

## ALTERNATIF HABITAT TEMPAT BERTELUR DAN MEDIA PERKEMBANGBIAKAN NYAMUK *ANOPHELES*

*(Alternative Habitat of Spawn place and Breeding Media for Anopheles Mosquito)*

Perdina Kadepa<sup>1</sup> dan Beatrix I.S. Wanma<sup>1✉</sup>

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ottow Geissler Papua.

Tlp/Fax: (0967)581562, 581133

✉Penulis Korespondensi: Email: [beatrix.wanma@yahoo.com](mailto:beatrix.wanma@yahoo.com)

Diterima: 06 Apr 2017 | Disetujui: 22 Mei 2017

### Abstrak

Malaria adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh protozoa parasit yang merupakan golongan *plasmodium* yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah manusia. Penyakit ini secara alami ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif habitat dan media perkembangbiakan yang sesuai bagi perkembangan jenis nyamuk *Anopheles* sp. Serta proses perkembangbiakannya. Hasil pengamatan telur *Anopheles* pada ketiga kondisi habitat dan media hidup terlihat bahwa jenis air limbah rumah tangga cenderung lebih tinggi yakni pada air kran sebanyak 279, sementara untuk media dan konsentrasi air sabun sebanyak 18 dan yang terkecil jumlahnya terdapat pada jenis media air lindi yakni tidak terjadi pertumbuhan dan peneluran nyamuk sama sekali (0).

**Kata Kunci:** Malaria, nyamuk *Anopheles*, air limbah, perkembangbiakan.

### Abstract

*Malaria was infectious disease caused by single-celled microorganisms of the plasmodium that live and bread inside humans red blood cells. The disease was naturally transmitted through Anopheles sp after being bitten by an infected mosquito. Thi research aimed to understand the alternative habitat as well as the suitable breeding media for the development of infected mosquito and its potential development. The result of eggs on the three habitat conditions growing media pointed out that household wastewater was likely higher in number in particular tap water with 279, while for 18 has been indicated in the media and soap water concentration. For the lowest number was found in waste water in which there was no indication of egg and Anopheles growth (zero).*

**Keywords:** Malaria, *Anopheles* mosquito, waste water, breeding.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis di dunia. Iklim tropis menjadi penyebab berbagai penyakit tropis yang disebabkan oleh nyamuk, seperti malaria (*Anopheles* sp), filaria (*Wuchereria bancrofti*), demam berdarah

(*Aedes aegypti*) dan kaki gajah (*filariasis*), bahkan menimbulkan epidemik atau kejadian penyakit yang berlangsung dalam spektrum yang luas dalam masyarakat (Kdarohman 2010). Penyakit malaria merupakan masalah kesehatan dan masyarakat di Indonesia,

angka kesakitan penyakit masih tinggi terutama kawasan Indonesia di bagian timur. Penyakit ini sangat berpengaruh terhadap angka kesehatan masyarakat serta dapat menurunkan produktifitas kerja (Simpson 2009) yang disebabkan oleh infeksi protozoa dari genus *Plasmodium* dan ditularkan dari manusia ke manusia melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina (Luckman and Metcalf 1982). Nyamuk merupakan vektor penting dalam menyebabkan penyakit malaria (Govindarajang 2012). Beberapa vektor malaria yaitu *Anopheles aconitus* dan *An. maculatus*. *An. aconitus* aktif menggigit pada malam hari di rumah-rumah penduduk. Tempat perindukan *An. aconitus* terdapat di persawahan dan di irigasi. Nyamuk ini berkembang biak di daerah pegunungan dan perindukan nyamuk ini terdapat di sungai kecil, mata air yang jernih dan tempat-tempat yang terkena sinar matahari langsung.

