan terbukanya operkulum telur nyamuk.

Tingkat sterilitas = jumlah telur yang tidak menetas x 100%

Jumlah telur yang dihitung

c. Daya saing kawin

Nilai daya saing kawin diperoleh dari Fried Index (C Indeks). Nilai daya saing kawin atau C indeks diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Mating Competitiveness} = \frac{(H_a - E) / (E - H_s)}{(S / N)}$$

H_a : Presentasi jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan dan betina kontrol/normal (Ic?N: 1 ?N)

H_s : Presentasi jumlah telur yang menetas dari kombinasi perwaninan jantan iradiasi dan betina normal dengan perbandingan (1(?R: I ?N)

N : Jumlah nyamuk jantan normal (yang diperlakukan)

S : Jumlah nyamuk jantan radiasi

E : Presentasi jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi, jantan normal dan betina normal (3<? R : IcJN: I ?N)

Persentase kemunculan nyamuk dewasa

Nilai persentase kemunculan nyamuk dewasa dianggap penting pada iradiasi pupa nyamuk, sebagai bukti bahwa radiasi sinar gamma tidak menghambat metamorphosis nyamuk. Pupa nyamuk yang di iradiasi harus dapat berubah menjadi nyamuk dewasa dalam 1-2 hari. Nilai tersebut diperoleh dari banyaknya jumlah pupa yang berhasil muncul sebagai dewasa dibagi dengan jumlah awai pupa yang diperlakukan.

Persentase kemunculan dewasa = Jumlah dewasa (hidup dan mati) x 100%

Jumlah pupa

d. Pengolahan dan Analisis Data

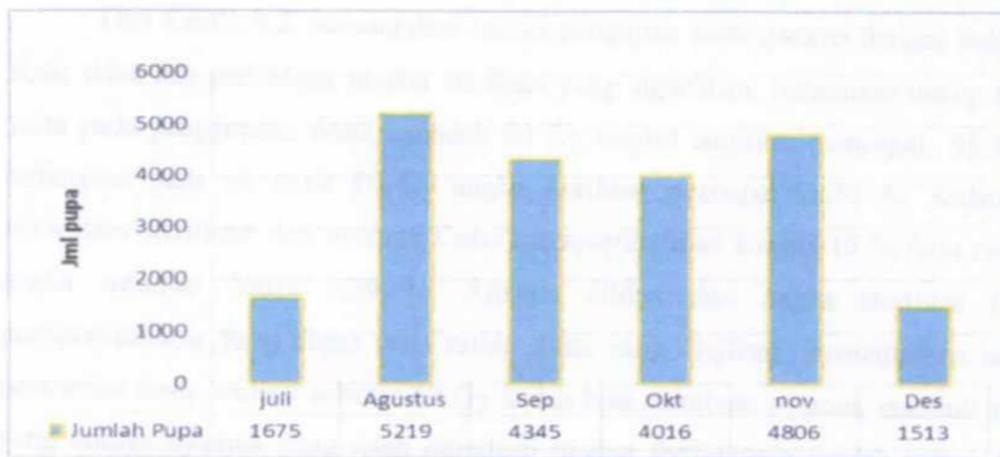
Data umur nyamuk, tingkat sterilitas, nilai daya saing kawin dan persentase kemunculan nyamuk dewasa ditabu Iasi dengan menggunakan software Microsoft Excel. Sebelumnya dilakukan uji kenormalan data, apabila data terdistribusi secara normal maka analisis data menggunakan “uji t” dan data tidak terdistribusi normal dengan Wilcoxon Signed Ranks Test. Dengan uji ini dapat dilihat perbedaan hasil antara yang diberi perlakuan dan kontrol (tidak diberi perlakuan). Selain itu juga penelitian ini juga menggunakan uji faktorial ganda dan uji korelasi Pearson.

IV. HASIL PENELITIAN

Kegiatan penelitian dimulai pada bulan Juni 2016, terlambat dari rencana jadwal yang sudah dibuat. Keterlambatan tersebut diantaranya karena proses etik penelitian yang terlambat. Konsep awal penelitian adalah aplikasi sinar gamma terhadap *Culex quinquefasciatus* di lapangan mumi yaitu di wilayah endemis filariasis dan kontrol di wilayah nonendemis. Namun pada perkembangannya dilakukan perubahan tidak dilakukan aplikasi pada lapangan mumi tetapi dilakukan di laboratorium dan semi lapangan. Pertimbangan Komisi Etik Badan Litbangkes adalah karena pekerjaan yang berat dan sulit untuk dilakukan apabila menyebar nyamuk mandul di wilayah Kota Pekalongan karena diperlukan jumlah yang banyak sekali, sehingga secara teknis tidak bisa sebagai upaya pengendalian vektor di daerah endemis filariasis.

