

LAPORAN HASIL PENELITIAN
Penelitian Hibah Bersaing



**PENENTUAN KONSENTRASI TEMBAGA (Cu)
SEBAGAI LARVASIDA
NYAMUK *Aedes aegypti***

Oleh :

Siti Surasri, SKM, Mkes.

Waluyo Jati, Drs., Mkes.

Winarko, SKM., Mkes.

Dibiayai oleh Poltekkes Kemenkes Surabaya

Nomor Kontrak : LB 02.01/I.5/3580.9./2015

Tanggal: 30 Maret 2015

**POLTEKKES KEMENKES SURABAYA
TAHUN 2015**

PENGESAHAN HASIL PENELITIAN

1. Judul Penelitian: PENENTUAN KONSENTRASI TEMBAGA (Cu) SEBAGAI LARVASIDA NYAMUK *Aedes aegypti*
2. Jenis Penelitian: Penelitian Hibah Bersaing.
3. Peneliti Utama:
 - a. Nama : Siti Surasri, SKM, Mkes.
 - b. NIP : 19521012 197709 2001
 - c. Pangkat-Jabatan: Lektor Kepala, IV-C
4. Anggota Peneliti:

No	Nama dan Gelar	Bidang Keahlian	Program Studi	Alokasi Waktu
1	Waluyo Jati, Drs., Mkes.	Kes-Ling	Kesling-Surabaya	8 jam/minggu
2	Winarko, SKM., Mkes.	Kes-Ling	Kesling-Surabaya	8jam/minggu

5. Obyek Penelitian: Larva *Aedes aegypti*
6. Jangka Waktu Penelitian: Maret-Oktober 2015
7. Biaya Penelitian: Rp. 20.000.000,-
8. Institusi Lain yang Terlibat: -

Surabaya, 18 November 2015

Mengetahui,
Pakar Penelitian,

Dr. Ririh Yudhastuty, drh, MSc.
NIP. 195912241987012001

Peneliti Utama

Siti Surasri, SKM, Mkes.
NIP. 19521012 197709 2001

Menyetujui,

Direktur

Poltekkes Kemenkes Surabaya



Drg. Bambang Hadi Sugito, Mkes.
NIP. 19620429 199303 1002

Ka. Unit PPM

Setiawan, SKM., MPsi.
NIP 19630421 198503 1005

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Surasri, SKM, Mkes.

NIP : 19521012 197709 2001

Judul Penelitian: PENENTUAN KONSENTRASI TEMBAGA (Cu)
SEBAGAI LARVASIDA NYAMUK *Aedes aegypti*.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penelitian ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan atas karya orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab sekaligus menerima sanksi.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak terpaksa.

Peneliti Utama



Siti Surasri, SKM, Mkes.

CONCENTRATION OF COPPER AS LARVICIDE FOR *Aedes aegypti*

Abstract

This is a continuation of a study some years ago, on the use of Copper as a larvicide. In this study attempts were made to get the right concentration in killing larvae of *Aedes aegypti*. The study conducted trials using Copper solution concentration of 0,30 mg/L to 1,5 mg/L and to replicate as much as three times.

The trial required 39 containers, each containing 250 ml solution of Copper in various concentrations, and 3 containers as a control group that contains only distilled water. Effectiveness was measured by calculating LC50 of Copper, that is concentrations that produce 50% mortality of larvae, were attempted.

The result showed that the number of dead larvae was as much as 61,11% at a concentration of 0,80 mg/L and as many as 46,67% dead at a concentration of 0,7 mg/L. The calculation pointed to a concentration of LC50 as 0,723 mg/L. Other than that, at concentration of 1,40 mg/L the number of dead larvae was 97,14 %.

Based on these observations the study recommend the use of Copper wire at doses that resulted in a concentration of at least 0,80 mg/L in water to prevent the growth of and kill larvae of *Aedes aegypti*.

Keywords: Cu concentration, larvicide, *Aedes aegypti*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah yang Maha Kuasa , atas Rakhmad dan Petunjuk Nya kami dapat menyelesaikan kegiatan penelitian ini. Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik karena partisipasi dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan secara teknis, maupun substansi. Maka pada kesempatan yang baik ini, kami menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada :

1. Direktur Poltekkes Kemenkes Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada tim kami untuk melaksanakan penelitian ini, termasuk dukungan pembiayaan.
2. Dr. Ririh Yudhastuty, drh, MSc. yang telah memberikan arahan kepada Tim semenjak pengembangan Proposal hingga akhir Penelitian, sehingga kegiatan ini dapat selesai dengan lebih baik.
3. Kepala Unit PPM Poltekkes Kemenkes Surabaya, Sdr. Setiawan, SKM., Mpsi. Yang selama ini menjadi promotor dan motivator dalam kegiatan Penelitian ini.
4. Saudara-saudara sejawat Dosen dan Mahasiswa Jurusan Kesehatan Lingkungan yang telah membantu terlaksananya Penelitian ini.

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, terutama dalam memperoleh alternatif bahan untuk menekan ancaman penyakit yang ditularkan oleh Nyamuk *Aedes aegypti*.

Selanjutnya kami berharap penelitian ini dapat lebih dikembangkan secara *invitro* maupun *invivo* untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap dan akurat mengenai penggunaan tembaga sebagai bahan penghambat pertumbuhan jentik Nyamuk.

Surabaya, November 2015

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

BAB	Halaman
Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Lembar Pernyataan	
Abstract	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	
B. Rumusan dan Batasan Masalah	
C. Tujuan Penelitian	
D. Manfaat Penelitian	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Upaya Pemberantasan Nyamuk	
B. Logam Tembaga	
C. Penelitian Terkait dengan Pemberantasan Sarang Nyamuk	
D. Cara Kerja Tembaga	
E. Kerangka Konsep dan Hipotesis.	
BAB III METODA PENELITIAN	12
A. Jenis Penelitian	
B. Lokasi dan Waktu	
C. Sampel Penelitian	
D. Bahan dan Alat	
E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	
F. Pengolahan dan Analisis Data	
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	15
A. Persiapan	
B. Hasil Pengamatan	
C. Pelaksanaan Uji Coba Kedua	
D. Pembahasan	
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	26
A. Kesimpulan	
B. Rekomendasi	
Daftar Pustaka	27
Lampiran	

DAFTAR TABEL

TABEL		HALAMAN
Tabel I.1	Jumlah Total Telur Pada 120 Kontener Pengamatan Yang Diberi Kawat Tembaga Dengan Berbagai Konsentrasi.....	4
Tabel III.1	Volume CuSO ₄ yang diperlukan.....	16
Tabel III.2	Jumlah larva mati setelah 24 jam kontak.....	17
Tabel III.3	Rekapitulasi hasil pengamatan setelah 2 x 24 jam.....	19

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
Gambar 2.1 Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	7
Gambar 2.2 Sebuah Tembaga	8
Gambar 2.3 Kerangka konseptual	11
Gambar 3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	13

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN:

1. Surat Keputusan Direktur Poltekkes Kemenkes Surabaya tertanggal 20 Maret 2015, nomor : 03.05/I.1/2268/2015, tentang Penelitian Pemula dan Hibah Bersaing yang dinyatakan lulus seleksi dan mendapatkan bantuan biaya tahun anggaran 2015.
2. Laporan hasil pengujian sampel air baku.
3. Saran Perbaikan dari Nara Sumber.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Aedes aegypti (*A. aegypti*) merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus penyebab penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Selain Dengue, *A. aegypti* juga merupakan pembawa virus Demam Kuning (*yellow fever*) dan Demam Chikungunya. Penyebaran jenis ini sangat luas, meliputi hampir semua daerah tropis di seluruh dunia. Sebagai pembawa virus Dengue, *A. aegypti* merupakan pembawa utama (*primary vector*) dan bersama *Aedes albopictus* menciptakan siklus persebaran Dengue di desa dan kota. Mengingat keganasan penyakit demam berdarah Dengue, masyarakat harus mampu mengenali dan mengetahui cara-cara mengendalikan jenis nyamuk ini untuk membantu mengurangi persebaran penyakit Demam Berdarah.

