

ISSN : 0215-5478

JURNAL  
**HUMAN MEDIA**

**BBTKLPP YOGYAKARTA** | Volume 8 Nomor 1, Juli 2014



ISSN : 0215-5478

KEMENTERIAN KESEHATAN RI  
DIREKTORAT JENDERAL PENGENDALIAN PENYAKIT DAN PENYEHATAN LINGKUNGAN  
BALAI BESAR TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT  
(BBTKLPP) YOGYAKARTA

Jl. Wiyoro Lor, Baturetno, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta, 55197

Telp. (0274) 371588, 4432823 Fax. (0274) 443284

Website : [www.btkljogja.or.id](http://www.btkljogja.or.id) Email : [info@btkljogja.or.id](mailto:info@btkljogja.or.id)

# Pengantar Redaksi

Diterbitkan oleh  
**BBTKLPP Yogyakarta**

Penanggung Jawab  
**Kepala BBTKLPP Yogyakarta**

Penasehat  
**Prof. Dr. dr. Adi Heru Sutomo, M.Sc. D.Com.**  
**Nutr.DLSHTM.PKK**  
**Prof. Dr. Sudibyo Martono, MS.Apt**

Redaktur  
**Sukoso, SST, M.Sc**

Editor  
**Wawan Hermawan, ST, M.Kes**  
**Eddy Suwandi Saputra, ST, M.Kes**  
**Dra. Setyalastuti, M.Si**  
**Dian Tri Korიაati, ST, SKM, MPH**

Desain/Fotografer  
**Suharsa, S.ST**  
**Mardiansyah, S.Kom**

Sekretariat  
**Heldhi Broto Kristiawan, SKM, M. Eng**  
**Prabawa, SKM, M.Kes**

Alamat Sekretariat  
**Instalasi Pengelolaan Teknologi Informasi**  
**BBTKLPP Yogyakarta**  
**Jl. Wiyoro Lor, Baturetno, Banguntapan,**  
**Bantul, Yogyakarta, 55197, Telp. (0274) 371588**  
**Fax. (0274) 443284**  
**Website : [www.btkljogja.or.id](http://www.btkljogja.or.id)**  
**Email : [info@btkljogja.or.id](mailto:info@btkljogja.or.id)**

## JHM

JURNAL HUMAN MEDIA BBTKLPP YOGYAKARTA

Redaksi Buletin JHM menerima naskah atau karya yang sesuai dengan misi Buletin JHM. Redaksi berhak merubah bentuk dan naskah tanpa mengurangi isi dan maksud naskah Anda. Naskah 5 - 15 halaman, dengan spasi 1,5. Kirim ke Sekretariat Buletin JHM atau via Email : [info@btkljogja.or.id](mailto:info@btkljogja.or.id)

*Assalamu alaikum Wr. Wb.*

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah berkenan melimpahkan rahmat dan kemurahan-Nya sehingga Jurnal Human Media BBTKL PP Yogyakarta edisi 1 tahun 2014 dapat terbit.

Jurnal Human Media edisi kali ini mengetengahkan materi sebagai berikut :

1. Perubahan Musim Terhadap Kepadatan Nyamuk Aedes Aegypti Di Kota Yogyakarta Dan Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2013 .....1
2. Buffer Stock Larutan/Bubuk Penjernih Air Keruh Untuk Kesiapan SKD/KLB Di Kabupaten Kulon Progo D. I. Yogyakarta Tahun 2013 .....22
3. Potensi Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kota Yogyakarta Tahun 2013 .....33
4. Kadar Logam Berat Di Kawasan Pertanian Di Kabupaten Karanganyar, Propinsi Jawa Tengah .....42
5. Penentuan Status Resistensi Aedes Aegypti Dengan Metode Susceptibility Di Kota Yogyakarta Dan Kabupaten Bantul Terhadap Insektisida Sipermetrin 0,05% Dan Malation 0,8% Tahun 2013 .....53

Kami menyadari bahwa penyajian hasil penelitian ini masih belum sempurna, oleh sebab itu kami, segenap Tim Redaksi, sangat menghargai dan berterima kasih atas masukan-masukan berkenaan dengan Jurnal Human Media ini untuk menambah kualitas dan perbaikan pada edisi-edisi berikutnya.

Semoga apa yang tersaji pada JHM BBTKLPP Yogyakarta ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Selamat membaca.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb*

## KETENTUAN PENULISAN ARTIKEL

1. Artikel berupa naskah ilmiah tentang hasil kajian/penelitian yang berkaitan dengan upaya penyehatan lingkungan, pengendalian penyakit dan pencemaran, dan pengembangan teknologi tepat guna bidang kesehatan.
2. Artikel atau naskah belum pernah dan tidak sedang diajukan untuk dipublikasikan dalam media lain, baik dalam maupun luar negeri.
3. Naskah dikirim dalam bentuk *soft copy* ditujukan kepada Sekretariat JHM
4. Naskah beserta abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dengan kosakata dan cara penulisan yang sesuai dengan ejaan yang disempurnakan.
5. Abstrak ditulis secara singkat tapi jelas, tidak lebih dan 250 kata (1 halaman), meliputi: latar belakang masalah, tujuan, metode, hasil dan kesimpulan. Abstrak disertai 3-5 kata kunci (*keywords*).
6. Naskah yang dikirim ke redaksi diketik dalam format MS Word, dengan jarak satu setengah (1,5) spasi, font (12), tipe font time new roman, jarak margin atas 2,5 cm, margin bawah 2,5 cm, batas kiri 3 cm, batas kanan 2 cm. Panjang tulisan berkisar antara 5 - 15 halaman.
7. Naskah yang dikirim dalam bentuk naskah publikasi. Isi naskah terdiri atas: Abstrak, Pendahuluan (berisi latar belakang dan tujuan), Metode Penelitian (prosedur, bahan, dan alat, populasi-sampel, analisis data), Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Daftar Pustaka.
8. Judul naskah hendaknya singkat, jelas dan informatif.
9. Unsur yang ditulis dalam daftar pustaka secara berturut-turut meliputi: nama penulis (dengan urutan: nama akhir, nama awal dan tengah, tanpa gelar akademik), judul buku/artikel (termasuk anak judul/sub judul), kota tempat penerbitan, nama penerbit, dan tahun penerbitan; jika dari internet dicantumkan tanggal akses, serta alamat website. Prinsip penulisan daftar pustaka mengacu pada sistem *vancouver*.
10. Penulisan nomor rujukan sesuai urutan penampilannya dalam artikel.

# PERUBAHAN MUSIM TERHADAP KEPADATAN NYAMUK *Aedes aegypti* DI KOTA YOGYAKARTA DAN KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TAHUN 2013

Didik Setiawan<sup>1</sup>, Kustiah<sup>2</sup>, Suharsa<sup>3</sup>, Nur Basuki<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit Yogyakarta

## INTISARI

Salah satu dampak dari perubahan iklim adalah peningkatan kejadian yang terus menerus *vector borne disease*. Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit berbasis vektor yang berpotensi menjadi KLB/wabah yang menjadi penyebab kematian utama di banyak negara tropis. Perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit menular. Peningkatan kelembaban dan curah hujan berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan nyamuk.

Kajian ini ingin mengetahui gambaran dan hubungan antara perubahan musim (musim penghujan dan musim kemarau) dengan Angka Bebas Jentik (ABJ) dan kepadatan larva/jentik (HI, CI dan BI) di kelurahan Giwangan dan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, kota Yogyakarta serta desa Panggunharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY.

Kajian ini menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan koefisien korelasi Pearson yang sangat kuat ( $r = -0,947$ ) secara berlawanan antara angka bebas jentik di kelurahan Giwangan dengan kelembaban udara. Selain itu kajian ini menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan koefisien korelasi Pearson yang sangat kuat ( $r = 0,917-0,947$ ) antara kelembaban udara dengan kepadatan larva/jentik (HI, CI dan BI) di kelurahan Giwangan, kota Yogyakarta. Sedangkan di kelurahan Sorosutan terdapat hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan koefisien korelasi Pearson yang sangat kuat ( $r = 0,908$  dan  $0,923$ ) antara curah hujan dan kelembaban udara dengan *House index*. Kajian ini menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan koefisien korelasi Pearson yang sangat kuat ( $r = -0,951$ ) secara berlawanan antara suhu udara di desa Bangunharjo dengan *Container Index*. Juga terdapat hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan koefisien korelasi Pearson yang sangat kuat ( $r = 0,967$  dan  $-0,967$ ) antara kecepatan angin dengan angka bebas jentik dan *House index*.

Terdapat hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) dengan angka bebas jentik (ABJ) di kelurahan Giwangan. Terdapat hubungan antara kelembaban udara dengan kepadatan larva/jentik (HI, CI dan BI) di kelurahan Giwangan, dan terdapat hubungan antara curah hujan dan kelembaban udara dengan *House index* di kelurahan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Terdapat hubungan antara suhu udara dengan *Container Index*, terdapat hubungan antara kecepatan angin dengan angka bebas jentik (ABJ) dan *House index* di desa Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY.

**Kata kunci :** musim, ABJ, HI, CI dan BI

## PENDAHULUAN

Penyakit demam berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh virus dengue (vir-DEN) yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* Linnaeus dan *Aedes albopictus* Skuse (Diptera : Culicidae).<sup>1</sup> Kasus kematian karena penyakit DBD setiap tahunnya berjumlah 22.000 dari 2,5 milyar atau 40 % penduduk di 100 negara yang tinggal di daerah perkotaan dan pinggiran perkotaan di wilayah tropik dan subtropik.<sup>2</sup> Penyakit DBD masih tetap menjadi ancaman dengan tingkat kematian (*Case Fatality Rate/CFR*) lebih tinggi dari rerata nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pasien di Daerah Istimewa Yogyakarta selama 2013 mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. Tercatat tahun 2012 ada 2 kasus pasien DBD, tahun 2013 ada 15 pasien DBD yang meninggal.

Nyamuk *Aedes aegypti* dengan tingkat kepadatan tinggi berpotensi menjadi faktor risiko penting dalam penularan DBD. Kepadatan nyamuk dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti iklim. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki iklim tropis yang heterogen dan rentan terhadap dampak perubahan iklim regional dan global. Perubahan iklim makro dan mikro dapat mempengaruhi penyebaran penyakit menular, termasuk penyakit tular vektor nyamuk. Peningkatan kelembaban dan curah hujan berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan nyamuk, sedangkan suhu mempunyai batas optimum bagi perkembangbiakan nyamuk antara 25-27°C.<sup>3</sup>

BBTKLPP Yogyakarta adalah salah satu unit pelaksana teknis di bidang teknik kesehatan lingkungan dan pemberantasan penyakit menular di lingkungan Departemen Kesehatan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, dengan wilayah kerja D.I. Yogyakarta dan Jawa Tengah yang mempunyai tupoksi salah satunya adalah fasilitas kesiapsiagaan Kejadian Luar Biasa (KLB). Kajian ini dilakukan dalam rangka kewaspadaan dini untuk mencegah terjadinya KLB DBD.

Tujuan kajian ini untuk mengetahui hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) pada curah hujan, suhu udara dan kelembaban udara dengan angka bebas jentik (ABJ) di kelurahan Giwangan, Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta serta di desa Panggungharjo, Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY. Mengetahui hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) terhadap curah hujan, suhu udara dan kelembaban udara dengan kepadatan vektor nyamuk (HI, CI dan BI) di kelurahan Giwangan, Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta serta di desa Panggungharjo, Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY.

Penerima manfaat dari kegiatan ini adalah *stakeholders* terkait di kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul yang membutuhkan data/informasi terkait perubahan iklim yang dibutuhkan

sebagai pertimbangan dalam penyusunan program penanggulangan dampak perubahan iklim.

## **BAHAN dan METODE**

Jenis kajian ini adalah observasional analitik dengan rancangan penelitian *cross sectional* yaitu ingin mengetahui hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) dengan angka bebas jentik dan kepadatan vektor nyamuk (HI, CI dan BI).

Variabel yang diukur dalam kajian ini yaitu curah hujan, suhu dan kelembaban pada musim penghujan dan kemarau dibandingkan angka bebas jentik (ABJ), HI, CI dan BI.

Kajian ini dilaksanakan di daerah endemis DBD yaitu di wilayah Kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kegiatan dimulai dari koordinasi, survey/observasi dan pengumpulan data selama 1 tahun.

Dalam pengumpulan data awal dilakukan koordinasi untuk mengidentifikasi wilayah di DIY yang akan dijadikan lokasi kajian. Koordinasi akan dilakukan di kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul. Melakukan koordinasi dengan dinas kesehatan dan BMGK setempat guna terjalinnya jejaring dan kemitraan kerja sehingga kegiatan dapat berjalan lancar.

Survei/observasi dilakukan di Puskesmas, Kecamatan dan Kelurahan atau Desa, di kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul yang terpilih. Pelaksanaan kegiatan dengan instansi

terkait setempat sehingga kegiatan dapat berjalan lancar. Hasil dari survei/observasi adalah rencana pelaksanaan kegiatan kajian yang disusun bersama dengan instansi terkait.

Survei jentik dilakukan selama 6 kali (3 bulan pada musim penghujan dan 3 bulan pada musim kemarau) di lokasi kajian dengan waktu pengukuran kepadatan 5 hari/bulan/lokasi menggunakan *checklist*. Data kepadatan jentik nyamuk ini akan dilakukan oleh kader kesehatan setempat dengan didampingi oleh petugas puskesmas dan staf BBTKLPP Yogyakarta dengan cara sebagai berikut : a) Semua tempat atau bejana yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk diperiksa untuk mengetahui ada tidaknya jentik. b) Memeriksa kontainer yang berukuran besar seperti bak mandi, tempayan, drum, dan bak penampungan air lainnya jika pada pandangan atau penglihatan pertama tidak menemukan jentik, maka di tunggu kira-kira 0,5 - 1 menit untuk memastikannya. c) Memeriksa kontainer yang kecil seperti vas bunga/pot tanaman, tempat minum burung, dan lain-lain. Untuk memeriksa jentik di tempat yang agak gelap atau airnya keruh digunakan senter.

Ukuran yang dipakai untuk mengetahui kepadatan jentik nyamuk adalah *House Index* (HI) adalah jumlah rumah positif jentik dari seluruh rumah yang diperiksa. *Container Index* (CI) adalah jumlah kontainer yang

ditemukan larva dari seluruh kontainer yang diperiksa. *Breteau Index* (BI) adalah jumlah kontainer dengan larva dalam seratus rumah.

Data faktor lingkungan yang akan dikumpulkan adalah Suhu udara, kecepatan angin, kelembaban, ketinggian, dan curah hujan. Data curah hujan akan diperoleh dari BMKG setempat. Pengujian faktor lingkungan dilakukan oleh petugas puskesmas setempat dan staf BBTCL PP Yogyakarta.

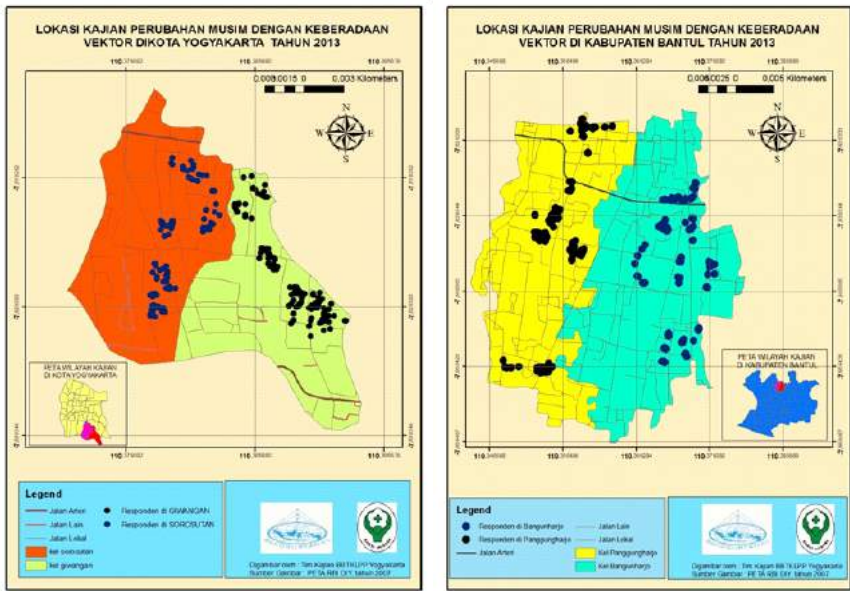
Data demografi yang diperlukan dalam kajian ini adalah data kepadatan penduduk, situasi penyakit DBD, peta tata guna lahan, kegiatan pemberantasan yang pernah dilakukan, dan kepadatan rumah. Data demografi akan diperoleh dari kecamatan setempat.

Analisis data hasil kajian adalah analisis univariat, dilakukan dengan menggunakan distribusi frekuensi dan Analisis bivariat untuk menguji hubungan antara dua variabel, sehingga dapat disimpulkan adanya hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Uji statistik yang digunakan adalah uji korelasi. Kriteria lain yang dipakai adalah dengan melihat signifikansi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas ( $p$ ) dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%, maka nilai probabilitasnya yang dipakai adalah  $p=0,05$ .

## A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

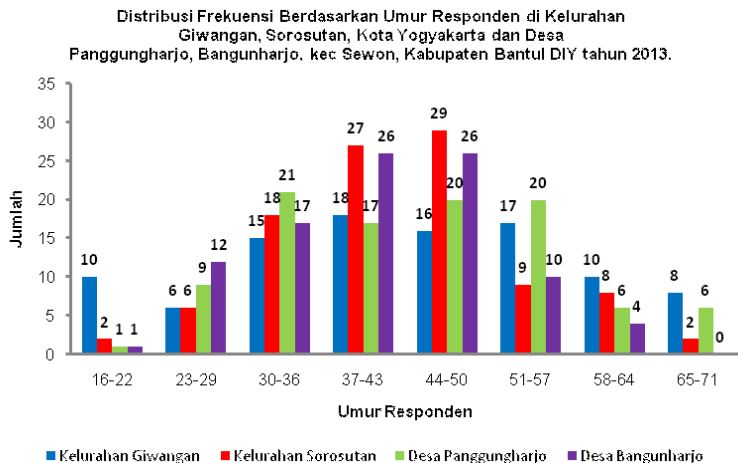
Kota Yogyakarta sebagai ibukota DIY terbentang antara  $110^{\circ} 24' 19''$  sampai  $110^{\circ} 28' 53''$  Bujur Timur dan  $7^{\circ} 15' 24''$  sampai  $7^{\circ} 49' 26''$  Lintang Selatan dengan ketinggian rerata 114 meter di atas permukaan laut. Kota Yogyakarta memiliki 14 kecamatan, salah satunya adalah kecamatan Umbulharjo yang endemis DBD. Lima kelurahan di kecamatan Umbulharjo, kelurahan Giwangan dan Sorosutan menjadi sasaran kajian. Kabupaten Bantul terletak di bagian Selatan Wilayah DIY, yaitu antara  $07^{\circ} 44' 04'' - 08^{\circ} 00' 27''$  LS dan  $110^{\circ} 12' 34'' - 110^{\circ} 31' 08''$  BT. Secara administratif Kabupaten Bantul terdiri atas 17 kecamatan, yang terdiri dari 75 desa dan 933 dusun. Lokasi kajian di desa Panggunharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon merupakan daerah endemis di kabupaten Bantul yang berbatasan dengan wilayah Kota Yogyakarta. Lebih jelasnya lokasi kajian dapat dilihat pada peta dibawah ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



**Gambar 1: Lokasi kajian perubahan musim dengan kepadatan vektor nyamuk di kelurahan Giwangan dan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, kota Yogyakarta. Desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013**

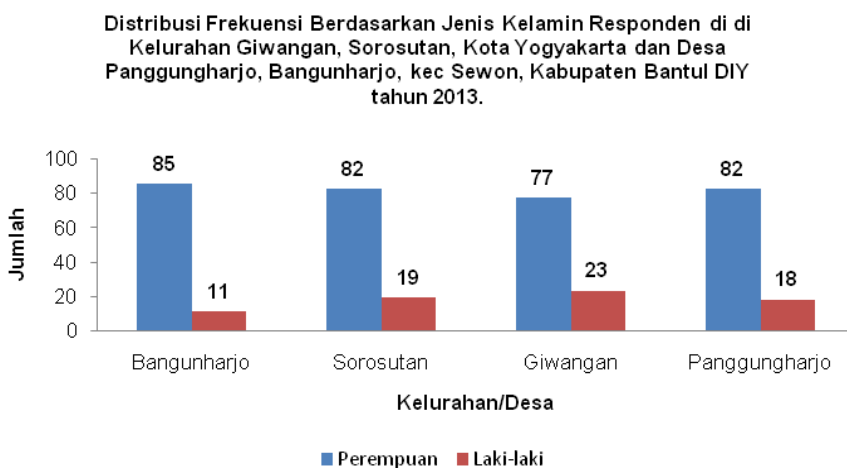
Berdasarkan gambar 1 di atas terlihat lokasi pengambilan titik sampel dari setiap kelurahan/desa dengan diwakili 5 RW/5 dusun yang dipilih. Subjek kajian adalah kepala keluarga dan data distribusi frekuensi golongan umur, jenis kelamin, jenis pekerjaan, tingkat pendidikan dan jumlah anggota keluarga responden di kelurahan Giwangan dan Sorosutan disajikan di bawah ini.



