

ISSN : 0215-5478

JURNAL
HUMAN MEDIA

BBTKLPP YOGYAKARTA | Volume 6 Nomor 1, Juli 2012



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 Email : 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

Pemimpin Redaksi
Sukoso, SST, M.Sc

Redaktur
Ir. Hartiningsih, MS
Wawan Hermawan, ST, M.Kes
Eddy Suwandi Saputra, ST, M.Kes
Dien Arsanti, SKM, M.Env

Redaktur Pelaksana
Anjas Wulansari, SKM
Mardiansyah, S.Kom

Sekretariat
Imam Wahjoedi, SKM, MPH
Prabowo, 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
Email : 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

Assalamu alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan yang telah berkenan melimpahkan rahmat dan kemurahan-Nya sehingga Jurnal Human Media BBTKL PP Yogyakarta edisi 1 tahun 2012 dapat terbit.

Jurnal Human Media edisi kali ini mengetengahkan materi sebagai berikut :

1. Penilaian Dan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pasar di Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2011
2. Kualitas Kesehatan Lingkungan Asrama Haji Donohudan, Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah Tahun 2011.
3. Pemantauan Kualitas Air Dan Risiko Kesehatan Pelanggan PDAM Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2011
4. Gambaran Kualitas Lingkungan Sentra Industri Batik Di Kabupaten Kulon Progo Tahun 2011
5. Studi Karakteristik Sumur Gali Dengan Keberadaan Larva Nyamuk *Aedes sp. (Diptera : Culicidae)* di Kelurahan Banguntapan Kabupaten Bantul Provinsi D.I Yogyakarta Tahun 2011
6. Hubungan Paparan Debu Perak Dengan Penyakit Akibat Kerja pneumoconiosis Pada Pekerja Bagian Produksi Di Kerajinan Perak Kotagede Yogyakarta

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.

PENILAIAN DAN ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PASAR DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TAHUN 2011

Yohanna Gita Chandra¹, Sukoso¹, Indaryati¹

¹ Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP)
Yogyakarta

INTISARI

Pasar sebagai penyedia bahan pangan dan makanan berpotensi sebagai sumber penularan menularkan penyakit yang dapat menyebabkan kesakitan, kematian, kecacatan, atau penurunan daya tahan tubuh. Kajian ini bertujuan untuk menilai dan mengetahui risiko kesehatan pada masyarakat yang berhubungan dengan pasar.

Kajian bersifat deskriptif, *cross sectional* yang dilaksanakan di empat pasar, yaitu Pasar Legi Kotagede dan Pasar Terban Jetis di Kota Yogyakarta, serta Pasar Pasar Munggi Semanu dan Pasar Argosari Wonosari di Provinsi D.I. Yogyakarta tanggal 20-29 Juli 2011. Data kesehatan lingkungan pasar diperoleh berdasarkan inspeksi tiap pasar sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 519/Menkes/SK/VI/2008. Sampel makanan dan minuman diperiksa terhadap keberadaan agen biologis dan agen kimia. Kualitas sumber air bersih dan air limbah juga diperiksa. Berdasarkan data tersebut, dilakukan analisis risiko kesehatan kualitatif.

Hasil inspeksi kesehatan lingkungan pasar menunjukkan tiga pasar tergolong dalam pasar tidak sehat dan satu pasar dalam pasar kurang sehat. Pemeriksaan terhadap 16 sampel makanan: lima sampel positif borak, satu sampel positif formalin, dan satu sampel positif *S. aureus*. Pemeriksaan terhadap 16 sampel minuman: satu sampel positif rhodamin dan satu sampel positif *E. coli*. Semua sampel air bersih tidak memenuhi persyaratan biologis dan hanya satu sampel yang tidak memenuhi persyaratan kimia. Air limbah empat pasar tidak memenuhi nilai baku mutu untuk parameter BOD dan COD, tiga pasar untuk TSS, dan satu pasar untuk pH. Risiko terkena penyakit akibat intake agen kimia dan biologis yang terdapat dalam makanan/minuman siap saji digolongkan dalam level B (*likely* - dalam segala situasi mungkin terjadi) hingga level D (*unlikely* - suatu saat dapat terjadi).

Kata kunci: analisis risiko, kesehatan lingkungan pasar, Yogyakarta.

PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat sekitar 13.450 pasar tradisional¹. Pasar merupakan penyedia bahan pangan dan makanan yang berpotensi menularkan penyakit sehingga dapat menyebabkan kesakitan, kematian, kecacatan, atau penurunan daya tahan tubuh.

Menurut statistik, jumlah penduduk yang tergantung kepada pasar sangat besar. Sekitar 12,5 juta penduduk Indonesia berhubungan langsung kepada pasar dan 50 juta penduduk tidak langsung berhubungan kepada pasar. Masyarakat yang berhubungan langsung dengan pasar adalah yang bekerja atau berdiam di pasar, serta yang secara rutin mengunjungi pasar, seperti para pedagang, pekerja pasar, dan pengunjung pasar (antara lain: ibu rumah tangga dan pembantu rumah tangga). Masyarakat yang tidak langsung terhubung kepada pasar adalah anggota keluarga mereka.

Sehubungan dengan banyaknya masyarakat yang berhubungan dengan pasar baik langsung maupun tidak langsung, bila terjadi penyebaran penyakit yang bersumber dari pasar, maka penyebaran penyakit dapat berlangsung cepat. Untuk itu, perlu dilakukan penanganan pasar secara baik sehingga masyarakat dapat terhindar dari penyakit.

Provinsi D.I. Yogyakarta memiliki 267 pasar tradisional yang dapat dibedakan menjadi pasar induk (4 pasar), pasar kabupaten/kota (79 pasar), pasar kecamatan (22 pasar),

pasar desa (151 pasar), dan pasar lainnya (11 pasar). Jumlah pasar di tiap kabupaten/kota adalah 32 pasar di Kota Yogyakarta, 41 pasar di Kabupaten Bantul, 59 pasar di Kabupaten Kulon Progo, 87 pasar di Kabupaten Gunungkidul, dan 48 pasar di Kabupaten Sleman. Sementara itu, jumlah penduduk di Provinsi D.I. Yogyakarta adalah 3.457.491 jiwa dengan jumlah penduduk di Kota Yogyakarta 388.627 jiwa, di Kabupaten Bantul 911.503 jiwa, di Kabupaten Kulon Progo 388.869 jiwa, di Kabupaten Gunungkidul 754.811 jiwa, dan di Kabupaten Sleman 1.093.110 jiwa. Pasar di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Gunungkidul termasuk pasar yang menjadi jalur utama perdagangan bahan pangan dan makanan. Selain terdapat perdagangan bahan pangan dan makanan/minuman siap saji, beberapa pasar menjual komoditi lain, termasuk unggas. Di sekitar lokasi perdagangan unggas, kadang juga dijumpai penjualan makanan/minuman siap saji. Lokasi penjualan bahan pangan dan makanan/minuman siap saji yang berdekatan dengan penjualan unggas dapat menjadi risiko penyebaran penyakit di masyarakat yang berhubungan dengan pasar.

Masyarakat yang berhubungan baik langsung maupun tidak langsung dengan pasar dapat terkena dampak kesehatan dan ekonomi dari pasar. Kajian ini bertujuan untuk menilai dan mengetahui risiko terjadinya dampak kesehatan pada masyarakat yang

berhubungan dengan pasar melalui penilaian kondisi kesehatan lingkungan pasar serta mengetahui keberadaan agen biologis dan kimia dalam makanan-minuman siap saji yang dijual di pasar, potensi risiko kesehatan akibat *intake* agen kimia dan biologis yang terdapat dalam makanan/minuman siap saji secara kualitatif, serta kualitas sumber air bersih dan limbah cair di pasar.

METODE PENELITIAN

Kajian ini merupakan kajian *cross sectional* yang bersifat deskriptif. Kajian dilaksanakan di empat pasar, yaitu Pasar Legi Kotagede dan Pasar Terban Jetis di Kota Yogyakarta, serta Pasar Pasar Munggi Semanu dan Pasar Argosari Wonosari di Provinsi D.I. Yogyakarta pada tanggal 20-29 Juli 2011.

Data kesehatan lingkungan pasar diperoleh berdasarkan inspeksi tiap pasar sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 519/Menkes/SK/VI/ 2008². Masing-masing pasar diambil empat sampel makanan dan minuman, untuk diperiksa keberadaan agen biologis (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan virus H5N1) dan agen kimia (formalin, borak, dan pewarna). Kualitas sumber air bersih

dan air limbah di tiap pasar juga diperiksa. Berdasarkan data yang diperoleh dalam kajian ini, dilakukan analisis risiko kualitatif yang terdiri dari tiga komponen yaitu: analisis risiko kesehatan kualitatif, manajemen risiko, dan komunikasi risiko. Analisis risiko kesehatan kualitatif dilakukan dengan tiga langkah: identifikasi bahaya, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko. Langkah analisis dosis respon tidak dilakukan dalam kajian ini karena analisis bersifat kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Pasar

a. Kondisi Sarana (hasil inspeksi kesehatan lingkungan)

Berdasarkan hasil inspeksi kesehatan lingkungan dua pasar di Kabupaten Gunungkidul dan dua pasar di Kota Yogyakarta, didapatkan bahwa Pasar Terban, Pasar Munggi, dan Pasar Kotagede termasuk dalam pasar tidak sehat (skor <6000), sedangkan Pasar Argosari termasuk dalam pasar kurang sehat (skor 6000-7499). Skor hasil inspeksi kesehatan lingkungan terhadap empat pasar dapat dilihat dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Inspeksi Kesehatan Lingkungan Empat Pasar di Kabupaten Gunungkidul dan Kota Yogyakarta Tahun 2011

Nama Pasar	Variabel	Nilai Standard	Nilai Hasil
Pasar Argosari	Lokasi pasar	500	500
	Bangunan pasar	2000	1364
	Kondisi sanitasi	3000	2264
	PHBS	3000	2000
	Keamanan	1000	800
	Fasilitas lain	1000	460
	Nilai Total	10500	7388 (kurang sehat)
Pasar Terban	Lokasi pasar	500	500
	Bangunan pasar	2000	821.5
	Kondisi sanitasi	3000	1578
	PHBS	3000	1200
	Keamanan	1000	0
	Fasilitas lain	1000	390
	Nilai Total	10500	4489.5 (tidak sehat)
Pasar Munggi	Lokasi pasar	500	500
	Bangunan pasar	2000	659
	Kondisi sanitasi	3000	1504
	PHBS	3000	1050
	Keamanan	1000	0
	Fasilitas lain	1000	450
	Nilai Total	10500	4163 (tidak sehat)
Pasar Legi Kotagede	Lokasi pasar	500	500
	Bangunan pasar	2000	1338.5
	Kondisi sanitasi	3000	1342
	PHBS	3000	1400
	Keamanan	1000	380
	Fasilitas lain	1000	700
	Nilai Total	10500	5660.5 (tidak sehat)

- b. Hasil Pengujian Makanan-minuman, Air Bersih, dan Air Limbah di Pasar**
 Hasil pemeriksaan sampel untuk mengetahui keberadaan agen biologis dan kimia dalam sampel makanan disajikan pada tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Makanan Siap Saji terhadap Agen Biologis dan Kimia.