Sejarah menunjukkan bahwa di Indonesia kasus penyakit DBD pertama kali ditemukan di Surabaya dan DKI Jakarta pada tahun 1968 kemudian menyebar ke seluruh provinsi di Indonesia. Sejak tahun 1998 setiap tahun rata-rata 18.000 orang dirawat di Rumah Sakit dan dari jumlah itu tercatat 700 – 750 orang penderita meninggal dunia *Case Fatality Rate* (CFR) 4,16 % (Depkes RI, 2004). Sampai sekarang berbagai upaya tetap dilakukan untuk melakukan pencegahan maupun pemberantasan, tetapi kasus terus meluas walaupun tingkat kematian menurun.

Kementerian Kesehatan menyebutkan Indonesia masih menjadi sarang kasus Demam Berdarah Dengue. Hingga pertengahan tahun 2013 ini, kasus Demam Berdarah terjadi di 31 provinsi dengan penderita 48.905 orang, 376 di antaranya meninggal dunia. Sepanjang 2012, Kemenkes mencatat 90.245 penderita dan angka kematian mencapai 816 orang. Kemajuan teknologi penanganan kasus Demam Berdarah, bisa menekan angka kematian. Kegiatan pokok program pemberantasan dan penanggulangan penyakit Demam Berdarah salah satunya adalah penggunaan larvasida sebagai upaya untuk memutus mata rantai perkembang biakan nyamuk (Depkes RI, 2004). Pembasmian jentik ini menjadi sangat penting, karena diduga kuat ada

kemungkinan terjadinya penularan virus DBD secara *transovarial* dari induk kepada telur dan jentiknya.

Menurut Permenkes RI Nomor 374/Menkes/Per/III/2010 tentang pengendalian vektor, bahwa Pengendalian Vektor dapat dilakukan dengan pengelolaan lingkungan secara fisik atau mekanis, penggunaan agen biotik, kimiawi, baik terhadap Vektor maupun tempat perkembang biakannya dan atau perubahan perilaku masyarakat serta dapat pula dengan mengembangkan dan mempertahankan kearifan lokal sebagai alternatif. Upaya pokok program Kementerian Kesehatan untuk memerangi penyakit demam berdarah sejalan dengan metode yang dikembangkan oleh WHO, adalah sama seperti metode yang digunakan untuk memerangi penyakit malaria yaitu dengan membasmi sumber penularannya yaitu jentik nyamuk (I W. Suirta dkk, 2009). Pembasmian jentik nyamuk sebagai upaya pemutusan siklus hidup nyamuk pada tempat perindukan umumnya dilakukan dengan menguras bak mandi, menutup tempat yang mungkin menjadi tempat berkembang-biaknya nyamuk, mengubur barang bekas yang dapat menampung air, dan menggunakan bubuk abate (Larvasida). Penelitian K.C. Mulyatno dkk. (tahun 2013) melaporkan adanya resistensi larva *Aedes aegypti* terhadap bubuk Abate. Dosis Abate 0,012 mg/l seperti yang direkomendasikan WHO, hanya menghasilkan angka kematian 22-60% pada larva *Aedes aegypti* strain Surabaya, agent disebut resisten kalau angka kematian kurang dari 80%. Karena itu penggunaan larvasida selain bubuk abate terus dikembangkan melalui berbagai penelitian untuk mendapatkan hasil yang efektif, efisien dan mudah dijangkau maupun mudah dilaksanakan.

Salah satu cara untuk menghancurkan telur nyamuk dan atau mencegah penetasan, Japanese Research Scientist telah menemukan bahwa telur nyamuk dihancurkan oleh mineral yang dilepaskan oleh logam tembaga. Walaupun para ahli belum sepenuhnya memahami mekanisme yang terjadi, namun sejumlah penelitian melaporkan bahwa beberapa jenis logam, termasuk tembaga, dapat mencegah penetasan telur dan membunuh jentik nyamuk. Dilaporkan bahwa kadar tembaga dalam air di bawah satu part per million, kemampuannya membunuh jentik cukup signifikan.

Percobaan di lapangan menunjukkan bahwa pada penempatan logam tembaga sebesar 20 gram per liter mampu menurunkan jumlah jentik pada kontener percobaan sebesar 90%, dan pada penempatan sebesar 40 gram per liter mampu mencegah *oviposition* secara total. Percobaan yang dilakukan Roberto Romia dkk (Tahun 2000). Di laboratorium ditempatkan logam tembaga sebanyak 5, 10 dan 20 gram per liter. Porsi 10 gram per liter menghasilkan kematian jentik yang tinggi, sedangkan pada porsi 20 gram per liter mampu mencegah perkembangan jentik secara total.

Penempatan lima gram per liter logam tembaga maka kadar tembaga dalam air meningkat menjadi sebesar 574 part per billion atau ppb. Pada penempatan sepuluh gram per liter logam tembaga maka kadar tembaga yang melarut ke dalam air meningkat menjadi sebesar 710 ppb dan pada penempatan 20 gram per liter, kadar tembaga dalam air meningkat menjadi sebesar 1210 ppb (1,210 ppm). Sementara itu Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan Kualitas Air minum menetapkan batas aman kadar tembaga dalam air maksimal adalah dua part per million Sementara kebutuhan tubuh akan Cu per hari adalah 0,05 mg/Kg BB. Pada kadar tersebut tidak terjadi akumulasi Cu pada tubuh manusia normal, sedangkan konsumsi Cu dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan gejala yang akut. (DepKes RI, 2009)

Para ilmuwan belum sepenuhnya memahami mekanisme kerusakan telur atau kematian jentik nyamuk, bahkan belum memahami apakah hal itu merupakan mekanisme tunggal, atau ada pengaruh faktor-faktor lain. Namun banyak penelitian empiris yang menunjukkan bahwa tembaga memiliki sifat anti-mikrobia, seperti halnya perak (Hg). Salah satu sumber informasi menunjukkan bahwa biota perairan sangat peka terhadap kelebihan Cu dalam air tempat hidupnya. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan mengakibatkan kematian bagi fitoplankton. Kematian tersebut disebabkan daya racun Cu telah menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan sel fitoplankton. (Jackins et al, 1970 : Bryan, 1976 dan Reisch et al, 1979 dalam *Pencemaran Dan Toksiologi Logam Berat*. Jakarta, 1994:67)

Berdasarkan Percobaan yang dilakukan Roberto Romia dkk (2000) dan penelitian Ririh Yudhastuti (2005), dilakukan uji coba pendahuluan (Siti Surasri dkk, 2014) bahwa penempatan kawat tembaga di dalam kontener air dengan volume tertentu (gr kawat Cu/liter air) mampu mencegah keberadaan jentik. Apabila dibandingkan dengan abate, maka kawat tembaga relatif lebih mudah didapatkan, sehingga masyarakat tidak akan kesulitan mengadakan atau mendapatkannya, serta mudah dalam mengerjakannya. Disisi lain, kawat tembaga pada kontener tidak menyebabkan dinding menjadi kotor, dan tidak bersifat toksik karena kadarnya kelutannya yang sangat rendah.

Hasil eksperimen lapangan Siti Surasri dkk (2014) tidak dapat mengendalikan jumlah Nyamuk *A. Aegypti* yang bertelur pada kontainer kontrol dan kontainer yang telah diberi kawat tembaga dengan konsentrasi 1,25 gr/L, 2,5 gr/L, 5 gr/L, 10 gr/L dan 20 gr/L. Terlihat pada masing-masing kontainer memiliki variasi jumlah telur seperti terlihat pada tabel 1.1 berikut:

Tabel I.1
Jumlah Total Telur Pada 120 Kontener Pengamatan Yang Diberi Kawat Tembaga Dengan Berbagai Konsentrasi

Konsentrasi Tembaga (gr/L)	Jumlah Telur Hari ke							Jml kontener yang			% +
	1	2	3	4	5	6	7	+ jtk	- jtk	total	
Kontrol	0	23	23	24	24	43	43	5	13	18	27,8
1,25	0	2	2	2	2	22	22	4	14	18	22,2
2,5	0	0	0	2	3	3	3	2	16	18	12,5
5	0	16	16	16	16	45	47	2	16	18	12,5
10	0	0	5	5	5	9	9	1	17	18	5,6
20	0	14	14	14	14	20	24	0	18	18	0,0

Sumber : Siti Surasri dkk (2014).