Angka kesakitan malaria di Propinsi Papua dalam kurung waktu 2005-2010 berkisar sebesar 193-223 per 1.000 penduduk (Nurdin 2007), ini merupakan tertinggi di Indonesia. Malaria dianggap sebagai penyebab kematian utama bagi semua kelompok umur di Papua walaupun data konkrit atau sebenarnya belum dapat diperoleh. Daerah endemik malaria, menyumbang angka kesakitan anemia dan kematian ibu hamil. Malaria menyebabkan ibu hamil melahirkan bayi dengan berat badan rendah, prematur dan menyebabkan kematian bayi. Akibat lainnya klien dalam usia produktif akan menurun produktifitasnya (Briand 2007). Proses perkembangbiakan nyamuk selalu memerlukan tiga macam tempat yaitu tempat berkembangbiak (*breeding places*), tempat untuk mendapat darah (*feeding places*), tempat untuk beristirahat

(*reesting places*). Tempat berkembangbiak (*breeding places*) nyamuk *Anopheles* sp. bermacam-macam sesuai dengan jenisnya (Ernawati dkk. 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suwito dkk. (2010), di wilayah Kecamatan Rajabasa didapatkan 10 spesies *Anopheles* yang kontak dengan manusia yaitu *An. Sundaicus*, *An. Vagus*, *An. Tessellatus*, *An. Aconitus*, *An. Subpicus*, *An. Annularis*, *An. Kochi*, *An. Minimus*, *An. Barbirostris* dan *An. Maculatus*. Nyamuk *Anopheles sundaicus* merupakan spesies paling dominan ditunjukkan dari angka gigitan per jam. Berdasarkan hal tersebut di atas maka penting dilakukan penelitian tentang pengujian 3 jenis air limbah rumah tangga yang mengandung air kran air sabun dan air lindi yang dipilih oleh nyamuk *Anopheles* sp. untuk meletakkan telurnya dan melihat perbandingan perkembangan telur dalam tiga wadah tersebut di Laboratorium Program Studi Biologi, Universitas Ottow dan Geisler Papua.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama sebulan pada Agustus 2016 di Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ottow & Geissler Papua. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode observasi secara langsung dengan teknik pengambilan sampel secara acak. Pengambilan sampel di lapangan terdiri dari 2 tahap yaitu: pengambilan sampel air dan sampel nyamuk *Anopheles*. Bahan utama sebagai media uji alternatif yang digunakan ialah air kran, air sabun (*Lifebuoy* 250 gr), dan air lindi.

**Prosedur Kerja**

Prosedur kerja yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan sangkar nyamuk sebanyak 3 buah, pada setiap sangkar diletakkan 3 wadah perangkap telur (ovitrap) yang masing-masing diisi air kran, air sabun (*Lifebuoy*, dengan konsentrasi 125 gr: 1 liter air) dan air lindi dengan volume 1 liter.
2. Pada setiap sangkar dimasukkan 40 ekor nyamuk
3. Untuk menghindari bias oleh karena adanya pengaruh cahaya dan suhu, diletakkan pada kamar yang sama sehingga setiap ovitrap akan memiliki kesempatan terpapar cahaya yang sama di dalam ruangan.
4. Jumlah telur yang ada di ovitrap dalam sangkar dihitung pada hari ke lima memakai kaca pembesar atau loup dan untuk konfirmasi atau lebih memudahkan dipakai mikroskop stereo.

5. Mengukur dan mencatat suhu dan pH konsentrasi air setiap hari dengan waktu : 09.00 (pagi), 12.00 (siang) dan 15.00 (sore).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu, jumlah daya tetas telur nyamuk *Anopheles* pada ovitrap, tiga air limbah rumah tangga yaitu air kran, air sabun (*Lifebuoy*) dan air lindi. Hasil tersebut dapat disajikan pada table 1. Pada Tabel 1, nyamuk *Anopheles* dapat bertelur di air kran dan air sabun, tetapi sama sekali tidak bertelur di air lindi. Hasil pengamatan jumlah tetas telur nyamuk *Anopheles* selama 20 hari pada ketiga air limbah rumah tangga yaitu masing-masing air kran 1 liter (279), air sabun 1 liter (18) dan air lindi (0).