a. Pembiakan massal nyamuk *Culex quinquefasciatus*

Pembiakan massal nyamuk *Culex quinquefasciatus* dimulai dengan pengambilan larva di Kelurahan Padukuhan Kraton dilakukan pada awal Juli diperoleh jumlah jentik sekitar 3000 larva instar 3 dan 4. Larva *Culex quinquefasciatus* dipelihara di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara ditempatkan pada wadah nampan ukuran $pxlxt = 30 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$ yang diisi dengan air sumur dengan ketinggian 5 cm. Larva nyamuk diberi makan menggunakan pelet anjing (dog food) tanpa ditumbuk, sedangkan nyamuk dewasa dipelihara dalam kandang berukuran $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$. Kondisi suhu ruangan tempat nyamuk dewasa dijaga agar tetap stabil. Suhu pada pagi hari rata-rata 23°C dan suhu siang hari 28°C , kelembaban rata-rata adalah 80 %. Pencahayaan ruangan pemeliharaan nyamuk dewasa juga diatur menjadi L12.D12. Cairan gula 10 % yang diteteskan pada kapas diberikan secara terus menerus sebagai makanan untuk nyamuk dewasa. Pertumbuhan larva menjadi pupa tergolong cepat karena pada minggu pertama bulan Juli sudah mulai muncul pupa sebanyak 463 pupa, hari berikutnya 576 pupa jumlah total bulan Juli sebanyak 1.675 pupa, Agustus 5291 pupa, September 4345 pupa, Oktober 4016 pupa, November 4806 pupa dan Desember 1513 pupa. Grafik 4.1 di bawah ini adalah pola pertumbuhan pupa sejak bulan Juli sampai dengan minggu pertama Desember.

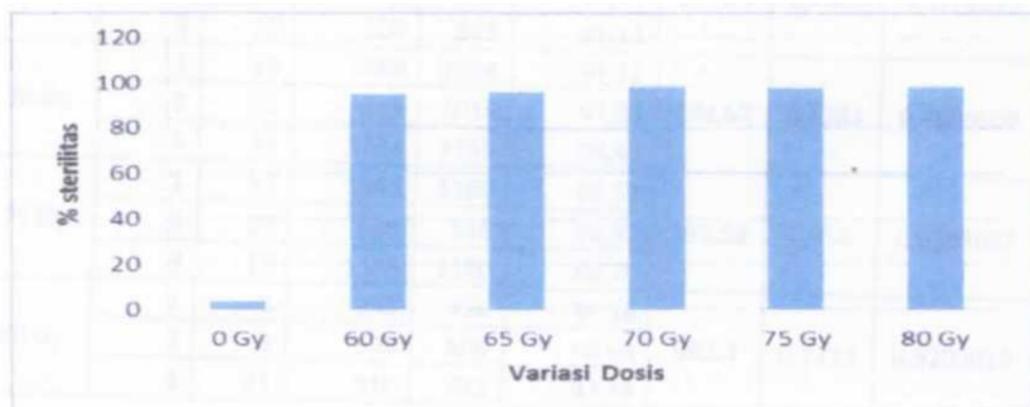


Gambar 4.1. Jumlah produksi pupa *Culex quinquefasciatus* perbulan di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara

b. Dosis radiasi sinar gamma yang efektif memandulkan nyamuk *Culex quinquefasciatus*

Kebutuhan nyamuk *Culex quinquefasciatus* sebagai sampel pengujian dalam penelitian ini apabila hanya mengandalkan ketersediaan dari Laboratorium Entomologi Balai Litbang Banjarnegara kurang, sehingga diperlukan suplai pupa dan nyamuk untuk pengujian iradiasi yang berasal dari Laboratorium BATAN, karena pada dasarnya penelitian ini melibatkan juga personal /tenaga dari BATAN.

Proses pengujian untuk mengetahui dosis efektif sinar gamma untuk memandulkan *Culex quinquefasciatus* dilakukan di BATAN, pupa berasal dari Laboratorium Entomologi Balai Litbang Banjarnegara dan Laboratorium BATAN. Pengujian dilakukan dengan 5 dosis diantaranya 60 Gy, 65 Gy, 70 Gy, 75 Gy, dan 80 Gy.



Gambar 4.2. Variasi dosis iradiasi (60, 65,70,75 dan 80 Gy) dan non dosis radiasi terhadap sterilitas *Culex quinquefasciatus*

Dari Grafik 4.2. menunjukkan bahwa pengujian sinar gamma dengan beberapa dosis tidak ada perbedaan tingkat sterilitas yang signifikan, persentase cukup tinggi yaitu pada penggunaan dosis terendah 60 Gy tingkat sterilitas mencapai 95,35 %, sedangkan pada uji dosis 80 Gy angka sterilitas mencapai 98,53 %. Sedangkan persentase sterilisasi dari nyamuk *Culex quinquefasciatus* kontrol (0 % /non radiasi) angka sterilitas hanya 4,39 %. Apabila dilihat dari angka sterilitas *Culex quinquefasciatus* yang tinggi pada setiap dosis yang diujikan, menunjukkan bahwa pemberian dosis iradiasi sebesar 60 Gy sudah bisa membuat nyamuk mandul/ steril, yang artinya nyamuk yang telah diiradiasi tingkat fertilitasnya rendah antara 1,47- 4,65 %.

c. Tingkat sterilitas nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi

Tingkat sterilitas merupakan persentase jumlah telur yang tidak menetas dari keseluruhan jumlah telur yang dihasilkan oleh betina. Jumlah telur yang dihasilkan oleh betina pada tiap dosis radiasi tidak ada perbedaan yang signifikan .