Hasil Uji Statistik Chi² gagal menolak Hipotesis Nol, karena $p > 10\%$. Yang berarti, secara Statistik proporsi kontainer dengan berbagai konsentrasi tembaga yang positif jentik, tidak bermakna perbedaannya. Jadi secara statistik harus dikatakan bahwa berapapun konsentrasi tembaga, proporsi kontener yang positif jentik dapat dianggap sama. Semua jentik dalam kontener yang mengandung kawat tembaga pada akhirnya mati, walaupun pada usia yang tidak sama, yaitu berbanding terbalik dengan dosis tembaga.

Pada penelitian selanjutnya perlu diperhatikan konsentrasi tembaga (mg/L) dalam memberi efek toksik kepada larva.

Menurut Kementerian Kesehatan RI melalui Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia (BPPSDM) Kesehatan khususnya Pusat Pendidikan dan Pelatihan Tenaga Kesehatan (Kemenkes) didorong untuk melakukan penelitian dengan tujuan menghasilkan karya inovasi dan pengembangan berbagai produk di bidang iptek-sosbud yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat maupun industri.

Memperhatikan latar belakang permasalahan yang telah dijabarkan di atas menarik untuk dikaji lebih mendalam pemanfaatan tembaga (Cu) dengan konsentrasi yang tepat dalam mg/L sebagai larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* melalui Penelitian (eksperimen lapangan) dengan judul “Penentuan Konsentrasi Tembaga (Cu) Sebagai Larvasida Nyamuk *A. aegypti*”.

B. Rumusan Dan Batasan Masalah

1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan penelitian dirumuskan sebagai berikut: “Berapa mg/L konsentrasi tembaga (Cu) yang diperlukan sebagai larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*?”

2. Batasan Masalah

Konsentrasi tembaga (Cu) pada kontainer dengan volume 200 ml dibatasi sebagai berikut: konsentrasi 0 mg/L (kontrol), 0,300 mg/L, 0,400 mg/L, 0,500 mg/L, 0,600 mg/L, 0,700 mg/L, 0,800 mg/L, 0,900 mg/L, 1,00 mg/L, 1,100 mg/L, 1,200 mg/L, 1,300 mg/L, 1,400 mg/L dan 1,500 mg/L. Batas terendah ini dipilih berdasar pengalaman penelitian Siti Surasri (2014) dan batas tertinggi karena memperhitungkan batas ketentuan WHO (2 ppm).

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Menentukan konsentrasi (mg/L) tembaga (Cu) minimal yang diperlukan untuk kematian larva *Aedes aegypti* dalam kontener.

2. Tujuan Khusus

- a. Menghitung jumlah kematian jentik pada kontainer yang diberi larutan tembaga (Cu) dengan konsentrasi 0 mg/L (kontrol), 0,300 mg/L, 0,400 mg/L, 0,500 mg/L, 0,600 mg/L, 0,700 mg/L, 0,800 mg/L, 0,900 mg/L, 1,00 mg/L, 1,100 mg/L, 1,200 mg/L, 1,300 mg/L, 1,400 mg/L dan 1,500 mg/L.
- b. Menganalisis perbedaan jumlah kematian jentik *A. aegypti* pada konsentrasi tembaga (Cu) yang berbeda.
- c. Menentukan konsentrasi tembaga (Cu) sebagai larvasida Nyamuk *A. aegypti* (LC50)

D. Manfaat Penelitian

1. Merupakan salah satu masukan bagi Pemerintah sebagai alternatif yang mudah dan murah dalam pencegahan dan pemberantasan jentik Nyamuk *A. aegypti*.
2. Merupakan salah satu sumber referensi dalam pengembangan Iptek bagi Peneliti lain atau Pemerhati bidang kesehatan lingkungan dalam turut ambil bagian dalam pemecahan masalah yang berhubungan dengan pemberantasan penyakit DBD.
3. Dapat menambah wawasan dan memperluas pengetahuan dasar teori bagi peneliti.

E. Keluaran Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan produk ilmu dan teknologi berupa penggunaan logam tembaga (Cu) dengan konsentrasi yang tepat sebagai larvasida, sebagai salah satu masukan bagi Pemerintah dan masyarakat dalam pemberantasan jentik Nyamuk *A. aegypti* dan pencegahan Penyakit Demam Berdarah Dengue.

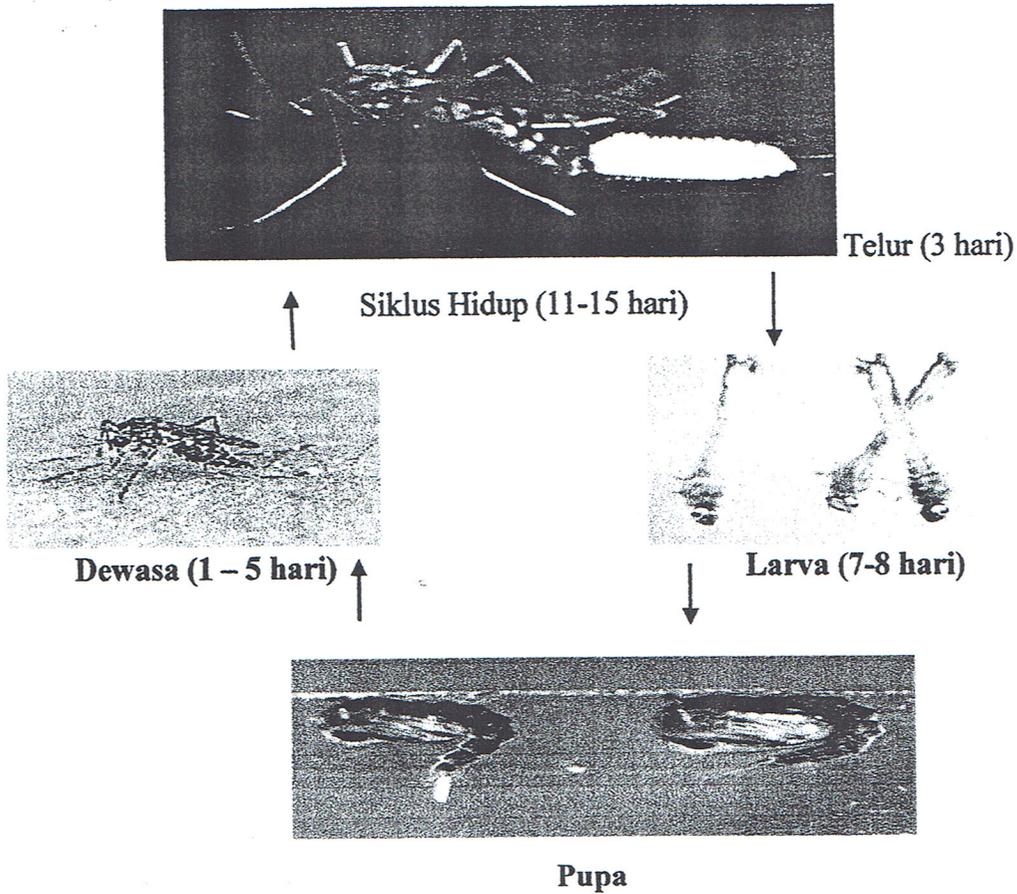
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Upaya Pemberantasan Nyamuk Penular Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

1. Karakteristik Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki habitat di air yang jernih, tidak kontak langsung dengan tanah dan tidak kena langsung cahaya matahari, karena memiliki sifat fototropik. Selama periode pertumbuhan Siklus hidupnya (Metamorphosis) mengalami empat tahap perubahan bentuk dari telur, larva, pupa dan dewasa. Siklus hidupnya menurut Dantje T. Sembel (2009) adalah sebagai berikut: Telur yang baru diletakkan pada kontainer yang terisi air bersih. Telur tersebut berwarna putih dan setelah 1-2 jam berubah menjadi hitam. Sekali bertelur seekor nyamuk betina akan mengeluarkan 10-100 butir dengan interval 4-5 hari sampai mencapai 300-750 butir. Dalam temperatur udara $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ telur akan menetas dalam waktu 72 jam (tiga hari) menjadi larva. Pertumbuhan larva nyamuk berlangsung 7-8 hari dan dipengaruhi oleh suhu udara, bersifat Photophobia, dan sangat tahan lama berada jauh dari permukaan air. Selanjutnya stadium pupa berlangsung 1-5 hari pada tempat yang berair, sebelum berubah bentuk menjadi nyamuk dewasa (*World Health Organization*, 1972, Dance T. Sembel, 2009).