Tabel.1. Hasil Pengamatan Selama 20 Hari Daya Tetas Telur Pada Tiga Ovitrap Berisi Air Limbah Rumah Tangga

Sampel	Hari																				Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Air Kran (1 liter)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	30	0	130	-	92	-	-	-	279
Air sabun (1 liter)	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Air Lindi (1 liter)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Hasil pengukuran parameter pH dan suhu adalah pada air kran nilai pH 7,1 netral, nilai pH pada konsentrasi air sabun 6,4 asam dan nilai pH pada konsentrasi air lindi 5,4 bersifat asam (Nalim 1975) sesuai dengan pengukuran suhu waktu pagi, siang dan sore nilai tidak berubah-

ubah. Nilai suhu hasil pengukuran pada setiap waktu pengamatan pagi, siang dan sore selama waktu pengamatan tetap atau konstan yaitu masing-masing dengan nilai suhu: pagi 24° C, siang 25° C dan sore 26°C.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter pH dan suhu konsentrasi air

No	Hari/Tgl/Thn	Waktu	Sampel					
			Air Kran		Air sabun		Air Lindi	
			pH	suhu	pH	Suhu	pH	Suhu
1	Senin, 22/08/16	09.00	7,1	24° C	6,4	24° C	5,4	24° C
		12.00	7,1	25° C	6,4	25° C	5,4	25° C
		15.00	7,1	26° C	6,4	26° C	5,4	26° C
2	Selasa, 23/08/16	09.00	7,1	24° C	6,4	24° C	5,4	24° C
		12.00	7,1	25° C	6,4	25° C	5,4	25° C
		15.00	7,1	26° C	6,4	26° C	5,4	26° C
3	Rabu 24/08/16	09.00	7,1	24° C	6,4	24° C	5,4	24° C
		12.00	7,1	25° C	6,4	25° C	5,4	24° C
		15.00	7,1	26° C	6,4	26° C	5,4	25° C
4	Kamis, 25/08/16	09.00	7,1	24° C	6,4	24° C	5,4	26° C
		12.00	7,1	25° C	6,4	25° C	5,4	24° C
		15.00	7,1	26° C	6,4	26° C	5,4	25° C
5	Jumat, 26/08/16	09.00	7,1	24° C	6,4	24° C	5,4	26° C
		12.00	7,1	25° C	6,4	25° C	5,4	24° C
		15.00	7,1	26° C	6,4	26° C	5,4	24° C

## PEMBAHASAN

Air limbah merupakan sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang terwujud cair [PP RI Nomor 82 tahun 2001, Bab 1 Pasal 1 Butir (14)] menurut (Azwar 1983) yang dimaksud dengan air limbah atau air kotor ialah air yang tidak bersih dan mengandung mineral yang bersifat membahayakan kehidupan makhluk hidup dan lazimnya muncul karena hasil perbuatan manusia termasuk industri. Berdasarkan hasil penelitian pada tiga sangkar nyamuk yang berisi air limbah rumah tangga yakni air kran, air sabun, dan air lindi, hasil yang diperoleh baik itu peletakan jumlah telur dan pengukuran parameter pH dan suhu sangat berbeda.

### Air kran

Pengamatan pada ovitrap air kran 1 liter, selama 16 hari pengamatan sama sekali tidak dijumpai telur. Pada hari pengamatan 12, 13 dan 15 dijumpai telur dengan masing-masing jumlah 27, 30, dan 130 butir telur *Anopheles*, total butir telur yang didapatkan adalah 187 butir

telur. Sedangkan pada hari pengamatan 11 dan 14 sama sekali tidak dijumpai telur. Kemudian pada hari ke- 17 dijumpai 92 butir telur, sehingga jumlah total telur menjadi 279 telur. Pada hari pengamatan 16, 18, 19 dan 20 sama sekali tidak ditemui telur *Anopheles* tetapi 1 ekor mati pada pengamatan hari ke- 16, hal ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan pH. Hasil pengukuran suhu dan pH di dalam air kran ialah pH 7,1 (netral) dengan rata-rata nilai suhu 24 - 26° C. Nalim (1975) menyatakan bahwa, suhu sangat mempengaruhi pertumbuhan larva nyamuk dan mortalitas larva yang terendah adalah pada suhu 25 - 26° C. Suhu air mempengaruhi secara langsung toksisitas bahkan kimia tercemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus (Kristanto 2002).

Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan atau perkembangan mikroorganisme dalam air adalah derajat keasaman (pH). Hasil pengukuran pH pada air kran menunjukkan nilai pH 7,1 netral dan tidak terjadi perbedaan nilai pH selama

20 hari pengamatan. Nilai pH tersebut merupakan nilai pH yang masih dapat ditoleransi untuk hidup oleh *Anopheles* karena banyak nyamuk yang dapat bertahan hidup pada kisaran pH 7 yang merupakan pH optimum pertumbuhan nyamuk (Permono 1985). Kondisi lingkungan dapat mempengaruhi kandungan air dalam larva, sehingga keaktifan larva terganggu. Daya adaptasi larva terhadap lingkungan (asam - basa) lemah sehingga responnya pun akan berbeda-beda. Respon larva terhadap lingkungan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhannya

### Air Sabun

Konsentrasi air sabun 1 liter, pada hari pengamatan 3 dan 5 dijumpai telur *Anopheles* dengan jumlah masing-masing yaitu 9 dan 9 butir telur, ditambah menjadi 18 telur, sedangkan hari pengamatan ke - 1, 2, 4 hingga 5-20 tidak dijumpai telur. Sesuai dengan pengamatan selama dua puluh hari dijumpai nyamuk *Anopheles* mati, pada hari ke - 6 dijumpai 4 ekor dan pada hari ke- 15 menjumpai 8 ekor. Nilai parameter pH dan suhu rata-rata pada konsentrasi air sabun ialah: nilai pH 6,4 asam dan nilai suhu 24 - 26° C. *Anopheles* mampu menetas telurnya namun tidak dapat bertahan dan tumbuh pada perindukan air sabun. Hasil menunjukkan bahwa *Anopheles* hanya mampu bertahan selama 5 hari, pada hari ke - 6 nyamuk *Anopheles* langsung mengalami kematian 100% hingga sampai hari ke - 15. Proses pertumbuhan *Anopheles* tidak terjadi pada penelitian ini dikarenakan *Anopheles* bertahan hidup selama lima hari saja. Suhu air mempengaruhi secara langsung toksisitas bahkan kimia tercemar,

pertumbuhan mikroorganisme dan virus (Kristanto 2002).

*Anopheles* tidak dapat bertahan dalam kondisi yang relatif banyak mengandung bahan-bahan kimia. Larutan sabun beraksi basa karena terjadi hidrolisis sebagian serta mempunyai sifat membersihkan karena dapat mengemulsikan kotoran yang melekat pada badan (Wardhana 1995). Sabun berasal dari asam lemak yaitu stearat, palmitat atau aleat yang terbentuk dari reaksi kimia.

*Anopheles* yang mati dalam media yang banyak mengandung sabun disebabkan karena *Anopheles* tidak dapat bertahan dengan kondisi media yang lama kelamaan bersifat zat adiktif yaitu obat serta bahan - bahan yang apabila dikonsumsi oleh organisme hidup maka dapat menyebabkan kerja biologi serta menimbulkan ketergantungan yang sulit dihentikan. *Anopheles* yang mati ditandai dengan tubuh bengkok dan bagian tubuh terlihat berwarna hijau sama seperti endapan yang ada. Emulsi yang terjadi pada kotoran oleh sabun ditandai dengan terbentuknya misel adalah molekul - molekul surfaktan yang mulai berasosiasi karena penambahan surfaktan berikutnya. Larutan sabun tampak berubah warna akibat sifat-sifat penghambat cahaya misel yang terbentuk dari anion asam lemak yang membentuk lemak sabun.

Daya pembersih sabun bertumpu pada sifat amfipatikartinya banyak lipida yang mempunyai sifat fisik molekul sabun. Prosesnya dimulai dari material berlemak yang menahan kotoran dihancurkan oleh molekul - molekul sabun pada permukaan dengan mengikat diri pada molekul - molekul lemak. Bagian-bagian polar dari molekul - molekul sabun yang bergabung menyebabkan kotoran dan