No	Nama Pasar	Kabupaten/ Kota	Tanggal Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel Makanan	Agen Kimiawi (Formalin, Boraks, Pewarna)	Agen Biologis (S. aureus, E. coli, Salmonella sp., H5N1)
1	Pasar Umum Munggi	Kab. Gunung Kidul	26 Juli 2011	4	Neg	Neg
2	Pasar Argosari	Kab. Gunung Kidul	28 Juli 2011	4	Boraks Positif (2 sampel: uli & soto ayam)	Neg
3	Pasar Kotagede	Kota Yogyakarta	27 Juli 2011	4	Boraks Positif (2 sampel: bakso komplit & lupis cenil)	S. aureus Positif (1 sampel: bola daging sapi)
4	Pasar Terban	Kota Yogyakarta	29 Juli 2011	4	Formalin Positif (1 sampel: bakmi goreng); Boraks Positif (1 sampel: bakmi goreng)	Neg

Hasil pemeriksaan sampel untuk mengetahui keberadaan agen biologis dan kimia dalam sampel minuman disajikan pada tabel 3 :

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Minuman Siap Saji terhadap Agen Biologis dan Kimia

No	Nama Pasar	Kabupaten/ Kota	Tanggal Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel Minuman	Agen Kimiawi (Formalin, Boraks, Pewarna)	Agen Biologis (S. aureus, E. coli, Salmonella sp., H5N1)
1	Pasar Umum Munggi	Kab. Gunung Kidul	26 Juli 2011	4	Rhodamin Positif (1 sampel: es cendol)	Neg
2	Pasar Argosari	Kab. Gunung Kidul	28 Juli 2011	4	Neg	Neg
3	Pasar Kotagede	Kota Yogyakarta	27 Juli 2011	4	Neg	Neg
4	Pasar Terban	Kota Yogyakarta	29 Juli 2011	4	Neg	E. coli Positif (1 sampel: es teh)

Hasil pengujian air bersih berdasarkan parameter biologis adalah:

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Air Bersih terhadap Agen Biologis

No	Nama Pasar	Kabupaten/ Kota	Tanggal Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel Air Bersih	Total Coliform Perpipaan
1	Pasar Umum Munggi	Kab. Gunung Kidul	26 Juli 2011	1	TMS
2	Pasar Argosari	Kab. Gunung Kidul	28 Juli 2011	3	TMS
3	Pasar Kotagede	Kota Yogyakarta	27 Juli 2011	2	TMS
4	Pasar Terban	Kota Yogyakarta	29 Juli 2011	1	TMS

TMS: Tidak Memenuhi Syarat

Hasil pengujian air bersih berdasarkan parameter fisika dan kimia adalah :

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Air Bersih terhadap Agen Fisika-Kimia

No	Nama Pasar	Kabupaten/ Kota	Tanggal Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel Air Bersih	Parameter Fisika dan Kimia
1	Pasar Umum Munggi	Kab. Gunung Kidul	26 Juli 2011	1	MS
2	Pasar Argosari	Kab. Gunung Kidul	28 Juli 2011	3	MS
3	Pasar Kotagede	Kota Yogyakarta	27 Juli 2011	2	MS
4	Pasar Terban	Kota Yogyakarta	29 Juli 2011	1	TMS (berbau)

MS: Memenuhi Syarat; TMS: Tidak Memenuhi Syarat

Hasil pengujian limbah cair adalah:

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Air Limbah

No	Nama Pasar	Kabupaten/ Kota	Tanggal Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel Air Limbah	Parameter Fisika dan Kimia
1	Pasar Umum Munggi	Kab. Gunung Kidul	26 Juli 2011	1	TMS
2	Pasar Argosari	Kab. Gunung Kidul	28 Juli 2011	1	TMS
3	Pasar Kotagede	Kota Yogyakarta	27 Juli 2011	1	TMS
4	Pasar Terban	Kota Yogyakarta	29 Juli 2011	1	TMS

TMS: Tidak Memenuhi Syarat

B. Analisis Risiko Kesehatan

a. Identifikasi Risiko

Berdasarkan hasil pemeriksaan sampel makanan dan minuman di pasar, ditemukan makanan/minuman yang mengandung boraks di Pasar Argosari, Pasar Kotagede, dan Pasar Terban; mengandung formalin di Pasar Terban; mengandung rhodamin di Pasar Munggi; mengandung *S. aureus* di Pasar Kotagede; dan mengandung *E. coli* di Pasar Terban. Boraks, formalin, dan rhodamin termasuk bahan-bahan kimia yang dilarang digunakan dalam makanan/minuman siap saji karena dapat membahayakan kesehatan. Makanan/minuman siap saji juga tidak diperbolehkan mengandung agen biologis di dalamnya, termasuk *S. aureus* dan *E. coli*.

Hasil pemeriksaan air bersih di pasar menunjukkan adanya *E. Coli* (yang seharusnya tidak ada dalam air bersih). Bila air bersih tersebut digunakan untuk mencuci alat makan dan sayuran mentah siap saji (lalapan), terdapat kemungkinan *E. coli* menempel pada alat makan dan sayuran, sehingga dapat menimbulkan risiko kesehatan pada manusia yang memakai alat makan atau memakan

sayuran tersebut.

Hasil pemeriksaan air limbah pasar yang tidak memenuhi syarat dalam penelitian ini tidak memiliki risiko terhadap kesehatan masyarakat. Kondisi air limbah dengan BOD dan COD yang tinggi menunjukkan bahwa kandungan oksigen dalam air lingkungan tersebut sangat rendah. Makin banyak bahan buangan organik yang ada di dalam air, makin sedikit sisa kandungan oksigen yang terlarut di dalamnya. Air yang tidak mengandung oksigen akan mempengaruhi kehidupan bagi mikroorganisme, ikan dan hewan air lainnya, tetapi tidak mempengaruhi kesehatan masyarakat secara langsung.

b. Analisis Pajanan

Berdasarkan Tabel 2 - 3, beberapa makanan/minuman siap saji yang dijual di pasar mengandung agen kimia dan biologis yang dapat membahayakan kesehatan. Berdasarkan hasil inspeksi kesehatan lingkungan, para pedagang dan pekerja di pasar Kotagede belum menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat. Selain itu, para pengunjung di empat pasar belum menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dan cuci tangan dengan sabun setelah memegang

unggas/hewan hidup, daging, atau ikan. Para pengelola pasar di empat pasar juga belum memahami dan mempunyai keterampilan tentang *hygiene* sanitasi dan keamanan pangan. Dengan demikian, bila mereka menjamah makanan/minuman siap saji, ada kemungkinan agen mikrobiologis akan berpindah dari tempat lain ke makanan/minuman yang dijamah.

Selanjutnya, bila para pedagang dan pekerja, serta para pengunjung pasar mengkonsumsi makanan-minuman yang mengandung bahan kimia berbahaya dan

agen biologis, maupun makan dan minum menggunakan alat makan-minum yang dicuci menggunakan air bersih yang tercemar, agen kimia dan biologis tersebut akan masuk ke dalam tubuh mereka.

c. Karakteristik risiko

Masyarakat yang melakukan kegiatan di pasar akan memiliki risiko terkena penyakit akibat *intake* agen kimia dan biologis. Dalam penelitian ini, ukuran kualitatif terhadap risiko kesehatan yang terjadi menggunakan tingkatan seperti FAO/WHO (2009) sebagai berikut³:

Level	Ukuran Risiko	Penielasan
A	<i>Almost certain</i>	Dalam segala situasi akan terjadi
B	<i>Likely</i>	Dalam segala situasi mungkin terjadi
C	<i>Possible</i>	Suatu saat lebih mungkin terjadi
D	<i>Unlikely</i>	Suatu saat dapat terjadi
E	<i>Rare</i>	Mungkin terjadi hanya dalam keadaan tertentu

Sumber: FAO/WHO, 2009³

Dampak dari masuknya agen kimia dan biologis ke dalam tubuh tergantung dari beberapa hal, seperti konsentrasi dan sifat agen kimia dan biologis yang masuk ke dalam tubuh, durasi pajanan, dan daya tahan tubuh terhadap infeksi agen biologis.

Boraks adalah bahan bubuk berwarna putih yang tidak berbau dan tidak dapat terbakar. Boraks bersifat toksik akut rendah. Boraks yang

tertelan dalam jumlah sedikit (misal satu sendok teh) tidak akan menimbulkan efek, sedangkan tertelan dalam jumlah lebih besar dapat menimbulkan gangguan pencernaan, degenerasi sel tubular, gangguan jantung dan pembuluh darah, gatal-gatal pada kulit, rambut rontok, gangguan menstruasi, dan efek pada susunan saraf pusat seperti epilepsi, kurang nafsu makan, dan gangguan

kesadaran. Beberapa penelitian menunjukkan setelah pemberian asam borax 0,143-0,429 g/kg berat badan/hari secara oral selama 4-10 minggu dapat menunjukkan gejala toksik seperti tersebut di atas. Meskipun demikian, boraks tidak dikenal bersifat karsinogen^{4,5,6}. Tidak diperoleh laporan kasus intoksikasi karena tertelannya boraks dalam jumlah besar di Indonesia. Masyarakat yang mengkonsumsi makanan yang mengandung boraks terus menerus setiap hari dalam jumlah tertentu akan memiliki risiko penyakit yang dapat terjadi suatu saat akibat pajanan kronis. Oleh sebab itu, risiko terkena penyakit akibat konsumsi boraks di pasar dalam penelitian ini digolongkan menjadi level D (*unlikely*).

