

Efektivitas Dari Tanaman Zodia (*Evodia Suaveolens*) Sebagai Insektisida Nabati Nyamuk *Aedes aegypti* Penyebab Demam Berdarah

Anniza Agustina¹, Betta Kurniawan², M. Yusran³

¹Mahasiswa, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Bagian Ilmu Penyakit Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit menular di masyarakat. Infeksi virus dengue melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* ke manusia sebagai vektornya. Pemberantasan vektor menggunakan insektisida harus ramah lingkungan dan aman bagi ekosistem. Insektisida nabati dipilih sebab mudah didapat dan ramah terhadap lingkungan. Tanaman Zodia sudah banyak digunakan oleh masyarakat khususnya masyarakat Papua sebagai anti nyamuk. Karena kandungan *evodiamine*, *rutaecarpine*, dan *linalool*, *a-pinene* yang sangat efektif sebagai zat pengusir nyamuk. Tiga cara kerja insektisida nabati bekerja yaitu: racun kontak, racun gas dan racun perut. Penelitian dengan menghitung jumlah nyamuk rata – rata jumlah nyamuk yang hinggap pada lengan probandus dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% membuktikan bahwa konsentrasi 25% memiliki daya protektif lebih lama yakni 4 jam dengan rata-rata 91%. Penelitian lainnya mengatakan bahwa konsentrasi daun Zodia mampu bertahan lima jam dengan konsentrasi 60% walaupun hanya memiliki daya protektif 48% saja. Penambahan aroma harum yang bersifat *fixatif* dapat meningkatkan daya protektif. Tanaman Zodia ini mengandung *linalool* (46%) dan *a-pinene* (13,26%). *Linalool* didalam minyak atsiri daun zodia terdapat bahan aktif seperti *evodiamine* dan *rutaceacarpine* mempunyai rasa pahit dan aroma yang khas.

Kata kunci: *Aedes aegypti*, daun zodia, demam berdarah

Effectiveness of Zodia (*Evodia Suaveolens*) Plants as *Aedes aegypti* Vegetable Insecticide Causes of Dengue Fever

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a problem of one infectious disease in the community. Dengue virus infection through *Aedes aegypti* mosquito bites to humans as a vector. Eradication of vectors using insecticides must be environmentally friendly and safe for the ecosystem. Vegetable insecticide was chosen because it is easy to obtain and friendly to the environment. Zodia plants have been widely used by the people, especially the people of Papua as an anti-mosquito. Because of the content of *evodiamine*, *rutaecarpine*, and *linalool*, *a-pinene* is very effective as a mosquito repellent. Three ways of working plant-based insecticides work, namely: contact poison, gas poison and stomach poison. Research by calculating the average number of mosquitoes - the number of mosquitoes perched on the probandus arm with a concentration of 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% proves that the concentration of 25% has a longer protective power of 4 hours with an average of an average of 91%. Other studies say that the concentration of Zodia leaves can last five hours with a concentration of 60% even though it has only 48% protective power. The addition of a fragrant aroma that is fixative can increase protective power. This zodia plant contains *linalool* (46%) and *a-pinene* (13.26%). *Linalool* in zodia leaf essential oils have active ingredients such as *evodiamine* and *rutaceacarpine* which have a bitter taste and distinctive aroma.

Keywords: *Aedes aegypti*, dengue fever, zodia leaves

Korespondensi: Anniza Agustina. Jl. Raden Gunawan, Perumahan Nuwou Sriwijaya Permai Blok C2 No. 10. Hajimena, Natar, Lampung Selatan. Email: anniza43@gmail.com. 081247490377