Gambar 2.1 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

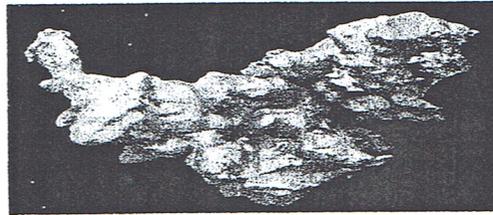
2. Upaya Pemberantasan Nyamuk *Aedes aegypti*

Menurut Kementerian Kesehatan RI (2004) bahwa upaya pokok pemberantasan penyakit DBD dengan menekan populasi Nyamuk *A. aegypti* salah satunya melalui pemberantasan sarang nyamuk dengan cara pemberian larvasida berupa bubuk Temephos (abatisasi), sedangkan untuk penanggulangan kejadian luar biasa (KLB) penyakit DBD dengan cara abatisasi selektif. Berbagai upaya dilakukan untuk mendapatkan cara lain untuk mendapat larvasida guna mempermudah cara penggunaan dan kemudahan mendapatkan serta efektif dalam membunuh larva, salah satunya adalah penggunaan tembaga (Cu).

B. Logam Tembaga (Cu)

1. Karakteristik Tembaga (Cu)

Tembaga adalah unsur kimia dengan simbol Cu dengan nomor atom 29 dan memiliki valensi kimia +1 (cuprous) atau +2 (cupric) yang ditemukan sebagai bijih tembaga yang masih bersenyawa dengan zat asam, asam belerang atau bersenyawa dengan kedua zat tadi. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali, sifatnya halus, lunak, permukaan berwarna jingga kemerahan.



Gambar 2.2. Sebuah Tembaga

Logam ini termasuk logam berat non ferro (logam dan paduan yang tidak mengandung Fe dan C sebagai unsur dasar) yang memiliki sifat penghantar listrik dan panas yang tinggi, keuletan yang tinggi dan sifat tahan korosi yang baik. Garam-garam tembaga (II) umumnya berwarna biru, baik dalam bentuk hidrat, padat, maupun dalam larutan air. Warna ini benar-benar khas hanya untuk ion tetraakuokuprat(II) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ saja. Garam-garam tembaga(II) anhidrat, seperti tembaga(II) sulfat anhidrat CuSO_4 , berwarna putih (atau sedikit kuning). Dalam larutan air selalu terdapat ion kompleks tetraakuokuprat ini (Vogel, 1990:229).

2. Manfaat

Tembaga (Cu) mempunyai banyak manfaat dan salah satu manfaatnya adalah sebagai bahan biosida yaitu pengendalian penyakit tanaman yang disebabkan bakteri, fungi dan serangga, mengurangi pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Senyawa CuSO_4 sering dipakai dalam kebutuhan membasmi parasite, cacing, industri insektisida, algasida dan fungisida. Prusi ini secara praktis juga digunakan sebagai senyawa pembasmi lumut di kolam-kolam renang.

C. Berbagai Penelitian Terkait Dengan Pemberantasan Sarang Nyamuk

1. Perindukan Nyamuk *A. aegypti*

Penelitian Ririh Yudhastuti (2005) tentang Hubungan Kondisi Lingkungan, Kontainer dan Perilaku Masyarakat dengan Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue Surabaya, bahwa tempat penampungan air lebih besar keberadaan jentik nyamuk dibandingkan yang bukan tempat penampungan air dan tempat penampungan air secara alami seperti vas bunga. Pemberian abate pada kontener dapat menyebabkan dinding kontener tersebut terselimuti dengan abate yang menempel sehingga terlihat kotor. Pencucian dinding kontener akan menghilangkan lapisan abate yang dimaksudkan untuk mencegah pertumbuhan jentik.

2. Tembaga (Cu) sebagai larvasida.

Hasil Penelitian Tentang Tembaga (Cu) Sebagai Larvasida: Suatu percobaan yang dilakukan untuk mengetahui kematian jentik akibat CuSO_4 yang dilakukan oleh El-Sheikh dkk. mendapatkan lethal concentration LC_{50} sebesar 5,09 mg/L (Tarek M. Y. El-Sheikh et al, 2010).

3. Kawat Tembaga (Cu) Dalam Air dan Daya Bunuh terhadap larva.

Hasil penelitian Siti Surasri dkk (2014) menunjukkan bahwa tingkat kelarutan berkisar antara 0,144 mg/L s/d 0,993 mg/L dengan rata-rata 0,462 mg/L. dan dapat mengakibatkan telur tidak menetas serta kematian jentik, walaupun perbedaan kematian jentik akibat perbedaan konsentrasi tidak signifikan. Dengan penempatan 20 gr/L kawat Cu dalam air PDAM berhasil mencegah penempatan maupun penetasan telur *Aedes aegypti*, sedang kawat Cu dalam dosis 10 gr/L masih memungkinkan terdapatnya larva, tetapi akan mati sebelum menjadi pupa atau dewasa.

Penelitian Pristiana Rahayu (2015) dengan penempatan 10 gr/L Cu dalam air PDAM akan menghasilkan 1,145 ppm Cu. Dengan 1,145 ppm

larutan Cu ini baru berhasil membunuh 38,7% larva *Aedes aegypti* instar 3.

4. Standar Tembaga (Cu) Dalam Air

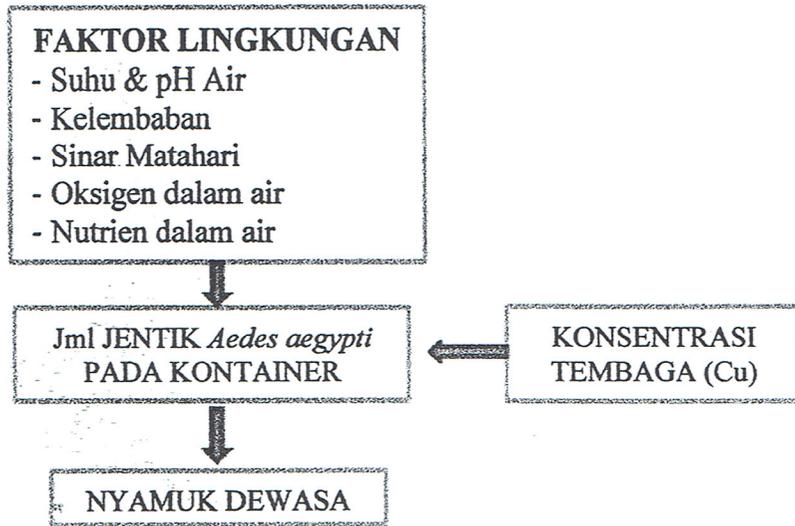
Tentu ada kekhawatiran akan dampak tembaga terhadap tubuh manakala air dengan kandungan tembaga dikonsumsi oleh manusia. Tembaga di lingkungan hidup memiliki umur paruh (half life) yang tidak terlalu panjang, yaitu tujuh hari (Romeo Bellini, 1998), dan WHO menetapkan batas aman sebesar 2 mg/L. Batas aman menurut WHO sama dengan baku mutu air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum bahwa batas maksimum yang diperbolehkan untuk Tembaga (Cu) di air bersih sebesar 2 mg/L.

