

PENGARUH RADIASI SINAR GAMMA PADA NYAMUK *Aedes aegypti* BETINA SEBAGAI DATA PENDUKUNG APLIKASI TEKNIK SERANGGA MANDUL (TSM)

Hadian Iman Sasmita dan Ali Rahayu
Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan
E-mail : sasmita_pk6@yahoo.co.id

ABSTRAK

PENGARUH RADIASI SINAR GAMMA PADA NYAMUK *Aedes aegypti* BETINA SEBAGAI DATA PENDUKUNG APLIKASI TEKNIK SERANGGA MANDUL (TSM). Telah dilakukan percobaan tentang pengaruh radiasi sinar gamma pada nyamuk *Aedes aegypti* betina fase dewasa di laboratorium nyamuk, PATIR, BATAN. Penelitian ini menggunakan kombinasi perkawinan nyamuk *Aedes aegypti* normal dengan nyamuk yang telah diradiasi dengan dosis 70 Gy. Pola kombinasi perkawinan nyamuk sebagai berikut: A) jantan normal dengan betina normal; B) jantan radiasi dengan betina normal; C) jantan radiasi dengan betina normal dan radiasi; D) jantan normal dengan betina radiasi; E) jantan normal dengan betina normal dan radiasi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kombinasi perkawinan yang melibatkan betina radiasi dengan jantan radiasi dan betina normal menghasilkan jumlah rata-rata telur sebanyak 872 butir, semua telur bermorfologi abnormal, tidak ada telur yang menetas menjadi larva. Jumlah penetasan telur dari kombinasi perkawinan yang melibatkan jantan atau betina radiasi berbeda nyata dengan jumlah penetasan telur dari kombinasi perkawinan jantan dan betina normal.

Kata kunci: Aedes aegypti, nyamuk betina, radiasi, kombinasi perkawinan, telur abnormal

ABSTRACT

THE EFFECT OF GAMMA RADIATION ON FEMALE MOSQUITOES (*Aedes aegypti*) AS A SUPPORTING DATA STERILE INSECT TECHNIQUE (SIT) PROGRAMME. Experiments on the effect of gamma radiation on the female mosquitoes (*Aedes aegypti*) were studied at laboratory PATIR, BATAN. The objective of the study is to ensure female mosquitoes that participated on radiation process have no effect on the increasing of mosquito population in the target area. The study uses experimental design by mating normal mosquitoes and mosquitoes that have been irradiated at a dose of 70 Gy. The pattern of mosquitoes mating combinations are: A) normal male with normal female; B) irradiated male with normal female; C) irradiated male with normal and irradiated female; D) normal male with irradiated female; E) normal male with normal and irradiated female. The results show the combination of radiation marriages involving irradiated females and males with normal females produce the number of eggs as many as 872 pieces, all the eggs are abnormal in morphology, no eggs that hatched into larvae. The average numbers of hatching eggs from mating combinations that involving male or female irradiation are significantly different from the average number of hatching eggs from male and female normal mating.

Keywords: *Ades aegypti*, female mosquitoes, radiation, a combination of mating, eggabnormal

PENDAHULUAN

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor pembawa virus Dengue yang menyebabkan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Virus Dengue disebarkan oleh nyamuk betina yang mengambil darah dari satu orang ke orang lain. Darah tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan protein dan proses pematangan sel telur (1). Populasi nyamuk *Aedes aegypti* sulit dikontrol dengan cara-cara konvensional seperti penyemprotan pestisida dan pemberantasan sarang nyamuk (2). Penyemprotan pestisida terkadang tidak dilakukan secara benar, contohnya adalah penggunaan bahan aktif pestisida yang tidak sesuai takaran mengakibatkan efek *knock down* yang diinginkan dari penyemprotan pestisida tidak terjadi. Selain itu, penggunaan senyawa kimia pada pengendalian dengan pestisida dapat meningkatkan potensi keracunan pada manusia, meningkatkan resistensi organisme target dan dapat juga menyebabkan kematian organisme nontarget yang berefek buruk pada kestabilan lingkungan (3). Metode pemberantasan sarang nyamuk dengan program 3M (Menutup, Menguras dan Mengubur) sangat bergantung pada perilaku masyarakat. Hal tersebut membuat program 3M tidak berjalan efektif karena pembentukan perilaku masyarakat membutuhkan waktu yang cukup lama. Kegagalan pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* akan berpengaruh kepada tingginya kasus DBD.