Pendahuluan

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan masalah salah satu penyakit menular di masyarakat

yang jumlah penderitanya cenderung meningkat dan penyebarannya semakin luas terutama menyerang anak-anak di Indonesia, karena masih banyak daerah

yang endemik.¹ Penyakit ini disebabkan oleh infeksi virus dengue yang termasuk kelompok virus (Arboviruses), melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* ke manusia sebagai vektornya. Angka kesakitan DBD tahun 2013 tercatat 45,85 per 100.000 penduduk (112.511 kasus) dengan angka kematian sebesar 0,77 % (871 kematian).² Pada tahun 2014 ini sampai awal bulan April tercatat angka kesakitan DBD sebesar 5,17 per 100.000 penduduk (13.031 kasus) dengan angka kematian sebesar 0,84% (110 kematian).³ Pada tahun 2001 World Health Organization (WHO) memasukkan Indonesia kategori "A" dalam stratifikasi DBD yang mengindikasikan tingginya angka perawatan rumah sakit dan kematian akibat DBD.⁴

Pemberantasan vektor menggunakan insektisida merupakan cara yang sering digunakan karena dapat menurunkan populasi vektor dengan cepat dan dalam waktu singkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat (75,67%) menggunakan insektisida sebagai pilihan pengendalian nyamuk sedangkan 24,3% memilih tidak menggunakan insektisida atau justru menggunakan pendalian lain seperti upaya fisik/mekanik.⁵ Namun upaya penggunaan insektisida ini memiliki beberapa masalah seperti tercemarnya lingkungan, membunuh organisme non target dan justru menimbulkan resistensi vektor. Maka dari itu dibutuhkan cara lain untuk membunuh vektor yang aman bagi lingkungan dan tidak mengganggu ekosistem. Beberapa insektisida sintesis sudah terbukti menimbulkan resistensi. Cara menguji resistensinya terhadap nyamuk *Aedes* sp. bisa dilakukan dengan melihat angka kematian nyamuk yang berada di dalam tabung *holding*.⁶

Di masyarakat sendiri saat ini dalam mengendalikan nyamuk menggunakan anti nyamuk semprot, bakar, dan *lotion* anti nyamuk yang dijual

dipasaran yang terbuat dari bahan-bahan kimia. Dampak dari insektisida kimia adalah residu yang bahan aktifnya sulit terurai di alam. Dampak negatif tersebut perlu dihindarkan dengan mengganti insektisida kimia dengan insektisida alami.⁷

Tanaman zodia sebenarnya sudah banyak digunakan oleh masyarakat khususnya masyarakat Papua, namun masyarakat belum banyak yang mengetahui bahwa tanaman zodia bisa menjadi insektisida yang alami. Cara kerjanya dengan menghasilkan aroma tajam dan tahan lama, sehingga nyamuk tidak suka. Selain itu terdapat kandungan *evodiamine*, *rutaecarpine*, dan *linalool*, *a-pinene* yang sangat terkenal sebagai zat pengusir nyamuk.⁸

Isi

DBD merupakan salah satu penyakit menular di masyarakat yang jumlah penderitanya cenderung meningkat dan penyebarannya semakin luas terutama menyerang pada anak-anak.¹

Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* yaitu:⁹

Divisio : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Diptera
Famili : Culicidae
Genus : *Aedes*
Spesies : *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* termasuk dalam kelompok serangga yang mengalami metamorphosis sempurna dengan bentuk siklus hidup berupa telur, larva (beberapa instar), pupa, dan dewasa.¹⁰ Stadium telur, jentik, dan kepompong hidup di dalam air. Pada umumnya telur akan menetas menjadi jentik dalam waktu \pm 2 hari setelah telur terendam air. Stadium jentik biasanya berlangsung 6-8 hari, dan stadium kepompong berlangsung antara 2-4 hari. Pertumbuhan dari telur menjadi nyamuk dewasa selama 9-10 hari. Umur

nyamuk betina bisa mencapai 2-3 bulan.¹¹

Tempat perindukan utama nyamuk *Aedes aegypti* adalah tempat-tempat berisi air jernih yang berdekatan letaknya dengan rumah penduduk, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah. Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa betina menghisap darah manusia pada siang hari yang dilakukan baik di dalam rumah ataupun di luar rumah. Kemampuan terbang nyamuk *Aedes aegypti* betina sekitar 40 meter dan maksimal 100 meter, namun dapat terbang lebih jauh bila terbawa angin.¹¹