**Gambar 2 : Distribusi Frekuensi Berdasarkan Golongan Umur Responden di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta, serta desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013**

Gambar 2 menunjukkan golongan umur responden terbanyak di kelurahan Giwangan adalah berumur 37-43 tahun, sebanyak 18 responden, dan terendah adalah 23-29 tahun sebanyak 6 responden. Di kelurahan Sorosutan golongan umur responden terbanyak berumur 44-50 tahun, sebanyak 29 responden, dan terendah adalah 16-22 dan 65-71 tahun sebanyak 2 responden. Golongan umur responden terbanyak adalah

berumur 30-36 tahun, sebanyak 21 responden, dan terendah adalah 16-22 tahun hanya 1 responden di desa Panggunharjo. Desa Bangunharjo golongan umur responden terbanyak adalah berumur 37-43 dan 44-50 tahun, masing-masing sebanyak 26 responden, dan terendah adalah 16-22 tahun sebanyak 1 responden. Distribusi frekuensi berdasarkan jenis kelamin responden dapat dilihat sebagai berikut.



**Gambar 3 : Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Kelamin Responden di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta. Desa Panggunharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013**

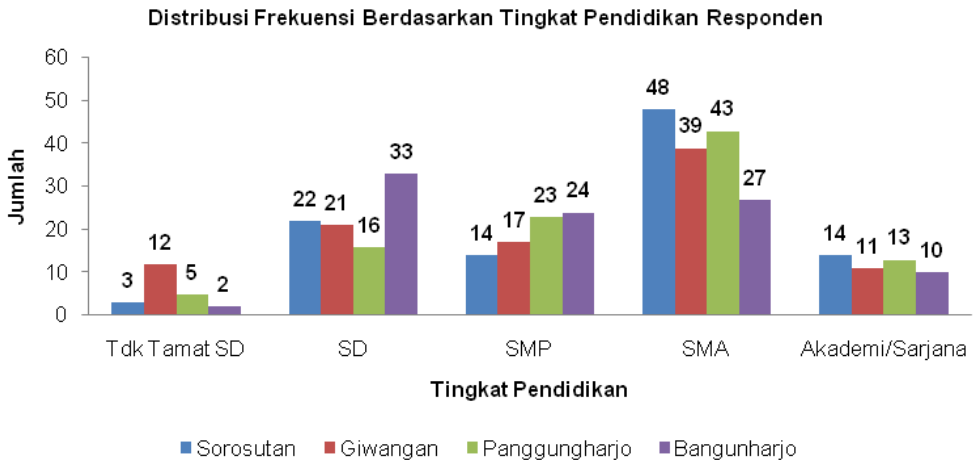
Distribusi frekuensi berdasarkan jenis kelamin di dominasi oleh responden perempuan baik di kelurahan Giwangan, Sorosutan, desa Panggunharjo dan Bangunharjo. Berdasarkan distribusi frekuensi responden berdasarkan tingkat pendidikan baik di kelurahan Giwangan maupun Sorosutan, sebagian besar mempunyai tingkat pendidikan SMA. Pada Kelurahan

Giwangan tingkat pendidikan terbanyak adalah SMA (39 responden) dan jumlah terendah adalah akademi/sarjana (11 responden). Kelurahan Sorosutan tingkat pendidikan terbanyak adalah SMA (48 responden) dan jumlah terendah adalah tidak tamat SD (2 responden). Di desa Panggunharjo jumlah terbanyak di tingkat pendidikan SMA (43 responden) dan jumlah terendah tidak



tamat SD (5 responden). Di desa Bangunharjo tingkat pendidikan terbanyak adalah berpendidikan SD

(33 responden) dan jumlah terendah adalah tidak tamat SD (2 responden) (gambar 4)



**Gambar 4 : Distribusi Frekuensi Berdasarkan Tingkat Pendidikan di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta. Desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013.**

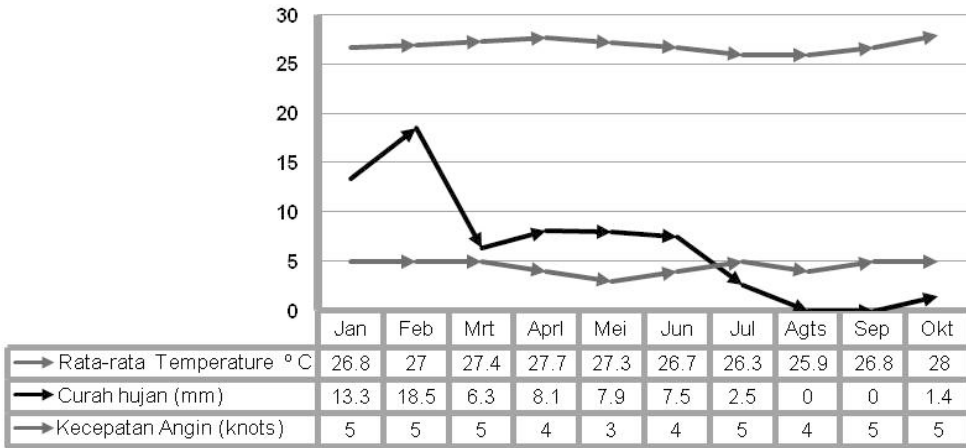
## B. Perubahan Musim

Kota Yogyakarta yang terletak di dataran lereng aliran gunung Merapi memiliki kemiringan lahan yang relatif datar (antara 0-2%) dan berada pada ketinggian rerata 114 m dari permukaan air laut (dpa). Secara umum, rerata curah hujan tertinggi selama tahun 2013 terjadi pada bulan Februari, yaitu sebanyak 18,5 mm dan terendah terjadi pada bulan Agustus dan September (0 mm). Rerata temperatur udara 26,99 °C dan Kecepatan angin 4,5 knot.

Data iklim yang ada, maka

menurut metode Oldeman (*Agro-Climatic Classification*) membagi iklim menjadi 5 (lima), tipe iklim A, tipe iklim B, tipe iklim C, tipe iklim D dan tipe iklim E. Bulan basah didefinisikan sebagai bulan dengan curah hujan sekurang-kurangnya 200 mm. Bulan kering didefinisikan sebagai bulan dengan curah hujan kurang dari 100 mm. Klasifikasi iklim di Kabupaten Bantul menurut *Oldeman* yang didasarkan pada beberapa stasiun pengamatan menunjukkan kecamatan Sewon beriklim C1.

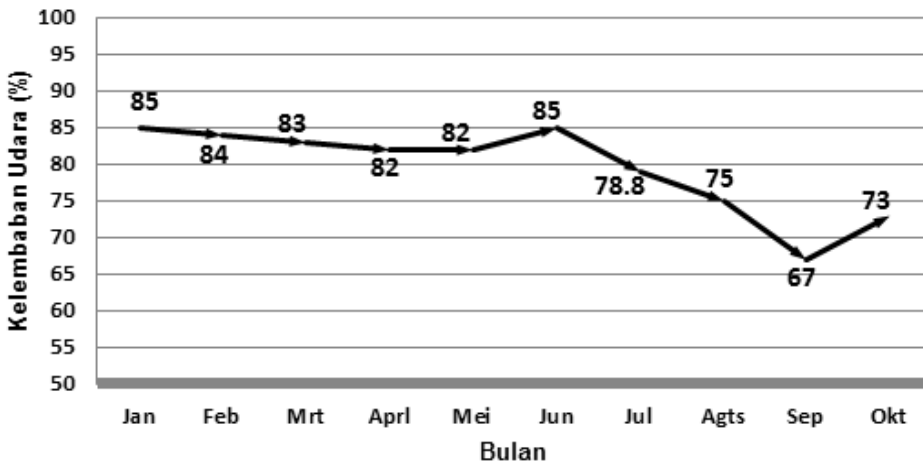
RATA-RATA TEMPERATUR, CURAH HUJAN DAN KECEPATAN ANGIN DI WILAYAHDIY



Gambar 5 : Rerata Temperatur udara, Curah hujan, dan kecepatan angin di wilayah Yogyakarta tahun 2013

Sedangkan pada grafik 5 terlihat rerata kelembaban cukup tinggi sampai bulan Oktober 2013 yaitu 79,48 % RH dengan tertinggi terjadi pada bulan Januari dan Juni sebesar 85 % RH dan terendah pada bulan September sebesar 67 % RH. Berdasarkan data rerata curah hujan tahun 2013 tersebut terbagi menjadi dua musim yaitu musim penghujan dari mulai bulan Januari sampai Juni dan musim kemarau dari mulai Juli sampai dengan Oktober.

Rerata Kelembaban Udara (%) Di Wilayah DIY



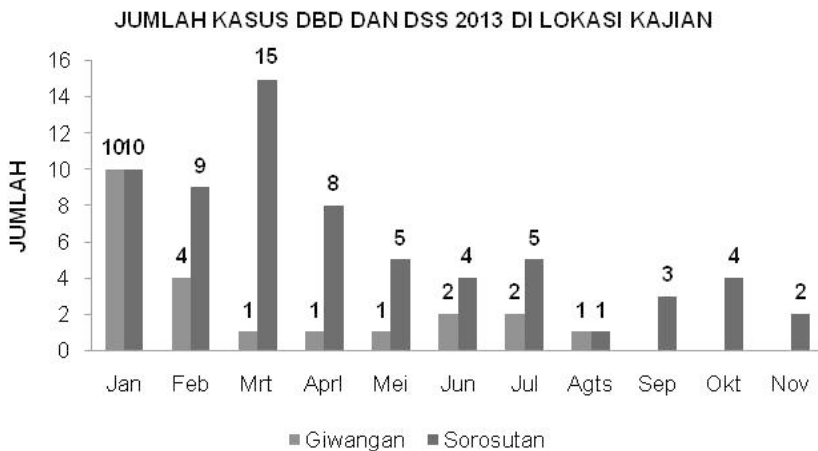
Gambar 6 : Rerata Kelembaban udara di wilayah Yogyakarta tahun 2013

Perubahan iklim akan mempengaruhi perubahan cuaca regional/kawasan dalam bentuk cuaca ekstrim, kenaikan temperatur, perubahan pola curah hujan, dan kenaikan muka air laut. Dalam terminologi perubahan iklim komponen ini dikenal dengan bahaya (*hazard*) perubahan iklim. Peningkatan kelembaban dan curah hujan berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan nyamuk, sedangkan suhu mempunyai batas optimum bagi perkembangbiakan nyamuk antara 25-27°C).<sup>3</sup>

### C. Kasus DBD

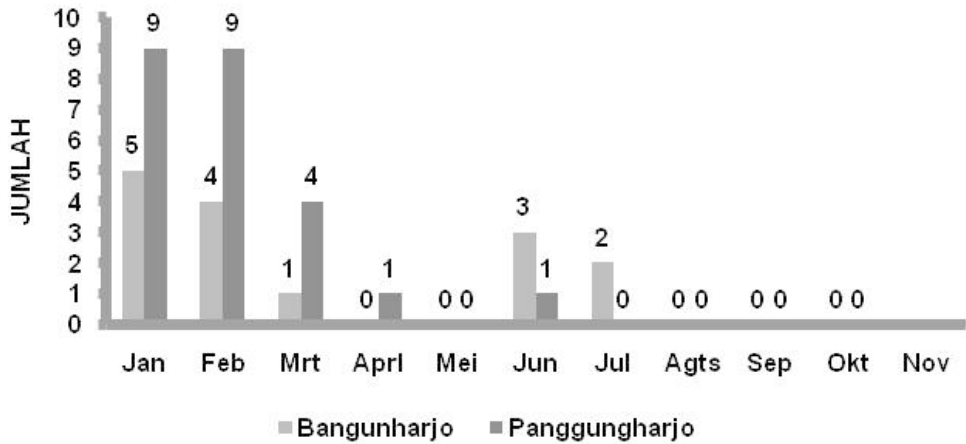
Jumlah Kasus DBD tahun 2012 di kelurahan Giwangan dan Sorosutan sebanyak 2 dan 10 penderita. Pada tahun 2013 sampai bulan November sebanyak 22 penderita di kelurahan Giwangan dan 66 penderita di Sorosutan. Rerata penderita tiap bulannya yaitu 2 penderita di kelurahan Giwangan dan 6 penderita di

kelurahan Sorosutan. Jumlah penderita DBD tertinggi pada bulan Januari (10 penderita) dan terendah tidak terdapat penderita pada bulan September-November di kelurahan Giwangan. Kelurahan Sorosutan jumlah penderita DBD tertinggi pada bulan Maret (15 penderita) dan terendah pada bulan Agustus (1 penderita). Lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 7. Tahun 2013 sampai bulan November sebanyak 24 penderita di desa Panggungharjo dan 15 penderita di desa Bangunharjo. Rerata penderita tiap bulannya yaitu 2 penderita di desa Panggungharjo dan 1 penderita di desa Bangunharjo. Jumlah penderita DBD tertinggi pada bulan Januari dan Februari (9 penderita) dan terendah tidak terdapat penderita pada bulan Juli-November di desa Panggungharjo dan terendah tidak terdapat penderita pada bulan Agustus sampai November di desa Bangunharjo. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 8..



**Gambar 7 : Jumlah penderita DBD dan DSS di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta tahun 2013**

**JUMLAH KASUS DBD DAN DSS 2013 DI LOKASI KAJIAN  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**



**Gambar 8 : Jumlah penderita DBD dan DSS di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul tahun 2013**

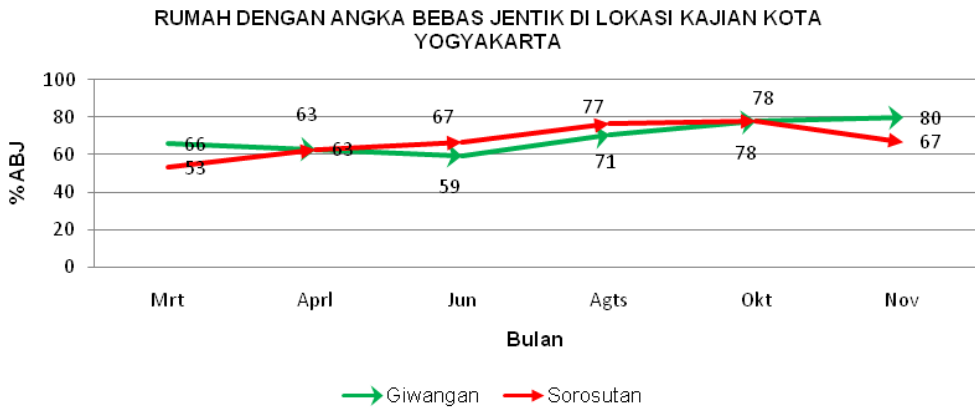
Berdasarkan pembagian musim penghujan dan musim kemarau, perbandingan rerata jumlah penderita DBD pada musim penghujan lebih banyak dibandingkan musim kemarau. Pada musim penghujan di kelurahan Giwangan ditemukan sebanyak 19 penderita DBD, sedangkan musim kemarau sebanyak 3 penderita DBD. Kelurahan Sorosutan pada musim penghujan sebanyak 51 penderita DBD dan musim kemarau sebanyak 15 penderita DBD. Pada musim penghujan kelurahan desa Panggungharjo sebanyak 4 penderita DBD, sedangkan musim kemarau tidak ada penderita DBD. Desa Bangunharjo pada musim penghujan sebanyak 13 penderita DBD dan musim kemarau sebanyak 2 penderita DBD. Hal ini dapat disebabkan tempat-tempat penampungan air yang tidak dapat dikendalikan mulai terisi air dan

telur-telur nyamuk mulai menetas dan akhirnya menjadi dewasa. Sudah banyak penelitian bahwa penyebaran penyakit virus dengue melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* pada tahap transovarial yang berarti vektor tidak perlu lagi menggigit orang yang sakit DBD.

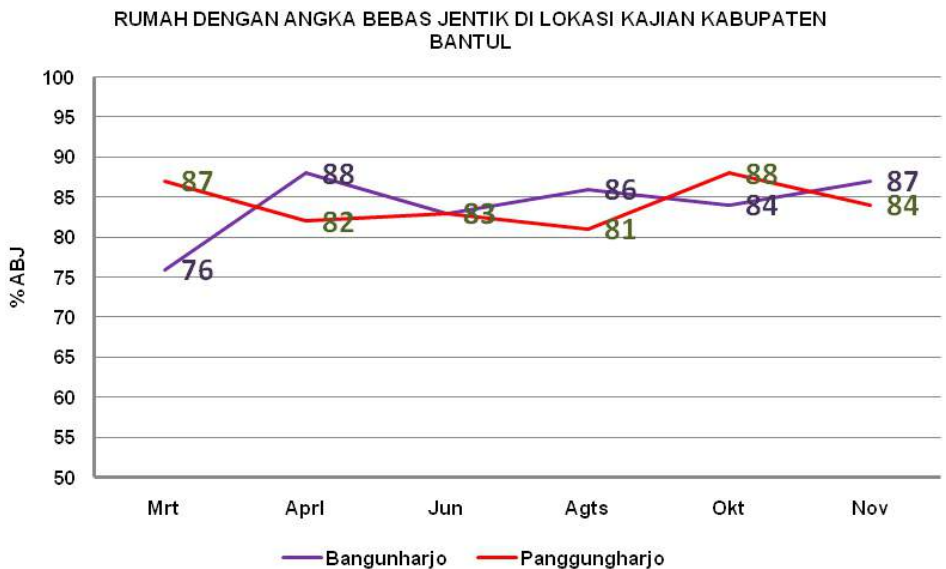
Perilaku nyamuk *Aedes aegypti* yaitu suka tinggal di dalam rumah. Hal ini di dukung dengan tersedianya tempat-tempat penampungan air yang menjadi tempat *breeding place* bagi nyamuk tersebut. Untuk menilai suatu wilayah berdasarkan tingkat resiko penularannya dilihat indeks larvanya dari angka bebas jentik. Pemerintah menentukan batas rumah bebas jentik sebanyak 95% dari yang diperiksa. Gambar 10 di bawah ini baik kelurahan Giwangan dan Sorosutan masih di bawah batas ABJ yang dianjurkan oleh pemerintah. Gambar 9 d ibawah ini

baik desa Panggungharjo dan Bangunharjo masih di bawah batas ABJ yang dianjurkan oleh pemerintah. Kelurahan Giwangan angka bebas jentik tertinggi, yaitu 80% pada bulan November dan terendah pada bulan Juni (59%). Sedangkan kelurahan Sorosutan angka bebas jentik tertinggi

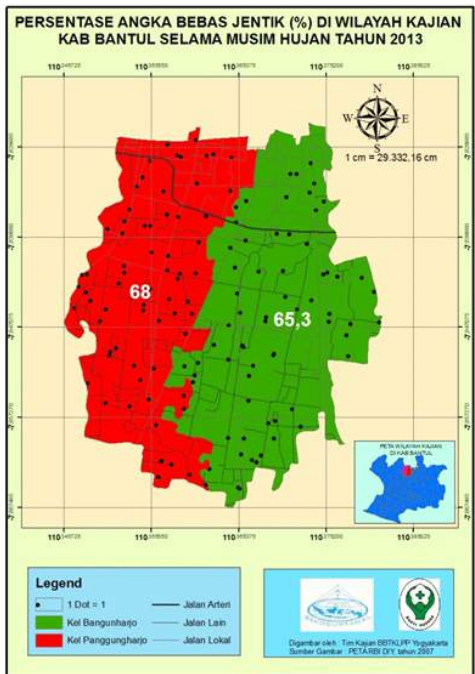
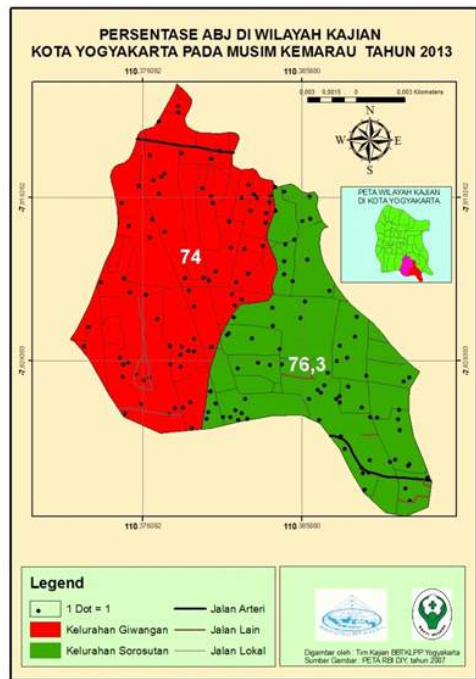
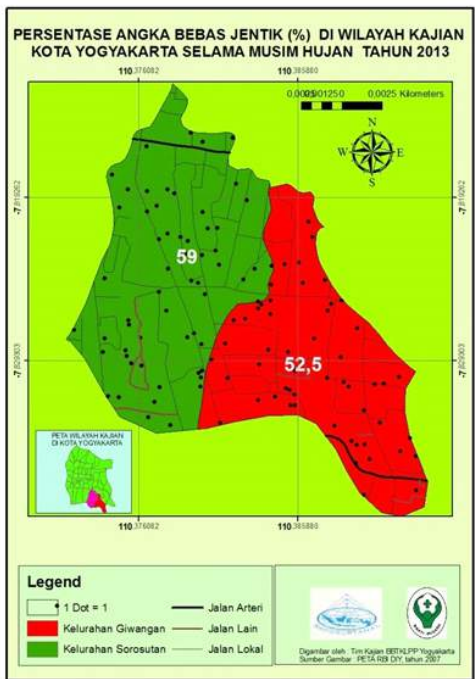
pada bulan Oktober (78%). Di Desa Panggungharjo angka bebas jentik tertinggi, yaitu 88% pada bulan Oktober dan terendah pada bulan Agustus (81%). Desa Bangunharjo angka bebas jentik tertinggi pada bulan April (88%) dan terendah pada bulan Maret (76%).