Tabel 4.1. Jumlah telur *Culex quinquefasciatus* menetas pasca iradiasi

Dosis	Rep	Eggs			% Sterility	Mean	SD	Variance
		Hatch	Unhatch	Total				
Kontrol	1	1171	25	1196	2,09	4,39	2,3041	5,309097
	2	1310	60	1370	4,38			
	3	585	42	627	6,70			
60 Gy	1	35	501	536	93,47	192,19	1,8277	4,7995274
	2	15	506	521	97,12			
	3	24	504	528	95,45			
65 Gy	1	4	587	591	99,32	194,91	2,6448	3,3702279
	2	94	1488	1582	94,06			
	3	15	508	523	97,13			
70 Gy	1	25	1069	1094	97,71	294,67	0,5283	0,4808608
	2	22	993	1015	97,83			
	3	15	1124	1139	98,68			
75 Gy	1	17	1143	1160	98,53	196,59	0,956	0,6383097
	2	20	639	659	96,97			
	3	15	1135	1150	98,70			
80 Gy	1	8	948	956	99,16	98,53	0,7213	0,5203019
	2	8	598	606	98,68			
	3	21	910	931	97,74			

Pada tabel 4.1 menunjukkan rata-rata tingkat sterilitas dosis tertinggi pada dosis 80 Gy yaitu dengan sterilitas 98,53 %. Masih ada inseminasi antara 1,47 % namun embrio yang terbentuk tidak dapat bertahan karena adanya sifat murasi letal dominan yang dibawa oleh sel sperma nyamuk jantan.

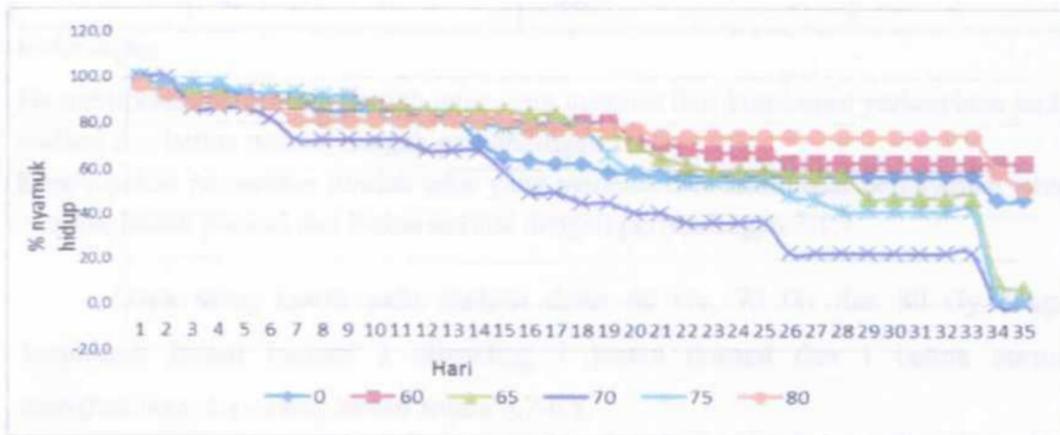
Tabel 4.2. Kemunculan nyamuk *Culex quiquefasciatus* pasca iradiasi

NO	DOSIS RADIASI	REPLIKASI	JUMLAH PUPA	JADI NYAMUK	% KEMUNCULAN
1	0	1	25	25	100
	0	2	25	25	100
	0	3	25	24	96
	0	4	25	23	92
RATA-RATA KEMUNCULAN NYAMUK					97
2	60	1	25	23	92
	60	2	25	23	92
	60	3	25	24	96
	60	4	25	24	96
RATA-RATA KEMUNCULAN NYAMUK					94
3	65	1	25	25	100
	65	2	25	22	88
	65	3	25	24	96
	65	4	25	23	92
RATA-RATA KEMUNCULAN NYAMUK					94
4	70	1	25	25	100
	70	2	25	24	96
	70	3	25	24	96
	70	4	25	22	88
RATA-RATA KEMUNCULAN NYAMUK					95
5	75	1	25	25	100
	75	2	25	22	88
	75	3	25	23	92
	75	4	25	25	100
RATA-RATA KEMUNCULAN NYAMUK					95
6	80	1	25	22	88
	80	2	25	22	88
	80	3	25	23	92
	80	4	25	23	92
RATA-RATA KEMUNCULAN NYAMUK					90

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 yaitu antara 90 %. Sedangkan kemunculan nyamuk dewasa pada dosis 0 Gy mencapai angka yang lebih tinggi yaitu 97 %.

d. Kemampuan hidup (umur) nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi.