Formalin adalah bahan yang tidak berwarna dan berbau menusuk. Paparan akut dalam dosis besar secara oral dapat menyebabkan gangguan pernapasan, jantung, saluran pencernaan, darah, ginjal, metabolisme, saraf, dan reproduksi, atau bahkan kematian. Paparan dalam jangka panjang dapat berupa gangguan pencernaan, ginjal, liver, hingga kematian. Selain itu, *International Agency for Research on Cancer (IARC)* dan *Environmental Protection Agency (EPA)* menggolongkan formalin sebagai a *probable human carcinogen* (zat yang mungkin menyebabkan kanker) berdasarkan bukti terbatas pada manusia dan bukti cukup pada binatang percobaan⁷. Masyarakat yang mengkonsumsi makanan yang mengandung formalin

dalam dosis besar, atau mengkonsumsi dalam dosis lebih kecil tetapi berlangsung dalam jangka waktu lama, suatu saat dapat menderita penyakit seperti tersebut di atas. Risiko terkena penyakit akibat konsumsi makanan yang mengandung formalin di pasar dalam penelitian ini digolongkan dalam level D (*unlikely*).

Rhodamin atau rhodamin-B-isothiosianat adalah bubuk berwarna merah yang tidak diperbolehkan berada di dalam makanan. Pembakaran rhodamin dapat menghasilkan CO, CO₂, NO_x, SO_x, amonia dan/atau senyawa sianida. Bila tertelan, rhodamin dapat menyebabkan mual, pusing, dan muntah. Selain itu, iritasi pada mulut, kerongkongan, dan saluran pencernaan dapat terjadi. Menelan rhodamin dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan saluran pencernaan. Rhodamin tidak terdaftar sebagai karsinogen oleh *IARC*, *National Toxicity Program (NTP)* atau *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*⁸. Masyarakat yang mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung rhodamin suatu saat dapat mengalami gejala tersebut di atas. Risiko mengalami gejala tersebut digolongkan dalam level C (*possible*) dalam penelitian ini.

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif, berbentuk bulat bergerombol, tidak membentuk spora sehingga sangat mudah dinaktifkan dengan perlakuan panas, dan tidak bergerak. Bakteri ini dapat hidup di suhu 7°C hingga 48,5°C dengan suhu optimum 30-37°C, di pH 4,2 – 9,3

dengan pH optimum 7-7,5, dan dalam NaCl dengan konsentrasi hingga 15%. Kemampuan ini menyebabkan *S. aureus* dapat hidup di berbagai jenis makanan. *S. aureus* adalah bakteri yang umum didapatkan pada manusia (flora normal). Beberapa strain menghasilkan enterotoksin, seperti enterotoksin A, B, C, D, E, *toxic shock syndrome toxin (TSST-1)*, toksin A dan B, sehingga bersifat pathogen. Kasus intoksikasi makanan diakibatkan oleh tertelannya enterotoksin yang dihasilkan *S. aureus* pada makanan. Gejala keracunan muncul mendadak berupa rasa mual, nyeri perut, muntah, dan diare yang berlangsung 1-2 hari. Selisih waktu antara makan makanan yang mengandung *S. aureus* dan munculnya gejala penyakit biasanya 2-4 jam, dan dapat terjadi antara 30 menit hingga 8 jam. Dosis infeksi berbeda-beda untuk strain yang berbeda. Enterotoksin *stafilokokkus* dapat menyebabkan keracunan pada dosis sangat rendah. Enterotoksin sangat resisten terhadap panas sehingga akan bertahan dalam proses memasak dan sterilisasi. Toksin ini sangat stabil, resisten terhadap hampir semua enzim proteolitik sehingga toksin tetap aktif dalam saluran pencernaan. Walaupun demikian, beberapa enterotoksin dirusak oleh tripsin (SEB dan SEC1) dan pepsin pada pH 2 (SEB). Beberapa toksin juga dapat diinaktivasi dengan panas sterilisasi (seperti dalam makanan kaleng) bila terdapat dalam kadar rendah^{9,10,11}. Masyarakat yang mengkonsumsi makanan yang mengandung *S. aureus* memiliki

kemungkinan mengalami gejala intoksikasi akibat tertelannya enterotoksin ke dalam saluran pencernaan. Dalam penelitian ini, risiko tersebut digolongkan dalam level B (*likely*).

Escherichia coli adalah bakteri yang normal di saluran pencernaan makhluk hidup berdarah panas. Sekitar 10% bakteri yang ditemukan di usus manusia terdiri dari *E. coli*. Sebagian besar bakteri *E. coli* tidak pathogen, bahkan berperan penting dalam pencernaan makanan dan menjaga kesehatan manusia. Bersama dengan bakteri lain di dalam usus, *E. coli* menyediakan berbagai vitamin yang penting bagi tubuh, termasuk Vitamin K dan B-kompleks. Karena *E. coli* terdapat dalam usus manusia dan hewan, bakteri ini akan ditemukan pada pemeriksaan feses manusia dan hewan. Pemeriksaan air juga dihubungkan dengan bakteri ini sebagai tanda bahwa air tercemar oleh feses. Hal ini untuk mewaspadaai kemungkinan bahaya infeksi oleh *E. coli* atau bakteri lain yang ditularkan lewat feses^{12,13}.

Walaupun sebagian besar *E. coli* tidak berbahaya dan dibutuhkan oleh tubuh, terdapat beberapa strain yang membahayakan kesehatan, seperti *Enterohemorrhagic E. coli (EHEC)*, *Enteroinvasive E. coli (EIEC)*, *Enteropathogenic E. coli (EPEC)*, dan *Enterotoxigenic E. coli (ETEC)*. Secara umum, infeksi *E. coli* bisa tanpa gejala hingga menimbulkan gejala berupa nyeri perut dan diare. Infeksi EHEC dapat menimbulkan peradangan kolon

dengan perdarahan yang disertai nyeri dan kram perut, serta demam subfebris yang berlangsung kira-kira 8 hari. Sekitar 5-10% kasus berkembang menjadi sindrom uremia hemolitik (HUS). Infeksi EHEC dapat menyerang semua golongan umur, dengan angka kematian yang lebih tinggi pada usia lanjut dan usia muda. Dosis infeksi EHEC rendah, sekitar 10 organisme melalui penelanan dengan masa inkubasi 2-8 hari. Di luar host, EHEC dapat bertahan di dalam mentega hingga 50 menit, di dalam krim hingga 10 hari, dapat bertahan dengan baik di dalam daging hamburger, serta dalam feses dan tanah¹⁴.

Infeksi EIEC terjadi terutama di kolon dengan gejala serupa disentri, disertai demam, diare berlendir atau berdarah, dan dapat menimbulkan hipotensi. Penyakit ini biasanya dapat sembuh sendiri. Dosis infeksi juga rendah, sekitar 10 organisme dengan cara oral, dan memiliki masa inkubasi 12-72 jam. EIEC dapat bertahan dengan baik di dalam feses, makanan, tanah, dan air¹⁵.

Infeksi EPEC menimbulkan gejala diare cair, demam, kram perut, muntah-muntah, feses berdarah pada beberapa kasus, serta bermanifestasi parah pada bayi. EPEC sangat infeksius pada bayi, tetapi dosis infeksi yang tepat tidak diketahui. Dosis infeksi pada dewasa sekitar 10^8 - 10^{10} mikroorganisme secara oral, dengan masa inkubasi 12-72 jam. Di luar host, bakteri ini dapat bertahan di debu selama 4-27 hari, dalam feses

atau tanah hingga 84 hari, dan di ujung jari hingga 45 menit¹⁶.

Infeksi ETEC dikenal juga sebagai traveller's diarrhea. Infeksi ETEC dapat menyebabkan diare cair berlebihan tanpa darah atau lendir, kram perut, muntah, asidosis, lemas, dan dehidrasi. Demam tidak selalu terjadi. Gejala-gejala ini berlangsung selama kurang dari 5 hari. Dosis infeksi ETEC sebesar 10^8 - 10^{10} mikroorganisme secara oral, dengan masa inkubasi 24-72 jam. Sama seperti EPEC, di luar host, ETEC dapat bertahan di debu selama 4-27 hari, dalam feses atau tanah hingga 84 hari, dan di ujung jari hingga 45 menit¹⁷.

EHEC, EIEC, EPEC, dan ETEC dapat diinaktivasi oleh panas lembab (121°C selama minimal 15 menit) dan panas kering (160 - 170°C selama minimal 1 jam). Akan tetapi, bakteri tersebut rentan terhadap berbagai disinfektan, seperti natrium hipoklorit 1%, etanol 70%, glutaraldehid, dan formalin¹⁴⁻¹⁷.

Masyarakat yang mengonsumsi minuman atau menggunakan peralatan makan/minum di pasar yang mengandung *E. coli* memiliki risiko terkena gejala tersebut di atas. Risiko tersebut digolongkan dalam level C (*possible*).

Dalam penelitian ini, risiko terkena penyakit akibat intake agen kimia dan biologis yang terdapat dalam makanan/minuman siap saji digolongkan dalam level B (*likely*) hingga level D (*unlikely*).

d. Manajemen risiko

Risiko terkena gangguan kesehatan akibat intake borak, formalin, rhodamin, *S. aureus*, dan *E. coli* dalam makanan/ minuman dapat dikurangi dengan mengurangi atau menghilangkan agen kimia dan biologis tersebut dalam makanan/minuman atau tidak mengkonsumsi makanan/minuman yang mengandung agen kimia dan biologis tersebut. Beberapa tindakan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Bagi para produsen dan penjamah makanan/minuman siap saji:
 - memilih bahan makanan/minuman mentah yang aman dan higienis;
 - tidak menggunakan bahan kimia yang berisiko bagi kesehatan dalam pengolahan makanan/minuman;
 - menyimpan bahan makanan/minuman secara baik sesuai jenisnya;
 - mengolah bahan makanan/minuman dengan cara yang benar sesuai jenisnya;
 - memasak dengan cara yang higienis;
 - penjamah makanan tidak menderita penyakit menular;
 - menyimpan makanan/minuman siap saji dengan cara yang benar sesuai jenisnya;
 - menyajikan makanan/minuman siap saji dengan cara yang benar dan menggunakan peralatan yang aman dari agen kimia dan biologis yang

berbahaya sehingga makanan/minuman tersebut aman dan higienis untuk dikonsumsi.