**Gambar 9 : Angka bebas jentik di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta tahun 2013**



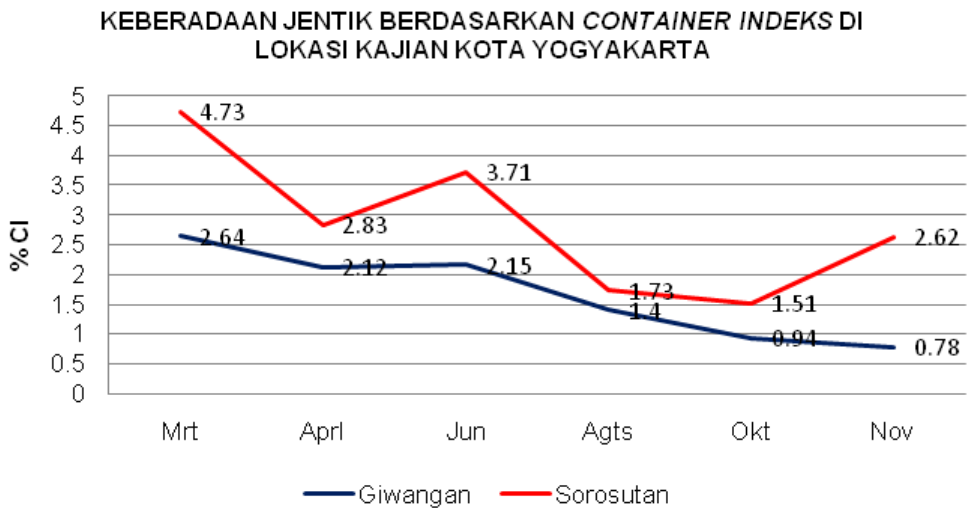
**Gambar 10 : Angka bebas jentik di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul tahun 2013**



**Gambar 11 : Perbandingan persentase ABJ musim penghujan dan kemarau di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta, Desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013**

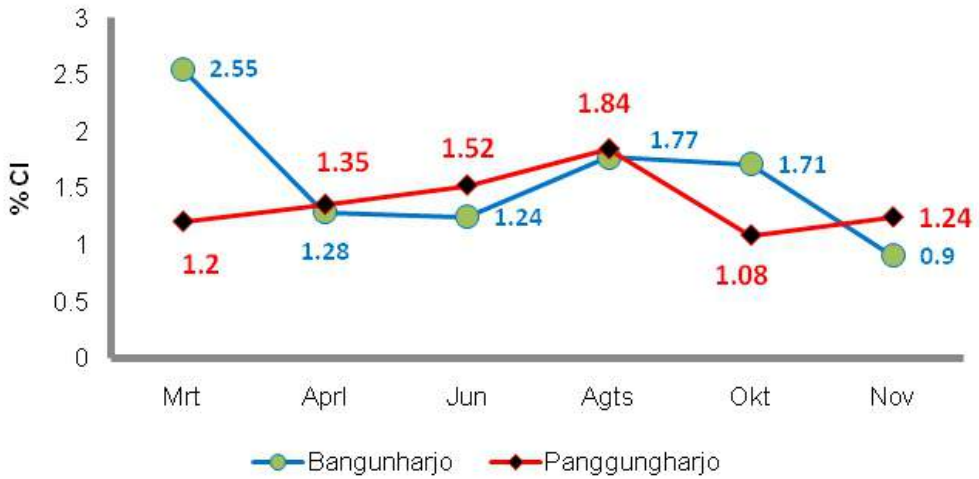
Pada gambar 11 berdasarkan pembagian musim penghujan dan musim kemarau, perbandingan rerata persentase angka bebas jentik pada musim kemarau lebih banyak dibandingkan pada musim penghujan. Pada musim penghujan kelurahan Giwangan rerata persentase angka bebas jentik sebanyak 59 persen, sedangkan musim kemarau sebanyak 77 persen. Kelurahan Sorosutan pada musim penghujan sebanyak 52,5 persen dan musim kemarau sebanyak 76,3 persen. Demikian pula bila dilihat container yang positif jentik berdasarkan *container index* pada kelurahan Giwangan tertinggi pada bulan Maret (2,64) dan terendah pada bulan November (0,78), sedangkan

kelurahan Sorosutan tertinggi pada bulan Maret (4,73) dan terendah pada bulan Oktober (1,51). Sedangkan desa Panggungharjo rerata persentase angka bebas jentik musim penghujan sebanyak 68 persen, sedangkan musim kemarau sebanyak 84 persen. Desa Bangunharjo pada musim penghujan sebanyak 65,3 persen dan musim kemarau sebanyak 86 persen. Demikian pula bila dilihat container yang positif jentik berdasarkan container indeks pada desa Panggungharjo tertinggi pada bulan Agustus (1,84) dan terendah pada bulan Oktober (1,08), sedangkan desa Bangunharjo tertinggi pada bulan Maret (2,55) dan terendah pada bulan November (0,9).



**Gambar 12 : Angka Container Indeks di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta tahun 2013**

KEBERADAAN JENTIK BERDASARKAN CONTAINER INDEKS DI  
LOKASI KAJIAN KABUPATEN BANTUL



Gambar 13 : Angka Container Indeks di di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul tahun 2013

Dimana seharusnya dengan musim penghujan akan terisi oleh air di tempat-tempat penampungan air yang tidak dapat dikendalikan sebagai tempat *breeding place*. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan ternyata kontainer yang banyak ditemukan positip larva yaitu kontainer yang terdapat di dalam rumah sehingga perubahan musim tidak begitu berpengaruh terhadap tempat *breeding place*. Jenis kontainer yang masih banyak ditemukan positip jentik baik di kelurahan Giwangan, Sorosutan, desa Panggungharjo dan Bangunharjo adalah bak mandi dan bak *Water Closet*.

#### D. Analisis Bivariat

Analisis Analisis uji korelasi *Pearson* pada taraf signifikansi  $p\text{-value} < 0,05$  dilakukan untuk mengetahui

hubungan antara variabel bebas dengan terikat. Faktor iklim juga sangat menentukan perkembangan penyakit seperti DBD. Penyakit DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes sp* dimana nyamuk tersebut berkembang biak di tempat-tempat air jernih yang tidak langsung berhubungan dengan tanah baik di dalam rumah maupun luar rumah. Kelebihan dari nyamuk *Aedes sp* adalah telur mampu bertahan dalam keadaan kering hingga lebih dari 3 bulan, sehingga bila terkena air telur dapat langsung menetas menjadi jentik, kepompong, dan kemudian jadi nyamuk dewasa.<sup>4</sup>

Analisis uji korelasi *Pearson* pada taraf signifikan  $p\text{-value} < 0,05$  dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dengan terikat. Faktor iklim juga sangat menentukan



perkembangan penyakit seperti DBD. Penyakit DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes sp* dimana nyamuk tersebut berkembangbiak di tempat-tempat air jernih yang tidak langsung berhubungan dengan tanah baik di dalam rumah maupun luar rumah. Kelebihan dari nyamuk *Aedes sp* adalah telur mampu bertahan dalam keadaan kering hingga lebih dari 3 bulan, sehingga bila terkena air telur dapat langsung menetas menjadi jentik, kepompong, dan kemudian jadi

nyamuk dewasa.<sup>4</sup>

Faktor iklim seperti suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin yang dapat mempengaruhi kepadatan jentik pada kelurahan Giwangan dan Sorosutan disajikan pada Tabel 1 dan 2. Faktor iklim seperti suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin yang dapat mempengaruhi kepadatan jentik di desa Panggungharjo dan Bangunharjo disajikan pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 1. Hasil analisis uji korelasi Pearson antara suhu udara, kelembaban udara, curah hujan dan kecepatan angin dengan kepadatan jentik di Kelurahan Giwangan, Kota**

Variabel	% ABJ		HI		CI		BI	
	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )
Curah Hujan	0,059	-0,864	0,059	0,864	0,097	0,810	0,171	0,719
Suhu Udara	0,720	0,222	0,720	-0,222	1,000	0,000	0,561	-0,352
Kelembaban udara	<b>0,014</b>	-0,947	<b>0,014</b>	0,947	<b>0,029</b>	0,917	<b>0,027</b>	0,919
Kecepatan Angin	0,316	0,570	0,316	-0,570	0,897	-0,081	0,596	-0,323

**Tabel 2 Hasil analisis uji korelasi Pearson antara suhu udara, kelembaban udara, curah hujan dan kecepatan angin dengan kepadatan jentik di Kelurahan Sorosutan, Kota Yogyakarta**

Variabel	% ABJ		HI		CI		BI	
	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )
Curah Hujan	0,138	-0,757	<b>0,025</b>	0,923	0,140	0,755	0,131	0,766
Suhu Udara	0,683	-0,252	0,687	0,249	0,907	0,073	0,837	0,129
Kelembaban udara	0,102	-0,803	<b>0,033</b>	0,908	0,051	0,876	0,056	0,869
Kecepatan Angin	0,766	-0,185	0,859	-0,111	0,813	0,147	0,780	0,174

**Tabel 3 Hasil analisis uji korelasi Pearson antara suhu udara, kelembaban udara, curah hujan dan kecepatan angin dengan kepadatan jentik di desa Panggungharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul tahun 2103.**

Variabel	% ABJ		HI		CI		BI	
	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )
Curah Hujan	0,777	- 0,176	0,777	0,176	0,699	- 0,239	0,655	- 0,274
Suhu Udara	0,845	- 0,122	0,845	0,122	0,922	0,062	0,703	- 0,235
Kelembaban udara	0,582	- 0,335	0,582	0,335	0,887	- 0,089	0,904	- 0,075
Kecepatan Angin	0,206	- 0,681	0,206	0,681	0,165	0,726	0,559	0,354

**Tabel 4 Hasil analisis uji korelasi Pearson antara suhu udara, kelembaban udara, curah hujan dan kecepatan angin dengan kepadatan jentik di desa Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul tahun 2103.**

Variabel	% ABJ		HI		CI		BI	
	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )	<i>p</i>	( <i>r</i> )
Curah Hujan	0,886	- 0,090	0,886	0,090	0,692	- 0,245	0,825	0,138
Suhu Udara	0,197	0,690	0,197	- 0,690	<b>0,013</b>	- 0,951	0,059	- 0,864
Kelembaban udara	0,757	- 0,192	0,757	0,192	0,987	- 0,010	0,545	0,366
Kecepatan Angin	<b>0,007</b>	0,967	<b>0,007</b>	- 0,967	0,110	- 0,793	0,059	- 0,864

Berdasarkan Berdasarkan hasil uji statistik antara variabel kelembaban udara dengan variabel terikat prosentase ABJ, HI, CI dan BI di kelurahan Giwangan menunjukkan adanya hubungan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan nilai koefisien korelasi sangata kuat karena mendekati 1. Pada Persentase ABJ nilai koefisien korelasi berpola korelasi negatif yang berarti meningkatnya kelembaban akan menurunkan persen angka bebas jentik. Kelurahan Sorosutan berdasarkan uji statistik antara variabel curah hujan dan kelembaban udara dengan *House index* (HI)

menunjukkan adanya hubungan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan nilai koefisien korelasi sangat kuat karena mendekati 1.

Berdasarkan hasil uji statistik antara variabel bebas dengan variabel terikat prosentase ABJ, HI, CI dan BI di desa Panggungharjo tidak menunjukkan adanya hubungan yang signifikan ( $p > 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa antara musim penghujan dan musim kemarau tidak terdapat perbedaan pada angka bebas jentik, HI, CI dan BI di wilayah desa Panggungharjo. Desa Bangunharjo berdasarkan uji statistik antara variabel

suhu udara dengan *Container Index (CI)* menunjukkan adanya hubungan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan nilai koefisien korelasi sangat kuat karena mendekati 1 dan berpola korelasi negatif yang berarti dengan penurunan suhu udara akan meningkatkan jumlah kontainer yang positif larva.

Kelembaban udara yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan keadaan rumah menjadi basah bahkan akan lembab. Tingkat kelembaban 60% merupakan batas paling rendah untuk memungkinkan hidupnya nyamuk. Kelembaban berpengaruh terhadap umur nyamuk, kecepatan berkembangbiak, istirahat dan kebiasaan menggigit nyamuk. Pada kelembaban yang tinggi nyamuk menjadi lebih aktif dan lebih sering menggigit, sehingga meningkatkan penularan penyakit. Selain kondisi rumah yang basah berhubungan dengan keberadaan penampungan air artifisial/TPA seperti bak mandi, vas bunga, drum, kaleng bekas, dan lain-lain sebagai tempat bertelur nyamuk. Penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ada hubungan antara kelembaban dan tipe TPA terhadap keberadaan jentik nyamuk.<sup>5</sup>

Hasil uji statistik antara variabel kecepatan angin dengan variabel terikat prosentase ABJ dan HI menunjukkan adanya hubungan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan nilai koefisien korelasi sangat kuat karena mendekati 1 dan berpola korelasi positif pada prosentase ABJ dan berpola korelasi negatif pada variabel

HI yang berarti dengan meningkatnya suhu udara akan menurunkan jumlah rumah yang positif larva.

Rendahnya kelembaban didukung dengan tingginya temperatur akan meningkatkan penguapan tempat perindukan nyamuk, sehingga jumlah air atau jumlah habitat larva/pupa akan berkurang. Penelitian sebelumnya member informasi bahwa kelembaban optimal yang diperlukan untuk embriosasi dan ketahanan dari embrio nyamuk berkisar dari 81,5% - 89,5%.<sup>6,7</sup> Kelembaban udara yang tinggi ini menyebabkan terjadi imigrasi tempat habitat dari nyamuk sebagai vektor penyebaran penyakit menular dari daerah beriklim subtropis ke daerah beriklim tropis.

Hasil pengukuran rerata suhu udara selama tahun 2013 sampai bulan Oktober sebesar 26,99°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu udara merupakan suhu optimum sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk. Pada musim penghujan (Januari-Juni 2013) suhu udara rerata sebesar 27,17°C. Sedangkan pada musim kemarau (Juli-Oktober 2013) suhu udara rata-rata sebesar 26,75°C. Range suhu yang optimum untuk perkembangbiakan nyamuk 25-27°C.<sup>3</sup> Pada umumnya nyamuk *Aedes aegypti* akan meletakkan telurnya pada temperatur udara sekitar 27°C - 30°C.<sup>8</sup> Suhu setiap bulannya di Kota Yogyakarta tidak banyak mengalami perubahan.

Kelembaban dipengaruhi oleh pemanasan iklim global terutama di daerah yang beriklim tropis seperti

Indonesia akan mengakibatkan terjadi kelembaban udara yang tinggi lebih dari 60 % dan merupakan keadaan dan tempat yang ideal untuk tempat habitat nyamuk seperti *Aedes sp.* Perubahan iklim yang tidak menentu dan sanitasi lingkungan yang buruk akan meningkatkan populasi nyamuk vektor penyakit. Perubahan iklim yang terjadi di Indonesia menyebabkan penyebaran penyakit menular melalui gigitan serangga (*vector borne diseases*) seperti DBD sangat tinggi.

Nyamuk termasuk binatang yang berdarah dingin, oleh karena itu proses metabolisme dan siklus hidupnya tergantung pada suhu lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya bahwa pertumbuhan larva menjadi dewasa dipengaruhi oleh suhu karena adanya proses metabolisme dalam tubuh larva dan pupa.<sup>9</sup> Daur hidup nyamuk dapat bertahan pada suhu rendah, tetapi mempengaruhi lamanya pertumbuhan karena melemahnya pertukaran zat yang meliputi pembentukan dan penguraian zat organik dalam tubuh nyamuk.

Faktor lingkungan fisik lain yang mempengaruhi populasi nyamuk adalah curah hujan. Pengaruh curah hujan terhadap populasi nyamuk tergantung pada jenis hujan, derasnya hujan, jumlah hari hujan, jenis vektor dan jenis tempat perkembangbiakan. Kondisi hujan yang diselingi panas pada pergantian musim lebih berpengaruh positif terhadap peningkatan jumlah populasi nyamuk karena air hujan tidak mengalir dan menggenang di beberapa tempat. Populasi nyamuk biasanya meningkat

pada waktu musim hujan karena tempat berkembangbiak nyamuk akan terisi oleh air hujan. Peningkatan populasi nyamuk dapat meningkatkan berbagai penyakit di suatu daerah.

Perubahan suhu dapat mengakibatkan nyamuk lebih sering bertelur sehingga vektor penular penyakit bertambah. Siklus perkawinan dan pertumbuhan nyamuk dari telur menjadi larva dan nyamuk dewasa akan dipersingkat sehingga jumlah populasi cepat sekali naik.<sup>7</sup> Musim hujan dan musim kemarau memiliki pengaruh pada tingkat suhu lingkungan. Pengaruh ini cenderung bersifat lokal dengan periode waktu tertentu, hal ini karena tingkat suhu dan kelembaban lebih kompleks dan dipengaruhi oleh fenomena global, regional dan topografi serta vegetasi. Untuk itu salah satu usaha untuk menghambat pertumbuhan nyamuk yaitu dengan jalan memodifikasi lingkungan seperti pengaturan tata letak ruangan dalam rumah, konstruksi bangunan rumah, pengaturan tanaman dan sebagainya.

Curah hujan yang ideal untuk peningkatan populasi nyamuk adalah air hujan yang tidak menimbulkan banjir dan menggenang di suatu wadah/media yang menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk yang aman dan relatif masih bersih (misalnya cekungan pada pagar bambu, pepohonan, kaleng bekas, ban bekas, talang rumah).

Nyamuk dalam kegiatannya juga dipengaruhi oleh kecepatan angin yang ada ditempat tersebut. Pengaruh angin terhadap aktivitas terbang nyamuk ini

adalah pada kecepatan angin kurang dari 8,05 km/jam tidak akan mempengaruhi akitvitasnya, dan aktivitas nyamuk ini akan terpengaruh oleh angin pada waktu kecepatan angin mencapai 8,05 km/jam. Pada tahun 2013 di wilayah provinsi daerah istimewa Yogyakarta, kecepatan angin rerata pada musim penghujan adalah 4,333 knot. Sedangkan pada musim kemarau sebesar 4.75 knot. Konversi satuan dari knots menjadi km/jam yaitu 1,852 km/jam. Untuk musim penghujan yaitu sebesar 8,025 km/jam. Hal ini menunjukkan bahwa pada musim penghujan nyamuk tidak mendapat masalah dengan kecepatan angin. Musim kemarau yaitu sebesar 8,80 km/jam. Kecepatan tersebut dapat mempengaruhi aktivitas terbang dari nyamuk.

Sejak pertengahan tahun 1970-an dibandingkan 100 tahun yang lalu episode *El Nino* lebih sering terjadi dan hal tersebut berdampak dengan terjadinya perubahan iklim.<sup>10</sup> Perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit menular dan memperpanjang masa penularan penyakit yang ditularkan melalui vektor serta mengubah luas geografinya, dengan kemungkinan menyebar ke daerah yang kekebalan populasinya rendah atau dengan infrastruktur kesehatan masyarakat yang kurang.

Perbedaan datangnya musim hujan dan musim kemarau serta perbedaan lamanya musim hujan dan kemarau menyebabkan pengaruh pada perubahan bionomik nyamuk. Dampak dari perubahan curah hujan tersebut

berupa populasi nyamuk tetap tinggi karena curah hujan berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan nyamuk.<sup>3</sup> Selain itu di Indonesia pada musim kering populasinya tetap ada karena masyarakat cenderung menampung air di dalam bak-bak air/drum, sehingga nyamuk dan jentik selalu ada sepanjang waktu.

*International Panel on Climate Change (IPCC)* telah memprediksi bahwa prevalensi penyakit DBD di Indonesia dan daerah lain di dunia akan meningkat 70 kali lipat pada tahun 2070 karena adanya anomali iklim dunia. Jadi perlu diwaspadai bahwa penyebaran penyakit menular tidak lagi berdasarkan pada pola epidemik semata, tetapi dapat terjadi setiap saat karena adanya anomali iklim global yang tidak menentu..

## KESIMPULAN

1. Terdapat 1. Terdapat hubungan antara kelembaban udara pada perubahan musim (penghujan dan kemarau) dengan Angka Bebas Jentik (ABJ) di kelurahan **G i w a n g a n**, k e c a m a t a n Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Tidak terdapat hubungan antara curah hujan, suhu udara dan kelembaban udara pada perubahan musim (penghujan dan kemarau) dengan Angka Bebas Jentik (ABJ) di desa Panggungharjo, kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul. DIY.
2. Terdapat hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) pada kecepatan angin dengan angka bebas jentik (ABJ)

di desa Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul. Tidak ada hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) pada curah hujan, suhu udara dan kelembaban udara dengan angka bebas jentik (ABJ) di kelurahan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. DIY

3. Terdapat hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) pada kelembaban udara dengan kepadatan vektor nyamuk (HI, CI dan BI) di kelurahan Giwangan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Tidak terdapat hubungan antara curah hujan, suhu udara dan kelembaban udara pada perubahan musim (penghujan dan kemarau) dengan kepadatan vektor nyamuk (HI, CI dan BI) di desa Panggunharjo, kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul. DIY
4. Terdapat hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) pada curah hujan dan kelembaban udara dengan kepadatan vektor nyamuk (HI, CI dan BI) di kelurahan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Terdapat hubungan antara perubahan musim (penghujan dan kemarau) pada kecepatan angin dengan kepadatan vektor nyamuk (HI) serta ada hubungan antara suhu udara dengan *container indeks* (CI) di desa Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul..