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang dapat membunuh serangga.¹² Ada 2 jenis insektisida, insektisida sintetis dan insektisida nabati. Insektisida sintetis ditujukan untuk mengendalikan populasi vektor, sehingga diharapkan penularan penyakit dapat ditekan seminimal mungkin. Cara yang dapat dilakukan diantaranya dengan penggunaan *repellent*, insektisida untuk penyemprotan (*spray, fogging*) efektif untuk nyamuk dalam daur hidup dewasa, dan larvasida untuk pengendalian larva.²² Insektisida sintetis yang digunakan dalam pengendalian nyamuk adalah parathion, malathion, dan diklorvos.⁸

Insektisida nabati atau insektisida botani adalah bahan alami berasal dari tumbuhan yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, fenolik, dan zat kimia sekunder lainnya.⁸

Senyawa bioaktif yang terdapat pada tanaman dapat dimanfaatkan seperti layaknya insektisida sintetis. Perbedaannya adalah bahan aktif pada insektisida nabati diperoleh dari tumbuhan dan jenisnya dapat lebih dari satu macam (campuran). Bagian tumbuhan seperti daun, bunga, buah, biji, kulit, batang dapat digunakan dalam bentuk utuh, bubuk, ataupun ekstraksi

(dengan air, atau senyawa pelarut organik). Insektisida nabati dapat dibuat secara sederhana dan kemampuan yang terbatas. Bila senyawa atau ekstrak ini digunakan di alam (*biodegradable*), sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia maupun ternak karena residunya mudah hilang.⁸

Cara kerja insektisida nabati dalam membunuh hama dapat dibedakan menjadi tiga golongan.¹²

1. Racun Perut

Insektisida yang termasuk golongan ini pada umumnya dipakai untuk membasmi serangga-serangga pengunyah, penjilat, dan penggigit. Daya bunuhnya melalui perut. Insektisida masuk ke dalam perut serangga melalui mulut, diabsorpsi ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan.

2. Racun Kontak

Serangga yang mempunyai bagian mulut untuk menggigit dan mengambil makanannya dari bawah permukaan daun atau bagian tanaman lainnya dan tidak terkena racun yang disemprotkan atau ditebarkan pada permukaannya, harus dihadapi dengan racun kontak. Insektisida jenis racun kontak, membunuh hewan sasaran dengan masuk ke dalam tubuh melalui kulit, menembus saluran darah, atau dengan melalui saluran pernafasan. Racun jenis ini dapat digunakan dalam bentuk cairan atau tepung.

3. Racun Gas

Jenis racun yang disebut juga fumigant ini digunakan terbatas pada ruangan-ruangan tertutup. Insektisida masuk melalui pernapasan dan melalui permukaan badan serangga. Insektisida ini dapat diterapkan pada semua jenis serangga tanpa melihat jenis mulutnya.



Gambar 1. Tanaman Daun Zodia⁸

Zodia memiliki nama latin *Evodia suaveolens*. Tanaman perdu ini berasal dari keluarga Rutaceae. Tinggi tanaman 0,3 – 2 m dan panjang daun tanaman dewasa 20-30cm.

Tanaman zodia berasal dari Papua. Namun saat ini sudah banyak ditemukan di Pulau Jawa, bahkan sering dijumpai di halaman rumah atau kebun sebagai tanaman hias. Tanaman ini tumbuh baik pada ketinggian 400– 1.000 mm di atas permukaan laut.⁸

Tanaman zodia menghasilkan aroma cukup tajam yang disebabkan karena adanya kandungan *evodiamine* dan *rutaecarpine*, sehingga tidak disukai serangga.²¹ Daun zodia terasa pahit,

rebusan kulit batangnya bermanfaat sebagai pereda demam malaria. Daun zodia dapat disuling untuk menghasilkan minyak atsiri yang mengandung bahan aktif *evodiamine* dan *rutaecarpine*. Kedua bahan inilah yang membuat nyamuk tidak suka dengan tanaman ini.⁸

Tanaman zodia ini digunakan sebagai pengusir nyamuk, baik di dalam ruangan maupun di pekarangan. Oleh masyarakat Papua tanaman ini digunakan sebagai penghalau serangga, khususnya nyamuk. Daun zodia yang terasa pahit, kadang-kadang digunakan sebagai obat tradisional, antara lain sebagai tonik untuk menambah stamina tubuh, sementara rebusan kulit batangnya bermanfaat sebagai pereda demam malaria.⁸