- b. Bagi pengelola pasar dan Dinas Pasar:
 - mengendalikan binatang yang dapat mencemari makanan/minuman di pasar;
 - mengikuti/memfasilitasi pelatihan tentang higiene, sanitasi, dan keamanan pangan;
 - melakukan pemeriksaan kualitas air bersih secara berkala;
 - menyediakan sarana untuk perilaku hidup bersih dan sehat di pasar, seperti menyediakan sarana cuci tangan.
- c. Bagi Dinas Kesehatan:
 - melakukan pemeriksaan kesehatan bagi para penjamah makanan secara berkala;
 - memberikan pelatihan/ penyuluhan tentang higiene, sanitasi, dan keamanan pangan;
 - melakukan inspeksi kualitas makanan dan bahan pangan di pasar secara berkala.
- d. Bagi masyarakat:

Dalam mengkonsumsi makanan/minuman siap saji yang dijual di pasar, hendaknya teliti dan berhati-hati dalam memilih dan mengkonsumsi, misal:

m e n g h i n d a r i m e m b e l i makanan/minuman yang berwarna menyolok, menghindari membeli makanan yang tidak segar (sudah lama dimasak), memanaskan kembali makanan yang dibeli.

e. Komunikasi risiko

Risiko kesehatan akibat mengkonsumsi makanan/minuman siap saji di pasar sebaiknya juga disampaikan ke masyarakat, terutama para produsen makanan/minuman, penjamah makanan/minuman, pedagang, pekerja pasar, dan pengunjung pasar. Penyampaian risiko hendaknya dilakukan dengan teknik komunikasi yang tidak menimbulkan kepanikan dan keresahan, serta dapat mengajak masyarakat untuk lebih berperilaku hidup sehat dan berhati-hati dalam memilih makanan/minuman siap saji. Manajemen risiko sebaiknya disampaikan kepada masyarakat dengan cara yang mudah dipahami dan dipraktikkan.

IV. KESIMPULAN

- a. Tiga pasar tergolong dalam pasar tidak sehat (skor <6000) dan satu pasar dalam pasar kurang sehat (skor 6000-7499) berdasarkan hasil inspeksi kesehatan lingkungan pasar.
- b. Hasil pemeriksaan 16 sampel makanan: lima sampel positif boraks, satu sampel positif formalin, dan satu sampel positif *S. aureus*. Masyarakat

yang mengkonsumsi makanan tersebut memiliki risiko kesehatan.

- c. Hasil pemeriksaan 16 sampel minuman: satu sampel positif rhodamin dan satu sampel positif *E. coli*. Masyarakat yang mengkonsumsi minuman tersebut memiliki risiko kesehatan.
- d. Dalam penelitian ini, risiko terkena penyakit akibat intake agen kimia dan biologis yang t e r d a p a t d a l a m makanan/minuman siap saji digolongkan dalam level B (*likely* - dalam segala situasi mungkin terjadi) hingga level D (*unlikely* - suatu saat dapat terjadi).
- e. Semua sampel air bersih dari pasar tidak memenuhi persyaratan biologis (parameter total coliform air perpipaan), dan hanya satu sampel (Pasar Terban) yang tidak memenuhi persyaratan kimia (untuk parameter bau). Bila air bersih yang dipakai mencuci alat makan/minum mengandung bakteri *E. coli* pathogen dan menempel pada alat makan/minum tersebut, terdapat risiko kesehatan pada masyarakat.
- f. Air limbah dari empat pasar tidak memenuhi nilai baku mutu parameter BOD dan COD; tiga pasar untuk parameter TSS; dan satu pasar untuk parameter pH.

Parameter tersebut tidak mempengaruhi kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Depkes, 2008, Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 519/Menkes/SK/VI/2008, Direktorat Penyehatan Lingkungan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
2. Depkes, 2008, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 519/Menkes/SK/VI/ 2008 tentang Pedoman penyelenggaraan Pasar Sehat, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
3. FAO/WHO, 2009, Risk Characterization of Microbiological Hazards in Food (Guidelines), Microbiological Risk Assessment Series 17, Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization.
4. U.S. Borax Inc., 2000, Borax, Occupational Health & Product Safety Department, <http://www.anvilfire.com/21centbs/material/33850-usborax-borax.pdf>, diunduh tanggal 28 Desember 2011.
5. BfR, 2005, Addition of boric acid or borax to food supplements, Bundesinstitut für Risikobewertung, http://www.bfr.bund.de/cm/349/addition_of_boric_acid_or_borax_to_food_supplements.pdf, diunduh tanggal 28 Desember 2011.
6. Janny, 2009, Boric Acid and Borax in Food, Risk Assessment Section, Centre for Food Safety, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, http://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_37_01.html, diunduh tanggal 28 Desember 2011.
7. ATSDR, 1999, Toxicological Profile for Formaldehyde, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>, diunduh tanggal 27 Desember 2011.
8. ESD (Environmental and Safety Department), 2003, Material Safety Data Sheet: Rhodamine-B-Isothiocyanate, <http://www.resorg.com/Catalog/MSDS/0808R.pdf>, diunduh tanggal 29 Desember 2011.
9. ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), 1996, Microorganisms in Food 5: Characteristics of Microbial Pathogens, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
10. Le Loir, Y., Baron, F., and Gautier, M., 2003, Staphylococcus aureus and food poisoning, Online

Journal Genetics and Molecular Research, http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2003/vol1-2/sim0009_full_text.htm, diunduh tanggal 27 Desember 2011.

11. PHACa (Public Health Agency of Canada), 2011, Staphylococcus aureus - Material safety Data Sheets (MSDS), <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/msds143e-eng.php>, diunduh tanggal 27 Desember 2011.
12. Linton, R., Bhunia, A., 1999, E. coli O157: H7 - Concerns and Challenges for the Next Millenium, Food Safety issues, Purdue University, <http://www.extension.purdue.edu/extmedia/FS/FS-9/FS-9.pdf>, diunduh tanggal 22 Desember 2011.
13. BEH (Bureau of Environmental Health), 2004, E. coli: Answers to Frequently Asked Health Questions. <http://www.odh.ohio.gov/ASSET/S/F6ADED32A7849AAB87DD671BECBE3F3/EColi.pdf>, diunduh tanggal 22 Desember 2011.
14. PHACb (Public Health Agency of Canada), 2011, Escherichia coli, enterohemorrhagic - Material safety Data Sheets (MSDS), <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/msds63e-eng.php>, diunduh tanggal 3 Januari 2012.
15. PHACc (Public Health Agency of Canada), 2011, Escherichia coli, enteroinvasive - Material safety Data Sheets (MSDS), <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/msds64e-eng.php>, diunduh tanggal 3 Januari 2012.
16. PHACd (Public Health Agency of Canada), 2011, Escherichia coli, enteropathogenic- Material safety Data Sheets (MSDS), <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/msds65e-eng.php>, diunduh tanggal 3 Januari 2012.
17. PHACe (Public Health Agency of Canada), 2011, Escherichia coli, enterotoxigenic- Material safety Data Sheets (MSDS), <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/msds66e-eng.php>, diunduh tanggal 3 Januari 2012.

**KUALITAS KESEHATAN LINGKUNGAN
ASRAMA HAJI DONOHUDAN, KECAMATAN NGEMPLAK
KABUPATEN BOYOLALI PROVINSI JAWA TENGAH
TAHUN 2011**

Murwani¹,Norjannah Indang Murdiati²,Marwendah Lestar³

¹²³ Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit
Yogyakarta

INTISARI

Ibadah haji merupakan kewajiban untuk setiap muslim bagi yang mampu, dan merupakan ibadah fisik, sehingga dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pemantauan kesehatan lingkungan untuk mencegah kemungkinan besar terjadinya penularan penyakit, KLB (Kejadian Luar Biasa) yang disebabkan oleh mikroorganisme yang terdapat di lingkungan tersebut. Pemantauan kegiatan dilakukan di Asrama haji Donohudan, Boyolali Propinsi Jawa Tengah yang meliputi air, makanan, minuman, usap peralatan makan, masak, penjamah, udara ruang, limbah dan vektor yang dilakukan 4 (empat) kali ulangan. Dalam hal ini pemerintah mempunyai kewajiban untuk melakukan perlindungan yang sebaik-baiknya kepada para jamaah haji agar dalam melakukan ibadah dapat berjalan lancar, aman dan nyaman.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan memastikan kualitas kesehatan lingkungan pada musim haji diasrama haji Donohudan, sehingga dapat meminimalkan potensi risiko dampak terhadap kesehatan yang disebabkan oleh tingkat pencemaran dari contoh uji yang diambil secara mikrobiologi dan fisika kimia.

Jenis kajian deskriptif untuk memberikan informasi tentang gambaram obyek penelitian di Asrama Haji Donohudan, Ngemplak, Donohudan, Boyolali Propinsi Jawa Tengah.

Hasil penelitian contoh uji secara fisika kimia, air bersih MS 25%, air minum MS 66,7%, makanan, minuman dan bahan mentah secara kimia MS 100%, secara mikrobiologi air bersih TMS 25%, air minum TMS 55%, ruang tidur bakteri *BTA* hasil Negatif, makanan 100% TMS, Jajanan TMS 50%, Minuman 100% MS, parameter ALT dan *E.coli* usap tangan TMS 100% dan MS 100% , usap alat makan TMS 66,7% dan MS 100% , alat masak TMS 66,7% dan TMS 16,7%, sedangkan udara ruang parameter ALT TMS 87,5% , Limbah cair komposit MS 100% , keberadaan vektor diruang dapur (tikus dan kecoak) MS 100% , lalat TMS 75% sesuai Pedoman pengendalian Lalat di Pelabuhan, Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. Adapun kualitas udara suhu TMS 17,6%, kelembaban TMS 5,9% , dan pencahayaan TMS 5,9%.

Kata kunci :Asrama haji, Donohudan, Kesehatan Lingkungan

LATAR BELAKANG

Ibadah haji merupakan Rukun Islam yang ke 5 (lima), dan merupakan kewajiban untuk setiap muslim muslimah yang mampu, ibadah ini mempunyai kekhususan dibanding dengan ibadah lainnya, karena ibadah haji hanya diwajibkan sekali seumur hidup yang dilakukan pada waktu dan tempat tertentu yaitu ditanah suci Makkah, Madinah, Arafah, dan Mina (Arab Saudi). Ibadah haji merupakan aktivitas fisik cukup berat, sehingga ibadah haji identik dengan ibadah fisik, perjalanan pulang pergi dari pemondokan ke masjid, thawaf, sa'i, melempar jumroh dan lain sebagainya merupakan kegiatan wajib yang memerlukan kesiapan fisik dan mental yang prima¹

Undang - undang RI No.13 Tahun 2008, menyebutkan bahwa penyelenggaraan ibadah haji merupakan tugas nasional karena jumlahnya yang sangat besar dan melibatkan berbagai institusi baik pemerintah pusat maupun daerah khususnya dalam bidang kesehatan dengan tujuan untuk memberikan pembinaan pelayanan dan perlindungan yang sebaik-baiknya kepada para jamaah haji melalui sistem dan manajemen penyelenggaraan yang terpadu agar pelaksanaan ibadah haji dapat berjalan lancar, aman dan nyaman².