D. Cara Kerja Tembaga.

Tembaga sebagai Pestisida belum pernah secara khusus diteliti cara kerjanya. Penelitian yang sudah dilakukan terutama tentang manfaat praktis aplikasi Tembaga sebagai larvasida. Secara teoritis, cara kerja insektisida dapat dibagi menjadi lima macam, dan Tembaga tergolong dalam kelompok yang ke dua (racun protoplasma).

1. Racun Fisik: Racun fisik membunuh serangga dengan cara yang tidak spesifik, seperti minyak bumi yang menghalangi larva untuk mengambil oksigen dari permukaan air.
2. Racun Protoplasma: Racun ini akan mengganggu fungsi sel karena protoplasma sel menjadi rusak, contoh insektisida dari jenis ini adalah logam berat dan asam kuat.
3. Penghambat metabolisme: Racun dari jenis ini mengganggu metabolisme yang terjadi pada tubuh serangga dengan beberapa cara, seperti menghambat kerja otot pernafasan, menghambat sistesis kitin, atau meracuni syarafnya.
4. Racun yang merusak sistem pencernaan serangga, seperti *Bacillus thuringiensis*.
5. Peniru hormon, seperti metopren.

E. Kerangka Konseptual dan Hipotesis Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka konseptual

Kehidupan Jentik *Aedes aegypti* pada kontainer dipengaruhi oleh suhu air, pH air, oksigen dan nutrien dalam air, kelembaban lingkungan dan sinar matahari, selain itu juga dipengaruhi oleh pemberian larvasida berupa Tembaga (Cu) sehingga pertumbuhan jentik mejadi kepompong dan dewasa menjadi terganggu.

Hipotesis Penelitian

Semakin tinggi Konsentrasi Tembaga (Cu) di air, semakin tinggi tingkat kematian jentik nyamuk *Aedes aegypti*.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Disain penelitian adalah eksperimen murni (*true experimental design*): *Post Test Only Control Group Design* menggunakan 13 macam perlakuan dan 1 kelompok kontrol yang dipilih secara random dengan rancangan sebagai berikut :

- (T1) -> O1 (Perlakuan)
- (T0) -> O0 (Kontrol)

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Surabaya di jl. Menur 118 A.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tahun 2015, dengan kegiatan persiapan, pelaksanaan, pengolahan dan analisis data sampai dengan penyusunan laporan akhir, sesuai dengan jadwal yang ditentukan yaitu dalam bulan April – November 2015.

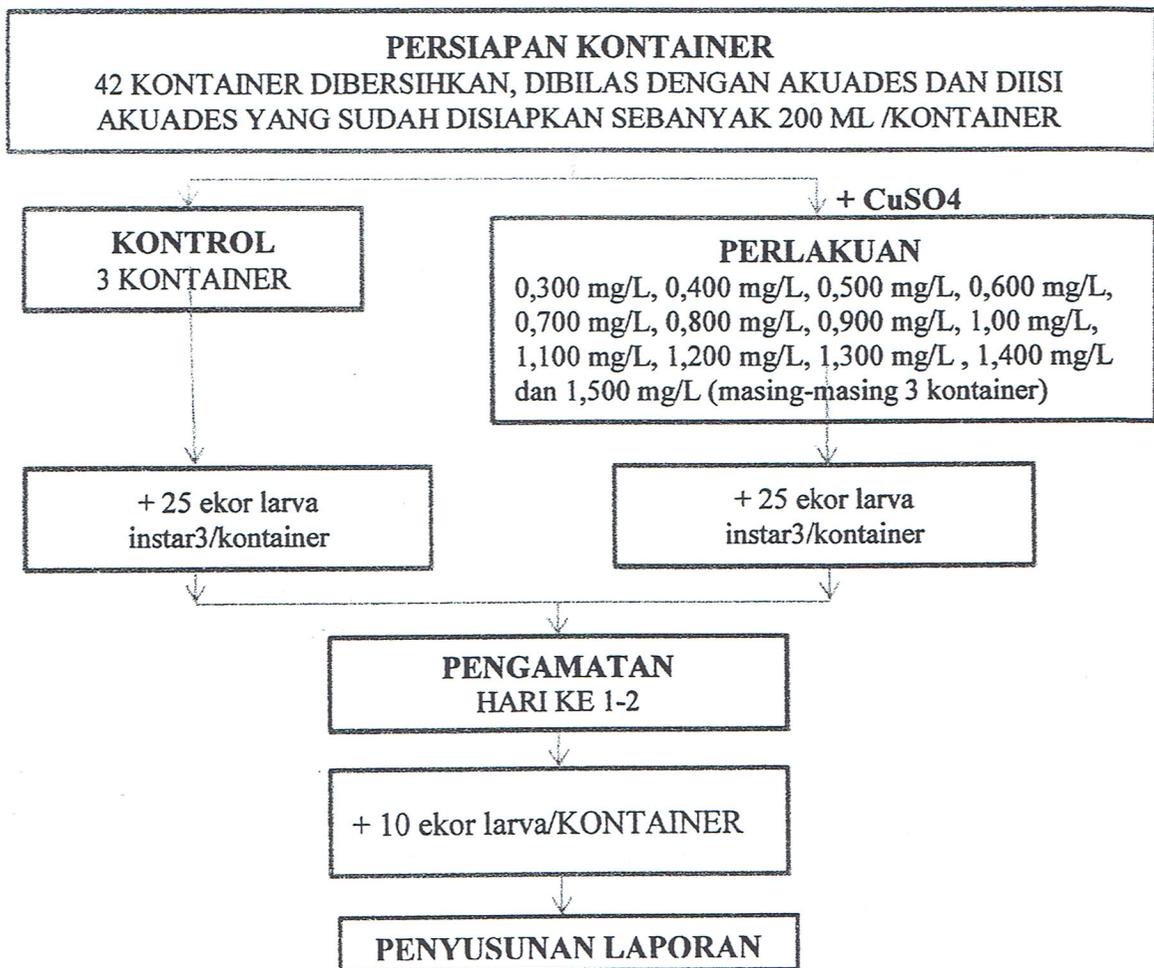
C. Sampel Penelitian

Besar sampel pada disain eksperimen didasarkan pada jumlah replikasi bahwa rumus replikasi: $(r-1)(k-1) \geq 15$, dimana $r = \text{number of replication}$ dan $k = \text{number of treatment}$. Jumlah perlakuan 13 (13 macam konsentrasi Tembaga) sehingga: $r \geq \{15 : (13 - 1)\} + 1$ didapat besar sampel (replikasi) atau $r \geq 2,25$ dibulatkan menjadi 3 replikasi, sehingga besar sampel penelitian sebanyak 42 kontener yang terdiri dari 3 kontener pada kontrol dan 39 kontener (3 replikasi x 13 konsentrasi tembaga).

D. Bahan dan Alat

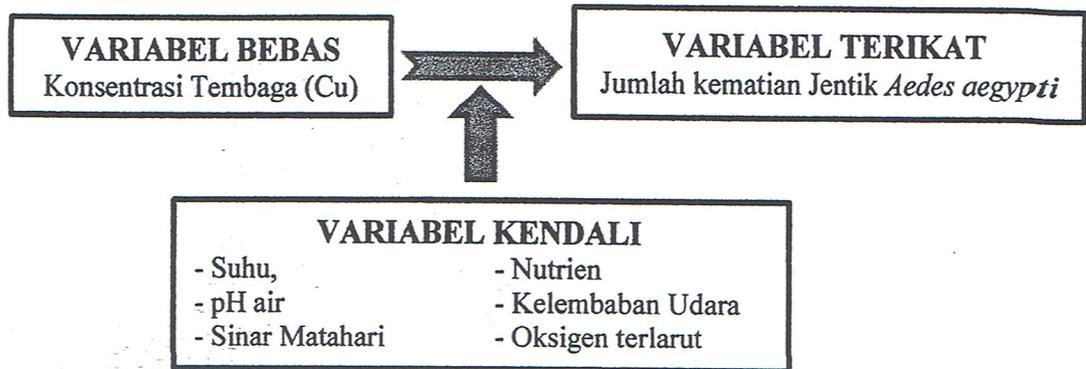
1. Air (akuades): diperlukan $42 \times 250 \text{ ml} = 10,5 \text{ l}$ atau satu *jerican*.
2. Kupri Sulfat (CuSO_4) dengan konsentrasi 0,300 mg/L, 0,400 mg/L, 0,500 mg/L, 0,600 mg/L, 0,700 mg/L, 0,800 mg/L, 0,900 mg/L, 1,00 mg/L, 1,100 mg/L, 1,200 mg/L, 1,300 mg/L, 1,400 mg/L dan 1,500 mg/L sebagai Cu.
3. Kontener yang digunakan adalah gelas kaca dengan volume 340 ml.
4. Kasa penutup kontener.
5. Ekstrak hati ayam sebagai nutrien: total diperlukan 250 gram.