partikel lemak mantap dalam larutan berair sehingga dapat dicuci lepas di dalam air. Endapan yang terjadi kemungkinan lepasnya karena partikel – partikel lemak beserta kotoran di dalam air karena pengaruh lamanya waktu pengamatan pada ovitrap yang berisi air lindi 1 liter, pengamatan yang berlangsung selama 20 hari, baik pengamatan pada hari pertama sampai dengan hari ke dua puluh, sama sekali tidak dijumpai telur *Anopheles*. Pengamatan pada hari ke - 6 terdapat 1 ekor mati sedangkan pada hari ke - 15 dijumpai sebanyak 2 ekor. Nilai parameter suhu dan pH pada konsentrasi air lindi ialah nilai pH 2,5 kemudian nilai suhu berkisar antara 24 - 26° C. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah perairan tersebut bersifat asam atau basa. Selanjutnya peneliti menambahkan bahwa nilai pH perairan dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion di perairan tersebut. Air lindi pada umumnya mengandung senyawa – senyawa organik antara lain: hirokarbon dan sulfat, kemudian anorganik yaitu natrium, kalium, kalsium, magnesium, khlor, sulfat, fosfat, fenol, nitrogen dan senyawa logam berat yang tinggi. Konsentrasi dari komponen-komponen tersebut dalam air lindi bisa mencapai 1000 sampai 5000 kali lebih tinggi dari pada konsentrasi dalam air tanah (Maramis 2008).

Potensi tetas telur telur *Anopheles* yang paling banyak di jumpai selama 20 hari pengamatan pada ketiga ovitrap atau perangkap telur yang berisi air limbah rumah tangga ialah pada air kran dengan jumlah rata-rata adalah 279 butir telur,

kemudian pada konsentrasi air sabun berjumlah 18 butir telur lalu pada air lindi sama sekali tidak dijumpai telur *Anopheles*. Hal ini sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu, sesuai dengan hasil pengukuran parameter pH dan suhu selama pengamatan berlangsung baik pada pagi, siang dan sore hari. Nilai rata-rata suhu pada air kran 1 liter, konsentrasi air sabun 1 liter dan konsentrasi air lindi 1 liter pada pagi berkisar 24° C pengamatan berlangsung selama 20 hari. Pada siang hari nilai suhu naik 25° C kemudian hasil pengukuran nilai suhu pada sore hari lebih tinggi naik menjadi 26° C pada masing-masing ketiga air limbah rumah tangga tersebut. Pengukuran dilaksanakan pada waktu yang sama maka nilai suhu pada ketiga konsentrasi air limbah rumah tangga sama, tetapi pengukuran suhu pada waktu yang berbeda maka nilai suhu juga otomatis berubah. Nalim (1975) menyatakan bahwa, suhu mempengaruhi perkembangan larva nyamuk dan mortalitas larva yang terendah adalah pada suhu 25 – 26° C. Disamping itu, suhu air mempengaruhi secara langsung toksisitas bahan kimia pencemar pertumbuhan mikroorganisme dan virus (Kristanto 2002).

Kualitas air bagi kehidupan larva pada umumnya ditentukan oleh sifat fisika, kimia dan biologi perairan yang relevan bagi kehidupan bagi kehidupan jasad-jasad perairan, bahan-bahan yang terlarut dan mengalami perombakan menentukan sifat kimia perairan tersebut. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap daur hidup adalah suhu, sedangkan Chandler and Reads (1961) menyebutkan bahwa perkembangan larva bergantung pada jenis nyamuk dan penyediaan makanan. Larva yang hidup di dalam air yang bersuhu relatif tinggi akan

mengalami kenaikan kecepatan respirasi serta menurunkan jumlah oksigen terlarut di dalam air, sehingga mengakibatkan larva akan mati karena kurang oksigen. Oksigen terlarut dalam air berasal dari udara yang secara lambat terdifusi kedalam air. Makin tinggi kenaikan suhu air, makin sedikit oksigen yang terlarut didalamnya. Suhu air limbah yang relatif tinggi ditandai antara lain dengan munculnya hewan – hewan air ke permukaan untuk mencari oksigen (Wordhana 1995; Kristanto 2002). Suhu suatu badan perairan dipengaruhi oleh musim, posisi lintang, ketinggian dan permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu dipengaruhi terhadap proses fisika, kimia dan biologibadan air (Effendi 2003).