Berdasarkan SK Menkes No.267/Menkes/SK/III/2004 tentang BBTKL PPM yang merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Departemen Kesehatan yang berada di

bawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, dengan wilayah kerja Provinsi D.I. Yogyakarta dan Jawa Tengah³, hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 442/MENKES/SK/VI/2009, Prioritas penyehatan lingkungan adalah pengendalian vektor penular penyakit, penyediaan kamar tidur, air mandi dan air minum, makanan dan peralatannya⁴.

Dalam rangka meningkatkan pelayanan kesehatan khususnya kepada jamaah haji di asrama haji Donohudan, maka BBTKLPP Yogyakarta melakukan pemantauan penyehatan lingkungan dan sanitasi makanan antara lain meliputi pengambilan dan pengujian contoh uji di lingkungan asrama haji baik kualitas udara ruang, kualitas air bersih, air minum, makanan jadi, makanan jajanan, usap alat makan dan masak, limbah cair dan pemantauan keberadaan vektor (lalat, tikus, dan kecoak) yang berada di ruang dapur asrama haji Donohudan yang bekerja sama dengan berbagai pihak yang terkait. Hal ini menjadi sangat penting mengingat dampak negatif yang ditimbulkan, karena di lokasi tersebut merupakan tempat berkumpulnya calon haji yang akan berangkat dan pulang haji dari berbagai daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta maupun Jawa Tengah.

Penelitian peningkatan kesehatan haji dilakukan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang lebih sehat

sehingga calon jamaah haji dan petugasnya bebas dari ancaman terhadap terjadinya KLB keracunan dan penyakit menular atau gangguan kesehatan lainnya. Selanjutnya hasil tersebut dapat digunakan sebagai bahan informasi kepada pemerintah daerah yang bersangkutan maupun pemerintah pusat.

METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan ini merupakan penelitian observasi bersifat deskriptif, obyek kajian di Asrama Haji Donohudan, Ngemplak, Boyolali, Propinsi Jawa Tengah. Adapun penelitian dilakukan secara bertahap meliputi Koordinasi, Survei dan Pengumpulan data dengan cara wawancara kepada pihak pengelola asrama haji, Pengambilan Contoh Uji dilakukan sebelum kedatangan jamaah haji, pada saat kegiatan haji dilakukan 2 kali dan setelah haji berangkat ke Makkah, Pengujian Contoh Uji di laboratorium BBTCL PP Yogyakarta dan Penyusunan laporan. Analisis data yang digunakan adalah analisis diskriptif melalui grafik, dengan membandingkan hasil contoh uji pada LHU mutu air bersih, air minum, limbah cair, makanan, minuman, bahan mentah, usap alat, usap penjamah dan kualitas udara ruang yang berada di lingkungan Asrama Haji Donohudan.

Dalam rangka penelitian kegiatan haji ini, jumlah, jenis dan parameter contoh uji yang diambil, diuji secara fisika kimia dan mikrobiologi yang

dapat jabarkan sebagai berikut: Air sebelum masuk reservoir 8 contoh uji dengan parameter air bersih, air pipa 72 dan minuman siap saji 4 parameter air minum, bahan mentah 2 parameter pestisida dan cyanida, makanan siap saji, makanan jajanan masing-masing 4 contoh uji ALT *E.coli* dan pestisida, Usap tangan Penjamah 4, Usap alat makan dan masak jumlah 14 dengan parameter ALT dan *E.coli*, limbah cair komposit 2 parameter menurut SK Gub Jateng untuk kegiatan usaha lainnya, sedangkan pemantauan keberadaan vector yang meliputi tikus, lalat & kecoak sebanyak 12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Asrama Haji Donohudan

Asrama Haji Donohudan berdiri sejak 1997 adalah milik dan dibangun oleh pemerintah Propinsi Jawa Tengah yang terletak di Desa Donohudan, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Boyolali, Propinsi Jawa Tengah, yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara pemberangkatan dan pemulangan calon jamaah haji pada waktu bulan haji. Asrama ini memiliki luas tanah seluruhnya ± 8.7 hektar, luas bangunan 38.135 m², yang dapat menampung sebanyak 33.200 orang, dengan jumlah kamar 261 kamar yang berukuran 7x7 m. Jumlah karyawan terdiri dari 27 orang PNS, 6 orang PHL dan 16 orang outsourcing. Letaknya sangat strategis dengan Bandara Adisumarmo Surakarta hanya 2,50 km. Adapun di luar musim haji asrama haji ini dapat

dioperasionalkan untuk kepentingan lain yang tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

B. Fasilitas Air

1. Sumber air artetis terdapat satu buah dengan kedalaman 100 m, ditampung di bak reservoir dengan kapasitas 180 m³, selanjutnya dari bak reservoir didistribusikan ke gedung Makkah, Madinah, Arofah, Dapur dan ruang *laundry* lancar.
2. Gedung Sekretariat, Musdalifah, Jaddah, Shafa dan Masjid Al-Mabrur masing-masing mempunyai sumber air tanah sendiri dengan kedalaman lebih dari 15 m, bahkan digedung Shafa kedalaman mencapai 80 m yang semuanya telah ditampung ke bak penampung masing-masing secara tertutup.
3. Kebutuhan air di setiap gedung cukup dan lancar, sehingga per hari mencapai 80 m³ dan tidak terjadi masalah.
4. Pembersihan bak penampung di tiap sumber air jarang dilakukan, sedangkan pemberian kaporit dilakukan tidak kontinyu.
5. Jarak antara septitank dan sumber air lebih dari 10 m, tetapi gedung asrama haji ini telah berdiri 14 tahun yang lalu

sehingga kemungkinan besar sumber air dapat tercemar karena septitank hanya diresapkan.

C. Kondisi Kamar Jamaah Haji

1. Lantai secara umum bersih, kuat, kedap air terbuat dari keramik, tetapi masih membentuk sudut mati sehingga ada kesulitan dalam pembersihannya.
2. Dinding, langit-langit kuat dan bersih, atap terbuat dari genteng cor
3. Tiap kamar terdiri dari 10 tempat tidur untuk 10 orang dengan fasilitas kipas angin yang terletak di atas ruangan, dua shower, dua closet jongkok dan duduk, air cukup dan lancar.
4. Pembersihan kamar dilakukan setiap hari menggunakan desinfektan, sedang penggantian sprei dilakukan tergantung dari pemakaian.
5. Di setiap kamar tersedia tempat pembuangan sampah dengan alas kantong plastik dan tertutup.
6. Air limbah kamar dialirkan ke selokan dan masuk kesaluran irigasi.

D. Jamaah Haji

1. Data Responden
Jamaah haji yang transit di

asrama haji Donohudan dan diwawancarai adalah orang laki-laki sebesar 25 %, perempuan 75%, usia termuda 23 tahun dan tertua 52 tahun, yang berasal dari kabupaten Wonosobo, Bojonegoro, Surakarta, Karanganyar dan Kendal.

Responden semua tinggal di gedung Makkah lantai 1 dan 2, sedang lantai 3 digunakan untuk petugas/karyawan.

2. Kenyamanan Jamaah Haji

Hasil wawancara kepada jamaah haji yang tinggal di asrama haji 62,5% merasa aman, 25% merasa cukup 12,5% merasa tidak nyaman dan ramai. Pembersihan lantai dilakukan tidak pasti sebanyak 12,5% , sedangkan 87,5% dilakukan setiap hari.

Adapun fasilitas yang tersedia meliputi air cukup dan lancar, mandi shower, closet duduk dan jongkok, ventilasi, kipas angin terletak diatas tiap ruangan dan cukup.

3. Keberadaan vektor

Responden yang diwawancarai mengenai keberadaan tikus, lalat dan kecoak baik di gedung Makkah lantai 1 dan 2 menunjukkan hasil 100% bebas dari vector ini, tetapi di gedung Makkah lantai 1 didapatkan responden yang tidak nyaman karena nyamuk

sebesar 75%, sedangkan yang nyaman 25%, berbeda dengan jamaah yang tinggal di lantai 2, merasa aman 50% dan yang tidak aman 50%.

E. Dapur dan Fasilitasnya.

1. Dapur merupakan tempat pengolahan makanan dan mempunyai peranan penting, sehingga kebersihan lingkungan dan sekitarnya harus diperhatikan persyaratan sanitasinya. Ruang pengolahan makanan tidak boleh berhubungan langsung dengan jamban, peturasan dan kamar mandi, tempat kerja harus dilengkapi meja kerja, lemari/tempat penyimpanan bahan mentah dan makanan jadi. Untuk kelancaran pekerjaan harus tersedia fasilitas tempat pencucian peralatan, bahan makanan, disediakan larutan Kalium Permanganat 0,02% (bahan pencuci hama untuk buah dan sayur yang tidak dimasak), tempat cuci tangan terpisah dari peralatan/bahan makanan, bak penampungan air, saluran pembuangan yang tertutup, sabun dan pengering. Ruang dapur harus ada cerobong asap yang dilengkapi dengan sungkup asap untuk keluarnya udara panas/asap diruang tersebut, intensitas cahaya tidak boleh

kurang dari 60 Lux⁵.

Tempat penyimpanan bahan makanan jadi tidak boleh berdekatan dengan bahan mentah/bahan lainnya, ini sangat penting untuk menjaga jangan sampai terjadi kontaminasi silang, yaitu simpanlah dalam almari atau ditutup agar selalu dalam keadaan bersih, bebas dari debu, bahan kimia berbahaya, baik serangga maupun hewan lainnya

2. Secara umum konstruksi dapur memenuhi persyaratan yang berlaku yaitu dinding kuat, bersih, langit-langit menutup atap bangunan, lantai kedap air, berstekstur agak kasar, sudut lantai membulat/tidak membentuk sudut mati sehingga mudah dibersihkan, luas seluruhnya 20 x 30m, letaknya terpisah, terdapat ruang penyimpanan bahan baku/bahan mentah, ruang pengolahan makanan dan minuman, peracikan, pencucian, wastafel dan bak pencuci peralatan ada 4 buah.
3. Pengelolaan makanan yang dihidangkan untuk jamaah haji tidak ditangani sendiri tetapi di kontrakkan, pemenang tahun haji 2011 yaitu catering Larisa.
4. Cara pencucian peralatan makan ada 4 tahap yaitu pemisahan sampah kotor, pencucian memakai sabun,

pembilasan memakai air bersih ke bak air 1, 2 dan 3, selanjutnya penirisan ke kotak pengereng.