Teknik Serangga Mandul (TSM) merupakan cara pengendalian populasi serangga vektor penyakit, seperti nyamuk *Aedes aegypti* betina. TSM merupakan metode pengendalian yang spesifik terhadap target (spesifik) dan ramah lingkungan. Konsep TSM secara umum adalah produksi serangga yang menjadi target pengendalian dalam jumlah besar, pemandulan dengan memanfaatkan energi radiasi pengion dan pelepasan serangga mandul dengan rasio 9:1 (serangga mandul : serangga di alam). Pelepasan dengan rasio 9:1 mempunyai tujuan agar perkawinan serangga sebagian besar terjadi antara serangga jantan mandul dengan serangga betina alam sehingga ada potensi penurunan populasi serangga target. Jika populasi serangga target dapat dikendalikan (turun), maka laju penyebaran penyakit dapat berkurang (4-5).

Pendekatan TSM dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor pembawa virus Dengue telah dilakukan sejak satu dekade yang lalu. Pendekatan TSM juga pernah dilakukan pada jenis nyamuk lain yang berperan sebagai vektor pembawa penyakit, seperti, *Anopheles* spp., (malaria) dan *Culex* spp. (filariasis) walau hanya

sebatas penelitian di laboratorium (6). Salah satu indikator keberhasilan teknologi TSM pada pengendalian populasi nyamuk adalah kemampuan dalam melepaskan sejumlah besar jantan mandul yang memiliki daya saing kawin yang tinggi terhadap jantan di alam (7). Sebagai penunjang keberhasilan TSM, maka mutlak dibutuhkan teknik untuk mendapatkan nyamuk jantan dalam jumlah banyak. Sejumlah teknik telah banyak dilakukan, Krishnamurthy *et al.* pada tahun 1962 mengenalkan teknik visual, yaitu pemisahan jantan dan betina secara manual dengan tangan berdasarkan perbedaan ukuran pupa. Pupa nyamuk jantan berukuran lebih kecil dari pada betina, tetapi tidak mutlak (8). Sebelumnya, Fay & Morgan (1959) telah menemukan alat semiotomotis berupa pelat kaca yang dapat disesuaikan untuk memisahkan pupa jantan dan pupa betina nyamuk *Culex pipiens*, tapi tidak efektif terhadap *Anopheles albuminus* (9). Pemisahan nyamuk jantan dan betina dengan metode genetika klasik sedang dilakukan. Dasar metode genetika klasik adalah mengeliminasi keberadaan nyamuk betina dengan mengaitkan beberapa faktor pengeliminasi pada kromosom Y (individu jantan). Faktor pengeliminasi yang digunakan antara lain adalah gen ekspresi tahan terhadap temperature tinggi dan gen ekspresi tahan terhadap senyawa pestisida tertentu. Keluaran metode genetika klasik dalam pemisahan jantan dan betina adalah jenis nyamuk jantan yang mempunyai variasi gen tertentu sebagai pembeda antara nyamuk jantan dan betina (*Genetic Sexing Strain – GSS*) (10).