Peningkatan suhu dapat mengakibatkan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga dapat menyebabkan penurunan larutan gas dalam air, seperti oksigen (O<sub>2</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan natrium (N<sub>2</sub>) sebagainya (Effendi 2003). Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan atau kehidupan mikroorganusme dalam air adalah derajat keasaman (pH) yaitu insensitas atau basa sesuatu larutan dalam air. Hasil pengukuran pH pada limbah menunjukkan perbedaan antara tiga ovitrap berisi air kran, air sabun dan air lindi. Derajat keasaman tertinggi rata-tara 7 netral, sedangkan pH terendah 5,4. Nilai pH tersebut merupakan nilai yang masih dapat toleransi oleh larva *Anopheles* karena banyak larva yang hidup pada kisaran pH 7 yang merupakan pH optimum pertumbuhan larva *Anopheles*. Menurut penelitian Permono (1985) larva

*Cx. quinquefasciatus* say. Mempunyai kemampuan hidup pada tinggi pH 7 antara suhu yang berbeda dan pada pH 6 dengan suhu 26° C. Kebanyakan mikroorganisme merupakan makanan larva, pertumbuhan optimalnya pada pH 6,0 sampai 8 sedangkan pada beberapa jenis organisme pada pH kurang atau lebih kisaran tersebut. Larva *Cx. quinquefasciatus*. tidak tahan terhadap pH 2,0 (Daly et al. 1981).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aswar A. 1983. Pengantar ilmu kesehatan lingkungan. Jakarta: Mutiara. Balai Laboratorium. 2000. Makalah, Semarang.
- Briand. 2007. Intermittent preventive treatment for the prevention of malaria during pregnancy in high transmission areas. *Malaria Jurnal*.
- Chandler AC and Reads PC. 1961. Introduction to parasitology with special reference to the parasites of man. 10<sup>th</sup> edition. John Wiley and Sons Incorporated, New York. 822pp.
- Daly HV, John T, Doyen and Paul RE. 1981. Introduction to insect biology and diversity. International Student edition. Japan: Mc Grow-Hill, Inc.
- Effendi H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanisius Yogyakarta.
- Ernawati K, Achmadi U, Soemardi T, Thayyib H, Mutia S. 2012. Tambak terlantar sebagai tempat perindukan nyamuk di daerah endemis malaria. Penyebab dan penanganannya. *Jurnal Ilmu Lingkungan* [Internet]. [disitasi 10 November 2014].
- Govindarajang. 2012. Hubungan faktor lingkungan fisik rumah dengan

- kejadian penyakit malaria di Desa Suka Karya Kecamatan Simeulue Timur Kabupaten Simeulue Provinsi Aceh. Skripsi Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Kdarohman 2010. Malaria di Indonesia tinjauan aspek epidemiologi. Makasar: Masagena Press.
- Kristanto P. 2002. Ekologi industri. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Luckman WH and Metcalf RL. 1982. The pest management concept, In Luckman & Metcalf (eds), "Introduction to insect pest management. John Wiley & Son. New York.
- Maramis A. 2008. Pengolahan sampah dan turunannya di TPA. Alumni Program Pasca Sarjana Magister Biologi Terapan. Salatiga: Universitas Satyawacana.
- Nalim S. 1989. Pendekatan secara terpadu untuk memberantas vektor. Makalah Diskusi Ilmiah Balitbang Kes. Jakarta 19 Maret 1989.
- Nurdin E. 2007. Faktor-faktor resiko yang mempengaruhi kejadian malaria. Studi kasus di wilayah kerja Puskesmas Hamadi Kota Jayapura. Tesis. Universitas di Ponegoro. Semarang.
- Permono IN. 1985. Pengaruh temperatur, kekeruhan air dan pH terhadap perkembangan larva culex quinguefasciatus. Makalah Seminar.
- Simpson 2009. Program penanggulangan malaria di Provinsi Sumatra Utara. Medan.
- Suwito, Hadi U, Sigit S, Sukawati S. 2010. Hubungan iklim, kepadatan nyamuk Anopheles dan Kejadian Penyakit Malaria. Jurnal Entomologi Indonesia.[Internet]. [disitasi 10 November 2014).
- Wardhana WA. 1995. Dampak pencemaran lingkungan. Jogjakarta : Penerbit Andi Offset.