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



Gambar 4.3. Grafik pola ketahanan hidup (umur) *Culex quinquefasciatus* tanpa dikawinkan

Dari gambar 4.3. di atas menunjukkan bahwa nyamuk jantan pasca iradiasi masih tetap mampu bertahan hidup sebanding dengan nyamuk tanpa iradiasi. Bahwa nyamuk jantan *Culex quinquefasciatus* pasca radiasi dengan berbagai dosis tidak berpengaruh terhadap umumnya.

e. Uji daya saing kawin nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala laboratorium

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang steril tidak berarti menjadi lemah1 berkurang tingkat seksualitasnya. Secara normal nyamuk yang tanpa radiasi memiliki daya saing kawin 1:1. Tingkat daya saing kawin pada nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala laboratorium pada dosis 60 Gy, 70 Gy dan 80 Gy disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Daya saing kawin *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala laboratorium

Dosis (Gy)	Kombinasi perkawinan	Persentase 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 merupakan persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi dan betina normal dengan perbandingan 1:1

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

Daya saing kawin pada iradiasi 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.

f. Pengujian daya saing kawin *Culex quinquefasciatus* skala semi lapangan

Tingkat daya saing kawin pada nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala semi lapangan pada dosis 60 Gy, 70 Gy dan 80 Gy disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Daya saing kawin *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi skala semi lapangan

Dosis (Gy)	Kombinasi perkawinan	Persentase 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 :

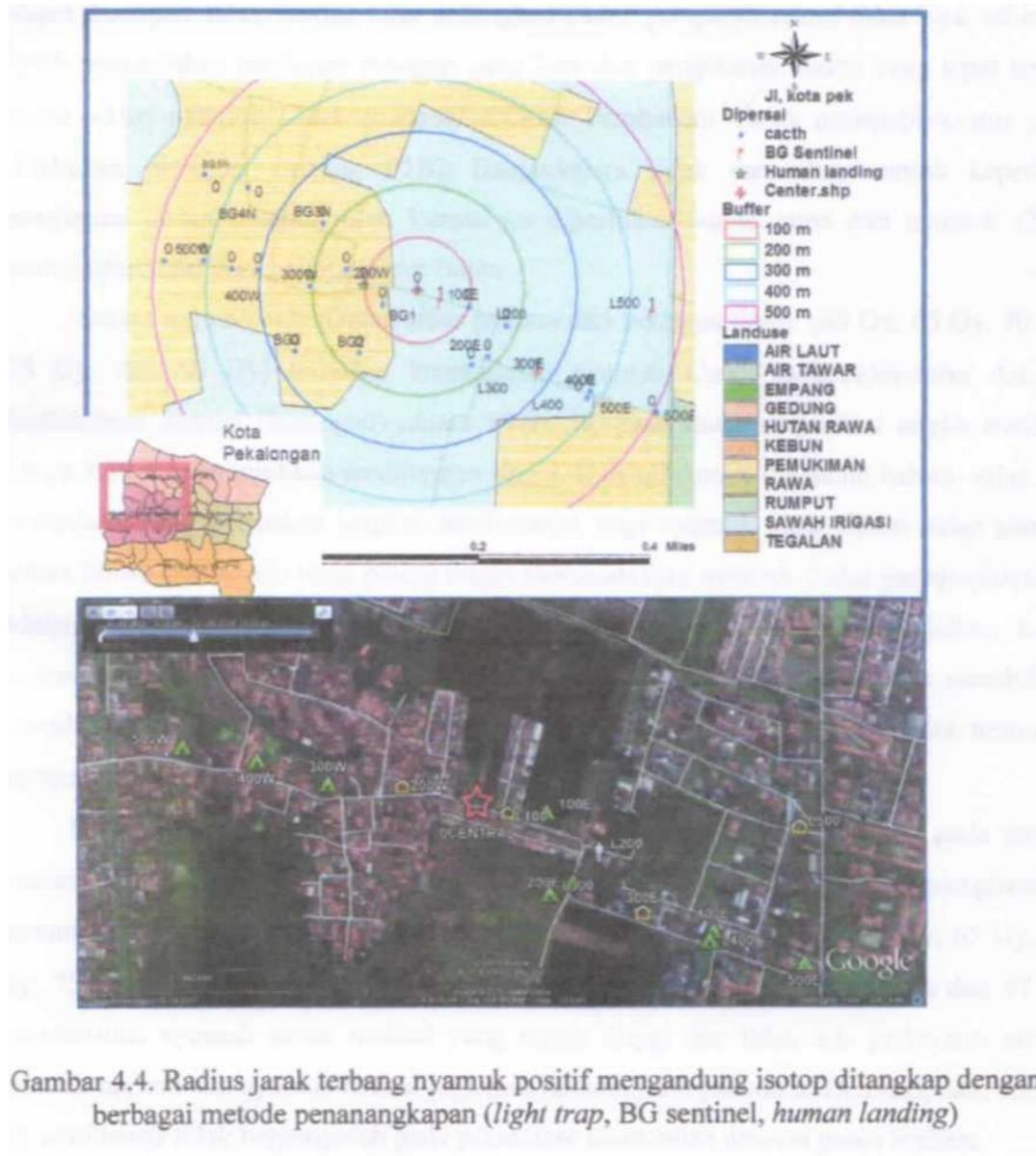
Hs merupakan persentase jumlah telur yang menetas dari kombinasi perkawinan jantan iradiasi dan betina normal dengan perbandingan 1:1