## DAFTAR PUSTAKA

1. Nelson.1. Nelson. 1996. Ilmu Kesehatan Anak Nelson. Vol.1. E/5. Philadelphia : W.B. Saunders Company
2. World Health Organization, 2010. *Dengue : Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control*, World Health Organization, Geneva.
3. Epstein PR, Diaz HR, Elias S, Grabherr G, Graham NE, Martens WJM, Thomson EM, Susskind J. (ED). 1998. Biological and physical signs of climate change : focused on mosquito-borne diseases. *Bul Amer Meterol Soc* LXXIX : 409-17.
4. Hartanto, D. 2007. Waspada Demam Berdarah . [http://www.dinkespurworejo.go.id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=3](http://www.dinkespurworejo.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=3) (diakses September 2011).
5. Ririh, Y., dan Anny, V. 2005. Hubungan Kondisi Lingkungan, Kontainer, dan Perilaku Masyarakat dengan Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue Surabaya, *Jurnal Kesehatan Lingkungan* I(2) : 170–182.
6. Mardihusodo, S.J. 1988. Mengembangkan Dan Meningkatkan Peran Serta Masyarakat dalam Upaya Pemberantasan Vektor Dengue Haemorrhagic Fever. *Buletin Ilmu*

- Kesehatan*. XIX (1): 19-25
7. Departemen Kesehatan R.I., 2000. Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Dengue dan Demam Berdarah Dengue. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan. Departemen Kesehatan. Jakarta.
  8. Iskandar, dkk. 1985. Pedoman Bidang Studi Pemberantasan Serangga dan Binatang Pengganggu. Proyek Pengembangan Pendidikan Tenaga Sanitasi Pusat Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
  9. Westbrook, C.J., Reiskind, M.H., Pesko, K.N., Greene, K.E., Lounibos, L. 2010. Larval Environmental Temperature and the Susceptibility of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) to Chikungunya Virus. *Vector Borne Zoonotic Dis.* X (3): 241–247.
  10. Sukowati S. 2008. Masalah Keragaman Spesies Vektor Malaria dan Cara Pengendaliannya di Indonesia. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Biologi Lingkungan. Jakarta : Badan Litbangkes Depkes.

# BUFFER STOCK LARUTAN/BUBUK PENJERNIH AIR KERUH UNTUK KESIAPAN SKD/KLB DI KABUPATEN KULON PROGO D. I. YOGYAKARTA TAHUN 2013

Heni Amikawati<sup>1</sup>, Dina Juli R<sup>2</sup>, Hastuti<sup>3</sup>, Sukoso<sup>4</sup>, Anton Kurnia Yudi<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup> Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit  
Yogyakarta

## INTISARI

Manusia tidak dapat lepas dari kebutuhan air untuk melakukan segala kegiatan, sehingga air harus memenuhi syarat dan dapat digunakan dalam jumlah yang memadai untuk kehidupan sehari-hari. Air bersih yang digunakan manusia harus memenuhi syarat kualitas baik fisik, kimia maupun bakteriologi, agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia yang menggunakannya. Kecamatan Panjatan Kabupaten Kulon Progo merupakan wilayah yang mempunyai sumber air dengan kualitas kurang memenuhi syarat diantaranya keruh. Air keruh yang tidak memenuhi syarat di Kecamatan Panjatan dapat diolah menggunakan teknologi yang sederhana.

Tujuan pembuatan kemasan penjernih air keruh untuk Sistem Kewaspadaan Dini/Kejadian Luar Biasa (SKD/KLB) adalah memperoleh bahan pengolah air keruh untuk penjernihan, sehingga air tersebut memenuhi syarat sebagai air bersih yang layak digunakan oleh masyarakat baik secara fisika maupun kimia dalam rangka kesiapan SKD/KLB. Teknologi yang digunakan adalah koagulasi, flokulasi menggunakan kapur tohor, Penjernih *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan polimer.

Hasil uji coba yang dilakukan menunjukkan penurunan kadar beberapa parameter yang dipantau Penjernih Air Keruh (PAK) kemasan 100 L mempunyai penurunan kadar/efektivitas: Warna: 25,41%; Kekeruhan: 98,62%; Fe: 100% dan zat organik: 81,145%. Untuk PAK kemasan 50 L mempunyai penurunan kadar/efektivitas: Warna: 36,37%; Kekeruhan: 93,67%; Fe: 83,35% dan zat organik: 87,5%. Kualitas hasil pengolahan setelah dibandingkan Permenkes, tentang syarat kualitas air bersih sudah memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai sumber air bersih.

**Kata kunci:** koagulasi, flokulasi, penjernih, air bersih

## PENDAHULUAN

### A. Pendahuluan

Masalah penyediaan air merupakan masalah yang utama, baik masalah penyediaan air bersih di kota

maupun di desa. Air sangat dibutuhkan oleh semua makhluk di dunia. Oleh karena itu, seiring dengan meningkatnya kebutuhan air oleh manusia, maka berbagai upaya telah



dilakukan untuk menyediakan air bersih yang aman bagi kesehatan. Adapun air yang sehat harus memenuhi empat kriteria parameter, yaitu parameter fisik yang meliputi padatan terlarut, kekeruhan, warna, rasa, bau, dan suhu. Parameter kedua adalah parameter kimiawi yang terdiri atas berbagai ion, senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen kimia. Parameter yang ketiga adalah parameter biologis meliputi jenis dan kandungan mikroorganisme baik hewan maupun tumbuhan. Parameter keempat adalah parameter radioaktif meliputi kandungan bahan-bahan Radioaktif<sup>4</sup>.

Mahkluk hidup tidak terlepas dari kebutuhan akan air. Manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan air untuk berbagai keperluan antara lain air minum, mencuci, dan mandi.

Air permukaan pada hakekatnya banyak tersedia di alam. Kondisi air permukaan sangat beragam karena dipengaruhi oleh banyak hal yang berupa elemen meteorologi dan elemen daerah pengairan. Kualitas air permukaan tersebut tergantung dari daerah yang dilewati oleh aliran air. Umumnya, kekeruhan air permukaan cukup tinggi karena banyak mengandung lempung substansi organik, sehingga ciri air permukaan melebihi padatan terendap (*dissolved solid*) rendah, dan bahan tersuspensi (*suspended solid*) tinggi. Atas dasar kandungan bahan terendap dan bahan tersuspensi tersebut, maka kualitas air sungai relatif lebih rendah daripada kualitas air danau, rawa dan reservoir.

Air permukaan tersebut dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat, setelah melalui proses tertentu.

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah, terdapat diantara butir-butir tanah atau dalam retakan bebatuan. Air tanah lebih banyak tersedia dibanding air hujan. Ciri-ciri air tanah yaitu memiliki *suspended solid* rendah dan *dissolved solid* tinggi. Dengan demikian maka permasalahan pada air tanah yang mungkin timbul adalah tingginya angka kandungan total *dissolved solid* (TDS), besi, mangan dan kesadahan. Air tanah dapat berasal dari mata air di kaki gunung atau sepanjang aliran sungai atau berasal dari air tanah dangkal dengan kedalaman antara 15-30 meter, yaitu berupa air sumur gali, sumur pantek, sumur bor tangan bahkan kadang mencapai lebih dari 100 meter.

Air angkasa yaitu air yang berasal dari atmosfer seperti hujan dan salju. Air hujan jumlahnya sangat terbatas, dipengaruhi antara lain oleh musim, jumlah, intensitas dan distribusi hujan. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh letak geografis suatu daerah. Kualitas air hujan sangat dipengaruhi oleh kualitas udara atau atmosfer di daerah tersebut. Pencemaran yang mungkin timbul antara lain berupa debu, dan gas. Pada umumnya kualitas air hujan relatif baik, namun kurang mengandung mineral dan sifatnya mirip air suling. Air hujan biasanya banyak dimanfaatkan apabila sukar memperoleh air tanah serta air permukaan, di daerah bersangkutan. Pemanfaatan air hujan biasanya

bersifat individual. Caranya, air hujan yang berasal dari talang-talang rumah ditampung pada tandon-tandon air yang telah dilengkapi saringan sederhana.

Kualitas berbagai sumber air tersebut berbeda-beda sesuai dengan alam, kondisi aktivitas manusia yang berbeda di sekitarnya<sup>2</sup>.

Koagulasi adalah proses destabilisasi koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus menggunakan bahan koagulan disertai pengadukan cepat yang bertujuan untuk mempercepat dan menyeragamkan penyebaran zat kimia dalam air yang diolah, sehingga akan terbentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi antara lain: kualitas air meliputi gas-gas terlarut, warna, kekeruhan, rasa, bau, dan kesadahan, jumlah dan karakteristik koloid, Derajat keasaman air (pH), pengadukan cepat, dan kecepatan *paddle*, Suhu air, Alkalinitas air, bila terlalu rendah ditambah kapur, karakteristik ion-ion dalam air.

Aluminium sulfat [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ] adalah salah satu koagulan yang umum digunakan karena harganya murah dan mudah didapat. Alkalinitas yang ada di dalam air bereaksi dengan aluminium sulfat (alum) menghasilkan aluminium hidroksida sesuai dengan persamaan:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow 3\text{CaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 6\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$ . Bila air tidak mengandung alkalinitas untuk bereaksi dengan alum, maka alkalinitas perlu

ditambah. Biasanya alkalinitas dalam bentuk ion hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dengan reaksi:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 3\text{CaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 14\text{H}_2\text{O}$ . Alkalinitas dapat ditingkatkan dengan penambahan natrium karbonat. Nilai pH optimum untuk alum sekitar 4,5-8,0.

Ferrous Sulfate ( $\text{FeSO}_4$ ) membutuhkan alkalinitas dalam bentuk ion hidroksida agar menghasilkan reaksi yang cepat. Senyawa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{NaOH}$  biasanya ditambahkan untuk meningkatkan pH sampai titik tertentu dimana ion  $\text{Fe}^{2+}$  diendapkan sebagai  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Reaksinya adalah:  $2\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CaSO}_4 + 13\text{H}_2\text{O}$ . Agar reaksi di atas terjadi, pH harus dinaikkan hingga 7,0 sampai 9,5. Selain itu, ferrous sulfate digunakan dengan mereaksikannya dengan klorin dengan reaksi:

$3\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{FeCl}_3 + 21\text{H}_2\text{O}$ . Reaksi ini terjadi pada pH rendah sekitar 4,0.

**PAC (Poly Aluminium Chloride)** adalah suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidroksil serta ion aluminium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk *polynuclear* mempunyai rumus umum  $\text{Al}_m(\text{OH})_n\text{Cl}_{(3m-n)}$ .

Beberapa keunggulan yang dimiliki PAC dibanding koagulan lainnya adalah: PAC dapat bekerja di tingkat pH yang lebih luas, sehingga tidak diperlukan pengoreksian terhadap pH, terkecuali bagi air

tertentu. Kandungan belerang dengan dosis cukup akan mengoksidasi senyawa karboksilat rantai siklik membentuk alifatik dan gugusan rantai hidrokarbon yang lebih pendek dan sederhana sehingga mudah untuk diikat membentuk flok. Kadar klorida yang optimal dalam fasa cair yang bermuatan negatif akan cepat bereaksi dan merusak ikatan zat organik terutama ikatan karbon nitrogen yang umumnya dalam struktur ekuatik membentuk suatu makromolekul terutama gugusan protein, amina, amida dan penyusun minyak dan lipida. PAC tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebihan, sedangkan koagulan yang lain (seperti alumunium sulfat, besi klorida dan fero sulfat) bila dosis berlebihan, maka air yang mempunyai kekeruhan yang rendah akan bertambah keruh. Jika digambarkan dengan suatu grafik untuk PAC adalah membentuk garis linier artinya jika dosis berlebih maka akan didapatkan hasil kekeruhan yang relatif sama dengan dosis optimum sehingga penghematan bahan kimia dapat dilakukan. Koagulan selain PAC memberikan grafik parabola terbuka artinya jika kelebihan atau kekurangan dosis akan menaikkan kekeruhan hasil akhir, hal ini perlu ketepatan dosis. PAC mengandung suatu polimer khusus dengan struktur polielektrolit yang dapat mengurangi atau tidak perlu sama sekali dalam pemakaian bahan pembantu, ini berarti disamping penyederhanaan juga penghematan untuk penjernihan air. Kandungan basa yang cukup akan menambah gugus

hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim agar dapat menghemat penggunaan bahan untuk netralisasi. PAC lebih cepat membentuk flok dibanding koagulan biasa, ini diakibatkan dari gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatan ini diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat, penambahan gugus hidroksil ke dalam rantai koloid yang hidrofobik akan menambah berat molekul, dengan demikian walaupun ukuran kolam pengendapan lebih kecil atau terjadi *over-load* bagi instalasi yang ada, namun kapasitas produksi relatif tidak terpengaruh.

Air sangat penting dalam kehidupan karena tidak ada satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan air. Sebagian besar tubuh manusia terdiri dari air. Tubuh manusia rerata mengandung air sebanyak 90% dari berat badannya. Tubuh orang dewasa mengandung air sekitar 55-60%, anak-anak sekitar 65% dan untuk bayi sekitar 80% dari berat badannya. Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan mereka, sehingga air harus memenuhi syarat kesehatan dan dapat digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kehidupan sehari-hari manusia. Air minum yang dikonsumsi manusia harus memenuhi syarat kualitas baik fisika, kimia maupun bakteriologi menurut Baku Mutu Air Minum  
P e r m e n k e s R I N o

492/Menkes/Per/IV/2010 agar tidak menimbulkan gangguan pada kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Air tanah di Kecamatan Panjatan merupakan air permukaan, yang kondisinya keruh dan berbau karat sehingga sangat tidak layak digunakan sebagai sumber air bersih.

Untuk itu, Instalasi Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Tepat Guna (PPTTG) Bidang Pengembangan Teknologi dan Laboratorium (PTL) Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Yogyakarta membuat penjernih air cepat untuk penyediaan air bersih dalam rangka sistem kewaspadaan dini penyediaan air bersih. Dengan adanya bahan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi kalangan masyarakat di wilayah Kecamatan Panjatan, Dinas Kesehatan dan instansi terkait untuk mengatasi masalah air keruh pada air tanah sebagai sumber air bersih bagi masyarakat.

## B. Tujuan

Memperoleh bahan pengolah air keruh untuk penjernihan, sehingga air tersebut memenuhi syarat sebagai air bersih yang layak dipergunakan oleh masyarakat baik secara fisika maupun kimia dalam rangka kesiapan Sistem Kewaspadaan Dini (SKD)/Kejadian Luar Biasa (KLB). Mengetahui penurunan/efektivitas bahan pengolahan yang telah dibuat meliputi kekeruhan, warna, Fe dan Mn. Mengetahui kualitas air hasil pengolahan dibandingkan

Baku Mutu Air bersih Permenkes RI No 416/MENKES/PER/IX/1990..

## C. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen untuk menguji efektivitas bahan Penjernih Air Keruh (PAK) yang telah dibuat dengan cara membandingkan kualitas air sebelum dan setelah pengolahan. Populasi dalam penelitian ini adalah air dengan kualitas fisik keruh di Kecamatan Panjatan kabupaten Kulon Progo. Sampel penelitian ini adalah air dengan kualitas fisik keruh yang diambil di aliran irigasi di Desa Garongan dan air sumur gali di Desa Depok, Kecamatan, Kabupaten Panjatan Kulon Progo. Variabel bebas penelitian ini adalah PAK kemasan untuk 50 L dan PAK kemasan untuk 100 L. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kualitas air setelah pengolahan menggunakan PAK. Instrumen penelitian untuk memperoleh data menggunakan PAK yang terdiri dari Serbuk 1 berisi kapur, Serbuk 2 berisi PAC dan Larutan 3 berisi polimer dan alat pengolahan berupa drum plastik dan *stick* pengaduk serta reagen dan alat untuk analisis sampel. Data yang telah diperoleh disajikan dalam bentuk tabel kemudian dicari efisiensi penurunannya.

## HASIL

Pengolahan air yang dilakukan dengan kekeruhan tinggi dan mendapatkan hasil yang efektif maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Masukkan contoh air dengan kekeruhan tinggi ke dalam bak tandon volume  $\pm 50$  L.
- Masukkan serbuk 1, aduk cepat.
- Masukkan serbuk 2, aduk cepat.
- Masukkan larutan 3, aduk cepat.
- Tunggu sampai mengendap, air bersih siap dipergunakan.
- Untuk mengetahui efektivitas bahan, maka dilakukan analisis kualitas air sebelum dan setelah pengolahan. Analisis contoh uji tersebut meliputi parameter warna, kekeruhan, kadar Fe, Mn dan pH.

**Tabel 1. Hasil Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa<sub>0</sub> Garongan Panjatan Kulon Progo tanggal 27 Agustus 2013**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Menggunakan kemasan untuk 100 L		Efisiensi (%)	Menggunakan kemasan untuk 50 L		Efisiensi (%)
				Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan		Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	
				(9302K)	(9303K)		(9304K)	(9305K)	
1	Warna	TCU		11	6	45,45	10	7	30
2	Kekeruhan	NTU	25	107	2	98,13	190	2	98,94
3	Fe	mg/L	1,0	0,0604	<0,0208	100	0,0688	<0,0208	100
4	Zat Organik	mg/L	10	25,28	1,9	92,48	41,08	6,32	84,62

**Baku Mutu Air Minum: Per.Men.Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990**

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan, semua parameter yang diperiksa memenuhi persyaratan kualitas air bersih dengan efisiensi untuk 100 L pada parameter warna dan zat organik lebih tinggi dibandingkan efisiensi untuk 50 L.

**Tabel 2. Hasil Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa Garongan Panjatan Kulon Progo tanggal 28 Agustus 2013**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Menggunakan kemasan untuk 100 L		Efisiensi (%)	Menggunakan kemasan untuk 50 L		Efisiensi (%)
				Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan		Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	
				(9436K)	(9437K)		(9438K)	(9439K)	
1	Warna	TCU	50	12	8	33,33	13	9	30,77
2	Kekeruhan	NTU	25	119	2	98,32	148	2	98,66
3	Fe	mg/L	1,0	0,0394	<0,0208	100	0,052	<0,0208	100
4	Zat Organik	mg/L	10	36,34	5,69	84,34	23,7	6,64	71,98

**Baku Mutu Air Minum: Per.Men.Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990**

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan, semua parameter yang diperiksa memenuhi persyaratan kualitas air bersih dengan efisiensi untuk 100 L dan 50 L hampir sama.

**Tabel 3. Hasil Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa Garongan Panjatan Kulon Progo tanggal 29 Agustus 2013**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Menggunakan kemasan untuk 100 L		Efisiensi (%)	Menggunakan kemasan untuk 50 L		Efisiensi (%)
				Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan		Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	
				(9444K)	(9445K)		(9446K)	(9447K)	
1	Warna	TCU	50	12	10	16,67	13	9	30,77
2	Kekeruhan	NTU	25	107	1	99,07	149	2	98,67
3	Fe	mg/L	1,0	0,0520	<0,0208	100	0,0814	<0,0208	100
4	Zat Organik	mg/L	10	33,18	4,74	85,71	39,5	5,69	85,59

**Baku Mutu Air Minum: Per.Men.Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990**

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan, semua parameter yang diperiksa memenuhi persyaratan kualitas air bersih dengan efisiensi untuk 100 L dan 50 L hampir sama.

Setelah dilakukan 3 kali uji coba, rata-rata efisiensi penurunan pada kedua alat tersebut dapat dilihat sebagai berikut::

**Tabel 4. Rata-rata Efisiensi Penurunan Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa Garongan Panjatan Kulon Progo**

No	Parameter	Uji coba 100 L			Rata-rata (%)	Uji coba 50 L			Rata-rata (%)
		I	II	III		I	II	III	
1	Warna	45,45	33,33	16,67	31,82	30	30,77	30,77	30,51
2	Kekeruhan	98,13	98,32	99,07	98,51	98,95	98,65	98,68	98,76
3	Fe	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Zat organik	92,487	84,347	85,717	87,52	84,62	71,98	85,59	80,73

Berdasarkan tabel 4 di atas terlihat bahwa setelah dilakukan 3 kali uji coba PAK untuk 100 L diperoleh rerata efisiensi penurunan untuk parameter warna: 31,82%; kekeruhan 98,51%; Fe: 100% dan Zat Organik: 87,52%.

Uji coba PAK untuk 50 L diperoleh rerata efisiensi penurunan untuk parameter warna: 30,51%; kekeruhan 98,76%; Fe: 100% dan Zat Organik: 80,73%.

Berdasarkan hasil uji coba di Desa Depok, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 5. Hasil Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa Depok Panjatan Kulon Progo tanggal 27 Agustus 2013**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Menggunakan kemasan untuk 100 L		Efisiensi (%)	Menggunakan kemasan untuk 50 L		Efisiensi (%)
				Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan		Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	
				(9306K)	(9307K)		(9308K)	(9309K)	
1	Warna	TCU	50	4	3	25	3	2	33,33
2	Kekeruhan	NTU	25	97	2	97,9	61	13	79,69
3	Fe	mg/L	1,0	0,0436	<0,0208	100	0,1611	<0,0208	100
4	Zat Organik	mg/L	10	10,11	1,58	84,37	20,86	-	100

**Baku Mutu Air Minum: Per.Men.Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990**

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan, semua parameter yang diperiksa memenuhi persyaratan kualitas air bersih dengan efisiensi untuk 100 L pada parameter kekeruhan dan zat organik lebih tinggi dari efisiensi untuk 50 L.

**Tabel 6. Hasil Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan di Desa Depok Panjatan Kulon Progo tanggal 28 Agustus 2013**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Menggunakan kemasan untuk 100 L		Efisiensi (%)	Menggunakan kemasan untuk 50 L		Efisiensi (%)
				Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan		Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	
				(9440K)	(9441K)		(9442K)	(9443K)	
1	Warna	TCU	50	5	4	20	6	4	33,33
2	Kekeruhan	NTU	25	198	1	99,5	45	3	93,33
3	Fe	mg/L	1,0	1,0335	<0,0208	100	0,0268	<0,0208	100
4	Zat Organik	mg/L	10	25,28	2,53	89,99	22,12	1,58	92,8

**Baku Mutu Air Minum: Per.Men.Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990**

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan, semua parameter yang diperiksa memenuhi persyaratan kualitas air bersih dengan efisiensi untuk 100 L dan 50 L hampir sama.

**Tabel 7. Hasil Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa Depok Panjatan Kulon Progo tanggal 29 Agustus 2013**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Menggunakan kemasan untuk 100 L			Menggunakan kemasan untuk 50 L		
				Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Efisiensi (%)	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Efisiensi (%)
1	Warna	TCU	50	7	7	0	5	2	60
2	Kekeruhan	NTU	25	167	2	98,8	55	4	92,7
3	Fe	mg/L	1,0	0,3456	<0,0208	100	<0,0208	<0,0208	0
4	Zat Organik	mg/L	10	3,16	1,58	50	15,8	1,58	90

**Baku Mutu Air Minum: Per.Men.Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990**

Berdasarkan tabel 7 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan, semua parameter yang diperiksa memenuhi persyaratan kualitas air bersih dengan efisiensi untuk 100 L dan 50 L hampir sama.