E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian:



Gambar 3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

F. Variabel Penelitian



Gambar 3.2 Hubungan Antar Variabel

Variabel Penelitian

- a. Variabel Bebas
Konsentrasi Tembaga (Cu)
- b. Variabel Terikat
Jumlah Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* yang mati.
- c. Variabel Kendali
Suhu air, pH air, Nutrien, Kelembaban Udara, Oksigen terlarut dan Sinar Matahari.

G. Pengolahan Dan Analisis Data

Data yang terkumpul diolah, disusun dalam bentuk tabel. Efektivitas Larvasida Cu ditentukan dengan LC50, yaitu pada konsentrasi Cu yang menghasilkan kematian larva $\geq 50\%$.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan

1. Pembuatan Larutan Tembaga:

Larutan Baku Tembaga disiapkan dengan cara melarutkan kristal Kuprisulfat sebanyak 50 gr. ke dalam 1 liter aquades (H₂O), kemudian diperiksa di Laboratorium untuk mengetahui konsentrasi Cu dalam ppm. Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan angka 35,3 ppm.

Selanjutnya menghitung volume larutan baku yang harus dibubuhkan pada setiap media, agar menghasilkan konsentrasi uji coba, yaitu: 0,300 ppm sampai dengan 1,500 ppm.

Rumus pengenceran sebagai berikut:
$$V_n = \frac{S \cdot A}{Q}$$

Keterangan:

V_n = volume larutan baku yang dibutuhkan utk menghasilkan konsentrasi A

S = banyaknya volume yang akan dibuat

A = konsentrasi yang dikehendaki (0,300 mg/L, dst sampai 1,500 mg/L)

Q = konsentrasi larutan baku.

Contoh hitungan:

$$V_{0,300} = \frac{200 \text{ ml} \times 0,300 \text{ mg/L}}{35,3 \text{ mg/L}} = 1,7 \text{ ml}$$

Tabel di bawah ini menunjukkan volume CuSO₄ yang diperlukan untuk menghasilkan konsentrasi sesuai rencana uji coba.

Tabel IV.1
Volume CuSO₄ yang diperlukan

Nomor	Kons. Cu (mg/l)	Vol. Lart.Baku yg diperlukan
1	0,00	0,0 ml
2	0,30	1,7 ml
3	0,40	2,3 ml
4	0,50	2,8 ml
5	0,60	3,4 ml
6	0,70	4,0 ml
7	0,80	4,5 ml
8	0,90	5,1 ml
9	1,00	5,7 ml
10	1,10	6,2 ml
11	1,20	6,8 ml
12	1,30	7,4 ml
13	1,40	7,9 ml
14	1,50	8,5 ml

2. Penyiapan Larva *Aedes aegypti*

Larva yang digunakan berasal dari Laboratorium Entomologi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa-Timur. Yang diperlukan sebanyak 25 ekor larva per kontener, sehingga semuanya memerlukan 42 kontener kali 25 ekor larva, sama dengan 1050 ekor larva. Selanjutnya larva yang tersedia diambil secara random untuk dimasukkan ke dalam media yang telah disiapkan.

3. Media pertumbuhan larva.

Media Uji berupa air aquadestilata yang sudah ditambahkan larutan CuSO₄, sehingga mengandung Cu dalam berbagai dosis, dari 0,00, 0,30 sampai dengan 1,50 ppm. Selain itu ditambahkan pula ekstrak hati ayam sebagai makanan larva sebanyak 5 tetes per kontener.

B. Hasil Pengamatan

Pengamatan dilakukan selama dua kali 24 jam, untuk menghitung jumlah larva yang mati dari setiap kontener. Selain itu juga diukur suhu dan pH air,

dengan uji cepat kertas lakmus. Hasil penghitungan jumlah larva yang mati adalah sebagai berikut.

Tabel IV.2
Jumlah larva mati setelah 24 jam kontak

Kadar Cu	Replikasi	Larva Mati	Kadar Cu	Replikasi	Larva Mati
0,00	1	0	0,90	1	25
	2	0		2	25
	3	0		3	25
0,30	1	25	1,00	1	25
	2	25		2	25
	3	25		3	25
0,40	1	25	1,10	1	25
	2	25		2	25
	3	25		3	25
0,50	1	25	1,20	1	25
	2	25		2	25
	3	25		3	25
0,60	1	25	1,30	1	25
	2	25		2	25
	3	25		3	25
0,70	1	25	1,40	1	25
	2	25		2	25
	3	25		3	25
0,80	1	25	1,50	1	25
	2	25		2	25
	3	25		3	25

Semua larva yang ditanam pada media yang mengandung Cu mati dalam waktu pengamatan 1x24 jam. Maka dilakukan pemeriksaan ulang atas larutan baku dan salah satu dosis larutan coba (0,30 ppm). Hasilnya sangat mengejutkan, yaitu larutan baku yang sebelum uji coba dikatakan mengandung 35,3 ppm Cu, setelah diperiksa ulang hasilnya adalah mengandung 220,8 ppm Cu. Selain itu juga terdapat Sulfat 80 ppm dan pH 4,5. Larutan Coba yang harusnya mengandung Cu 0,30 ppm ternyata hasil test ulang adalah 118,3 ppm Cu dan Sulfat 150 ppm serta pH 5,0. Maka kesimpulan sementara adalah kematian larva lebih diakibatkan oleh tingginya kadar Cu dan kontribusi asam, karena pada kontener kontrol tidak ada satu

pun larva yang mati sampai pengamatan 3 x 24 jam. Jadi diputuskan untuk melakukan uji-coba yang kedua.

C. Pelaksanaan Uji-Coba ke dua.

Uji-Coba ke dua dilakukan dengan menggunakan Cu-koloid, agar larutan coba tidak bersifat asam dan tidak mengandung sulfat.

Cairan Cu koloid dengan kadar Cu 2,556 ppm digunakan untuk membuat larutan coba dengan berbagai konsentrasi. Cairan baku yang digunakan tetap Aquadestilata.

Larva *Aedes aegypti* dipesan lagi dari Laboratorium Entomologi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa-Timur.

1. Persiapan larutan baku:

- Disiapkan aquadestilata di dalam kontener besar (3 liter dan 2 liter)
- Disiapkan pasangan kawat tembaga dengan panjang 25 cm.
- Dilakukan elektrolisis pada kontener yang terdapat aquadestilata dengan sepasang kawat tembaga yang dialiri listrik dengan muatan negatif dan positif. Elektrolisis dilakukan selama 36 jam.
- Hasilnya adalah cairan tembaga koloid, yang kadarnya adalah 2,556 ppm (hasil pemeriksaan laboratorium). Inilah larutan baku yang digunakan untuk uji-coba kedua.

2. Persiapan Media dan larva coba.

- Media coba yang digunakan adalah tetap aquadestilata, supaya tidak ada kemungkinan mengandung logam yang lain.
- Kontener gelas yang sudah dicuci bersih disiapkan berjajar sebanyak 3 x 14 = 42 buah.
- Dimasukkan aquadestilata dan cairan koloid tembaga dalam konsentrasi 0,30 sampai dengan 1,50 sebanyak 3 replikasi, dan 3 kontener kontrol yang hanya berisi aquadest.
- Ditambahkan 5 tetes ekstrak hati sapi pada setiap kontener coba.