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

Daya saing kawin pada iradiasi 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.

g. Uji jarak terbang (dispersal) nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi

Pengujian jarak terbang nyamuk meliputi berbagai jarak diantaranya jarak radius 100 m, 200 m, 300 m, 400 m dan 500 m. Nyamuk yang diukur jarak terbangnya adalah nyamuk yang sudah di kasih tanda dengan Isotop / Mark Release Recapture (MMR). Hasil setelah dilakukan dengan beberapa metode penangkapan diantaranya dengan lighth trap, BG sentinel dan human landing diperoleh data sebagai berikut: pada penangkapan menggunakan BG sentinel jarak 500 m, nyamuk jantan berisotop hanya tertangkap pada radius 100 meter. Dibawah ini gambar jarak terbang nyamuk setelah diberi isotop.



Gambar 4.4. Radius jarak terbang nyamuk positif mengandung isotop ditangkap dengan berbagai metode penangkapan (*light trap*, *BG sentinel*, *human landing*)

V. PEMBAHASAN

Keberhasilan pengendalian nyamuk dengan Teknik Serangga Mandul (TSM) tidak selalu berhasil dapat menekan populasi nyamuk di alam. Salah satu yang mempengaruhi kegagalan TSM dalam mengendalikan populasi di alam diantaranya adalah kualitas dari jantan mandul kualitasnya kurang baik jika bersaing dengan jantan di alam (Benedick M.Q). Penurunan kualitas karena iradiasi dapat diatasi dengan melepas jantan mandul dalam jumlah yang lebih banyak dari populasi di alam (lokasi penelitian) (Nurhayati). 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*. Pembiakan *Culex quinquefasciatus* yang dilakukan di Balai Litbang P2B2 Banjarnegara tidak mencukupi untuk keperluan penyiapan jantan mandul, oleh karena itu diperlukan suplai pupa dan nyamuk *Culex quinquefasciatus* dari Laboratorium Batan.

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 nonradiasi angka sterilitas hanya 4,39 % menunjukkan fertilitasnya tinggi. Dari uji Anova diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna tingkat sterilisasinya bagi nyamuk yang diberi sinar gamma antara 60-80 Gy. Dosis yang paling tinggi memandulkan nyamuk *Culex quinquefasciatus* adalah 80 Gy. Dosis tersebut lebih tinggi dibandingkan dosis untuk memandulkan *Aedes aegypti* yang bisa memandulkan 96 % (Nurhayati). Sedangkan dosis untuk memandulkan *Anopheles* lebih tinggi mencapai 100 Gy. 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 metamorphosis 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 ada perbedaan antara nyamuk normal dan nyamuk radiasi juga menyatakan pada penelitian Helinski, dkk. bahwa *An. arabiensis* tidak berpengaruh pada persentase kemunculan dewasa pasca iradiasi.

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 diradiasi dengan berbagai dosis tidak berpengaruh terhadap daya tahan hidupnya (umur) seperti halnya nyamuk tanpa iradiasi. Sama seperti penelitian yang dilakukan Abdel Malik terhadap nyamuk *Anopheles pharoensis*. Sedangkan pada penelitian lain, 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.

Pada penelitian yang dilakukan Helinski, dkk. 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.

Daya saing kawin pada iradiasi dosis 80 Gy yang dilakukan di laboratorium Balai Iibang 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 Mark Release Recapture (MMR) 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 harus mempertimbangkan jarak antar habitat *Culex* pada radius yang dekat dengan jarak 100 m (sekitar pemukiman).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Aplikasi Teknik Serangga Mandul (TSM) nyamuk *Culex quinquefasciatus* diperlukan jumlah populasi jantan banyak yang akan disebar di alam, sehingga diperlukan proses pemeliharaan/rearing nyamuk yang baik.
2. Dosis radiasi sinar gamma yang efektif memandulkan nyamuk *Culex quinquefasciatus* adalah 70 Gy.
3. Prosentase tingkat sterilitas nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi tergolong tinggi (95,35-98,53 %) sedangkan sterilitas pada nyamuk non radiasi hanya 4 %.
4. Kemunculan nyamuk *Culex quinquefasciatus* pasca iradiasi tidak ada perbedaan antara nyamuk normal dan nyamuk iradiasi, mencapai angka 90-97 %. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* bisa bertahan hidup cukup lama mencapai 35 hari.
5. Daya saing kawin skala laboratorium pada iradiasi dosis 60 Gy, 70 Gy dan 80 Gy dengan perbandingan 3:1:1 hampir mendekati nyamuk normal yaitu antara 0,7-0,8.
6. Daya saing kawin skala semi lapangan pada iradiasi dosis 60 Gy, 70 Gy dan 80 Gy dengan perbandingan 3:1:1 sangat jauh dari normal hanya berkisar 0,04-0,2.
7. Jarak terbang nyamuk berisotop hanya tertangkap pada radius 100 meter. Kondisi tersebut sangat terkait dengan rencana pelepasan nyamuk radiasi guna menekan populasi di alam.
8. Aplikasi TSM untuk menekan populasi nyamuk *Culex quinquefasciatus* dapat dilakukan dengan pertimbangan dosis terbaik yang mampu mensterilkan nyamuk dan pelepasan nyamuk pada sekitaran habitat jarak radius terbaik 100 m dengan jumlah populasi nyamuk jantan iradiasi 10 kali jumlah nyamuk di alam.