Setelah dilakukan 3 kali uji fungsi, rata-rata efisiensi penurunan pada kedua alat dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 8. Rata-rata Efisiensi Penurunan Uji Coba Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Desa Depok Panjatan Kulon Progo**

No	Parameter	Uji coba 100 L			Rata-rata (%)	Uji coba 50 L			Rata-rata (%)
		I	II	III		I	II	III	
1	Warna	25	20	0	15	33,33	33,33	60	42,22
2	Kekeruhan	97,9	99,5	98,8	98,73	79,69	93,33	92,7	88,57
3	Fe	100	100	100	100	100	100	0	66,67
4	Zat Organik	84,37	89,99	50	74,77	100	92,8	90	94,27

Berdasarkan tabel 8 di atas terlihat bahwa setelah dilakukan 3 kali uji coba PAK untuk 100 L diperoleh rerata efisiensi penurunan untuk parameter warna: 15%; kekeruhan 98,73%; Fe: 100% dan Zat Organik: 74,77%.

Uji coba PAK untuk 50 L diperoleh rerata efisiensi penurunan untuk parameter warna: 42,22%; kekeruhan 88,57%; Fe: 66,67% dan Zat Organik: 94,27%.

Berdasarkan uji coba yang dilakukan di dua desa diperoleh rerata efisiensi sebagai berikut:



**Tabel 9. Rata-rata Efisiensi Penurunan Penjernih Air Keruh untuk SKD/KLB di DIY dilakukan pada Panjatan Kulon Progo**

No	Parameter	kemasan 100 L			kemasan 50 L		
		Efisiensi Uji Coba di Desa Depok (%)	Efisiensi Uji Coba di Desa Garongan (%)	Rata-rata (%)	Efisiensi Uji Coba di Desa Depok (%)	Efisiensi Uji Coba di Desa Garongan (%)	Rata-rata (%)
1	Warna	15	31,82	23,41	42,22	30,51	36,365
2	Kekeruhan	98,73	98,51	98,62	88,57	98,76	93,665
3	Fe	100	100	100	66,67	100	83,335
4	Zat Organik	74,77	87,52	81,145	94,27	80,73	87,5

Efisiensi penurunan PAK untuk 100 L parameter warna: 23,41%; kekeruhan 98,62%; Fe: 100% dan Zat Organik: 81,145%.

PAK untuk 50 L diperoleh rerata efisiensi penurunan untuk parameter warna: 36,37%; kekeruhan 93,67%; Fe: 83,35% dan Zat Organik: 87,5%.

## B. Pembahasan

Penjernih Air Keruh yang dibuat dalam rangka kesiapan Sistem Kewaspadaan Dini/Kejadian Luar Biasa penyediaan air bersih ada 2 model yaitu untuk air keruh dengan volume 100 L dan untuk air keruh volume 50 L.

Air dengan kualitas fisik yang berbau, keruh dan berwarna saat ditambah bahan koagulan kapur tohor, PAC dan polimer kemudian diaduk cepat agar bahan kimia tercampur secara merata pada air baku kemudian diaduk lambat untuk memberi kesempatan pembentukan flok dan didiamkan agar mengendap maka

koloid-koloid akan turut mengendap. Koloid yang mengendap ini diikuti pula oleh logam-logam seperti Fe. Air baku yang pHnya sudah ditingkatkan menggunakan kapur tohor akan mudah bereaksi dengan PAC sehingga flok yang terbentuk akan besar dan cepat mengendap.

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih. Air yang berwarna Kandungan bahan organik dalam air dapat terurai menjadi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Bahan-bahan organik itu seperti  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3$ . Kandungan bahan organik dalam air dapat terurai menjadi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Bahan-bahan organik itu seperti  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3$  berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan. Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran koloid dari tanah liat, semakin banyak kandungan koloid maka air semakin keruh. Air yang berkualitas baik tidak mengandung bahan kimia

beracun seperti sianida, sulfida, fenolik dan tidak mengandung garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, Cl dan Cr.

### C. Kesimpulan

1. PAK kemasan 100 L mempunyai penurunan kadar/efektivitas sebagai berikut: warna 23,41%, kekeruhan 98,62%, Fe 100% dan zat organik 81,145%.
2. PAK kemasan 50 L mempunyai penurunan kadar/efektivitas sebagai berikut: Warna 36,37%, kekeruhan 93,67%, Fe 83,35% dan zat organik 87,5%.
3. Kualitas air hasil pengolahan dibandingkan Baku Mutu Air Bersih Per. Men. Kes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 untuk parameter terbatas sudah memenuhi syarat antara lain parameter warna, kekeruhan, Fe dan zat organik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Kursusiarini, Kursusiarini, M. 2002. *Pemanfaatan Zeolit Alam Yang Diaktifkan sebagai adsorben Untuk Mengurangi Kadar Mangan Terlarut Dalam Air*. Skripsi S1, FMIPA UNIB, Bengkulu.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Kusnaedi. 2002. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotoran untuk Air Minum*. Penerbit Swadaya. Jakarta.

Notoatmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.

Roth, H. J. 1988. *Analisis Farmasi*. Diterjemahkan Oleh Kisman, S. Dr ; Ibrahim, S. Dr. Gadjah Mada University Press.

Soemirat, J. 1995. *Kualitas Air dan Kesehatan*. Departemen Kesehatan RI. Bandung.

Sumiaty, E. 2003. *Bimbingan Teknis Pengambilan Contoh dan Analisis Kualitas Air*. Serpedal Deputi VII. Jakarta.

Vogel. 1979. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Edisi Kelima. Penerbit Kalmen Media Pusaka. Jakarta.

[http://www.ristek.go.id/file/upload/lain\\_lain/bencana\\_aceh/air\\_asin.htm](http://www.ristek.go.id/file/upload/lain_lain/bencana_aceh/air_asin.htm) diunduh tanggal 23 Oktober 2011

<http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Akua/akua.html> diunduh tanggal 23 Oktober 2011

[http://www.purewatercare.com/cartridge\\_filter\\_air.php?id=cartridge\\_filter\\_air](http://www.purewatercare.com/cartridge_filter_air.php?id=cartridge_filter_air) diunduh tanggal 23 Oktober 2011

<http://smk3ae.wordpress.com/2008/08/05/bahan-kimia-penjernih-air-koagulan/> diunduh 23 Oktober 2011

<http://smk3ae.wordpress.com/2009/02/18/iii3-jenis-koagulanflokulan-pembantu-coagulantflocculant-aids/> diunduh 29 Oktober 2013

# POTENSI PENCEMARAN UDARA AKIBAT EMISI KENDARAAN BERMOTOR DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DI KOTA YOGYAKARTA TAHUN 2013

Heldi Broto Kristiawan<sup>1</sup>, Chairini Tri Cahyaningsih<sup>2</sup>, Muhammad Tarmidzi<sup>3</sup>,  
Atikah Mulyawati<sup>4</sup>, Singgih Adi Triyono<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit Yogyakarta

## INTISARI

Pencemaran udara merupakan aspek penting yang harus diperhitungkan dalam pembangunan yang berwawasan lingkungan. Pencemaran udara menyebabkan terjadinya perubahan kualitas udara. Kualitas udara yang dulunya bersih telah menjadi kotor. Kualitas udara yang buruk karena pencemaran oleh meningkatnya polutan-polutan udara diketahui sebagai salah satu penyebab terjadinya penurunan kesehatan masyarakat, terutama gangguan pada sistem pernafasan.

Faktor penting terjadinya pencemaran udara perkotaan adalah sektor Transportasi. Melalui emisi gas buang hasil pembakaran bahan bakar sektor transportasi turut menentukan kualitas udara perkotaan. Kajian ini bertujuan untuk mengukur potensi pencemaran udara di Kota Yogyakarta yang disebabkan sektor transportasi dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

Kajian dilakukan dengan pengambilan sampel udara dan biomarker responden di 5 (lima) titik di wilayah Kota Yogyakarta guna mengukur kualitas udara ambien dan dampak pajanan polutan, khususnya Pb, dalam tubuh responden. Pengukuran potensi pencemaran dilakukan dengan menghitung beban emisi berdasarkan pendekatan Konsentrasi bahan bakar dan faktor emisi.

Hasil kajian menunjukkan konsentrasi polutan TSP di semua titik pemantauan telah dikategorikan tinggi. Hasil pengukuran biomarker terhadap darah 30 responden menunjukkan semua positif mengandung Pb dengan kadar berkisar antara 18,3 – 113,5 µg/L; 10% diantaranya melebihi batas acuan 100 µg/L. Hasil pengukuran beban emisi menunjukkan adanya peningkatan potensi pencemaran udara Kota Yogyakarta oleh sektor transportasi dengan peningkatan tertinggi oleh polutan CO sebesar 7,5% per tahun, dan terendah adalah SO<sub>2</sub> sebesar 2,2% per tahun..

**Kata Kunci:** inventori, emisi, kualitas udara

## PENDAHULUAN

Sektor transportasi merupakan salah satu faktor penting dalam pembangunan suatu kota. Transportasi yang cukup dan memadai sangat mendukung mobilitas manusia dan barang yang dari waktu ke waktu semakin berkembang. Itu sebabnya jumlah sarana transportasi, dalam hal ini kendaraan bermotor, dari waktu ke waktu juga terus meningkat.

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor selain mendukung perkembangan kota, pada sisi yang lain juga menyebabkan terjadinya perubahan kualitas udara perkotaan. Udara yang dulunya bersih telah menjadi kotor. Kualitas udara yang buruk karena pencemaran oleh meningkatnya polutan-polutan udara diketahui sebagai salah satu penyebab terjadinya penurunan kesehatan masyarakat, terutama gangguan pada sistem pernapasan (Soedomo, 2001). Gangguan sistem pernapasan yang sering digunakan sebagai indikator terjadinya penurunan kualitas udara di daerah perkotaan adalah Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Hasil survei di 5 (lima) puskesmas di Kota Yogyakarta untuk kejadian kasus ISPA selalu menduduki peringkat atas pada daftar kunjungan pasien di puskesmas (Tabel 1).

Transportasi dipandang penting dalam pengaruhnya terhadap kualitas udara perkotaan karena emisi gas buang yang ditimbulkan melalui hasil samping pembakaran bahan bakar kendaraan. Emisi gas buang dari aktivitas transportasi yang penting adalah Nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), Sulfur

dioksida ( $\text{SO}_2$ ), Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida (CO), Ozon ( $\text{O}_3$ ), dan Hidrokarbon (HC), yang berbentuk gas, serta partikulat debu/*Total Suspended Particulate* (TSP) dan timah hitam (Pb) (Achmad, 2004).

Jumlah sarana transportasi, terutama kendaraan pribadi, merupakan faktor penting dari banyaknya emisi kendaraan bermotor yang dilepas ke lingkungan udara. Jumlah yang terus bertambah dari tahun ke tahun (Tabel 2) berpotensi menghasilkan emisi yang juga terus meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan menimbulkan konsekuensi meningkatnya konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM), terutama bensin/premium dan solar. Tingkat konsumsi BBM premium di Kota Yogyakarta berdasarkan data realisasi penyaluran BBM premium dan solar di wilayah Kota Yogyakarta mengalami rerata peningkatan 7,7% per tahun dari tahun 2009 hingga 2012, sedangkan solar mengalami peningkatan 1,3% per tahun (Tabel 3).

Besarnya konsumsi BBM menjadi penting sebagai indikator potensi emisi yang dihasilkan. Emisi Pb atau  $\text{SO}_2$  yang dilepaskan ke lingkungan udara misalnya dipengaruhi oleh kandungan Pb dan sulfur dalam bahan bakar. Hasil pemantauan kualitas bahan bakar premium dan solar pada tahun 2007 di 4 (empat) Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBBU) di Kota Yogyakarta yang menjadi sampel, yang dilakukan oleh Kementerian

Negara Lingkungan Hidup, ternyata ditemukan kandungan Pb pada Premium rata-rata sebesar 0,012 g/L dan kandungan Sulfur pada solar rerata sebesar 2350 ppm (Tabel 4).

Upaya-upaya pengendalian pencemaran udara dari khususnya sektor transportasi diatur melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-35/MENLH/10/1993 dengan menetapkan Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, yaitu batas kadar yang diperbolehkan bagi zat pencemar yang dikeluarkan ke udara oleh sumber pencemar, sehingga tidak mengakibatkan terlampauinya baku mutu udara ambien. Juga melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 1996 yang mencanangkan program Langit Biru, yaitu suatu pengendalian untuk mengurangi risiko akibat penurunan kualitas udara melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi pencemar udara dari berbagai sumber emisi dengan melakukan inventori pencemaran udara dan pengendalian pencemaran udara. Kegiatan yang dimaksud yaitu suatu kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi pencemaran udara secara berkala dari berbagai sumber emisi.

Saat ini, inventarisasi emisi belum menjadi aspek yang penting dalam pengelolaan kualitas udara di Indonesia. Pengelolaan kualitas udara masih didasarkan atas baku mutu udara ambien (BMUA). Selama konsentrasi

polutan yang terukur masih memenuhi BMUA, meskipun terjadi peningkatan kadar, maka kualitas udara cenderung dikategorikan baik atau aman.

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti memandang penting untuk melakukan inventarisasi emisi dalam rangka mengukur potensi pencemaran udara yang diakibatkan emisi gas buang kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta. Kajian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui: gambaran kualitas udara ambien Kota Yogyakarta, gambaran dampak pajanan polutan, dalam hal ini adalah Pb, dalam tubuh masyarakat berisiko di Kota Yogyakarta, mengetahui beban emisi polutan udara sebagai gambaran potensi pencemaran udara Kota Yogyakarta oleh sektor transportasi..

## METODE KAJIAN

Kajian dilakukan di wilayah Kota Yogyakarta, yaitu di 5 (lima) wilayah kerja Puskesmas: Umbulharjo 1, Mergangsan, Mantrijeron, Gondomanan, dan Jetis. Proses pengumpulan data dilakukan pada bulan September 2013. Sebagai data primer adalah konsentrasi polutan udara *ambient*, konsentrasi Pb dalam darah responden, riwayat pajanan polutan pada responden, dan volume kendaraan.

Pengukuran konsentrasi polutan udara ambien dilakukan dengan pengambilan sampel udara di 5 (lima) titik di wilayah kerja 5 (lima) puskesmas di Kota Yogyakarta yang menjadi lokasi Kajian. Parameter yang diukur konsentrasinya adalah SO<sub>2</sub>, CO,

NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, TSP, dan Pb. Pengambilan sampel di lapangan menggunakan gas sampler untuk gas dan *dust sampler* untuk debu. Metode pengujian disajikan pada Tabel 5. Hasil pengujian selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu udara ambien (BMUA) berdasarkan Keputusan Gubernur DIY Nomor 153 Tahun 2002.

Pengukuran kadar Pb dalam darah responden dimaksudkan untuk mengukur dampak pajanan Pb. Metode uji yang digunakan adalah AAS. Adapun sebagai responden adalah orang dewasa yang beraktivitas di Wilayah Kerja (wilker) 5 (lima) puskesmas di Kota Yogyakarta yang menjadi lokasi Kajian total sebanyak 30 orang. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan Nilai Acuan Pb dalam darah menurut Depkes RI (Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik, 2008). Selain diukur kandungan Pb dalam darah, juga dilakukan wawancara menggunakan kuesioner untuk melihat riwayat pajanan Pb melalui saluran pernapasan sehingga diharapkan dapat diketahui gambaran faktor-faktor yang mendukung terjadinya pajanan Pb terhadap

responden.

Sebagai data sekunder yang utama adalah data konsumsi premium dan solar, dan data nilai Faktor Emisi untuk bahan bakar premium dan solar. Data sekunder ini digunakan untuk mengukur beban emisi dari sektor transportasi.

Kualitas udara di suatu wilayah dipengaruhi oleh seberapa besar beban emisi yang dihasilkan oleh sumber emisi. Menurut PP No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkan ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Emisi dinyatakan sebagai jumlah berat unsur pencemar per satuan waktu, misalnya ton CO/tahun (Soedomo, 2001).

E s t i m a s i b e b a n pencemaran/emisi pada kajian ini menggunakan pendekatan konsumsi bahan bakar. Formula yang digunakan adalah:

$$Emisi \left( \frac{g}{tahun} \right) = konsumsi\ BBM \left( \frac{L}{tahun} \right) \times densitas \left( \frac{kg}{L} \right) \times FE \left( \frac{g}{kg} \right) \quad (1)$$

Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah jumlah bahan bakar premium dan solar yang didistribusikan ke SPBBU-SPBBU di wilayah Kota Yogyakarta dalam satu tahun. Faktor Emisi (*emission factor*) menunjukkan perkiraan rerata jumlah

polutan yang akan diemisikan oleh tiap unit komponen kegiatan dari suatu sumber emisi. Nilai Faktor Emisi (FE) untuk sektor transportasi ditampilkan dalam satuan berat polutan per unit berat. Tabel nilai FE disajikan pada Tabel 6.

## **HASILKAJIAN**

### **Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta**

Hasil pengukuran kualitas udara di 5 titik di Kota Yogyakarta disajikan pada Tabel 7. Kecuali TSP semua parameter masih memenuhi BMUA. Parameter TSP teridentifikasi tinggi di semua titik sampling. Tingginya kadar TSP bisa berasal dari knalpot kendaraan bermotor, juga berasal dari partikel-partikel padatan yang terbang ke atas akibat gerakan angin yang ditimbulkan oleh laju kendaraan bermotor.

### **Dampak Paparan Timbal (Pb) pada Responden**

Dampak paparan timbal pada kajian ini diukur dengan mengidentifikasi kandungan timbal dalam darah. Timbal (Pb) bukanlah unsur yang normal ada di dalam spesimen manusia, sehingga keberadaan Pb dalam spesimen manusia merupakan indikator bahwa telah terjadi paparan Pb dari lingkungan (Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik, 2008). Pb dan senyawanya masuk ke dalam tubuh terutama melalui saluran pernapasan dan saluran pencernaan, sedangkan absorpsi melalui kulit sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Tidak semua Pb yang terabsorpsi ke dalam tubuh akan tertinggal di dalam tubuh. Pb yang masuk melalui saluran pernapasan rata-rata 10 – 30% diabsorpsi oleh paru-paru; dan sekitar 30 – 40%-nya masuk ke aliran darah. Masuknya Pb dalam darah dipengaruhi

oleh ukuran partikel, daya larut, volume pernapasan, dan variasi faal antar individu (Palar, 2004).

Di dalam tubuh Pb dapat menyebabkan keracunan akut maupun keracunan kronik. Pada tingkat keracunan Pb dalam darah antara 10 – 20  $\mu\text{g/dl}$  dapat menimbulkan hipertensi; antara 30 – 40  $\mu\text{g/L}$  terjadi hipertensi sistolik dan penurunan daya dengar; dan kadar Pb 40 – 50  $\mu\text{g/L}$  keluhan yang muncul yaitu neuropati kelelahan otot, sakit kepala, dan nyeri perut. (Sullivan et al, 1992 dalam Kurniawan, 2008).

Hasil pemeriksaan darah 30 responden, teridentifikasi kandungan Pb berkisar antara 18,3  $\mu\text{g/L}$  hingga 113,5  $\mu\text{g/L}$  dengan rerata 54,9  $\mu\text{g/L}$ . Sekitar 10% responden mengandung Pb dalam darahnya melebihi batas acuan 100  $\mu\text{g/L}$ . Berdasarkan jenis kelamin, responden laki-laki mempunyai kandungan Pb dalam darahnya dengan konsentrasi rerata lebih tinggi dibandingkan wanita. Secara lengkap gambaran Pb dalam darah responden tersaji dalam Tabel 8 dan 9.

### **Faktor yang Mempengaruhi Paparan Pb**

Berdasarkan Berdasarkan konsep analisis risiko kesehatan lingkungan, faktor-faktor yang mempengaruhi asupan bahan berbahaya dari inhalasi adalah konsentrasi polutan dan frekuensi paparan yang meliputi volume pernapasan dan lama paparan. Aktivitas keseharian seseorang

mempengaruhi seberapa besar asupan polutan pada orang tersebut. Aktivitas yang lebih banyak di dalam ruangan/rumah (*in door*) tentu akan lebih rendah dibandingkan yang di luar rumah/ruangan (*out door*) pada sumber pencemar dari luar. Hal ini disebabkan pada sumber polutan dari luar kemungkinan besar konsentrasi polutan *in door* akan lebih rendah.

Karakteristik responden pada kajian ini adalah sebanyak 27% responden berprofesi dengan aktivitas lebih banyak *out door*, yaitu tukang becak, petugas parkir, satpam, dan pedagang asongan; sedangkan sisanya, 73%, lebih banyak *in door*, seperti: pedagang warung, karyawan toko/kantor, dan Ibu Rumah Tangga (IRT). Variasi karakteristik responden disajikan pada Tabel 10, 11, dan 12.

Perbedaan aktivitas tersebut ternyata berkorelasi dengan kandungan Pb dalam darah. Pb dalam darah responden dengan aktivitas *out door* cenderung lebih tinggi dibandingkan pada responden dengan aktivitas *in door* dengan nilai Chi square sebesar 13,81 dan p value sebesar 0,001. Sedangkan lama pajanan tidak berkorelasi dengan

kandungan Pb dalam darah. Responden yang sudah bekerja lebih dari 10 tahun kandungan Pb dalam darahnya tidak berbeda dengan responden yang bekerja di bawah atau sama dengan 10 tahun. Sedangkan hasil uji korelasi *spearments rho* usia dengan kadar Pb dalam darah menunjukkan tidak ada korelasi bermakna dengan koefisien korelasi 0,358 dan P-value 0,52 (Tabel 13).