Pendekatan TSM sebagai metode pengendali populasi nyamuk *Aedes albopictus* telah diuji kelayakannya oleh Bellini *et al* (2004). Bellini *et al* telah mampu memproduksi nyamuk jantan mandul dalam jumlah besar (20.000 nyamuk jantan perminggu). Selain itu, pelepasan nyamuk jantan di habitat nyamuk *Aedes albopictus* menghasilkan nilai kepadatan telur dan persentase penetasan telur yang berbeda nyata dengan kontrol secara signifikan. Secara umum, pendekatan TSM untuk pengendalian populasi nyamuk vektor penyakit mempunyai potensi yang baik (11).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan koloni nyamuk yang berasal dari laboratorium pemeliharaan nyamuk *Aedes aegypti*, PATIR, BATAN. Nyamuk dewasa yang akan diradiasi diperoleh dari perendaman telur nyamuk yang telah berumur tiga bulan. Perendaman telur akan menghasilkan larva instar 1 dalam 1--2 jam, kemudian larva-larva

tersebut dipindahkan pada baki pemeliharaan dan diberi makan sampai berubah menjadi pupa. Pupa yang muncul dipisahkan dari koloni larva dengan teknik visual untuk kemudian dipisahkan antara jantan dan betina berdasarkan ukuran larva. Pupa jantan dan betina tersebut dimasukkan ke dalam kandang nyamuk dewasa, untuk mendapatkan nyamuk dewasa berumur kurang dari satu hari sebagai objek penelitian. Pemakaian nyamuk dewasa yang berumur kurang dari satu hari disamakan dengan prosedur pelepasan nyamuk mandul ke alam yang bertujuan untuk meningkatkan daya saing kawin

Perlakuan iradiasi Gamma terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dewasa menggunakan sumber radiasi ^{60}Co di iradiator Gamma Chamber 4000-A. Dosis radiasi yang diberikan adalah 70 Gy. Setelah iradiasi, dua puluh ekor nyamuk tersebut akan dikawinkan dengan kombinasi perkawinan sebagai berikut:

Tabel 1. Kombinasi perkawinan nyamuk *Aedes aegypti*

No	Kombinasi Perkawinan
1	Normal Jantan X Normal Betina
2	Jantan Radiasi X Normal Betina
3	Jantan Radiasi X Normal Betina X Betina Radiasi
4	Normal Jantan X Betina Radiasi
5	Normal Jantan X Normal Betina X Betina Radiasi

Setelah dua hari perkawinan, koloni nyamuk diberi pakan darah marmut untuk proses pematangan sel telur. Setelah diberi pakan darah, nyamuk betina dibiarkan selama dua hari untuk menyelesaikan proses oviposisi (pematangan telur). Telur nyamuk dikoleksi dengan menggunakan ovitrap.

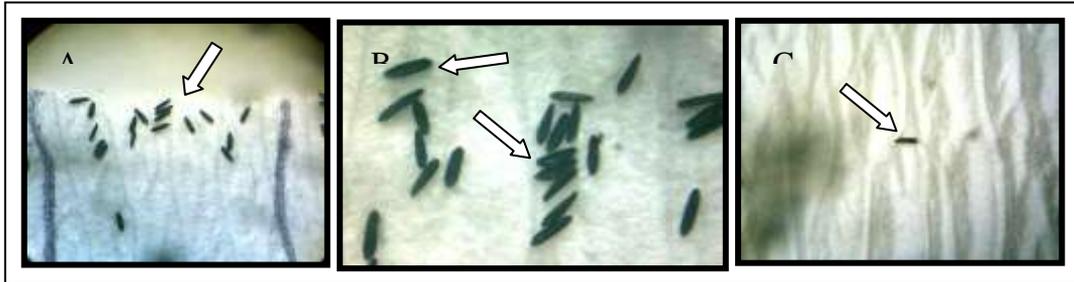
Pengamatan dari setiap kombinasi perkawinan adalah jumlah telur abnormal, jumlah penetasan telur dan jumlah serangga mati.