- Dimasukkan 25 ekor larva instar 3 pada masing-masing kontener coba, yang berasal dari Laboratorium Entomologi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Kontener ditutup dengan kain kasa dan diikat dengan karet gelang.

3. Hasil Pengamatan Uji-Coba ke dua.

- Pengamatan setelah 24 jam pertama menunjukkan semua kontener sudah terdapat pupa, dan ada juga yang sudah terdapat nyamuk dewasa.
- Keadaan setelah 2 x 24 jam:
- Semua kontener coba (42 buah) sudah terdapat nyamuk dewasa sebanya 2-7 ekor.
- Semua kontener juga sudah terdapat pupa dalam jumlah 10-22 ekor.
- Jumlah larva mati bervariasi dari 1 pada kontener kontrol sampai 12 ekor larva mati. Hasil penghitungan secara lengkap adalah sebagai berikut.

Tabel IV.3
Rekapitulasi hasil pengamatan setelah 2 x 24 jam

Konstr Cu	Jml Dws	Jml Pupa	Larva Hdp	Larva Mati	% Mati
0,00	16	49	9	1	10.00%
0,30	9	58	3	5	62.50%
0,40	12	51	8	4	33.33%
0,50	10	54	6	5	45.45%
0,60	13	50	8	4	33.33%
0,70	12	48	8	7	46.67%
0,80	9	48	7	11	61.11%
0,90	8	46	5	16	76.19%
1,00	8	44	10	13	56.52%
1,10	14	37	5	19	79.17%
1,20	10	37	4	24	85.71%
1,30	5	33	6	31	83.78%
1,40	10	30	1	34	97.14%
1,50	9	33	5	28	84.85%
Rerata	145	618	85	202	70.38%

D. Pembahasan

1. Tingkat Kematian Larva

Tingkat Kematian larva pada uji-coba pertama sebesar 100%, kecuali pada kontener kontrol tidak ada larva yang mati. Hal ini menimbulkan kecurigaan, apakah ada faktor lain yang mengganggu uji coba, atau memang betul dosis yang paling rendah pun (0,30 ppm) sudah dapat membunuh 100 % larva instar 3. Sebetulnya secara praktis hal ini sudah ditelusuri dengan cara melakukan uji coba lanjutan pada dosis yang lebih rendah. Ternyata dengan dosis yang lebih rendah pun 0,05 – 0,25 ppm larva uji juga mati setelah pengamatan 2 x 24 jam. Maka dilakukan pemeriksaan ulang terhadap kandungan Cu larutan baku, dan hasilnya ternyata 10 kali lebih tinggi dibanding hasil pemeriksaan pertama. Maka harus dilakukan uji-coba ke dua.

Tingkat kematian larva pada uji coba ke dua. Untuk penghitungan tingkat kematian larva coba, larva yang sudah berubah menjadi stadium pupa dan dewasa harus dikeluarkan dari perhitungan. Alasan dari keputusan ini adalah pupa sudah bukan lagi objek penelitian ini. Logam Cu tidak mungkin dapat digunakan untuk membunuh pupa kecuali dalam dosis yang sangat tinggi yang cukup toksik bagi manusia (> 2 ppm). Jadi perhitungan didasarkan pada jumlah larva hidup dan larva mati saja, yang jumlahnya tinggal 287 ekor, dari 1.050 ekor di awal studi. Jumlah larva yang dikeluarkan dari studi adalah 763 ekor, walaupun hal ini sangat mengecewakan bagi peneliti. Jadi kesimpulannya adalah pemilihan sampel larva yang kurang tepat.

Kematian terendah tetap terjadi pada kontrol (10%), dan kematian tertinggi terjadi pada kadar Cu 1,40 ppm (97,14%). Rata-rata kematian untuk seluruh dosis uji adalah 70,38%, dan LC50 tercapai pada dosis Cu $< 0,80$ ppm (61,11%), walaupun kematian pada dosis 0,70 ppm juga sangat mendekati separuh (46,67%). Karena jumlah larva yang sudah tidak mencukupi untuk mengulang lagi uji coba, maka peneliti segera memastikan bahwa LC50 terdapat pada dosis 0,7-0,8 ppm. Hal pasti yang terbukti secara statistik adalah dosis Cu yang dibubuhkan pada media coba berkorelasi dengan tingkat kematian larva coba ($p < 10\%$). Hal ini sesuai dengan hasil

penelitian Pristiana Rahayu (tahun 2015) dan Siti Surasri (tahun 2014) bahwa semakin tinggi dosis Cu di air akan semakin tinggi tingkat kematian larva. Semakin muda phase larva semakin mudah terbunuh dalam dosis Cu yang lebih rendah.

2. Penentuan LC50

Penentuan LC50 dihitung dengan metoda interpolasi, yaitu dengan menghitung konsentrasi Cu di antara dua konsentrasi yang tingkat kematiannya paling dekat dengan 50%.

Kematian larva pada konsentrasi 0,7 ppm adalah 46,67%.

Kematian larva pada konsentrasi 0,8 ppm adalah 61,11%.

Secara matematis kematian 50% akan tercapai pada:

$$\begin{aligned} \text{Kematian } 50\% &= 0,70 \text{ ppm} + \frac{50,00-46,67}{61,11-46,67} \times (0,80-0,70)\text{ppm} \\ &= 0,723 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Jadi hasil penghitungan LC50 untuk Cu adalah 0,723 ppm.

3. Pengaruh Keasaman pada kematian larva

Derajat keasaman media coba perlu diukur, untuk mengetahui pengaruhnya kepada larva coba. Pada uji coba pertama pH larutan baku ternyata sebesar 4,5 dan setelah dilarutkan dalam media coba yang pH nya 7,0 maka seluruh media coba bereaksi asam, karena semuanya mempunyai pH kurang dari 6,00. Hal ini bisa terjadi karena bahan aktif yang digunakan adalah Prusi (CuSO_4) yang larut di dalam air dan menghasilkan ke asaman. Asam ini lah yang diduga ikut berkontribusi menghasilkan tingkat kematian larva yang sempurna pada kontener coba dan tingkat kematian nol pada kontener kontrol. Sehingga pengaruh Cu terhadap kematian larva menjadi tidak jelas.

Pada uji coba kedua tidak lagi digunakan Prusi (CuSO_4) sebagai sumber Cu, walaupun prusi sebetulnya banyak juga digunakan pada kolam renang karena sudah dapat mencegah terbentuknya lumut dalam dosis yang tidak toksik pada manusia.

Cu tergolong logam berat yang tidak mudah larut dalam air. Campuran Cu dalam air berbentuk koloid, yang cara pembuatannya dengan elektrolisis. Cara ini dipilih, agar yang diperoleh adalah campuran murni tembaga. Kelemahan dari penggunaan koloid ini adalah konsentrasinya yang tidak terlalu tinggi, sehingga diperlukan dalam jumlah yang besar untuk uji coba dalam 42 kontener. Setelah proses elektrolisis selama 36 jam dihasilkan 5 liter koloid tembaga dalam kadar 2,566 ppm. Hasil pemeriksaan laboratorium yang kedua menunjukkan kadar Cu 2,663 ppm. Inilah yang akan digunakan sebagai larutan baku pada uji coba kedua, karena pH nya netral (6,8). Uji coba kedua ini juga tidak terlalu memuaskan, karena pemilihan larva yang kurang tepat, sehingga banyak larva yang segera berubah menjadi pupa dan malah cukup banyak juga yang berubah menjadi nyamuk dewasa hanya dalam waktu pengamatan 2x24 jam.

4. Keadaan Suhu Air

Suhu air pada media coba juga diamati, tetapi dipastikan tidak berpengaruh pada hasil uji coba, karena semua kontener berada pada suhu yang sama.

Uji coba pertama dilakukan pada suhu ruangan, yang berkisar antara 28°C pada pagi hari, dan 32°C pada sore hari. Sedang uji coba ke dua dilakukan pada ruangan yang ber AC, dan di atur pada suhu 22°C . Tetapi pengukuran pada suhu air coba menunjukkan angka 20°C pada pagi hari, dan 23°C pada sore hari.