Pada penelitian yang dilakukan oleh Erlina tahun 2015 didapatkan bahwa rata-rata daya tolak nyamuk yang paling efektif adalah pada konsentrasi 25%.¹³ Dijelaskan pada gambar 2. Penyebab nyamuk tidak mendekat yaitu adanya kontak dengan cairan *lotion* daun zodia yang mengandung bahan aktif *linalool* yaitu senyawa fenol yang mempunyai daya *repellent* nyamuk.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Jumlah Nyamuk yang Hinggap pada lengan⁸

Linalool adalah golongan *terpenoid* yang ditemukan secara alami

pada tanaman yang dalam jangka waktu tertentu mampu mempengaruhi sistem

syaraf seragga. *Linalool* juga digunakan untuk pengusir nyamuk.¹⁸ Tanaman zodia ini mengandung *linalool* (46%) dan *a-pinene* (13,26%) dimana *linalool* sudah terkenal sebagai pengusir nyamuk.⁸ *Linalool* didalam minyak atsiri daun zodia terdapat bahan aktif seperti *evodiamine* dan *rutaceacarpine* mempunyai rasa pahit dan aroma yang khas. Minyak atsiri yang ada pada *lotion* akan menguap dan mengeluarkan aroma khas yang mengganggu kemampuan reseptor nyamuk untuk mengenal bahan atraktan yang dikeluarkan oleh kulit probandus sehingga nyamuk terorientasi untuk menghindari. Perilaku tersebut terjadi karena reseptor kimia nyamuk menerima rangsangan dari minyak atsiri daun zodia.¹⁵ Ketika aroma minyak atsiri daun zodia terdeteksi oleh reseptor pencium maka reseptor akan mengubahnya menjadi impuls, dan diteruskan oleh akson syaraf ke syaraf pusat, kemudian akan terjadi integrasi pada syaraf motorik ke otak sehingga nyamuk menghindari.¹⁶

Berdasarkan penelitian Erlina, dapat disimpulkan bahwa *lotion* ekstrak daun zodia (*Evodia suaveolens*) efektif sebagai *repellent* karena kandungan zat aktif yang ada pada daun zodia tersebut dapat mempengaruhi jumlah rata-rata nyamuk yang hinggap pada lengan.^{13,23}

Pada penelitian Werdiningsih dan Amalia tahun 2018 didapatkan hasil pada konsentrasi 30% daya tolak mencapai jam ke empat, untuk konsentrasi 40% daya tolak nyamuk *Aedes sp.* pada lengan subyek perlakuan adalah sampai jam keempat, untuk konsentrasi 50% daya tolak nyamuk *Aedes sp.* pada lengan subyek perlakuan sampai jam keenam sedangkan pada konsentrasi 60% persentase daya tolak nyamuk *Aedes sp.* pada lengan subyek perlakuan setelah pengolesan *lotion* ekstrak daun zodia mencapai jam keenam. Dijelaskan pada gambar 3.¹⁶

Pada penelitian Hasan Boesri dkk menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan

dosis 100% yang mampu menolak gigitan nyamuk perjam diatas 80% salah satunya adalah ekstrak daun Zodia yang mampu menolak sampai 2 jam sebanyak 84,5%.¹⁷

Hasil penelitian Asliah dkk menunjukkan bahwa ekstrak zodia *Evodia suaveolens* yang paling efektif menghalau nyamuk terhadap empat waktu pengamatan adalah 12,5% dan 25% yang dimana tidak berbeda nyata dengan antinyamuk X yang mengandung DEET (N,N-dietil-m-toluamid).¹⁸

Hasil penelitian Mahmudi dkk menunjukkan mortalitas nyamuk perlakuan kontrol 0%; mortalitas nyamuk dengan insektisida zodia 28%; mortalitas nyamuk dengan insektisida serai 16,4%; dan mortalitas nyamuk dengan insektisida kombinasi serai dan zodia 43,2%. Hasil analisis uji One Way ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan dan cenderung mengalami peningkatan mortalitas nyamuk setelah diberi perlakuan. Insektisida yang lebih efektif dalam mengakibatkan mortalitas pada nyamuk yaitu insektisida kombinasi serai dan daun zodia.¹⁹