B. SARAN

1. Kesiapan dan ketersediaan sarana (ruangan, alat rearing) sangat diperlukan untuk kegiatan rearing *Culex quinquefasciatus* di Laboratorium Entomologi Balai Litbang P2B2 Banjarnegara.
2. Diperlukan pengujian lebih lanjut pada skala lapangan terbatas agar lebih bisa menggambarkan untuk pengendalian populasi nyamuk *Culex quinquefasciatus* di daerah endemis filariasis.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulJis mengucapkan terima kasih kepada: Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan yang telah memberikan dana untuk melakukan penelitian, Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian dan memberikan saran, petunjuk, masukan dan dorongan dalam penulisan proposal, protokol serta penulisan laporan, Bp. Drs. Ali Rahayu dan staf peneliti yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini, Kepala Dinas Kesehatan Kota Pekalongan beserta staf atas izin serta bantuan dan kejasamanya selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung, dan semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Laporan Bulanan dan Tahunan Subdit Filariasis, Ditjen PP& PL, 2008-2009.
2. Siti Nuryati, Aplikasi Teknik Nuklir untuk Pengendalian Populasi Nyamuk dengan Teknik Serangga Mandul (TSM), Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi BATAN
3. Knipling, E.F., Possibilities of Insect Control or Eradication Through the Use of Sexuality Sterile, *J. Econ. Entomol.* 48, 459-462, 1955.
4. Dep.Kes.RI. Pedoman Promosi Kesehatan dalam Eliminasi Penyakit Kaki Gajah (Eliminasi), Diijen PPM&PL, Jakarta 2004.
5. Dep.Kes.RI, Epidemiologi Filariasis, Ditjend.PP&PL, Jakarta 2005.
6. Buletin AJara, Volume 7 Nomor 1 & 2, Agustus & Desember 2005, 17 - 23.
7. Teknik Serangga Mandul Ampuh Berantas Nyamuk DBD, Selasa, 25 September 2012 17:02 WTB | 3469 Views, Antara News (download tanggal 30 Januari 2014 pukul 12.20).
8. Riyani, Abstrak Tesis Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Sterilitas dan Daya Saing Kawin *Culex quinquefasciatus* di Laboratorium, 2013.
9. Murti, B. 1997. Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, hal 133-137.
10. Kementerian Kesehatan RI, Pedoman Program Eliminasi Filariasis di Indonesia, Penentuan Daerah Endemis Filariasis, 2012.
11. Leemingsawat, S., T. Deesin, S. Vutikes. 1987. Determination of Filariae in Mosquitoes, in *Practical Entomology Malaria and Filariasis* (Eds. Sucharit, S., S. Supavej). The Museum and Reference Centre, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University.
12. Chester J. Stojanovich and Harold George Scott, *Illustrated Key to Culex Mosquitoes of Vietnam*, U.S.Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service Communicable Disease Center Atlanta.
13. Hadian Iman Sasmita dan Beni Emawan. 2014. Kualitas Nyamuk Jantan Mandul *Aedes aegypti*. Hasil Iradiasi Gamma: Efek Iradiasi Pada Fase Pupa dan Dewasa, *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi A Scientific Journal for The Applications of Isotopes and Radiation* Vol. 10 No. 2 Desember 2014.
14. Limb K. Hapairal, Michel A. Cheong Sang, Steven P. Sinkins, Andherve' C. Bossin, "Population Studies of the Filarial Vector *Aedes polynesiensis* (Diptera:

Culicidae) in Two Island Settings of French Polynesia, J. Med. Entomol. 50(5): 965D976 (2013); DOI: hup: dx.doi.orn.10.1003 ML12246.

15. Akhid D, Ali dan Lulus S, "Penandaan Nyamuk Vektor Filariasis *Culex quinquefasciatus* Menggunakan Radioisotop ³²p, Jurnal VEKTORA Vol. II No.2.