5. Kemungkinan Kesalahan yang perlu diwaspadai

Berdasarkan pengalaman selama penelitian, maka dapat disimpulkan 2 hal yang perlu diwaspadai dalam penelitian seperti ini.

a. Hasil pemeriksaan Laboratorium.

Uji coba ini sangat mengandalkan hasil pemeriksaan laboratorium, karena tujuannya adalah penentuan dosis efektif untuk membunuh larva. Pada uji coba pertama, semua larva coba mati pada pengamatan 24 jam pertama, yang kemungkinan besar lebih disebabkan karena kesalahan pembubuhan volume larutan baku, akibat kesalahan hasil pemeriksaan. Maka kesalahan ini dikoreksi pada pelaksanaan uji coba kedua, yaitu dengan memeriksakan sampel pada dua laboratorium yang berbeda, yang ternyata hasilnya sudah sangat mirip. Maka larutan baku sudah bisa diencerkan untuk pelaksanaan uji coba.

Kalau waktunya mencukupi, sebetulnya akan lebih baik kalau pemeriksaan kadar Cu dilakukan dengan titrasi Yod, agar hasilnya lebih pasti, dibanding dengan pemeriksaan digital yang mungkin dipengaruhi oleh variasi arus listrik atau yang lainnya.

b. Pemilihan larva coba.

Penentuan instar 3 untuk uji coba ini, didasarkan pada pertimbangan bentuknya sudah cukup besar untuk dapat diamati, tetapi masih cukup muda dan sensitif terhadap logam Cu. Larva untuk uji coba seperti ini, seharusnya berasal dari kelompok yang sama umur dan phase nya, agar perbedaan hasil akhir betul-betul merupakan hasil pengaruh faktor yang diteliti. Hal ini perlu diperhatikan karena semakin dewasa usia larva akan semakin kuat. Dari penelitian terdahulu terbukti semakin rendah dosis Cu, akan semakin tua umur bertahan larva. Jadi semakin muda usia larva akan semakin sensitif terhadap dosis Cu. Ini terjadi pada Uji coba ke dua, di mana sebagian besar larva uji sudah berubah menjadi pupa dan sebagian lagi menjadi dewasa.

6. Perbaikan yang perlu dilakukan

Mengingat kelemahan yang terdapat pada pelaksanaan penelitian ini, maka perlu dilakukan perbaikan dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya. Diantaranya yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Uji coba dengan larva nyamuk harus dipilih umur/phase larva yang cukup muda dan sedapat mungkin semua larva uji dalam umur/phase yang sama, karena perbedaan phase larva mengakibatkan perbedaan reaksi terhadap bahan aktif.
- b. Hasil pemeriksaan Laboratorium harus diverifikasi. Dalam hal logam Cu ini, mungkin lebih baik digunakan uji titrasi-yodium.
- c. Dalam praktek di masyarakat dapat dilakukan uji coba di bak-mandi, dengan penggunaan kawat tembaga 6-7 batang, sepanjang 15-20 cm, karena mudah dilakukan, hasil kelarutan masih di bawah batas ketentuan Kemenkes (< 2 ppm), dan sudah dapat mencegah menetasnya jentik *Aedes aegypti*. (Siti Surasri, 2014)

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Uji coba pemanfaatan logam Cu sebagai larvasida ini telah menghasilkan kesimpulan yang cukup memuaskan, walaupun percobaan terpaksa dilakukan dua kali. Logam Cu dapat digunakan sebagai larvasida dalam dosis yang masih di bawah ketentuan Kemenkes.

A. Kesimpulan

1. Rerata kematian larva secara keseluruhan adalah 70,38%, dengan kematian larva terendah pada kontrol (10,0 %), dan kematian larva tertinggi pada konsentrasi Cu 1,40 ppm sebanyak 97,14%.
2. Perbedaan kematian larva *Aedes aegypti* berkorelasi dengan dosis Cu yang diberikan.
3. Kematian larva 46,67% pada dosis 0,7 ppm, dan pada dosis 0,8 ppm kematian larva 61,11%. Perhitungan LC50 adalah 0,723 ppm.

B. Rekomendasi

1. Logam Cu dapat dimanfaatkan sebagai larvasida untuk membunuh larva *Aedes aegypti*. Karena itu perlu disosialisasikan kepada masyarakat maupun para praktisi.
2. Sebagai larvasida untuk menghasilkan kematian larva lebih 90%, diperlukan dosis Cu terlarut paling tidak 1,40 ppm, walaupun perhitungan LC50 adalah 0,723 ppm.
3. Penelitian yang menggunakan larva nyamuk, harus dipilih umur dan phase yang sedapat mungkin seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Muschinek, A. Szentesi, T. Jermy, Inhibition of Oviposition in the Bean Weevil (*Acanthoscelides Obtectus* Say, Col., Bruchidae), **Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, Vol. 11 (1-2), pp. 91-98 (1976)
- Margo Utomo, Sigit Tyasmono, Sayono, Perbedaan Kepadatan Telur *Aedes* Spesies Pada Ovitrap Yang Dipasang Di Dalam Rumah Dan Di Luar Rumah Di Desa Kandangrejo, Klambu, Grobogan Tahun 2004, **Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia**, Volume 2, Nomor 1, Tahun.2005.
- Mulyatno, KC., A.Yamanaka, Ngadino, E.Konishi, 2012, Resistance of *Aedes aegypti* (L) larvae to temephos in Surabaya, Indonesia, **The Southeast Asean Journal of Tropical Medicine and Public Health**, number 1, Volume 43.
- Pristiana Rahayu, Winarko, Siti Surasri, 2015, Perbedaan dosis kawat tembaga dalam mencegah pertumbuhan larva nyamuk *Aedes aegypti*, **Jurnal Gema Kesehatan Lingkungan**, volume 13, nomor 2, Surabaya.
- Roberto Romia, Marco Di Lucaa, Walter Rainerib, Maria Pesceb, Antonio Reyb, Silvana Giovannangelic, Fabio Zanasic, dan Antonino Bellad, Laboratory and Field Evaluation of Metallic Copper on *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Jentikl Development, **Journal of Medical Entomology** 37(2):281-285. 2000, <http://dx.doi.org/10.1603/0022-2585-37.2.281>
- Romeo Bellini. Marco Carrieri, Marta Bacchi. Paolo Fonti, E|{O Giorgio Celli, Possible Utilization Of Metallic Copper To Inhibit *Aedes Albopictus* (Skuse) Jentikl Development, **Journal of the American Mosquito Control Association**, 14(4):451-456, 1998, American Mosquito Control Association, Inc.
- Sembel, Dantje T, 2009 " **Entomologi Kedokteran**" Andi Yogyakarta, hal 50
- Sudarto, 2008 " **Parasitologi Klinik**", Airlangga University

Surasri, Siti dan Demes N., 2014, Pemanfaatan Kawat Tembaga dalam berbagai konsentrasi untuk mencegah pertumbuhan jentik nyamuk di rumah tangga, **Jurnal Penelitian Kesehatan**, Nomor 4, Volume 12, Poltekkes Kemenkes Surabaya.

Tarek M. Y. El-Sheikh; Mohamad A. Fouda; Mostafa I. Hassan; Abd-Elhamed, A. Abd-Elghaphar dan Ahmed I. Hasaballah, **Toxicological Effects of Some Heavy Metal Ions on Culex pipiens L. (Diptera: Culicidae)**, Egypt. Acad. J. biolog. Sci., 2 (1):63-76 (2010), Department of Zoology, Faculty of Science (boys), Al-Azhar University, Nasr City, Cairo, Egypt,

Widowati Wahyu, 2008 "**Efek Toksik Logam**", Andi Yogyakarta

Yudhastuti, Ririh, 2005, "Hubungan Kondisi Lingkungan, Kontainer dan Perilaku Masyarakat dengan Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes Aegypti* di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue Surabaya", **Jurnal Kesehatan Lingkungan**, Volume 1, Nomor 2.