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Dolih dkk. mengenai uji aktivitas anti nyamuk dengan pemanfaatan bahan alam dari ekstrak daun Zodia (*Evodia suaveolens*) terhadap nyamuk *Culex fatigans* dalam sediaan krim, menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak daun zodia pada krim menunjukkan efektivitas antinyamuk meningkat sesuai dengan bertambahnya konsentrasi. Efektivitas tertinggi ditunjukkan pada konsentrasi 12,5 % b/b.²⁰

Hasil menyebutkan bahwa agar daun Zodia (*Evodia suaveolens*) memiliki efektifitas sama dengan *lotion* anti nyamuk berbahan kimia sintetik, maka caranya dengan meningkatkan daya proteksi berupa penambahan zat yang bersifat *fixatif* (minyak nilam) untuk

menahan aromanya menjadi lebih harum.¹⁶



Gambar 3. Efek Pemakaian *Lotion* Ekstrak Daun Zodia (*Evodia suaveolens*) Terhadap responden pada skala laboratorium¹

Lotion dengan konsentrasi 60% mampu menahan hingga lima jam dengan daya proteksi 48%. Minyak atsiri selasih, serih wangi, lavender dan limonene berfungsi sebagai penolak nyamuk karena mampu bertahan selama enam jam meskipun daya proteksinya tidak mencapai lebih dari 90% hingga jam ke enam. Pemberian konsentrasi ekstrak yang rendah maka pengaruh yang ditimbulkan pada serangga akan semakin rendah, sebaliknya pemberian konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi maka pengaruh yang ditimbulkan juga tinggi karena daya kerja suatu senyawa sangat ditentukan oleh besarnya konsentrasi yang diberikan.

Ringkasan

DBD merupakan masalah salah satu penyakit menular di masyarakat yang jumlah penderitanya cenderung meningkat karena masih banyak daerah yang endemik. Pemberantasan vektor menggunakan insektisida merupakan cara yang sering digunakan. Di masyarakat sendiri saat ini dalam mengendalikan nyamuk menggunakan anti nyamuk semprot, bakar, dan *lotion* anti nyamuk yang dijual dipasaran yang terbuat dari bahan-bahan kimia.

Tanaman zodia berasal dari Papua, namun masyarakat belum banyak yang mengetahui bahwa tanaman zodia bisa menjadi insektisida yang alami. Cara kerjanya dengan menghasilkan aroma tajam dan tahan lama, sehingga nyamuk tidak suka. Selain itu terdapat kandungan *evodiamine*, *rutaecarpine*, dan *linalool*, *a-pinene* yang efektif sebagai zat pengusir nyamuk.

Insektisida nabati bekerja dengan 3 cara yaitu : racun kontak, racun gas dan racun perut. Penelitian Erlina mendapatkan konsentrasi terbaik daun Zodia 25% dengan daya protektif 91%. Pada penelitian Werdiningsih dan Amalia tahun 2018 konsentrasi terbaik pada nilai 60% dengan daya protektif 48%. Semakin meningkat konsentrasi, maka akan semakin lama daya protektifnya, namun akan semakin berkurang efektifitasnya.

Simpulan

Daun Zodia dapat digunakan sebagai insektisida nabati yang ramah lingkungan dan tidak mengganggu ekosistem. Kandungan *evodiamine*, *rutaecarpine*, dan *linalool*, *a-pinene* yang efektif sebagai zat pengusir nyamuk.