Setelah pengamatan, telur-telur tersebut direndam dalam air bersuhu 26--28 °C., Jumlah telur yang menetas menjadi larva dihitung dengan dengan interval waktu 12 jam sekali sampai kontrol (normal jantan dengan normal betina) tidak menunjukkan adanya penetasan. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan taraf faktor tunggal, yaitu kombinasi perkawinan. Setiap kombinasi perkawinan

menggunakan tiga kali ulangan disertai dengan kontrol. Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif.. Data jumlah telur yang dihasilkan dan jumlah penetasan ditabulasi dengan menggunakan software microsoft excell dan dianalisis menggunakan Statistical Analysis System (SAS) 9.1.3 portable untuk mendapatkan analisis sidik ragam. Uji lanjutan dilakukan dengan uji Selang Ganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi telur abnormal pada kombinasi perkawinan jantan yang diradiasi dengan betina normal maupun betina yang diiradiasi mencapai angka 100%.Melalui pengamatan di bawah mikroskop pada perbesaran 40 kali, morfologi telur yang dihasilkan dari kombinasi perkawinan tersebut menunjukkan terbentuknya embrio, tetapi tidak sempurna.Sebagian telur yang tidak terbentuk embrio (Gambar 1).Telur nyamuk *Aedes aegypti* normal adalah berbentuk lonjong dengan ujung lancip.Panjangnya adalah satu mm. Warna telur *Aedes aegypti* adalah putih sesaat sesudah dikeluarkan, kemudian lama-kelamaan berubah menjadi hitam (12).

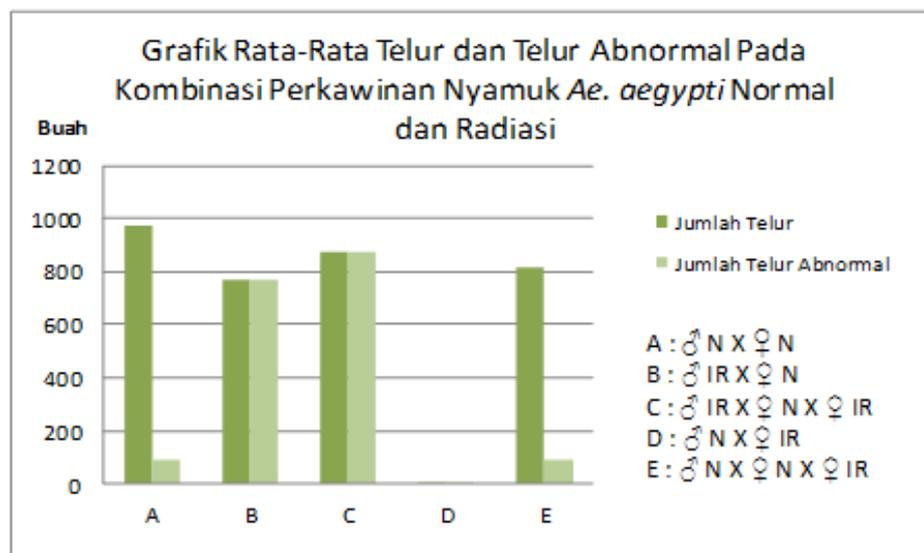


Gambar 1. A. Morfologi telur normal; B. Morfologi telur kosong; C. Morfologi telur abnormal (embrio tidak berkembang).

Jumlah telur yang dihasilkan dari masing-masing kombinasi perkawinan dapat dilihat pada gambar 2.Dari dua puluh individu yang dikawinkan pada percobaan tersebut, kombinasi perkawinan antara jantan normal dan betina normal (kontrol) menghasilkan jumlah rata-rata telur terbanyak jika dibandingkan dengan kombinasi perkawinan yang lain, yaitu 970 butir. Sedangkan kombinasi perkawinan antara jantan normal dan betina yang diiradiasi menghasilkan jumlah rata-rata telur yang paling sedikit, yaitu tujuh butir. Jumlah telur yang dihasilkan oleh kombinasi normal tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa nyamuk betina dapat menghasilkan 100--200 butir dalam satu kali

bertelur. Seharusnya, telur yang dihasilkan oleh dua puluh nyamuk betina normal dapat mencapai dua puluh ribu telur. Namun, jumlah telur yang dihasilkan oleh nyamuk betina sangat dipengaruhi oleh pasokan pakan darah. Kurangnya pasokan darah dapat disebabkan oleh rambut-rambut pada marmut yang menghalangi proboscis nyamuk mencapai pembuluh darah (12).