### Potensi Pencemaran Udara di Kota Yogyakarta dari Sektor Transportasi

Upaya untuk mengetahui seberapa besar potensi pencemaran udara dari sektor transportasi dapat dilakukan dengan kegiatan pengukuran beban pencemaran/beban emisi melalui inventori pencemaran udara dan pengendalian pencemaran udara. Inventori pencemaran udara dilakukan dengan mengukur seberapa besar emisi yang dikeluarkan oleh sektor transportasi. Pengukuran menggunakan pendekatan konsumsi bahan bakar, dengan persamaan (1). Berikut contoh perhitungan beban emisi CO untuk tahun 2009:

$$\begin{aligned}
 E &= \text{konsumsi BBM} \left( \frac{KL}{\text{tahun}} \right) \times \text{densitas} \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times \text{Faktor Emisi} \left( \frac{kg}{\text{ton}} \right) \\
 E_{CO} &= \left( \text{bensin} \left( \frac{KL}{\text{tahun}} \right) \times \text{densitas} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) \times FE \left( \frac{Kg}{\text{ton}} \right) \right) + \\
 &\quad \left( \text{solar} \left( \frac{KL}{\text{tahun}} \right) \times \text{densitas} \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times FE \left( \frac{Kg}{\text{ton}} \right) \right) \\
 E_{CO} &= \left( 73.856 \frac{KL}{\text{tahun}} \times 0,78 \frac{kg}{m^3} \times 377 \frac{kg}{\text{ton}} \right) \\
 &\quad + \left( 11.360 \frac{KL}{\text{tahun}} \times 0,87 \frac{kg}{m^3} \times 43,5 \frac{kg}{\text{ton}} \right) \\
 E_{CO} &= 21.718,1 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} + 429,9 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} = 22.148 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}
 \end{aligned}$$



Dengan cara perhitungan yang sama, beban emisi sektor transportasi di Kota Yogyakarta disajikan pada Tabel 14. Polutan dengan rerata peningkatan beban emisi tertinggi adalah CO yaitu rerata 1671,89 ton/tahun dari tahun 2009 hingga 2012 dan terendah adalah SO<sub>2</sub> yaitu sebesar 4,81 ton/tahun.

Seiring dengan semakin meningkatnya volume kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta maka kebutuhan akan BBM juga semakin meningkat yang akhirnya juga akan meningkatkan beban pencemaran yang diemisikan ke lingkungan. Hal ini menjelaskan mengapa kasus-kasus penyakit saluran pernapasan, khususnya ISPA di Kota Yogyakarta selalu tinggi dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun.

### **Upaya Pengendalian Dampak**

Upaya pengendalian dampak pencemaran udara dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu 1) meminimalkan konsentrasi polutan dan 2) meminimalkan pajanan.

#### **1. Meminimalkan Konsentrasi Polutan**

Upaya meminimalkan konsentrasi polutan di udara ambien dapat dilakukan dengan cara:

##### **a. Meminimalkan Konsentrasi Polutan dari Sumber Polutan**

Polutan yang dihasilkan dari sektor transportasi berasal dari pembakaran bahan bakar, maka upaya meminimalkan polutan dari sumbernya dapat dilakukan dengan cara:

###### **1) Menghilangkan**

kandungan polutan dalam bahan bakar. Misal mengganti Pb dalam bensin dengan bahan lain yang mempunyai fungsi yang sama, atau meningkatkan penggunaan bahan bakar non fosil seperti gas (BBG), listrik, matahari.

2) Meminimalkan kandungan polutan dalam bahan bakar, dengan mengurangi kadar Pb dalam bensin atau sulfur dalam solar

3) Efisiensi penggunaan bahan bakar.

#### **b. Meminimalkan Konsentrasi Polutan di Lingkungan**

Tinggi-rendahnya konsentrasi polutan di udara dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti: kecepatan angin, stabilitas atmosfer, faktor cuaca, dan juga topografi. Salah satu aspek topografi yang bisa mempengaruhi adalah penjerapan polutan oleh tanaman. Banyak Kajian menyimpulkan bahwa tanaman, melalui kerapatan daunnya berfungsi seperti filter mampu menjerap polutan yang terbawa angin, terutama yang berbentuk partikel, sehingga udara setelah melewati populasi tanaman tersebut cenderung lebih bersih. Itu sebabnya keberadaan ruang terbuka

hijau baik pada area publik maupun privat sangat penting.

2. Meminimalkan Paparan Polutan  
Meminimalkan paparan yang dimaksud adalah upaya mencegah masuknya polutan ke dalam tubuh. Salah satu cara adalah melindungi saluran pernapasan. Tabel 11 menunjukkan bahwa kadar Pb dalam darah responden dengan aktivitas utama di dalam ruang/rumah lebih rendah dibandingkan di luar rumah untuk sumber polutan dari luar. Hal ini disebabkan rumah telah melindungi responden di dalamnya dari paparan polutan. Dengan menggunakan konsep yang sama, saluran pernapasan dapat dilindungi dengan menggunakan masker, sehingga dapat mencegah atau meminimalkan masuknya polutan ke dalam tubuh.

## KESIMPULAN

1. Hasil analisis kualitas udara ambien Kota Yogyakarta menunjukkan semua polutan memenuhi BMUA, namun kadar TSP dikategorikan tinggi di semua titik sampling, yaitu berkisar antara 266,95 – 345,54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Hasil analisis kandungan Pb dalam darah menunjukkan semua responden positif mengandung Pb dalam darahnya; 10% di antaranya melebihi batas acuan. Hal ini memberikan informasi bahwa telah terjadi dampak paparan Pb

dari lingkungan meskipun belum menunjukkan gejala-gejala keracunan. Faktor profesi mempunyai pengaruh signifikan terhadap Pb dalam darah, Pb dalam darah responden dengan aktivitas utama di luar ruangan cenderung lebih tinggi dibandingkan responden dengan aktivitas utama di dalam ruangan.

3. Potensi terjadinya pencemaran udara Kota Yogyakarta oleh sektor transportasi meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan tertinggi oleh polutan CO, dan terendah adalah SO<sub>2</sub>

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad R., 2004, "Kimia Lingkungan", Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik, 2008, "Pedoman Nilai Acuan Kandungan Logam Berat dalam Spesimen Manusia", Direktorat Jenderal Bina Pelayanan Medik, Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Palar H., 2004, "Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat", Rineka Cipta, Jakarta
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-35/MENLH/10/1993 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15/1996 tentang Program Langit Biru

Peraturan Pemerintah No.41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara

Kurniawan W., 2008, “Hubungan Kadar Pb dalam Darah dengan Profil Darah pada Mekanik Kendaraan Bermotor di Kota Pontianak”, Tesis, Megister Kesehatan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas

Soedomo M., 2001, “Pencemaran Udara, Kumpulan Karya Ilmiah”, ITB, Bandung

# KADAR LOGAM BERAT DI KAWASAN PERTANIAN DI KABUPATEN KARANGANYAR, PROPINSI JAWA TENGAH

Dwi Amalia<sup>1</sup>, Tri Setyo Winaryanto<sup>2</sup>, Emanuel Kristanti<sup>3</sup>, Nur Basuki<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit  
Yogyakarta

## INTISARI

Pencemaran tanah pertanian oleh logam berat merupakan salah satu masalah lingkungan di kawasan pertanian yang berdekatan dengan kawasan industri. Sektor industri berkembang pesat di Kabupaten Karanganyar, dan terdapat indikasi bahwa kawasan pertanian di Kabupaten Karanganyar telah mengalami pencemaran logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat (Pb, Cd, Cu dan Cr) pada air badan air (ABA), sedimen badan air, air sumur, tanah, beras, dan tanaman di Kecamatan Jaten dan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar.

Pengambilan contoh uji lingkungan secara sesaat untuk kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang ada dan dianalisis secara deskriptif.

Semua contoh uji air badan air (n=25) tidak mengandung Pb, Cd, Cu dan Cr, namun contoh uji sedimen badan air (n=6) mengandung logam berat dengan kadar yang cukup tinggi. Enam dari sepuluh contoh uji tanah mengandung Kromium melebihi batas kritis, dan tiga dari sepuluh contoh uji tanah mengandung Cadmium melebihi batas kritis. Tiga dari tujuh contoh uji beras dan sebagian besar (70%) contoh uji tanaman mengandung logam berat. Air sumur di lokasi kajian tidak mengandung logam berat.

Disimpulkan bahwa, tanah pertanian di Kabupaten Karanganyar mengandung logam berat melebihi nilai kritis, dan tanaman yang tumbuh di tanah tersebut telah tercemar Pb, Cd, dan Cr. Sumber kandungan logam tersebut belum diketahui, namun tingginya kandungan logam berat pada sedimen badan air mengindikasikan bahwa kemungkinan pencemaran tersebut berhubungan dengan pemanfaatan air badan air. Dibutuhkan kajian lebih lanjut untuk mengetahui dampak logam berat terhadap kesehatan masyarakat.

**Kata kunci:** logam berat, pertanian, Jaten, Karanganyar, pencemaran

## PENDAHULUAN

Kegiatan di sektor industri dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, baik udara, air, maupun tanah. Pencemaran tanah pertanian oleh logam berat merupakan masalah lingkungan yang timbul akibat aktivitas di sektor industri, terutama di kawasan pertanian yang berdekatan dengan kawasan industri. Kondisi tersebut timbul akibat pemanfaatan limbah padat industri sebagai pupuk dan pemanfaatan air badan air yang tercemar limbah industri untuk irigasi<sup>1</sup>. Air limbah mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, seperti Nitrogen (N), Phospat (P), dan Kalium (K), namun juga mengandung logam berat, antara lain Mangan (Mn), Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb), yang dapat diserap oleh bagian-bagian tanaman<sup>2</sup>. Penelitian yang dilakukan di daerah industri tekstil di Rancaekek dan Majalengka, Jawa Barat, menunjukkan bahwa tanah pertanian di daerah tersebut mengandung berbagai logam berat, dan kandungan Zn, Cu, dan Co sudah berada dalam batas kritis kandungan logam tanah. Padi yang ditanam di daerah tersebut mengandung logam berat walaupun belum melebihi batas maksimum residu dalam pangan yang ditetapkan oleh WHO, kecuali untuk Cr yang sudah melebihi batas kritis kandungan logam berat dalam tanaman<sup>3</sup>. Penelitian yang dilakukan di daerah industri di Iran menunjukkan kondisi serupa, tanaman yang ditanam di kawasan industri mengandung logam berat, walaupun masih di bawah batas

maksimum yang ditetapkan WHO<sup>4</sup>.

Konsumsi tanaman pangan yang mengandung logam berat merupakan salah satu jalur utama pajanan logam berat pada masyarakat. Hal ini dapat berdampak negatif bagi kesehatan masyarakat, oleh karena beberapa logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dikategorikan sebagai logam yang berbahaya bagi kesehatan<sup>5</sup>. Peningkatan kadar timbal dalam darah berhubungan dengan peningkatan tekanan darah, penurunan fungsi filtrasi ginjal, dan kejadian anemia<sup>6</sup>. Paparan dosis kecil kadmium dalam jangka panjang berhubungan dengan penimbunan kadmium di jaringan ginjal, kerusakan ginjal, dan kerapuhan pada tulang<sup>7</sup>.

Selain Pb dan Cd, logam berat lain yang sering mencemari tanaman pangan adalah kromium (Cr) dan tembaga (Cu). Pajanan kromium pada saluran pencernaan dapat menyebabkan iritasi dan luka lambung. Selain itu, kromium dapat menyebabkan anemia, penurunan fungsi reproduktif, dan khusus Cr(VI), kanker<sup>8</sup>. Tembaga merupakan logam yang sangat lazim ditemukan di lahan pertanian, karena tembaga merupakan salah satu unsur yang ditambahkan melalui pupuk. Konsentrasi di lahan pertanian dapat meningkat pesat jika terdapat fasilitas/industri pengolahan tembaga di sekitarnya. Tubuh membutuhkan tembaga sampai pada konsentrasi tertentu, dan pada pajanan yang besar, tubuh memiliki mekanisme untuk memblokir penyerapan tembaga yang berlebihan<sup>9</sup>. Dampak tembaga

bagi kesehatan tidak seberbahaya tiga logam lainnya.

Kabupaten Karanganyar di Propinsi Jawa Tengah memiliki lahan pertanian produktif yang subur. Namun demikian, pengembangan kawasan industri menyebabkan tanah pertanian beralih fungsi, terutama Kecamatan Jaten dan Kebakkramat. Pada tahun 2010, terdapat 73 industri besar dan 82 industri menengah yang tersebar di Kabupaten Karanganyar, dengan jumlah industri terbanyak di Kecamatan Jaten, disusul oleh Kecamatan Kebakkramat dan Gondangrejo. Produk yang paling banyak dihasilkan adalah produk tekstil<sup>10</sup>. Sektor industri merupakan kontributor utama Produk Domestik Regional Bruto (PDBR) Kabupaten Karanganyar, diikuti oleh sektor pertanian. Di bidang pertanian, padi merupakan hasil pertanian terbanyak, dengan daerah penghasil beras utama adalah Kecamatan Kebakkramat<sup>11</sup>.

Hasil penelitian Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS) pada tahun 2004 mengindikasikan bahwa 80% lahan pertanian di Kecamatan Jaten, Kebakkramat, dan Tasikmadu tercemar logam berat<sup>12</sup>. Berdasarkan data pemantauan tanah oleh Badan Lingkungan Hidup Propinsi Jawa Tengah tahun 2004 – 2012, diketahui kadar Cr dan Cd di sebagian titik pengambilan contoh uji telah melebihi nilai kritis kandungan logam berat tanah di Indonesia. Pada tahun 2012, Dinas Kesehatan Kabupaten Karanganyar melakukan pemeriksaan logam berat (Pb, Cd, dan Cr) pada

beras yang dijual di warung-warung di Kecamatan Jaten, Kebakkramat, dan Tasikmadu. Hasil pemeriksaan terhadap 20 contoh uji beras menunjukkan bahwa kandungan Pb pada enam contoh uji (30%) melebihi batas maksimum cemaran logam berat pada pangan (SNI 7387/2009), sedangkan kadar Cd dan Cr tidak terdeteksi.

Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukanlah kajian terhadap kondisi lingkungan di Kabupaten Karanganyar yang bertujuan untuk memverifikasi kandungan logam berat (Pb, Cd, Cu dan Cr) pada air badan air (ABA), sedimen badan air, air sumur, tanah, beras, dan tanaman di Kecamatan Jaten dan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar melalui pemeriksaan contoh uji oleh laboratorium terakreditasi. Diharapkan hasil kajian ini dapat menjadi dasar bagi instansi pemerintah terkait untuk melakukan pemantauan kualitas lingkungan dan pengelolaan lingkungan untuk mencegah dampak kesehatan masyarakat.

## **METODOLOGI**

Penelitian/kajian ini bersifat deskriptif. Objek kajian adalah kualitas lingkungan di Kecamatan Jaten dan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar, yang terdiri atas air badan air, sedimen badan air, tanah pertanian, beras dan tanaman pangan, dan air bersih. Penentuan titik lokasi pengambilan contoh uji lingkungan dilakukan berdasarkan data pemantauan kualitas lingkungan oleh

Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar tahun 2012. Jenis dan jumlah contoh uji serta parameter yang diperiksa tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis, parameter dan jumlah contoh uji

Jenis Contoh Uji	Parameter	Jumlah Contoh Uji
Air badan air	BOD, COD, TSS, Pb, Cd, Cu, Cr	25
Sedimen badan air	Pb, Cd, Cu, Cr	6
Tanah pertanian	pH, Pb, Cd, Cu, Cr	10
Beras	Pb, Cd, Cu, Cr	7
Tanaman	Pb, Cd, Cu, Cr	21
Air bersih (sumur gali)	Fisik dan kimia lengkap*	10

\*Sesuai dengan Permenkes 416/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air

Pengambilan contoh uji dilakukan oleh petugas BBTCLPP Yogyakarta. Pengambilan contoh uji air badan air dan air bersih dilakukan secara *grab*/sesaat. Contoh uji tanah diambil sampai kedalaman 20 cm dari permukaan tanah di lima titik pengambilan pada satu petak sawah. Pengambilan contoh uji beras dan tanaman dilakukan pada lokasi yang sama dengan lokasi pengambilan tanah, sedangkan contoh uji air bersih diambil di sumur gali terdekat dari lokasi pengambilan tanah. Pengujian air badan air dan air bersih dilakukan di Laboratorium Kimia Air, sedangkan tanah, beras, dan tanaman di Laboratrium Padatan dan B3 BBTCLPP Yogyakarta. Hasil pengujian dibandingkan baku mutu lingkungan yang ada, antara lain PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas

Air dan Pengendalian Pencemaran Air (baku mutu air badan air kelas II), Permenkes 416/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, dan SNI 7387/2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan.

## HASIL

### a. Air Badan Air

Sejumlah 25 contoh uji air badan air diambil dari lima air badan air dan dua saluran irigasi yang melintasi wilayah studi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar contoh uji (92%) tidak memenuhi persyaratan baku mutu ABA kelas II untuk parameter BOD dan sebagian kecil (18%) memiliki COD di atas baku mutu. Sebagian besar (92%) contoh uji memiliki rasio BOD/COD di bawah

0,4, yang menunjukkan bahwa kandungan contoh uji tersebut sulit diurai secara biologis. Semua contoh uji yang diperiksa memiliki kadar logam berat (Pb, Cd, Cu dan Cr) dibawah limit deteksi metode, memenuhi persyaratan baku mutu untuk ABA kelas II untuk parameter tersebut.

#### b. Sedimen Badan Air

Sedimen badan air diambil di enam lokasi yang terdiri atas dua badan air dan dua saluran irigasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sedimen badan air mengandung logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Cr) dengan kadar yang cukup tinggi (tabel 2).

Tabel 2. Kandungan logam berat sedimen badan air

Contoh Uji	Kandungan Logam Berat (mg/kg)			
	Pb	Cd	Cu	Cr
Sedimen A1	8,545	0,554	29,256	30,994
Sedimen A2	8,605	0,845	38,734	19,573
Sedimen B1	8,534	1,03	27,197	13,741
Sedimen B2	20,811	1,104	106,241	36,592
Sedimen C	17,7	0,849	347,575	48,595
Sedimen D	16,064	0,843	79,783	31,078

#### c. Tanah Pertanian

Contoh uji tanah pertanian diambil di sepuluh lokasi yang tersebar di Kecamatan Jaten dan Kebakkramat. Pengambilan contoh uji dilakukan di sekitar Jalan Raya Solo-Sragen dan Jalan Raya Solo-Tawangmangu, dimana area pertanian berbatasan langsung dengan area industri. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kandungan logam Pb dan Cu masih berada dalam kisaran normal

kandungan logam berat tanah di Indonesia (tabel 3). Nilai maksimal kandungan Cd yang diperiksa adalah 0,82 mg/kg, sedikit di atas nilai kritis untuk Cd, yaitu 0,5 mg/kg<sup>13</sup>. Terdapat tiga contoh uji (30%) yang memiliki kandungan cadmium di atas batas kritis. Sedangkan untuk Cr, nilai maksimal mencapai 8,282 mg/kg, jauh di atas batas kritis, 2,5 mg/kg. Enam contoh uji (60%) memiliki kandungan kromium di atas nilai kritis.



Gambar 4 : Distribusi Frekuensi Berdasarkan Tingkat Pendidikan di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta. Desa Panggunharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013.

Logam	Batas Kritis*	Kisaran
Timbal (Pb)	100	Tak terdeteksi – 8,118
Kadmium (Cd)	0,5	Tak terdeteksi – 0,82
Tembaga (Cu)	60-125	0,992 – 34,717
Kromium (Cr)	2,5	Tak terdeteksi – 8,282

\*Ministry of State for Population and Environment of Republic Indonesia and Dalhousie University Canada 1992 dalam Kurnia 2004

#### d. Beras

Padi yang tumbuh di atas tanah pertanian diambil untuk diperiksa berasnya. Hasil pemeriksaan logam berat pada tujuh contoh beras menunjukkan bahwa kadar Pb, Cd, dan Cr tiga contoh uji berada di atas batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Hasil pemeriksaan tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Kandungan logam berat beras

Logam	Batas Maksimum (mg/kg)	Kisaran (mg/kg)
Timbal (Pb)	0,3*	Tak terdeteksi - 7,991
Kadmium (Cd)	0,4*	Tak terdeteksi – 0,53
Tembaga (Cu)	-	0,289 – 21,501
Kromium (Cr)	1,5**	Tak terdeteksi – 8,383

\*Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan<sup>14</sup>

\*\* Maximum Levels of Contaminants in Food <sup>15</sup>

#### e. Tanaman

Untuk melengkapi data kandungan logam berat beras, dilakukan pengambilan contoh uji tanaman yang tumbuh di sekitar sawah. Tanaman yang diambil adalah tanaman yang dapat dikonsumsi, seperti umbi-umbian (singkong dan tales), buah-buahan (papaya dan jagung), dan sayuran (kangkung, kacang panjang, daun melinjo, bunga turi). Jumlah total

contoh uji tanaman adalah duapuluh, diambil dari sepuluh lokasi pengambilan contoh uji tanah sawah. Hasil pemeriksaan tertera pada tabel 5. Empat belas dari duapuluh (70%) contoh uji mengandung minimal satu jenis logam di atas batas cemaran logam berat dalam pangan. Kandungan Pb dan Cr tertinggi terdapat pada buah-buahan, sedangkan kandungan Cd tertinggi pada sayuran..