5. Ruang dapur terdapat cerobong asap dan tabung pemadam kebakaran.
6. Saluran air kotor di dapur terdapat jeruji terbuat dari besi yang berfungsi sebagai filter, tetapi penggunaannya kurang maksimal sehingga limbah padat/plastik terbawa arus, sedangkan limbah cair dialirkan kesaluran yang dilengkapi *grease trap*.
7. Limbah padat plastik dipisahkan dan dibuang ke tempat sampah tertutup selanjutnya diangkut ke TPS yang terletak di area belakang lokasi Asrama haji.

F. Penjamah Makanan

1. Data responden

Hasil wawancara penjamah makanan di asrama haji Donohudan semua laki-laki, tingkat pendidikan SD dan SLTP masing-masing sebesar 25%, sedangkan SLTA 50%, usia minimal 32 tahun dan maksimal 57 tahun dengan masa kerja minimal 1 tahun dan maksimal 3 tahun, yang semuanya memiliki surat keterangan sehat dari dokter. Tempat tinggal di Kabupaten Semarang dan Magelang.

2. Perilaku penjamah makanan

Perilaku penjamah makanan yang telah diwawancarai terdapat 12,5% yang memanjangkan kuku, semua tidak memakai tutup kepala dan masker, ini perlu mendapat perhatian bagi catering untuk memperbaiki dan mengindahkan aturan jasa boga, dapat untuk mengurangi mikrobial yang menyebabkan kontaminasi makanan. Pengeringan tangan dilakukan menggunakan serbet handuk dan tisu, ini tidak dianjurkan tidak tersedianya alat pengering tangan.

3. Sanitasi makanan

Pengelolaan sanitasi makanan yang dilakukan catering telah memenuhi prosedur mulai dari pengadaan, penyimpanan bahan baku, pencucian bahan makanan dan alat yang terpisah, dapur selalu dijaga kebersihannya; adapun upaya pengendalian vektor juga dilakukan, yaitu tersedianya tempat sampah yang tertutup, tersedianya air kran dan bak wastafel di ruang dapur, akan tetapi pencucian alat makan yang dilakukan pada bak ke 4 tidak menggunakan air panas/desinfektan dan mikrobial dalam air masih hidup, sehingga pengeringan alat lama dan hanya dimiringkan dibak, sehingga perlu dibantu serbet tidak

higienis.

G. Penyaji Makanan

1. Data responden

Penyaji makanan yang diwawancarai adalah orang laki-laki dengan tingkat pendidikan bervariasi, SLTP sebesar 12,5%, SLTA 87,5%, usia minimal 18 tahun dan maksimal 40 tahun, memiliki masa kerja minimal 2 tahun dan maksimal 9 tahun, semuanya telah memiliki surat keterangan sehat dari dokter. Responden berasal dari Semarang, dan Boyolali.

2. Perilaku penyaji makanan.

Perilaku penyaji makanan yang diwawancarai sebanyak 12,5% memanjangkan kuku, semuanya tidak memakai tutup kepala dan masker, hal ini perlu mendapat perhatian bagi catering untuk memperbaiki aturan jasa boga, jangan sampai terjadi kontaminasi yang disebabkan oleh mikroorganisme karena ari penyaji makanan. Mudambi, (1980)⁶, menyebutkan bahwa penyaji makanan adalah orang yang bekerja dalam penyajian makanan, mereka menyadari pentingnya sanitasi makanan, hygiene perorangannya baik, mempunyai kebiasaan bekerja, dengan minat berperilaku sehat. Dengan

demikian seorang penyaji makanan harus selalu menjaga kebersihan dirinya, menjaga jangan sampai tumpah dalam menyajikan, tidak boleh berceceran serta selalu rapi dan bersih, jika batuk harus ditutup, cuci memakai tangan sabun.

H. Vektor

Pemantauan keberadaan vektor (tikus, kecoak dan lalat) dalam penelitian di asrama haji Donohudan dilakukan diruang dapur, mengingat dapur merupakan tempat makanan apa saja, sehingga kemungkinan besar vektor ditemukan di ruang ini, sesuai kondisi saat pemantauan. Pemantauan dilakukan sebanyak empat kali, yaitu awal sebelum kegiatan jamaah haji, pada musim haji dilakukan sebanyak 2 kali, sedang yang terakhir dilakukan saat semua jamaah haji telah berangkat ke Makkah, kondisi maka ruang dapur kosong.

I. Inspeksi Sanitasi

Sebelum pengambilan contoh uji telah dilakukan inspeksi sanitasi di semua sumber air asrama haji Donohudan dengan cara pengisian *checklist* inspeksi sanitasi mengacu Permenkes RI No.736/Menkes/Per/VI/2010.⁷ yaitu untuk mengetahui tingkat risiko kualitas air secara fisik dan risiko pencemaran dari sumber air. Kriteria penilaian tingkat risiko kualitas fisik yaitu kekeruhan, bau, rasa dan warna, bila air tidak keruh, tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna, maka tingkat risiko kualitas dikategorikan baik; jika salah satu kriteria tidak memenuhi syarat, maka tingkat risiko kualitas dikategorikan tidak baik. Adapun diagnosis tingkat risiko pencemaran dinilai dari baik atau tidaknya kondisi sarana sumber air. Tingkat risiko pencemaran terbagi atas kategori rendah, sedang, tinggi dan amat tinggi. Sumber air dalam kategori risiko tinggi dan amat tinggi diperlukan tindakan perbaikan.

Hasil Inspeksi Sanitasi dari sumber air di asrama haji Donohudan dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil inspeksi sanitasi sumber air di asrama haji Donohudan

No	Jenis sumber	Distribusi	Hasil inspeksi sanitasi	
			Tingkat risiko kualitas fisik air	Tingkat risiko pencemaran
1	Sumur kedalaman 20 m	Jeddah	Baik	Rendah
2	Sumur kedalaman 20 m	Sekretariat	Baik	Rendah
3	Sumur kedalaman 18 m	Masjid Al Maburr	Baik	Rendah
4	Sumur kedalaman 18 m	Musdalifah	Baik	Rendah
5	Sumur kedalaman 80 m	Shafa	Baik	Rendah
6	Sumur Artetis kedalaman 100 m	Arofah, Dapur, Makkah & Madinah	Baik	Rendah

Sumber: Data Primer BBTCL PP Yogyakarta, 2011

Tabel 1 diatas memperlihatkan bahwa tingkat risiko kualitas air dari ke enam sumber 100% tergolong baik. dan Tingkat risiko pencemaran yang diinspeksi 100% tergolong rendah , dengan mengacu Permenkes RI No.736/Menkes/Per/VI/2010, maka perlu dilakukan pengambilan dan pengujian contoh uji air di lokasi tersebut.

J. Pengujian Contoh Uji

Contoh uji air baku sebelum masuk bak reservoir di Asrama Haji Donohudan, setelah ke bak penampung didistribusikan sebagai air minum di gedung Makkah, Madinah, Arofah dan dapur, sedang gedung lain mempunyai sumber sendiri dan didistribusikan sebagai air minum yang hasilnya dapat dilihat sebagai berikut :

1. Hasil uji air sebelum masuk bak Reservoir selama

penelitian parameter fisika dan kimia semua memenuhi baku mutu, kecuali pengambilan periode 4 yaitu Mn sedikit tinggi. Secara mikrobiologi total coliform semua memenuhi baku mutu kecuali pengambilan periode ke 4 melebihi baku mutu air bersih untuk perpipaian.

2. Hasil uji air minum di gedung Makkah secara fisika dan kimia semua memenuhi baku mutu, secara mikrobiologi periode 2 parameter Total coliform dan Faecal coliform tidak memenuhi baku mutu, dan periode tiga Faecal coliform memenuhi syarat.
3. Hasil uji air minum di gedung Madinah secara fisika pengambilan periode 1,3 tidak memenuhi baku mutu, secara kimia periode 3 mangaan tinggi. Parameter Total coliform didapat pada pengambilan periode 2 dan 4,

- sehingga tidak memenuhi baku mutu, lainnya memenuhi syarat
4. Hasil uji air minum di gedung Arofah
Dari keempat periode pengambilan yang dilakukan ternyata periode 2 saja yang tidak memenuhi baku mutu baik secara fisika, kimia dan mikrobiologi yaitu Rasa, Mangan, *Total coliform* dan *Faecal coliform*, sedangkan periode lain memenuhi syarat.
 5. Hasil uji air minum di gedung Dapur pengambilan periode 1, 2, 3 dan 4 secara fisika kimia semua memenuhi baku mutu, secara mikrobiologi pengambilan periode 1 saja yang memenuhi dan periode yang lain tidak.
Hasil pengujian air 1 - 5 tersebut diatas yaitu air tanah sebagai air baku yang diambil sebelum masuk bak reservoir tidak memenuhi Permenkes RI No.416/Menkes/Per/IX/1990⁸, karena parameter Mangan sedikit melebihi baku mutu, sedang hasil uji air minum di Makkah dan Madinah didapatkan kadar Mn melebihi syarat menurut Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010⁹.
Keberadaan Mangan di alam tersebar luas dalam bentuk oksida, silikat dan karbonat, ini merupakan senyawa paling umum. Mangan ditemukan

sebagai unsur bebas yang sifat dasarnya sering bersamaan dengan besi dan mineral lainnya, tetapi perlu diketahui bahwa Mn terdapat dalam tanah bukan karena pencemaran, dan tersebar dalam tubuh yang merupakan unsur penting untuk penggunaan Vitamin B1. (Wulandari D, 2011)¹⁰, mengatakan di dalam tubuh Mangan memiliki fungsi sebagai antioksidan, metabolisme, pengembangan tulang, dan penyembuhan luka, selain itu Mn juga terlibat dalam pembentukan jaringan ikat, aksi insulin, dan sintesis kolesterol. Hal ini penting dalam produksi kolagen, dan produksi energi sel, mengaktifkan *enzim* yang bertanggung jawab untuk *RNA* dan produksi *DNA*. Dengan demikian jika kadar Mn dalam air tinggi, maka perlu adanya pengolahan agar rasa dan Mn di kurangi karena pada prinsipnya adanya Mn dalam air minum akan menyebabkan rasa dan bau amis jika bersama-sama dengan besi, secara estetika Mn akan menyebabkan warna coklat pada porselin dan memberikan warna lebih pekat pada air teh. Efek tubuh kelebihan Mangan menyebabkan kadar besi dalam tubuh menurun, sehingga meningkatkan risiko

anemia, gangguan kulit, jantung, hati, pembuluh darah dan kerusakan otak, karena mangan berlebih dapat mencegah penyerapan zat tembaga untuk tubuh.