Lampiran 1



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
BADAN PENANAMAN MODAL DAERAH**

Alamat : Jl. Mgr. Soegiopranoto No. 1 Telepon : (024) 3547091 – 3547438 – 3541487
Fax : (024) 3549560 E-mail : bpmd@jatengprov.go.id <http://bpmd.jatengprov.go.id>
Semarang - 50131

Semarang, 29 Maret 2016

Nomor : 070/2029/2016
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : Rekomendasi Penelitian

Kepada
Yth. Walikota Pekalongan
u.p Kepala Kantor Kesbangpol
Kota Pekalongan

Dalam rangka memperlancar pelaksanaan kegiatan Kerja Praktek bersama ini terlampir disampaikan Kerja Praktek Nomor 070/0734/04.5/2016 Tanggal 29 Maret 2016 atas nama RR. SUNARYO, SKM, M.Kes dengan judul proposal PEMANFAATAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KEMANDULAN NYAMUK CULEX QUINQUEFASCIATUS SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN VEKTOR FILARIASIS DI KOTA PEKALONGAN, untuk dapat ditindaklanjuti.

Demikian untuk menjadi maklum dan terimakasih.

KEPALA BADAN PENANAMAN MODAL DAERAH
PROVINSI JAWA TENGAH



WILIAH PRATIWI DWIATMOKO, M.Si.
Kabina Utama Madya
NIP.19651204 199203 1 012

Tembusan :

1. Gubernur Jawa Tengah;
2. Kepala Badan Kesbangpol dan Linmas Provinsi Jawa Tengah;
3. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Balai Penelitian dan Pengembangan Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara Kementerian Kesehatan RI;
4. Sdr. SUNARYO, SKM, M.Kes.



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
BADAN PENANAMAN MODAL DAERAH

Alamat : Jl. Mgr. Soegiopranoto No. 1 Telepon : (024) 3547091 – 3547438 – 3541487
Fax : (024) 3549560 E-mail : bpmd@jatengprov.go.id http ://bpmd.jatengprov.go.id
Semarang - 50131

REKOMENDASI PENELITIAN
NOMOR : 070/0734/04.5/2016

- Dasar : 1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 07 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian;
2. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 74 Tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Pelayanan Terpadu Satu Pintu Pada Badan Penanaman Modal Daerah Provinsi Jawa Tengah;
3. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 22 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 67 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah.
- Memperhatikan : Surat Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Balai Penelitian dan Pengembangan Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara Kementerian Kesehatan RI Nomor: LB.02.01/IV.6/399/2016 Tanggal: 28 Maret 2016 Perihal: Permohonan Ijin Penelitian

Kepala Badan Penanaman Modal Daerah Provinsi Jawa Tengah, memberikan rekomendasi kepada :

1. Nama : SUNARYO, SKM, M.Kes
2. Alamat : Penusupan RT 002/RW 005, Kelurahan Kalipelus, Kecamatan Purwanegara, Kab. Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah
3. Pekerjaan : PNS

Untuk : Melakukan Penelitian dengan rincian sebagai berikut :

- a. Judul Proposal : PEMANFAATAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KEMANDULAN NYAMUK *CULEX QUINQUEFASCIATUS* SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN VEKTOR FILARIASIS DI KOTA PEKALONGAN
b. Tempat / Lokasi : Kota Pekalongan, Prov. Jawa Tengah
c. Bidang Penelitian : Kesehatan
d. Waktu Penelitian : 29 Maret s.d 29 Agustus 2016
e. Penanggung Jawab : Sunaryo, SKM, M.Kes
f. Status Peneliti : Baru
g. Anggota Penelitian : Jarohman Raharjo, SKM, M.Kes , Bondan Fajar Wahyudi, SKM , Dra. Ali Rahayu, MS, S.Sos , Eva Lestari, SKM , Vina Yuliana, A.Md, Ratih Sulistyanti, A.Md
h. Nama Lembaga : Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Balai Penelitian dan Pengembangan Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara Kementerian Kesehatan RI

Ketentuan yang harus ditaati adalah :

- a. Sebelum melakukan kegiatan terlebih dahulu melaporkan kepada Pejabat setempat / Lembaga swasta yang akan di jadikan obyek lokasi;
b. Pelaksanaan kegiatan dimaksud tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan pemerintahan;
c. Setelah pelaksanaan kegiatan dimaksud selesai supaya menyerahkan hasilnya kepada Kepala Badan Penanaman Modal Daerah Provinsi Jawa Tengah;
d. Apabila masa berlaku Surat Rekomendasi ini sudah berakhir, sedang pelaksanaan kegiatan belum selesai, perpanjangan waktu harus diajukan kepada instansi pemohon dengan menyertakan hasil penelitian sebelumnya;
e. Surat rekomendasi ini dapat diubah apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan dan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Demikian rekomendasi ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 29 Maret 2016

KEPALA BADAN PENANAMAN MODAL DAERAH
PROVINSI JAWA TENGAH
BPMD
DWIATMOKO

Lampiran 2



PEMERINTAH KOTA PEKALONGAN
KANTOR RISET, TEKNOLOGI DAN INOVASI
Jalan Mataram No. 1 Pekalongan 51111 Telp. (0285) 423984/421093 fax (0285) 424061
Website: <http://www.pekalongankota.go.id> email: ristek@pekalongankota.go.id