Jumlah telur dari kombinasi perkawinan B lebih sedikit jika dibandingkan dengan C. Hal tersebut terjadi karena jumlah betina pada kombinasi perkawinan B lebih sedikit (dua puluh betina) dari pada kombinasi perkawinan C (empat puluh betina). Kombinasi perkawinan C melibatkan dua puluh betina yang diiradiasi, tetapi penelitian ini belum dapat menentukan telur yang dihasilkan dari kombinasi perkawinan tersebut berasal dari betina normal atau betina yang diiradiasi.



Uji sidik ragam pada jumlah telur yang dihasilkan dari tiap perkawinan menunjukkan bahwa paling tidak terdapat satu nilai rata-rata yang berbeda nyata dengan nilai yang lain. Analisis dilanjutkan dengan uji selang ganda Duncan. Hasil menunjukkan bahwa jumlah rata-rata telur yang dihasilkan dari kombinasi perkawinan betina normal dan jantan normal (A) berbeda nyata dengan semua kombinasi perkawinan, begitu juga dengan kombinasi perkawinan jantan normal dan betina radiasi (D). Jumlah rata-rata telur yang dihasilkan dari kombinasi perkawinan jantan radiasi dan betina normal (B) tidak berbeda nyata dengan jumlah rata-rata telur yang dihasilkan dari kombinasi perkawinan jantan normal, betina normal dan betina radiasi (E). Begitu juga dengan kombinasi perkawinan jantan radiasi, betina normal dan betina radiasi (C), jumlah rata-rata telur

yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan jumlah rata-rata telur yang dihasilkan dari kombinasi perkawinan jantan normal, betina normal dan betina radiasi (E).

Telur-telur yang berasal dari kombinasi perkawinan yang melibatkan nyamuk yang diradiasi, baik jantan dan betina, tidak menunjukkan terdapat penetasan telur menjadi larva. Kombinasi perkawinan jantan mandul dan betina normal (B) merupakan konsep yang digunakan pada TSM, kombinasi tersebut tetap melangsungkan perkawinan, ditandai dengan adanya telur yang dikeluarkan oleh betina sebanyak 768 butir, tetapi tidak satupun telur yang dikeluarkan menetas menjadi larva, atau dengan kata lain, keberhasilan memandulkan mencapai 100%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Nurhayati (2006) yang menyatakan bahwa, dosis radiasi sebesar 70 Gy akan memandulkan nyamuk jantan 100% (13). Perkawinan antara jantan radiasi, betina normal dan betina radiasi (C) merupakan rancangan simulasi untuk menjawab tujuan penelitian ini. Terdapat nyamuk betina yang ikut teradiasi dan ikut terlapas pada daerah target. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi perkawinan C tetap menghasilkan telur sebanyak 873 butir, tetapi telur yang dihasilkan adalah telur abnormal, sama seperti kombinasi perkawinan B. Telur abnormal tidak akan menetas menjadi larva, sehingga persentase penetasan pada kombinasi perkawinan tersebut adalah 0%.

Uji sidik ragam pada jumlah penetasan dari telur yang dihasilkan oleh tiap perkawinan menunjukkan bahwa paling tidak terdapat satu nilai rata-rata yang berbeda nyata dengan nilai yang lain. Analisis dilanjutkan dengan uji selang ganda Duncan. Jumlah penetasan dari telur yang dihasilkan oleh kombinasi perkawinan yang melibatkan nyamuk radiasi, baik jantan maupun betina berbeda nyata dengan kontrol (jantan normal dan betina normal), sedangkan jumlah penetasan telur dari kombinasi perkawinan yang terdapat penambahan betina radiasi tidak berbeda nyata dengan kombinasi tanpa penambahan betina radiasi (kombinasi perkawinan B & C serta A & E) (Tabel 1).