Daftar Pustaka

1. Widoyono. Penyakit Tropis. Jakarta: Erlangga; 2011
2. Dinkesprov. Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah tahun 2011. Semarang: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah; 2011
3. Kemenkes RI. Buletin Jendela Epidemiologi Demam Berdarah Dengue. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2010.
4. Khie C, Pohan HT, Sinto R. Diagnosis dan Terapi Cairan pada Demam Berdarah Dengue. *Medicinus*. 2009;22(1):3-7.
5. Prasetyowati H, Astuti EP, Ruliansyah A. Penggunaan insektisida rumah tangga dalam pengendalian populasi *Aedes aegypti* di daerah endemis Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jakarta Timur. *Aspirator*. 2016;8(1):29-36.
6. Muhammad SRLS. Perbedaan status kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap malathion di Kabupate Bantul Yogyakarta. *Kemas*. 2016; 11(2):302-309.
7. Naria, E. Insektisida Nabati Untuk Rumah Tangga. Fakultas Kesehatan. Jakarta: Swadaya; 2005.
8. Kardinan, Agus. Tanaman Pengusir dan Pembasmi Nyamuk. Jakarta: Argomedia Pustaka; 2003.
9. Gandahusada, Sriasi, Henry D. Illahude, dan Wita P. Parasitologi Kedokteran. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2006.
10. Sembel, Dantje T. Entomologi Kedokteran. Yogyakarta: C.V Andi; 2009.
11. Depkes RI. Pemberantasan nyamuk penular demam berdarah dengue. Jakarta : Depkes RI; 2010.
12. Soedarto. Buku ajar Parasitologi kedokteran. Jakarta: Sagung Seto; 2011.
13. Erlina R. Uji Efektivitas ekstrak daun zodia (*evodia suaveolens*) dalam sediaan *lotion* dengan basis peg 400 sebagai repellent terhadap *Aedes aegypti* [skripsi]. Semarang: Universitas Negeri Semarang; 2015.
14. Sastrodihardjo. Pengantar Entomologi Terapan. Bandung: Institut Teknologi Bandung; 1984.
15. Manaf, Syalfinaf, Helmiyetti, Ely G. Efektivitas minyak arsiri daun kemangi (*Ocimum basillicum*) sebagai bahan aktif losion antinyamuk *Aedes aegypti*L. *Konservasi Hayati*. 2012; 8(2):2732
16. Werdiningsih I, Amalia R. *Lotion* ekstrak daun zodia (*evodia suaveolens*) sebagai rerepellent nyamuk *Aedes sp*. *Jurnal Vektor Penyakit*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Yogyakarta. 2018;12(2):103-8.
17. Hasan B, Bambang H, Lulus S, Sri WH. Uji repelen (daya tolak) beberapa ekstrak tumbuhan terhadap gigitan nyamuk *Aedes aegypti* vector demam berdarah dengue. *Vektora*. 2015;7(2):79–85
18. Asliah, Syahribulan, Gemini A. 2015. Efektivitas Ekstrak Tanaman Zodia *Evodia Suaveolens* Pada Berbagai Konsentrasi Repellent Terhadap Aktivitas Menghisap Darah Nyamuk *Aedes Aegypti*. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2015.
19. Mahmudi, Hari S, Saimul L. Uji insektisida serai (*Cymbopogon*

- nardus) dan daun zodia (*Evodia suaveolens*) terhadap mortalitas nyamuk (*Aedes aegypti*). Jurnal Ilmiah Sains Alami. 2019;2(1):44-49
20. Dolih G, Ida M, Mutakin, Kartika A. Uji aktivitas antinyamuk dari ekstrak daun zodiac (*Evodia suaveolans* Scheff.) terhadap nyamuk *Culex fatigans* dalam sediaan. Farmaka. 2009;7(3):27-40
 21. Yoke A, Mutiara W. Potensi tanaman di Indonesia sebagai larvasida alami untuk *Aedes aegypti*. SPIRAKEL. 2016;8(2):37-46.
 22. Sri WH, Hasan B, dan Heru P. Potensi umbi gadung (*Dioscorea hispida*) dan daun zodiac (*Evodia suaveolans*) sebagai insektisida nabati. Media Litbangkes. 2017;27(1):49-56.
 23. Layna RS, Budiyo, Retno H. Daya tolak *repellent* bentuk *lotion* dengan ekstrak bunga kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) terhadap nyamuk *Aedes aegypti* Linn. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2015;3(3):755-763.