SURAT REKOMENDASI RESEARCH / SURVEY
Nomor: 070/281/VI/2016

- I. DASAR :
1. Surat Edaran Gubernur Jawa Tengah Nomor: 070/265/2004 tanggal 20 Februari 2009
- II. MEMBACA :
1. Surat dari Kepala Balai Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang (Balai Litbang P2B2) Banjarnegara Nomor : LR.02.01/TV.6/968/2016 Tanggal 29 Juni 2016
 2. Surat dari Kepala Kantor Kesbangpol Kota Pekalongan Nomor : 070/257/VI/2016 Tanggal 30 Juni 2016
- III. Yang bertandatangan di bawah ini Kepala Kantor Riset, Teknologi dan Inovasi Kota Pekalongan bertindak atas nama Walikota Pekalongan menyatakan **TIDAK KEBERATAN** atas pelaksanaan RESEARCH/SURVEY di wilayah Kota Pekalongan yang dilaksanakan oleh:
1. Nama : Sunaryo, S.KM, M.Sc, dkk.
 2. Instansi : Balai Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang (P2B2)
 3. Pekerjaan : PNS
 4. Alamat : Penusupan RT. 002 RW. 005 Kel. Kalipelus, Kecamatan Purwanegara, Kabupaten Banjarnegara
 5. Penanggung jawab : Budi Santoso, S.KM, M.Kes
 6. Maksud dan Tujuan : Permohonan Izin dan Pengumpulan Data Penelitian Guna Kegiatan Penelitian pada Balai Litbang P2B2 dengan Judul Penelitian : "Pemanfaatan Rediasi Sinar Gamma terhadap Kemandulan Nyamuk *Culex Quinquefasciatus* sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filariasis di Kota Pekalongan"
 7. Lokasi : Kota Pekalongan
 8. Lamanya : 30-06-2016 s.d. 30-09-2016
- Dengan ketentuan sebagai berikut :**
- a. Pelaksanaan research/survey tidak disalah gunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan pemerintah;
 - b. Sebelum research/survey, supaya lapor dahulu kepada pengawas wilayah/camat setempat;
 - c. Apabila masa berlaku Surat Rekomendasi ini telah habis sedang pelaksanaannya belum selesai, maka perpanjangan waktu harus dilakukan kembali kepada Kepala Kantor Riset, Teknologi dan Inovasi Kota Pekalongan;
 - d. Setelah research/survey selesai, harus menyerahkan hasilnya kepada Kepala kantor Riset, Teknologi dan Inovasi Kota Pekalongan.
- IV. Surat Rekomendasi ini akan dicabut dan dinyatakan tidak berlaku lagi, apabila pemegang surat ini tidak menaati ketentuan-ketentuan seperti tersebut diatas.

Dikeluarkan di : Pekalongan
Pada Tanggal : 30-06-2016

a.n. KEPALA KANTOR RISET, TEKNOLOGI DAN INOVASI
KOTA PEKALONGAN
Kepala Seksi Riset



- TEMBUSAN Dikirim Kepada YTH;
1. Walikota Pekalongan (Sebagai laporan);
 2.;
 3. Sdr....., tsb;
 4. Arsip.

Lampiran Surat Rekomendasi Research/Survey
Nomor : 070/281/VI/2016
Tanggal : 30 Juni 2016

Judul Penelitian : Pemanfaatan Radiasi Sinar Gamma terhadap Kemandulan Nyamuk *Culex Quinquefasciatus* sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filariasis di Kota Pekalongan

Waktu Penelitian : 30 Juni 2016 s.d. 30 September 2016

Anggota Peneliti :

No	Nama	Keahlian	Kedudukan dalam Tim
1.	Sunaryo, S.KM, M.Sc	S2 Geografi	Ketua Pelaksana
2.	Tri Ramadhani, S.KM, M.Sc	S2 Entomologi	Peneliti
3.	Drs. Ali Rahayu	Pair BATAN	Peneliti
4.	Jarohman Raharjo, S.KM	S1 Epid	Peneliti
5.	Eva Lestari, S.KM	S1 Epid	Peneliti
6.	Bondan Fajar Wahyudi, S.KM	S1 Kesmas	Peneliti
7.	Vira Yuliana	D3 Kesling	Teknisi
8.	Ratih Sulistiyanti, A.Md	Administrasi	Administri

a.n. Kepala Kantor Riset, Teknologi
dan Inovasi Kota Pekalongan
Kepala Seksi Riset



NUR SLAMET B., S.PI
NIP. 19721201 199903 1 005

Lampiran 3



Gambar 1. Sosialisasi di Dinas Kesehatan Kota Pekalongan



Gambar 2. Iradiasi Pupa *Culex quinquefasciatus* Jantan di Batan



Gambar 3. Rearing Nyamuk *Culex quinquefasciatus*



Gambar 4. Pemasangan BG Sentinel



Gambar 5. Uji Daya Saing Kawin Nyamuk Semi Lapang



Gambar 6. Menyiapkan Tempat Bertelur Nyamuk