Jumlah telur yang dihasilkan oleh kombinasi perkawinan jantan normal dan betina radiasi hanya menghasilkan tujuh buah telur, empat diantaranya mempunyai morfologi yang abnormal. Menurut Benedict (2010), pendekatan TSM dapat lebih mudah memandulkan serangga betina dari pada serangga jantan (14). Energi radiasi yang diperlakukan pada nyamuk betina dapat menyebabkan mutasi pada sel telur ataupun pada kelenjar kelamin (ovarium), sehingga telur yang dihasilkan tidak memiliki embrio yang baik untuk menetas. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Nurhayati, 2006) yang

menyatakan bahwa mutasi lethal dominan tidak menghambat proses pembentukan gamet jantan maupun betina tetapi iradiasi menyebabkan mutasi yang merusak inti sel telur sehingga tidak menghasilkan embrio yang baik (lethal) (13).

Tabel 1. Data hasil perkawinan nyamuk normal dan radiasi dengan berbagai kombinasi.

Kombinasi Kawin	Rerata Telur	Rerata Telur Abnormal	% Telur Abnormal	Rerata Penetasan	% Penetasan	Σ kematian Ind.	
						Jantan	Betina
A	970a	91c	9.38	848a	87.42	17	2
B	768c	768b	100	0c	0	9	2
C	872b	872a	100	0c	0	9	3
D	7d	4d	57.14	0c	0	15	2
E	814bc	86c	10.56	691b	84.889	13	5

Keterangan:

A: ♂ N X ♀ N

B: ♂ IR X ♀ N

C: ♂ IR X ♀ N X ♀ IR

D: ♂ N X ♀ IR

E: ♂ N X ♀ N X ♀ IR

KESIMPULAN

1. Kombinasi perkawinan yang melibatkan betina radiasi dengan jantan radiasi dan betina normal menghasilkan jumlah telur sebanyak 872 butir, semua telur merupakan telur bermorfologi abnormal, tidak ada telur yang menetas menjadi larva.
2. Jumlah penetasan telur dari kombinasi perkawinan yang melibatkan jantan atau betina radiasi berbeda nyata dengan jumlah penetasan telur dari kombinasi perkawinan jantan dan betina normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ir. Budi Santoso sebagai pembimbing dalam terlaksananya penelitian ini. Tidak lupa peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada rekan teknisi atas bantuan ide dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- SUPARTHA, I WAYAN, 2008, Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, *Aedes aegypti* (Linn.) dan *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae), Pertemuan Ilmiah Universitas Udayana, Denpasar: 15 hlm.
- NURCAHYO. 1996. Memberantas Binatang Pengganggu di Lingkungan Rumah. Penebar Swadaya, Jakarta: vii + 273 hlm.
- MEGAN R. WISE DE VALDEZA, DERRIC NIMMOB, JOHN BETZA, HONG-FEI GONGB, ANTHONY A. JAMESC, LUKE ALPHEY, AND WILLIAM C. BLACK. 2011. Genetic elimination of dengue vector mosquitoes. PNAS, 12: 4775.
- DYCK VA, HENDRICHS J, ROBINSON AS. 2005. Sterile Insect Technique: Principles and practice in Area-Wide Integrated Pest Management (Springer, The Netherlands).
- KNIPLING EF. 1955. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. J Econ Entomol, 48:459-469.
- YAKOB L, ALPHEY L, BONSALE M. 2008. *Aedes aegypti* control: The concomitant role of competition, space and transgenic technologies. J Appl Ecol 45:1258–1265.
- HELINSKI ME, PARKER AG, KNOLS BG. 2009. Radiation biology of mosquitoes. Malaria Journal 8(Suppl 2): S6, <http://www.malariajournal.com/content/8/S2/S6> 31 Oktober 2012, pk. 11.00.
- KRISHNAMURTHY BS, RAY SN, JOSHI GC. 1962. A note on preliminary field studies of the use of irradiated males for reduction of *C. fatigans* Wied. populations. Indian J Malariol, 16:365-373.