Tabel 5. Kisaran kandungan logam berat tanaman

Jenis Contoh Uji	Kisaran Kandungan Logam			
	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)
Umbi-umbian	Ttd – 2,384	0,041 – 0,595	0,85 – 14,246	Ttd – 2,384
Sayuran	Ttd – 2,562	Ttd – 0,908	1,72 – 21,965	Ttd – 2,371
Buah-buahan	Ttd – 14,68	Ttd - 0,456	Ttd – 4,38	Ttd – 2,688

Keterangan: ttd = tidak terdeteksi/di bawah ambang deteksi metode

\* Batas cemaran Pb di sayur, umbi, dan buah 0,5 mg/kg<sup>14</sup>

\*\* Batas cemaran Cd di sayur, umbi, dan buah 0,2 mg/kg<sup>14</sup>

\*\*\* Batas cemaran Cr di sayur dan buah 0,5 mg/kg<sup>15</sup>

## f. Air Bersih

Contoh uji air bersih diambil di sepuluh lokasi pengambilan contoh uji tanah pertanian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua contoh uji memenuhi persyaratan air bersih sesuai Permenkes 416/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air untuk parameter Pb, Cd, Cu, dan Cr. Kandungan logam-logam tersebut berada di bawah deteksi metode.

## PEMBAHASAN

Hasil Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kadar logam berat air badan air sangat rendah dan berada di bawah deteksi metode yang digunakan. Hasil pemeriksaan ini mendukung hasil pemantauan rutin yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. Penelitian yang dilakukan di daerah industri di Rancaekek, Jawa Barat, juga memberikan hasil serupa, kandungan Pb, Cd, Cu dan Cr di semua contoh uji air badan air di lokasi tersebut sangat rendah<sup>3</sup>. Namun demikian, zat

pencemar dideteksi pada sedimen sungai. Pada kajian tersebut, pemeriksaan sedimen sungai Cikijing menunjukkan kadar Pb 21,09 mg/kg, Cd 0,16 mg/kg, Cu 8,68 mg/kg, dan Cr 25,47 mg/kg. Jika dibandingkan hasil kajian di Rancaekek ini, maka kandungan logam berat sedimen sungai di daerah Karanganyar jauh lebih tinggi. Saat masuk ke dalam air badan air, logam berat membentuk ion terlarut atau senyawa yang tidak terlarut. Bentuk senyawa akan mengendap bersama partikel-partikel lain dalam sedimen. Dalam tanah, lumpur, dan sedimen, logam-logam berat tersebut cenderung berada pada lapisan permukaan, dan tetap berada di sedimen tersebut dalam jangka panjang<sup>6,7,8,9</sup>. Dengan demikian, keberadaan logam berat pada sedimen badan air menunjukkan bahwa air badan air tersebut pernah mengandung logam berat.

Pencemaran tanah pertanian oleh logam berat merupakan masalah umum di negara-negara dengan perkembangan industri yang pesat. Pada kajian ini, tanah pertanian yang

diuji mengandung kadmium dan kromium di atas batas kritis. Di Jepang, kadmium juga menjadi logam pencemar utama lahan pertanian. Kandungan rata-rata kadmium tanah pertanian di Jepang adalah 0,48 mg/kg<sup>16</sup>. Sedangkan di Bangalore, India, Pb dan Cr merupakan logam pencemar utama tanah pertanian yang dialiri oleh air irigasi dari danau yang telah tercemar oleh limbah cair domestik dan industri<sup>17</sup>. Di Rancaekek, logam berat pencemar utama adalah Cu, Co, dan Zn, sedangkan kadar Cd dan Cr masih berada di bawah batas kritis tanah<sup>3</sup>.

Logam berat yang terkandung dalam tanah diserap oleh tumbuhan yang tumbuh di atas tanah tersebut. Walaupun demikian, kadar logam berat dalam tanah tidak berkorelasi dengan kadar dalam tumbuhan<sup>17,18</sup>. Kadar logam berat dalam tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan hayati logam dan genotipe tanaman<sup>19</sup>. Contoh uji beras dan tanaman yang diperiksa pada kajian ini diketahui memiliki kadar Pb, Cd, dan Cr di atas baku mutu pencemar dalam pangan. Saat ini, Standar Nasional Indonesia untuk baku mutu pencemar dalam pangan belum memuat baku mutu untuk Cr, sehingga baku mutu yang digunakan adalah yang berlaku di Cina<sup>15</sup>. Sedangkan untuk Cu, belum ada baku mutu untuk Cu dalam pangan, karena Cu merupakan mikro elemen yang dibutuhkan tubuh<sup>9</sup> dan keberadaan Cu dalam pangan dianggap tidak menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat, sehingga tidak

diatur dalam standar CODEX<sup>20</sup>.

Kadar kadmium beras di Karanganyar lebih tinggi dibanding beras di Rancaekek yang berkisar antara 0,026 – 0,18 mg/kg<sup>3</sup>. Selain itu, kadar tertinggi contoh uji (0,82 mg/kg) jauh lebih tinggi dibandingkan kadar rerata beras di Indonesia, yaitu 0,06 mg/kg (Herawati 2000) dan China (0,037 mg/kg)<sup>21</sup>. Jika dibandingkan dengan contoh uji beras dari Rancaekek, maka kadar maksimal Pb beras di Karanganyar lebih tinggi, namun untuk kromium, kadar tertinggi contoh uji beras di Rancaekek lebih tinggi (0,98 – 17,1 mg/kg)<sup>3</sup>. Selaras dengan hasil pemeriksaan beras, hasil pemeriksaan tanaman menunjukkan kandungan Pb, Cd, dan Cr yang tinggi.

Beras dan tanaman yang mengandung logam berat menjadi media pajanan logam berat bagi masyarakat yang mengkonsumsinya, sehingga masyarakat menjadi berisiko terhadap dampak negatif logam berat tersebut. Contoh uji air bersih tidak mengandung logam berat, sehingga tanaman pangan menjadi media utama pajanan melalui saluran pencernaan..

## KESIMPULAN

Tanah pertanian di Kecamatan Jaten dan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar, memiliki kandungan kadmium (Cd) dan kromium (Cr) yang tinggi. Tidak ditemukan kandungan logam berat pada air badan air, namun demikian sedimen badan air mengandung logam berat dengan konsentrasi tinggi yang mengindikasikan air badan air pernah

tercemar oleh logam berat. Padi dan tanaman pangan telah tercemar oleh Pb, Cd, dan Cr, dan merupakan media pajanan utama secara ingesti bagi masyarakat. Kajian ini merupakan studi awal dengan jumlah contoh uji yang terbatas, sebaiknya dilakukan kajian lanjutan dengan jumlah contoh uji yang lebih representatif. Oleh karena Pb, Cd, dan Cr merupakan logam berat yang berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, maka kajian lanjutan sebaiknya juga mencakup dampak logam berat tersebut terhadap kesehatan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kurnia, U., Suganda, H., Saraswati, R., dan Nurjaya. 2004. Teknologi pengendalian pencemaran lahan. Di dalam: Agus, F., Adimiharja, A., Harjowigeno, S., Fagi, A.M., dan Hartutik, W (Eds). Tanah Sawah dan Pengelolaannya. Badan Pengembangan dan Penelitian Pertanian; Bogor
2. Dewi, W.S. 1996. Kajian pemanfaatan air limbah industri kawasan Jaten, Karanganyar, terhadap pertumbuhan dan serapan logam berat pada berbagai organ tanaman padi (*Oryza sativa*). Caraka Tani 13 (1): 14-36.
3. Suganda, H., Setyorini, D., Kusnadi, H., Saripin, I., Kurnia, U. 2003. Evaluasi pencemaran limbah industri tekstil untuk kelestarian lahan sawah. Di dalam: Kurnia, U., Agus ,F., Setyorini, D., dan Setyanto, A. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian. Badan Pengembangan dan Penelitian Pertanian; Bogor
4. Moradi, A., Honarjoo, N., Fallahzade, J., Najafi, P. 2013. Assessment of heavy metal pollution in soils and crops in industrial sites, Isfahan, Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences 16(2):97-100
5. Jarup, L. 2003. Hazards of heavymetal contamination. British Medical Bulletin (68):167-182
6. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007. Public health statement for lead. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13-c1-b.pdf>. Diakses 11 November 2013
7. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2012. Public health statement for cadmium. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp5-c1-b.pdf>. Diakses 11 November 2013
8. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2012. Public health statement for chromium. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp7-c1-b.pdf>. Diakses 11 November 2013
9. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Public health statement for copper. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp132-c1-b.pdf>. Diakses 11 November 2013

10. Pemerintah Kabupaten Karanganyar. 2010. Potensi industri. <http://www.karanganyarkab.go.id/20101227/potensi-industri/>. Diakses 24 September 2013
11. Pemerintah Kabupaten Karanganyar. 2010. Potensi pertanian. <http://www.karanganyarkab.go.id/20101227/potensi-pertanian/>. Diakses 24 September 2013
12. Suara Merdeka. 09 Agustus 2004. Daerah penyangga beras yang tercemar. <http://www.suaramerdeka.com/harian/0408/09/nas07.htm>. Diakses 24 September 2013
13. Ministry of State for Population and Environment Republic of Indonesia and Dalhousie University Canada. 1992. Environmental management in Indonesia. Report on Soil Quality Standards for Indonesia, Interim report
14. Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 7387:2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Badan Standardisasi Nasional; Jakarta
15. Global Agricultural Information Network. 2010. National Food Safety Standard - Maximum Level of Contaminants in Food. Ministry of Health of China; Beijing. <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/National%20Food%20Safety%20Standard>
- Maximum%20Levels%20of%20Contaminants%20in%20Food\_Beijing\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\_8-19-2010.pdf. Diakses 13 Februari 2014
16. Makino, T., Lou, Y., Wu, L., Sakurai, Y., Maejima, Y., Akahane, I., Arao, T. 2010. Heavy metal pollution of soil and risk alleviation methods based on soil chemistry. *Pedologist* (2010):38-49
17. Lokeshwari H., Chandrappa, G.T. 2006. Impact of heavy metal contamination of Bellandur Lake on soil and cultivated vegetation. *Current Science* 91(5):622-627
18. Herawati, N., Suzuki, S., Hayashi, I., Rivai, F., Koyama, H. Cadmium, copper, and zinc levels in rice and soil of Indonesia, Japan, and China by soil type. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 64(1):33-39
19. Cheng, W.D., Zhang, G.P., Yao, H.G., Wu, W., Xu, M. 2006. Genotypic and environmental variation in cadmium, chromium, arsenic, nickel, and lead concentration in rice grains. *Journal of Zhejiang University Science B* 7(7):565-571
20. Codex Alimentarius Commission. 1995. Codex Standard 193-1995. Codex general standard for contaminants and toxins in food. <http://www.codexalimentarius.net/input/download/standards/17/CX>

S\_193e.pdf Diakses 16 Maret  
2013

21. Huang, Z., Pan, X.D., Wu, P.D., Han, J.L., Chen, Q. 2013. Health risk assessment of heavy metals in rice to the population of Zhejiang, China. Plos One 8(9):1-6

# PENENTUAN STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* DENGAN METODE SUSCEPTIBILITY DI KOTA YOGYAKARTA DAN KABUPATEN BANTUL TERHADAP INSEKTISIDA SIPERMETRIN 0,05% DAN MALATION 0,8% TAHUN 2013

Didik Setiawan<sup>1</sup>, Kustiah<sup>2</sup>, Nur Basuki<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian penyakit Yogyakarta

## INTISARI

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Indonesia disebabkan oleh virus *Flavivirus* tipe DEN I, II, dan IV. Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta melaporkan bahwa penyakit DBD masih tetap menjadi ancaman dengan tingkat kematian (*Case Fatality Rate/CFR*) lebih tinggi dari rerata nasional. Penggunaan insektisida dalam jangka waktu panjang dengan frekuensi tinggi untuk pengendalian serangga menyebabkan peningkatan resistensi nyamuk.

Tujuan Kajian ini adalah mempelajari status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida sipermetrin dan malation di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, serta di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta tahun 2013.

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari kelurahan Giwangan, Sorosutan, Panggungharjo dan Bangunharjo menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malation 0,8%) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 94,0%, 96,0%, 94,0% dan 93,0%. Populasi yang berasal dari kelurahan Giwangan dan Sorosutan dengan persentase kematian nyamuk yaitu 80,0% menunjukkan status toleran terhadap insektisida piretroid (sipermetrin 0,05%). Desa Panggungharjo dan Bangunharjo telah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin 0,05%) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 77,0% dan 78,0%.

Kajian ini dapat disimpulkan bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* sudah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin 0,05%) di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul D.I Yogyakarta. Populasi nyamuk *Aedes aegypti* menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malathion 0,8%) di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, desa Panggungharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta.

**Kata kunci :** *Aedes aegypti*, Resistensi, Malation dan Sipermetrin

## PENDAHULUAN

Demam Demam Berdarah atau Demam Berdarah *Dengue* (DBD) disebabkan oleh virus *Flavivirus* tipe DEN I, II, III dan IV<sup>1</sup>. Tipe I, II, dan IV lebih sering terjadi di Indonesia.<sup>2</sup> Penyakit Demam Berdarah *Dengue*, disebarkan oleh nyamuk betina dari genus *Aedes* yang tersebar di 112 negara tropis dan subtropis di dunia.<sup>3</sup> Nyamuk ini hidup kosmopolitan dan mudah beradaptasi dengan lingkungan perkotaan maupun pedesaan. Daerah perkotaan dengan sumber air melimpah, dipadati perumahan, rumah tinggal, kost, ataupun tempat kumuh merupakan daerah yang berpotensi menjadi tempat hidup dan berkembang biak nyamuk.<sup>4</sup> Beberapa spesies anggota *Aedes* yang sering ditemukan di Indonesia adalah *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*.<sup>5</sup>

Kasus kematian karena penyakit DBD setiap tahunnya berjumlah 22.000 dari 2,5 milyar atau 40 % penduduk di 112 negara yang tinggal di daerah perkotaan dan pinggiran perkotaan di wilayah tropik dan subtropik di dunia dan banyak diantaranya merupakan anak-anak.<sup>3</sup> Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mencatat bahwa *Dengue* pernah menjadi sebuah kejadian luar biasa di Indonesia. Jumlah rerata kasus akibat *Virus Dengue* dari tahun 2009 hingga 2011 adalah 126.908. Angka kematian mencapai rerata 1.125 kasus, Indonesia berada diperingkat kedua setelah Brazil.<sup>6</sup>

Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta melaporkan

bahwa penyakit DBD masih tetap menjadi ancaman dengan tingkat kematian (*Case Fatality Rate/CFR*) lebih tinggi dari rerata nasional. Kasus penderita Demam Berdarah *Dengue* (DBD) yang menyebabkan kematian pasien di Daerah Istimewa Yogyakarta selama 2013 mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. Tercatat jika tahun 2012 hanya ada 2 kasus pasien DBD, di tahun 2013 ada 15 pasien DBD yang meninggal. Total kasus penderita DBD tahun 2013 mencapai 2.912, sedangkan tahun lalu hanya 971 kasus, untuk Kota Yogyakarta ada 849 kasus dengan 4 meninggal.

Menanggapi terjadinya *outbreak* atau Kejadian Luar Biasa DBD di beberapa daerah di Indonesia. Pemerintah, melalui Dinas Kesehatan telah melakukan berbagai langkah penanggulangan dan pengendalian penyakit. Program yang digalakkan misalnya gerakan 3 M Plus, upaya penggunaan insektisida melalui *space spraying* (*thermal fogging*/pengasapan atau *Ultra Low Volume/ULV*) dengan insektisida di daerah rawan DBD.<sup>7</sup> Pengendalian vektor dewasa dengan cara *fogging* masih menjadi pilihan utama dalam penanggulangan DBD. Tujuan kegiatan ini untuk membunuh nyamuk *Aedes aegypti* dewasa agar dapat memutus mekanisme penularan. Upaya ini akan efektif jika nyamuk yang menjadi sasaran belum resisten terhadap insektisida yang dipakai. Akan tetapi, penggunaan insektisida dalam jangka waktu panjang dengan frekuensi tinggi untuk pengendalian serangga menyebabkan peningkatan



resistensi nyamuk terhadap senyawa aktif ini.<sup>8</sup>

Oleh karena itu, penting untuk diketahuinya status resistensi nyamuk *Aedes* terhadap insektisida Organofosfat dan piretiroid di kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta. Kajian ini bertujuan untuk mempelajari status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida sipermetrin 0,05% dan malation 0,8% di Kelurahan Giwangan dan kelurahan Sorosutan Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, serta di Desa Panggunharjo dan Bangunharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta.

BBTKLPP Yogyakarta adalah salah satu unit pelaksana teknis di bidang teknik kesehatan lingkungan dan pemberantasan penyakit menular di lingkungan Departemen Kesehatan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, dengan wilayah kerja D.I. Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah yang mempunyai tupoksi salah satunya adalah fasilitasi kesiapsiagaan KLB. Kajian ini dilakukan dalam rangka kewaspadaan dini untuk mencegah terjadinya KLB DBD.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan informasi mengenai karakteristik lokasi yang berpotensi menjadi tempat berkembangbiak nyamuk dan status resistensi nyamuk vektor Demam Berdarah terhadap insektisida sipermetrin dan malathion di Kecamatan Umbulharjo, Kota

Yogyakarta dan Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, sehingga masyarakat serta pihak-pihak yang berwenang dapat menindaklanjuti, mengevaluasi upaya pengendalian dan pemberantasan vektor penyakit menular terutama Demam Berdarah/Demam Berdarah *Dengue*.

## METODE

Jenis kajian ini adalah penelitian secara eksperimen, yaitu dengan rancangan *the post test only control group design*.

Kajian ini dilaksanakan di daerah endemis DBD yaitu di wilayah Kota Yogyakarta di kecamatan Umbulharjo, kelurahan Sorosutan dan Giwangan sedangkan di kabupaten Bantul pada kecamatan Sewon, desa Panggunharjo dan Bangunharjo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kegiatan dimulai dari koordinasi, survei/observasi dan pengumpulan data, yaitu sebagai berikut.

### 1. Pengumpulan Data Awal

Dalam pengumpulan data awal dilakukan koordinasi untuk mengidentifikasi wilayah di DIY yang akan dijadikan lokasi kajian. Koordinasi dilakukan di dinas kesehatan kota Yogyakarta dan dinas kesehatan kabupaten Bantul guna terjalinnya jejaring dan kemitraan kerja sehingga kegiatan dapat berjalan lancar. Pada pelaksanaannya tahap ini memerlukan waktu 2 hari.

### 2. Penyelenggaraan Kajian

a. Melakukan Survei/Observasi

Survei/observasi dilakukan di Kota Yogyakarta yang terpilih, dengan tujuan puskesmas Umbulharjo I dan ke kabupaten bantul pada puskesmas Sewon II. Survey/observasi bertujuan untuk menjalin jejaring dan kemitraan kerja serta menyamakan pemahaman akan tujuan dan rencana pelaksanaan kegiatan dengan instansi terkait setempat sehingga kegiatan dapat berjalan lancar. Hasil dari survei/observasi adalah rencana pelaksanaan kegiatan kajian yang disusun bersama dengan instansi terkait. Pada tahap ini diperkirakan memerlukan waktu sekitar dua hari untuk setiap lokasi.

b. Pemasangan Ovitrap

Data resistensi nyamuk didapatkan dengan melakukan pengujian di laboratorium. Sampel nyamuk yang digunakan ditetaskan di laboratorium dari hasil pemasangan ovitrap di lapangan. Pengambilan sampel berupa pemasangan ovitrap pada 100 rumah di kelurahan/desa kajian. Penentuan rumah dilakukan dengan teknik *purpose sampling*. Pemasangan ovitrap di dalam rumah yang dilakukan oleh petugas. Setelah lima sampel dengan tujuh hari dilakukan pengambilan telur nyamuk. Telur-telur nyamuk yang diperoleh dari lapangan kemudian ditetaskan di Laboratorium Entomologi dan Pengendalian Vektor BBTCLPP untuk dikolonisasi..

### 3. Alat dan bahan Penelitian

a. Alat-alat yang digunakan untuk koleksi dan pemeliharaan nyamuk :

- 1) Aspirator untuk menangkap nyamuk dewasa *Aedes aegypti*
- 2) Ovitrap dan kertas saring untuk menangkap telur nyamuk *Aedes aegypti*
- 3) Gelas plastik/paper cup untuk tempat nyamuk hasil tangkapan
- 4) Lampu senter untuk penerangan dalam penangkapan nyamuk atau larva di lapangan
- 5) Pipet untuk menangkap jentik/larva *Aedes aegypti* di lapangan
- 6) Sangkar nyamuk untuk pemeliharaan dan pengembangbiakan nyamuk
- 7) Nampan/tray plastik untuk menetaskan dan memelihara larva
- 8) Ati ayam yang dikeringkan untuk makanan larva.
- 9) Glukosa 10 % untuk makanan nyamuk dewasa.
- 10) Marmut/tikus putih untuk digigitkan nyamuk dewasa.
- 11) Mikroskope binokuler untuk mengidentifikasi nyamuk

b. Alat dan bahan yang

digunakan dalam uji hayati

- 1) Aspirator
- 2) Tabung susceptibility test standar WHO
- 3) Paper cup dan kasa nyamuk
- 4) Kertas Impregnated paper Malathion 0,8% dan Sipermetri 0,05%
- 5) Paper cup.

#### **4. Kolonisasi nyamuk *Aedes aegypti* di laboratorium**

Telur-telur dari masing-masing kelurahan/desa ditetaskan secara terpisah di dalam nampan plastik dan diberi makan ati ayam kering. Pakan larva diberikan sebanyak 0,5 g pada hari ke-0, selanjutnya setiap hari mulai hari ke-1 sampai dengan ke-5 pakan larva diberikan sebanyak 1 g. Kotoran yang berada pada permukaan medium kolonisasi dibersihkan setiap hari.