Secara mikrobiologi hasil uji air 1 - 5, menunjukkan hasil *total coliform* positif, sedangkan *faecal coliform* didapatkan pada hasil uji 4 - 5 tidak memenuhi baku mutu walaupun rendah. Dalam hal ini air kemungkinan besar sudah terkontaminasi kotoran hewan berdarah panas (hewan, burung) dan manusia, adanya pipa persil yang bocor, penampungan air bocor, penutup bak reservoir yang terbuka, sehingga menyebabkan debu-debu dapat masuk dan mengkontaminasi air tersebut. Perlu diketahui bahwa total coliform dan faecal coliform yang mencemari air dapat menyebabkan sakit perut lainnya, dan harus dihindari sehingga untuk menjaga kesehatan para jamaah haji sebaiknya dilakukan desinfeksi dengan kaporisasi di bak reservoir tersebut untuk membunuh bakteri patogen yang dilakukan secara kontinyu dengan kadar sesuai daya sergap klorinya. Mengingat penambahan kaporit kedalam air akan menghasilkan senyawa kimia

sampingan yang bernama Trihalometana (THM) dimana senyawa ini oleh pakar air diklaim sebagai penyebab produksi radikal bebas dalam tubuh yang dapat mengakibatkan kerusakan sel dan bersifat karsinogenik (<http://bahayakaporit.blogspot.com/>)¹¹, sehingga dosis kaporit harus sesuai.

6. Hasil uji air minum di Gedung Sekretariat secara fisika dan kimia semua memenuhi baku mutu kecuali pengambilan periode 1 yaitu rasa dan Mangan sedikit melebihi baku mutu. Secara mikrobiologi pengambilan periode 1 dan 2 tidak memenuhi baku mutu sedang pengambilan ke 3 dan 4 memenuhi.
7. Hasil uji air minum di gedung Muzdalifah untuk parameter fisika kimia khususnya rasa dan Mangan semua tidak memenuhi baku mutu kecuali pengambilan periode 1,. Secara mikrobiologi Total coliform dan Faecal coliform semua memenuhi syarat kecuali pengambilan periode 2.
8. Hasil uji air minum di gedung Jeddah pengambilan periode 1, 2 dan 3 secara fisika kimia rasa dan Mn semua tidak memenuhi baku mutu, kecuali periode ke 4. Secara mikrobiologi, *Total coliform*

- dan *Faecal coliform* hanya pengambilan periode 2 yang tidak memenuhi.
9. Hasil uji air minum di gedung Shafa pengambilan periode 1,2,3 dan 4 secara fisika dan kimia, semua parameter memenuhi baku mutu, sedang secara mikrobiologi semua tidak memenuhi baku mutu,
 10. Hasil uji air minum di Masjid Al-Mabrur secara fisika kimia r a s a d a n M a n g a a n pengambilan periode 1 dan 3 tidak memenuhi baku mutu. Secara mikrobiologi semua parameter tidak memenuhi baku mutu, kecuali parameter *Faecal coliform* pada pengambilan periode ke 4 memenuhi.
- Setelah diperhatikan hasil uji air minum di gedung 6- 8 dan 10, secara fisika kimia parameter rasa dan Mangan didapatkan melebihi baku mutu Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, sehingga dalam hal ini di tiap bak penampungan perlu ada p e n g o l a h a n u n t u k menurunkan kadarnya agar sesuai baku mutu terutama di

gedung Muzdalifah Mn sangat tinggi dan mengingat dampak negatif terhadap tubuh apabila terpapar terus menerus.

Secara mikrobiologi hasil uji air minum di gedung 6-10, rata-rata didapatkan hasil uji *total coliform* dan *faecal coliform positip* sehingga tidak memenuhi baku mutu air minum. Dalam hal ini air telah terkontaminasi dengan kotoran hewan berdarah panas atau manusia, pipa persil yang bocor, penampungan air bocor, dapat juga penutup bak reservoir terbuka, sehingga menyebabkan benda-benda dari luar atau debu mengkontaminasi air tersebut. Dengan demikian untuk membunuh kuman sebaiknya dilakukan kaporisasi secara teratur memakai dosis yang sesuai dan tepat, mengingat risiko dari senyawa kimia s a m p i n g a n y a i t u Trihalometana dapat menyebabkan kerusakan sel dan bersifat karsiogenik.

11. Hasil Pengujian Contoh Uji Makanan dan Minuman Secara Mikrobiologi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Contoh Uji Makanan dan Minuman Secara Mikrobiologi di Asrama Haji Donohudan

No	Jenis Contoh Uji	Baku Mutu	Hasil Pengujian	
			Pengambilan 1	Pengambilan 2
1	<u>Makanan siap saji</u>	0 CFU <i>E. coli</i> /gr	4.200	330.000
2	<u>Makanan jajanan/sneak</u>		52.000	0
3	<u>Minumansiap saji (teh manis)</u>	0 CFU <i>E.coli</i> /ml	0	0

Keterangan: CFU: Colony Forming Unit

Tabel 2, contoh uji makanan siap saji pengambilan 1 dan 2 secara mikrobiologi tidak memenuhi syarat Kepmenkes RI No.715/Menkes/SK/V/2003¹², sedang makanan jajanan pengambilan ke 2 memenuhi syarat Kepmenkes RI No.942/Menkes/SK/VII/2003¹³, dan minuman semua hasil memenuhi syarat. Hasil uji E.coli yang relatif tinggi, harus mendapat perhatian dari pihak penyelenggara/catering, karena dikhawatirkan dapat menimbulkan sakit perut bagi jamaah haji yang menyantapnya, sehingga untuk mencegah perlu adanya pengetahuan secara menyeluruh tentang bagaimana cara memasak yang baik dan benar, cara menyajikan makanan, cara memilih dan penyimpanan bahan mentah, transportasi makanan dan minumannya, sehingga tidak terjadi kontaminasi silang. Masalah ini harus

segera diatasi karena sangat mempengaruhi kualitas makanan dan minuman, termasuk perilaku penyaji makanan yang harus mematuhi aturan memakai tutup kepala, masker dan *hand.schoon*.

12. Hasil uji bahan mentah, makanan siap saji, jajanan dan minuman di asrama haji Donohudan, baik pengambilan 1 dan 2 secara kimia semua parameter menunjukkan hasil tidak terdeteksi, artinya baik dan memenuhi persyaratan, tetapi yang perlu mendapat perhatian adalah bagaimana cara mendapatkan serta memilih bahan mentah yang baik, dalam arti bahan mentah tersebut tidak mengandung pestisida maupun cyanida.
13. Hasil Uji Usap Peralatan, Tangan Penjamah adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Contoh Uji Usap Peralatan, Tangan Penjamah di Asrama Haji Donohudan

No.	Jenis Contoh Uji	Hasil Pengujian						Kadar maksimum yang diperbolehkan
		Pengambilan 1		Pengambilan 2		Pengambilan 3		
		ALT	E.coli	ALT	E.coli	ALT	E.coli	
1	Usap piring	15	(-)	150	(-)	.	.	ALT: 100
2	Usap gelas	3	(-)	85000	(-)	115	(-)	CFU/Cm ²
3	Usap sendok	6	(-)	330	(-)	296	(-)	
4	Usap panci	6500	(+)	42	(-)	360	(-)	
5	Usap wajan	10	(-)	13000	(-)	790	(-)	E coli: (-)
6	Usap penjamah Makkah 1	328000	(-)	13000	(-)	.	.	Negatif
7	Usap penjamah Makkah 2	140	(-)	19000	(-)	.	.	

Keterangan:

CFU: Colony Forming Unit

Usap tangan penjamah setara dengan usap kebersihan peralatan

Tabel 3, pengambilan contoh uji 1 parameter ALT, usap alat semua memenuhi batas syarat kecuali usap panci melebihi, usap tangan penjamah Makkah lantai 1 dan 2 semua melebihi batas syarat, sedang parameter *E. coli* hasil semua usap negatif, kecuali usap panci *positif*. Pengambilan ke 2, parameter ALT semua melebihi batas syarat, kecuali usap panci, dan *E. coli* semua negatif. Pada pengambilan ke 3 semua parameter ALT tidak memenuhi syarat, tetapi parameter *E. coli* semua negatif.

Hasil uji yang melebihi batas maksimum yang diperbolehkan ini, harus diatasi secara baik yaitu melakukan uji sanitasi tingkat kebersihan peralatan makan, minum dan masak secara rutin, sehingga mendapatkan hasil yang bersih bebas dari kuman penyakit, hal ini penting karena sangat berpengaruh terhadap kualitas makanan dan minuman yang disajikan, jangan sampai menimbulkan penyakit yang disebabkan karena makanan.

Apabila dilihat dari tingkat kebersihan penjamah, maka parameter menunjukkan hasil yang jelek, hal ini sangat dipengaruhi oleh tingkat kebersihan dan perilaku penjamah, mungkin mereka menganggap bahwa masalah kebersihan hal yang tidak penting, sehingga seorang penjamah/penyaji makanan harus

mendapatkan pelatihan, berbadan sehat, tidak mempunyai penyakit kulit, tidak berpenyakit menular, bukan karier penyakit serta harus mendapatkan surat keterangan sehat dari dokter.