- FAY RW, MORLAN HB. 1959. A mechanical device for separating the developmental stages, sexes and species of mosquitoes. *Mosq News*, 19:144-147.
- PAPATHANOS, PHILIPPOS A., HERVÉ C BOSSIN, MARK Q BENEDICT, FLAMINIA CATTERUCCIA, COLIN A MALCOLM, LUKE ALPHEY DAN ANDREA CRISANTI. 2009. Sex separation strategies: past experience and new approaches. *Malaria Journal* 2009, 8(Suppl 2):S5, <http://www.malariajournal.com/content/8/S2/S5>, 8 November 2012, pk. 09.00.
- MORTIMER, R. 1998. *Aedes aegypti* and Dengue Fever .Retrieved on 2007-05-19.
- BELLINI, R., M. CALVITTI, A. MEDICI, M. CARRIERI, G. CELLI, AND S. MAINI. 2007. Use of the sterile insect technique against *Aedes albopictus* in Italy: first results of a pilot trial, pp. 505-515. In M.J.B. Vreysen, A. S. Robinson, and J. Hendrichs (eds.), *Area-wide control of insect pests: from research to field implementation*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- NURHAYATI, SITI, BUDI SANTOSO, ALI RAHAYU, DAN DEVITA TETRIANA.2009. Pengaruh Radiasi sinar Gamma Terhadap Daya Saing Kawin Nyamuk *Aedes aegypti* Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD).Prosiding Seminar Nasional Keselamatan dan Lingkungan V, Depok.
- MARK Q BENEDICT, BART GJ KNOLS, HERVÉ C BOSSIN, PAUL I HOWELL, ERIC MIALHE, CARLOS CACERES DAN ALAN S ROBINSON. 2009. Colonisation and mass rearing: learning from others, *Malaria Journal*, 8(Suppl 2):S4,<http://www.malariajournal.com/content/8/S2/S4> 31 November 2012, pk. 11.15.

DISKUSI

NURROBIFAHMI

1. Apa yang menyebabkan nyamuk radiasi tidak berdampak pada meningkatnya populasi nyamuk di alam ?.
2. Bagaimana pengaruh dosis radiasi apabila dosis tersebut lebih dari 70 Gy ?.

HADIAN IMAN SASMITA

1. Dari percobaan laboratorium diketahui bahwa betina yang diradiasi tidak menghasilkan telur yang menetas menjadi larva baik itu perkawinan dengan jantan normal/jantan radiasi.
2. Telah dipelajari pada makalah lain bahwa makin tinggi dosis radiasi maka daya saing kawin akan semakin rendah.

MEGY STEFANUS

Setelah melakukan iradiasi terhadap nyamuk betina dan nyamuk tersebut menghasilkan telur, selanjutnya apakah telur yang dihasilkan ada yang berubah secara genetiknya, atau setelah menjadi dewasa nyamuk tersebut menjadi mandul ?.

HADIAN IMAN SASMITA

Pada penelitian ini tidak spesifik dipelajari komponen genetika dari telur-telur hasil perkawinan betina radiasi. Tapi pada teori telah diketahui bahwa radiasi akan merusak struktur basa-basa nitrogen dari DNA yang menyebabkan nyamuk tersebut lemah.

AKHMAD RASJID

1. Berapa % kemungkinan serangganya tidak mandul setelah proses radiasi ?. Mengapa ?.
2. Apa ada kemungkinan perkawinan antara nyamuk radiasi jantan dan nyamuk radiasi betina menghasilkan telur yang normal ?.

HADIAN IMAN SASMITA

1. Untuk dosis 70 Gy sudah diteliti 100% tanda untuk nyamuk *aedes acgypti*
2. Telah diteliti pada percobaan ini perkawinan antara nyamuk jantan radiasi dengan nyamuk betina radiasi hanya menghasilkan 7 telur, morfologinya 4 tidak normal dan 3 normal. Tapi dari 3 normal tersebut tidak ada yang menetas.

ANGGI NICO FLATIAN

Parameter apa saja yang diamati sampai dikatakan telur abnormal ?.

HADIAN IMAN SASMITA

Parameternya hanya morfologi telur dibawah mikroskop (bentuk ukuran warna dan ada tidaknya embrio).