Tujuh sampai delapan hari setelah pemeliharaan larva akan menjadi pupa. Pada kondisi pupa segera diambil dan dimasukkan ke dalam kandang karena 2-3 hari akan segera menjadi nyamuk, sehingga tidak terbang kemana-mana. Nyamuk yang baru menetas diberi makan larutan gula 10% yang diresapkan pada kapas. Setelah 3-5 hari nyamuk betina diberi makan darah hewan (marmut) di dalam kandang dan dipasang ovitrap dari mangkok yang diberi kertas saring untuk mendapatkan telur nyamuk yang jumlahnya banyak. Telur yang terdapat pada kertas saring tersebut kemudian ditetaskan kembali sehingga menjadi

nyamuk dewasa (F1/filial1) yang siap untuk diuji..

#### **5. Uji Kerentanan Vektor (*Susceptibility Test*) di laboratorium**

Uji Uji kerentanan dilakukan untuk mengetahui data dasar dari status kerentanan vektor terhadap setiap jenis racun serangga (insektisida) yang akan digunakan. Selain itu uji kerentanan ini juga bertujuan untuk mengetahui perubahan-perubahan tingkat kerentanan vektor sebelum, selama dan setelah penyemprotan dilakukan. Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan 4 tabung uji (*exposure tube*) yang di dalamnya ada kertas poles (*impregnated paper* yang mengandung insektisida). Demikian juga digunakan 1 tabung kontrol yang diberi kertas HVS.

Pada setiap tabung uji tabung kontrol dimasukkan 25 ekor nyamuk dengan kondisi penuh darah (kenyang). Setelah kontak 1 jam, nyamuk itu dipindahkan dan disimpan dalam cangkir kertas (*paper cup*) selama 24 jam. Selama pengamatan akan dicatat temperatur dan kelembaban. Setelah disimpan selama 24 jam kemudian diperiksa jumlah nyamuk yang mati baik nyamuk kontrol maupun nyamuk yang diuji. Bila kematian nyamuk kontrol 5 – 20%, maka harus ada faktor koreksi dengan menggunakan rumus Abbot's. Interpretasi dari hasil test kerentanan ini, bila kematian nyamuk :

1. 98% - 100% : Rentan (susceptible)
2. 80% - 98% : Toleran

3. <80% : Resisten

Bila kematian nyamuk kontrol lebih dari 20% maka uji dianggap gagal dan harus diulang kembali.

## INTERPRETASI DATA HASIL UJI HAYATI

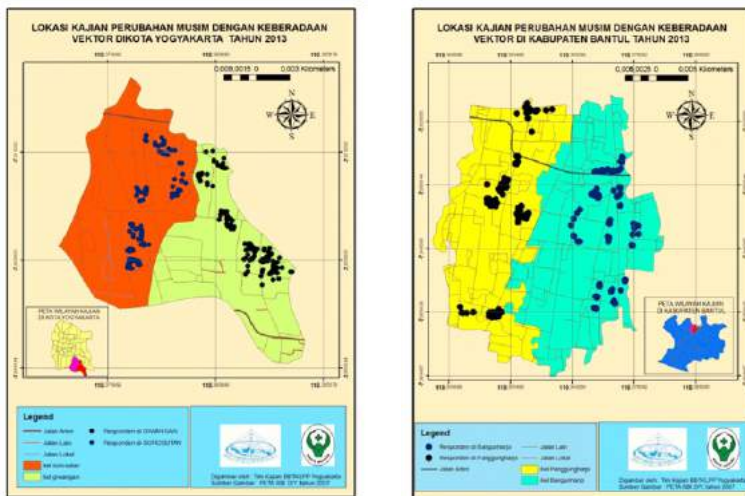
“Status kerentanan nyamuk *Aedes aegyti* terhadap insektisida malation dan sipermetrin dengan metode *susceptibility tes* yang dilengkapi dengan *impregnated paper*. Kriteria kerentanan nyamuk ditetapkan berdasarkan persentase angka kematian nyamuk menurut WHO, jika kematian sebesar 99 – 100% populasi disebut peka/rentan, kematian 80 – 98% disebut toleran dan kematian < 80 % disebut resisten”.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Yogyakarta sebagai ibukota

DIY terbentang antara 110° 24' 19” sampai 110° 28' 53” Bujur Timur dan 7° 15' 24” sampai 7° 49' 26” Lintang Selatan dengan ketinggian rerata 114 meter di atas permukaan laut. Kota Yogyakarta memiliki 14 kecamatan, salah satunya adalah kecamatan Umbulharjo yang endemis DBD. Lima kelurahan di kecamatan Umbulharjo, kelurahan Giwangan dan Sorosutan menjadi sasaran kajian. Kabupaten Bantul terletak di bagian Selatan Wilayah DIY, yaitu antara 07° 44'04” – 08° 00' 27” LS dan 110° 12' 34” – 110° 31' 08” BT. Secara administratif Kabupaten Bantul terdiri atas 17 kecamatan, yang terdiri dari 75 desa dan 933 dusun. Lokasi kajian di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon merupakan daerah endemis di kabupaten Bantul yang berbatasan dengan wilayah Kota Yogyakarta. Lebih jelasnya lokasi kajian dapat dilihat pada peta di bawah ini.



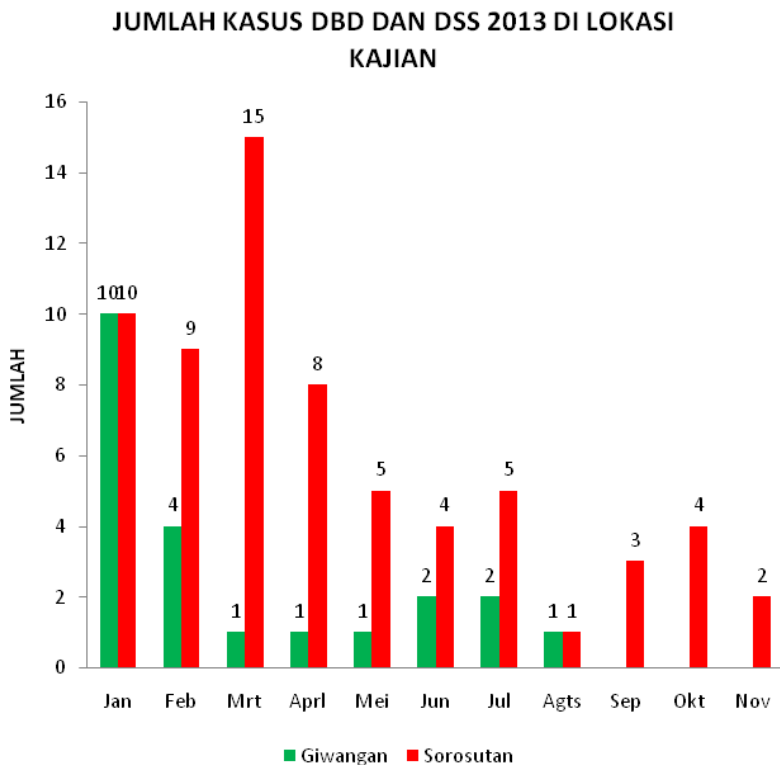
Gambar 1 :Lokasi kajian perubahan musim dengan kepadatan vektor nyamuk di kelurahan Giwangan dan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, kota Yogyakarta. Desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013

Berdasarkan gambar 1 di atas terlihat lokasi pengambilan titik sampel dari setiap kelurahan/desa diwakili oleh 5 Rukun Warga (RW) atau 5 dusun yang dipilih.

### B. Kasus DBD

Jumlah Kasus DBD tahun 2012 di kelurahan Giwangan dan Sorosutan sebanyak 2 dan 10 penderita. Pada tahun 2013 dari Januari sampai dengan bulan November sebanyak 22 penderita di kelurahan Giwangan dan 66 penderita di Sorosutan. Rata-rata

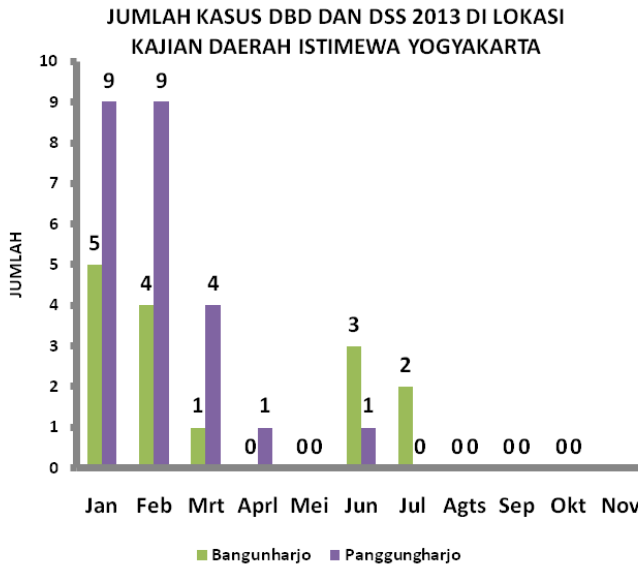
penderita tiap bulannya yaitu 2 penderita di kelurahan Giwangan dan 6 penderita di kelurahan Sorosutan. Jumlah penderita DBD tertinggi pada bulan Januari (10 penderita) dan terendah tidak terdapat penderita pada bulan September-November di kelurahan Giwangan. Kelurahan Sorosutan jumlah penderita DBD tertinggi pada bulan Maret (15 penderita) dan terendah pada bulan Agustus (1 penderita). Lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 : Jumlah penderita DBD dan DSS di Kelurahan Giwangan dan Sorosutan, Kota Yogyakarta tahun 2013

Pada tahun 2013 sejak Januari sampai November sebanyak 24 penderita di desa Panggungharjo dan 15 penderita di desa Bangunharjo. Rerata penderita tiap bulannya yaitu 2 penderita di desa Panggungharjo dan 1 penderita di desa Bangunharjo. Jumlah penderita DBD tertinggi pada bulan

Januari dan Februari (9 penderita) dan terendah tidak terdapat penderita pada bulan Juli-November di desa Panggungharjo dan terendah tidak terdapat penderita pada bulan Agustus sampai November di desa Bangunharjo. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3 : Jumlah penderita DBD dan DSS di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul tahun 2013**

### C. Hasil Uji Hayati *Aedes aegypti* terhadap Malation dan Sipermetrin

Dosis diagnosis untuk malation yang digunakan yaitu 0,8% (standar WHO), sedangkan dosis untuk sipermetrin yaitu 0,05% (standar WHO). Hasil uji hayati nyamuk *Aedes aegypti* sebagai berikut:

**Tabel 1. Jumlah dan persen (%) nyamuk *Aedes aegypti* mati pada uji hayati**

Daerah Penelitian (Kelurahan/Desa)	Jumlah nyamuk Uji	Malathion 0,8%		Sipermetrin 0,05%		Kontrol	
		Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)
Giwangan	100	94	94,0	80	80,0	0	0,0
Sorosutan	100	96	96,0	80	80,0	0	0,0
Panggungharjo	100	94	94,0	77	77,0	0	0,0
Bangunharjo	100	93	93,0	78	78,0	0	0,0

Tabel 1 dapat dilihat, bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari kelurahan Giwangan, Sorosutan, Panggunharjo dan Bangunharjo menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malathion) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 94, 96,0, 94,0 dan 93,0%.

Populasi yang berasal dari kelurahan Giwangan dan Sorosutan dengan persentase kematian nyamuk yaitu 80,0% menunjukkan status toleran terhadap insektisida piretroid

(sipermetrin). Sedangkan desa panggunharjo dan Bangunharjo telah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 77,0 dan 78,0%.

Bila dilihat di masing-masing kelurahan yang diperiksa secara keseluruhan bahwa insektisida organofosfat (malathion) menunjukkan status toleran dan insektisida piretroid (sipermetrin) telah resisten. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2. Jumlah dan persen (%) nyamuk *Aedes aegypti* mati pada uji hayati di kelurahan Giwangan, kecamatan Umbulharjo, kota Yogyakarta, DIY tahun 2013**

Daerah Penelitian	Jumlah nyamuk Uji	Malathion 0,8%		Sipermetrin 0,05%		Kontrol	
		Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)
RW IV	100	93	93.0	79	79.0	0	0.0
RW V	100	92	92.0	78	78.0	0	0.0
RW VI	100	88	88.0	76	76.0	0	0.0
RW VII	100	86	86.0	76	76.0	0	0.0
RW XIII	100	87	87.0	78	78.0	0	0.0

Tabel 2 dapat dilihat, bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari kelurahan Giwangan (RW IV, V, VI, VII dan XIII) menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malation) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 93,0, 92,0, 88,0, 86,0 dan 87,0%.

Populasi yang berasal dari kelurahan Giwangan (RW IV, V, VI, VII dan XIII) telah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 79,0, 78, 76, 76 dan 78,0%..

Tabel 3. Jumlah dan persen (%) nyamuk *Aedes aegypti* mati pada uji hayati di kelurahan Sorosutan, kecamatan Umbulharjo, kota Yogyakarta, DIY tahun 2013

Daerah Penelitian	Jumlah nyamuk Uji	Malathion 0,8%		Sipermetrin 0,05%		Kontrol	
		Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)
RW VI	100	95	95.0	80	80.0	0	0.0
RW VIII	100	95	95.0	80	80.0	0	0.0
RW IX	100	96	96.0	81	81.0	0	0.0
RW XII	100	95	95.0	80	80.0	0	0.0
RW XIV	100	95	95.0	79	79.0	0	0.0

Tabel 3 dapat dilihat, bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari kelurahan Sorosutan (RW VI, VIII, IX, XII dan XIV) menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malation) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 95,0, 95,0, 96,0, 95,0 dan 95,0%.

Populasi yang berasal dari kelurahan Sorosutan (RW VI, VIII, IX, dan XII) dengan persentase kematian nyamuk yaitu 80,0, 80,0, 81,0 dan 80,0% menunjukkan status toleran terhadap insektisida piretroid (sipermetrin). Sedangkan kelurahan Sorosutan (RW XIV) telah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin) dengan persentase kematian nyamuk sebesar 79,0%.

Tabel 4. Jumlah dan persen (%) nyamuk *Aedes aegypti* mati pada uji hayati di desa Panggungharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013

Daerah Penelitian	Jumlah nyamuk Uji	Malathion 0,8%		Sipermetrin 0,05%		Kontrol	
		Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)
Krapyak Kulon	100	97	97.0	79	79.0	0	0.0
Dongkelan	100	96	96.0	77	77.0	0	0.0
Rorowajan	100	95	95.0	76	76.0	0	0.0
Geneng	100	92	92.0	77	77.0	0	0.0
Kweni	100	91	91.0	78	78.0	0	0.0

Dari Tabel 4 dapat dilihat, bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari desa Panggungharjo (dusun Krapyak Kulon, Dongkelan, Sorowajan, Geneng dan Kweni) menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malation) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 97,0, 96,0, 95,0, 92,0 dan 91,0%.

Populasi yang berasal dari desa Panggungharjo (dusun Krapyak Kulon,



Dongkelan, Sorowajan, Geneng dan Kweni) telah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 79,0, 77, 76, 77 dan 78,0%.

**Tabel 5. Jumlah dan persen (%) nyamuk *Aedes aegypti* mati pada uji hayati di desa Bangunharjo, kecamatan Sewon, kabupaten Bantul, DIY tahun 2013**

Daerah Penelitian	Jumlah nyamuk Uji	Malathion 0,8%		Sipermetrin 0,05%		Kontrol	
		Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)	Jumlah Mati	(%)
Semail	100	95	95.0	77	77.0	0	0.0
Ngoto	100	93	93.0	78	78.0	0	0.0
Druwo	100	96	96.0	84	84.0	0	0.0
Saman	100	94	94.0	79	79.0	0	0.0
Randu Belang	100	93	93.0	81	81.0	0	0.0

Tabel 5 dapat dilihat, bahwa populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari desa Bangunharjo (Semail, Ngoto, Druwo, Saman dan Randu Belang) menunjukkan status toleran terhadap insektisida organofosfat (malation) dengan persentase kematian nyamuk masing-masing sebesar 95,0, 93,0, 96,0, 94,0 dan 93,0%;

Populasi yang berasal dari desa Bangunharjo (Druwo dan Randu Belang) dengan persentase kematian nyamuk yaitu 84,0% dan 81,0% menunjukkan status toleran terhadap insektisida piretroid (sipermetrin). Desa Bangunharjo (Semail, Ngoto, dan Saman) telah resisten terhadap insektisida piretroid (sipermetrin) dengan persentase kematian nyamuk sebesar 77,0, 78,0 dan 79,0%.

Nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari desa Panggungharjo dan Bangunharjo sudah mengalami

penurunan kerentanan yaitu resistensi terhadap insektisida piretroid (sipermetrin), berdasarkan hasil uji hayati dengan kematian *Aedes aegypti* di bawah 80%. Hal ini tidak relevan lagi penggunaan insektisida sipermetrin dalam program pengendalian vektor DBD di desa Panggungharjo dan Bangunharjo, walaupun penggunaan insektisida sipermetrin sudah lebih dari 5 tahun. Lamanya proses resistensi pada serangga terhadap insektisida sangat bervariasi dari 1-2 tahun sampai puluhan tahun<sup>9</sup>. Selain itu penggunaan insektisida secara terus menerus dan terlalu lama serta tidak dilakukan rotasi penggunaan insektisida dapat mempercepat proses terjadinya resistensi serangga.

Kemungkinan lain adalah penggunaan insektisida rumah tangga berupa kebiasaan penggunaan obat

nyamuk bakar agar terhindar dari gigitan nyamuk. Melihat tabel diatas maka, secara keseluruhan nyamuk yang berasal dari kelurahan Giwangan, Sorosutan, desa panggungharjo dan bangunharjo sudah toleran terhadap insektisida malation. Hal ini berdasarkan hasil uji hayati menunjukkan angka di atas 80% dan di bawah 99%. Dengan demikian penggunaan insektisida organofosfat (malation) dalam program pengendalian DBD perlu dimonitoring, meskipun penggunaan malation sudah tidak digunakan lagi, namun masih mempunyai pengaruh terhadap status kerentanan populasi nyamuk *Aedes aegypti* di daerah tersebut.

## SIMPULAN

1. Nyamuk *Aedes aegypti* sudah resisten terhadap insektisida piretroid (*cypermetrin*) di Kelurahan Giwangan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, D.I Yogyakarta.
2. Nyamuk *Aedes aegypti* toleran terhadap insektisida organofosfat (*malathion*) di Kelurahan Giwangan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, D.I Yogyakarta.
3. Nyamuk *Aedes aegypti* sudah resisten terhadap insektisida piretroid (*cypermetrin*) di Kelurahan Sorosutan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, D.I

Yogyakarta.

4. Nyamuk *Aedes aegypti* toleran terhadap insektisida organofosfat (*malathion*) di Kelurahan Sorosutan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, D.I Yogyakarta.
5. Nyamuk *Aedes aegypti* sudah resisten terhadap insektisida piretroid (*cypermetrin*) di Desa Panggungharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta.
6. Nyamuk *Aedes aegypti* toleran terhadap insektisida organofosfat (*malathion*) di Desa Panggungharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta.
7. Nyamuk *Aedes aegypti* sudah resisten terhadap insektisida piretroid (*cypermetrin*) terhadap insektisida *cypermetrin* di Desa Bangunharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta.
8. Nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida *malathion* di Desa Bangunharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta. Terdapat hubungan antara kelembaban udara pada perubahan musim (penghujan dan kemarau) dengan angka bebas jentik (ABJ) di kelurahan Giwangan, kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Knipe, D. M. and P. M. Howley, Eds. 2007. *Fields Virology : Flaviviridae: The Viruses and Their Replication*, 5th Edition. Lippincott-Raven Publishers. Philadelphia.
2. World Health Organization, 2009. *Dengue: Guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control*. World Health Organization, Geneva
3. WHO. 2012. *Monitoring and evaluation indicators for integrated vector management*. WHO Press. Switzerland.
4. Garjito, T. A., Jastal, Rosmini, Y. Wijaya, Y. Labarjo, Y. Srikandhi, Samarang, A. Erlan, Y. Udin, dan Puryadi. 2006. *Investigasi Tempat Perindukan Aedes aegypti (L.) pada Tiga Daerah dengan Tingkat Endemisitas yang Berbeda (Endemis, Sporadis, dan Nonendemis) Di Wilayah Kota Palu, Sulawesi Tengah*. *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol. 3. No. 2. Halaman 423-431.
5. Sukesu, T. Wahyuni dan Surahma A. Mulasari. 2007. *Kerentanan Nyamuk Aedes aegypti L. Terhadap Senyawa Organofosfat temephos dan Malathion di Kelurahan Wirobrajan Kecamatan Wirobrajan, Yogyakarta*. *Kes. Mas.* Vol. 1. No. 1. Halaman 21, 22 – 25
6. Prasetya, Catur. 2012. *Lensa Indonesia: Indonesia preingkat Kedua Dunia Kasus Demam Berdarah*. Tersedia online. Terbit tanggal 29 Oktober 2012. <http://www.lensaindonesia.com/2012/10/29/indonesia-peringkatkedua-dunia-kasus-demam-berdarah.html> 29-10-2012 Diakses pada tanggal 5 Februari 2013 Pukul 18.31 WIB.
7. Widiarti, Barnbang Heriyanto, Damar Tri Boewono, Umi Widyastuti Mujiono, Lasmiati dan Yuliadi. 2011. *Peta Resistensi Vektor Demam Berdarah Dengue Aedes aegypti Terhadap Insektisida Kelompok Organofosfat, Karbamat, dan Pyrethroid di Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta*. *Buletin Penelitian Kesehatan. Jawa Tengah*. Vol. 39 No. 4. Hal. 176-189
8. Lidia, Kartini dan Elizabeth Widyaningrum. 2008. *Deteksi Dini Resistensi Nyamuk Aedes albopictus Terhadap Insektisida Organofosfat di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue Di Palu (Sulawesi Tengah)*. *MKM* Vol. 3. No. 2. Hal. 1-6
9. Georghiou, G.P. 1986. *The Magnitude of Resistance Problem. Pesticide Resistance*. National Academy Press. Washington.