14. Hasil Uji udara ruang Dapur dan Poliklinik menunjukkan bahwa:

Ruang dapur parameter ALT semua melebihi baku mutu, kecuali pengambilan 1 memenuhi, sedangkan pengukuran suhu, kelembaban dan pencahayaan semua memenuhi syarat, kecuali kelembaban pada pengukuran ke 4 tinggi, dalam hal ini ruang dapur harus dipantau dan diperhatikan serta dicari penyebabnya, mengingat dapur merupakan tempat yang mempunyai peranan penting dalam pengolahan makanan dan minuman. Berdasarkan hasil uji kelembabannya tinggi, maka ruangan harus mendapat sinar matahari yang cukup, adanya ventilasi untuk mengatur aliran udara didalam ruangan agar tetap segar dan nyaman, jika perlu lampu dinyalakan, sehingga hasil uji dapat sesuai persyaratan menurut Kepmenkes RI No.1204/Menkes/SK/X/2004¹⁴, dan Kepmenkes RI No. 829 Menkes/SK/VII/1999¹⁵. Selain tersebut di atas kelembaban yang tinggi sangat berpengaruh karena ruangan menjadi berbau ampek, p e n g a p d a n b a n y a k mikroorganisme yang beterbangan seperti bakteri, jamur yang

bertahan dan berkembang biak, disamping itu perabot rumah dari besi menjadi korosif, cat tembok mengelupas, dengan demikian ruangan harus segera diatasi sehingga kelembaban dalam ruangan mencapai antara 40 – 70%, dengan harapan dapat memperoleh derajat kesehatan yang optimal. dan keseimbangan oksigen yang diperlukan dalam ruangan tersebut.

Ruang poliklinik parameter ALT semua melebihi baku mutu, kecuali pengambilan 4, parameter suhu, kelembaban dan pencahayaan memenuhi syarat kecuali pada pengambilan ke 4 suhu melebihi baku mutu. Dengan meningkatnya suhu yang tinggi di dalam ruangan maka ruangan menjadi panas dan gerah, tetapi juga bermanfaat karena dapat membunuh bakteri di ruang tersebut menjadi mati termasuk diantaranya bakteri patogen.

15. Hasil uji udara ruang di gedung Makkah 1, BTA negatip, baik pengambilan 1, 2 dan 3, sedang parameter suhu, kelembaban dan pencahayaan semua memenuhi baku mutu, kecuali pengambilan ke 2 suhu melebihi Kepmenkes RI No. 829 Menkes/SK/VII/1999, Makkah II pengambilan 1, 2, 3, hasil BTA negatif, semua parameter sesuai baku mutu, sedangkan Makkah III hasil BTA negatif, parameter suhu, pencahayaan tidak memenuhi syarat kelembaban. Udara dapat

sebagai sumber pencemaran didalam ruangan (Indoor) sehingga membahayakan manusia dan dapat menyebarkan penyakit menular seperti TBC, ruangan dengan suhu yang tinggi sangat bermanfaat untuk membunuh kuman-kuman bakteri/mikroorganisme dalam udara, walaupun terasa panas dan gerah. Selain suhu, pencahayaan 53 Lux artinya kurang dari batas minimal yang dianjurkan. Disini cahaya sangat penting kegunaanya karena dapat membunuh kuman-kuman patogen yang terdapat di ruangan tersebut, untuk mendapatkan pencahayaan yang cukup, maka rumah dapat ditambahkan dengan genteng kaca maupun dengan jendela kaca.

16. Hasil uji Limbah Cair Komposit di asrama haji Donohudan baik pengambilan 1 dan 2 semua memenuhi baku mutu menurut Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No 10 th 2004¹⁶, kecuali COD pada pengambilan 1 dengan baku mutu golongan 1 sedikit tinggi. Untuk itu sebaiknya limbah cair tidak dibuang langsung ke lingkungan karena dapat menyebabkan populasi makluk hidup dalam air berkurang, habisnya suplai oksigen dalam air karena adanya zat organik maupun anorganik yang tidak stabil dalam air limbah, sehingga mematikan kehidupan dalam air tersebut, Demikian laporan-Edmuds S (1978)¹⁷. Dengan demikian limbah

sangat perlu di buatkan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk menurunkan kadar COD dan tidak berdampak kepada masyarakat.

17. Hasil pemantauan keberadaan vektor di gedung dapur asrama haji Donohudan tikus dan kecoak tidak ditemukan pada pemantauan 1, 2, 3, dan 4, sehingga tidak menyebabkan masalah menurut Pedoman Pengendalian Tikus Khusus Di Rumah Sakit¹⁸. Hasil pemantauan 1 lalat diketemukan rata-rata 2.6 ekor per 30", ke 2 rata-rata **4.5 ekor** per 30", ke 3 rata-rata 6.0 ekor per 30" dan ke 4 **rata-rata 10 ekor** per 30". Berdasarkan Pedoman pengendalian Lalat di Pelabuhan¹⁹, maka hasil pemantauan lalat 1 tidak bermasalah tetapi pada pemantauan ke 2, 3 dan 4 harus dilakukan pengamanan terhadap tempat-tempat berbiaknya lalat jika perlu diupayakan pengendalian terutama pada pemantauan ke 4, karena lalat merupakan salah satu jenis serangga pengganggu, sekaligus sebagai penular penyakit terhadap kesehatan manusia yaitu penyakit typhus, kholera, disentri dan penyakit perut lainnya. Lalat adalah vektor mekanik, kehadiran lalat dapat dijadikan indikator bahwa area tersebut tidak bersih, kotor dan tidak higienis, sehingga dilingkungan tersebut memberikan kesan yang menjijikkan. Pengendalian

penyakit yang disebabkan oleh lalat harus dilakukan secara cermat diantaranya mencakup segala macam upaya untuk mencegah, menekan, mengurangi kepadatan populasinya secara kimia maupun non kimia, sehingga lalat sulit berkembang hingga mati.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa kualitas lingkungan di asrama haji Donohudan:

1. Air bersih secara fisika kimia 75% tidak memenuhi baku mutu, sedangkan secara mikrobiologi 25% air bersih perpipaan tidak memenuhi baku mutu.
2. Air minum secara fisika kimia 33,3% tidak memenuhi syarat, secara mikrobiologi 55%.
3. Makanan, jajanan, minuman dan bahan mentah, secara kimia 100% menunjukkan hasil negatif/tidak terdeteksi, secara mikrobiologi makanan dan jajanan tidak memenuhi syarat sebesar 100% dan 50%, sedangkan minuman 100% memenuhi syarat.
4. Udara ruang tidur Makkah lantai I,II dan III BTA 100% hasil Negatif, secara fisika kimia gas suhu, pencahayaan tidak memenuhi syarat 33,3% dan 11,1%, sedangkan kelembaban 100% memenuhi syarat.
5. Udara ruang dapur parameter ALT, kelembaban tidak memenuhi syarat sebesar 75% dan 25%, sedang parameter suhu,

- pencahayaan 100% memenuhi syarat.
6. Udara ruang Poliklinik parameter ALT, suhu tidak memenuhi syarat sebesar 75% dan 25%, sedangkan Kelembaban, pencahayaan 100% memenuhi syarat.
 7. Usap penjamah, peralatan makan minum dan masak parameter ALT tidak memenuhi syarat sebesar 100%, 62,5% dan 66,7%, sedangkan parameter E. coli memenuhi syarat 100%, 100% dan 16.7% tidak memenuhi syarat.
 8. Limbah cair komposit secara fisika kimia 50% tidak memenuhi syarat
 9. Keberadaan tikus dan kecoak di ruang dapur 100% tidak didapatkan, sedangkan alat didapatkan sebanyak 75%.
4. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 442 / M E N K E S / SK/VI/2009, *Tentang Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Haji Indonesia*, Jakarta.
 5. Kemenkes RI, 2010, *Kepmenkes RI No 715/Menkes/SK/V/2003, Tentang Persyaratan Hygiene Sanitasi Jasa Boga*, Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Jakarta.
 6. Mudambi, SR, 1980, *Fundamental of food and Nutrition*, Wiley Eastern Limited, New Delhi.
 7. Depkes RI, 2010, *Permenkes RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010, Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*, Jakarta.
 8. Depkes RI, 1990, *Permenkes RI No 416/Menkes/Per/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*, Dirjen PPMPLP, Jakarta
 9. Kemenkes RI, 2010, *Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, Jakarta.
 10. Wulandari D, 2011, *Manfaat Mangan dan Akibat Kekurangannya*, diakses dari <http://www.scribd.com/doc/55162837/makalah-mangan>
 11. *Bahaya Kaporit Bagi Tubuh*, diakses dari alamat: <http://bahayakaporit.blogspot.com/>, diunduh tanggal 8 Desember 2010.
 12. Kemenkes RI, 2010, *Kepmenkes RI No 715/Menkes/SK/V/2003,*

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Darajat R, 2008, *Haji Sehat dan Mandiri*, diakses dari alamat <http://hajisehatmandiri.blogspot.com>, diunduh tanggal 31 Juli 2008.
- 2 Undang-undang RI No.13 Tahun 2008, *Tentang Penyelenggaraan Ibadah Haji*, Jakarta
- 3 S K Menkes No. 267 / Menkes/SK/III/2004, *Tentang Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Departemen Kesehatan RI yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan*, Yogyakarta.

- Tentang Persyaratan Hygiene Sanitasi Jasa Boga*, Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Jakarta.
13. Kemenkes RI, 2010, *Kepmenkes RI No 942/Menkes/SK/VII/2003, Tentang Pedoman Persyaratan Hygiene sanitasi Makanan Jajanan*, Dirjen Pengendalian penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Jakarta.
 14. Menkes RI, 2004, *Kepmenkes RI No.1204/Menkes/SK/X/2004, Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*, Jakarta
 15. Depkes RI, 1999, *Kepmenkes RI No. 829 Menkes/SK/VII/1999, Tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan*, Jakarta
 16. Perda Prop Jateng, 2004, *Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Industri Dan Kegiatan Usaha Lainnya*, Semarang.
 17. Edmuds, 1978, *Microbiology An Enviromental Perpective*, Macmillan, New York
 18. Depkes RI, 2008, *Tentang Pedoman Pengendalian Tikus Di Rumah Sakit*, Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Jakarta.
 19. Depkes RI, 2008, *Tentang Pedoman Pengendalian Lalat Di Pelabuhan*, Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Jakarta.

**PEMANTAUAN KUALITAS AIR DAN RISIKO KESEHATAN PELANGGAN
PDAM KABUPATEN BANTUL PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
TAHUN 2011**

Winarti Rahayu¹, Ponirah Hayu², Kristina Ery Faryanti³, Sukoso⁴

¹²³⁴ Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta

INTISARI

Air minum yang memenuhi syarat kesehatan, merupakan kebutuhan utama bagi masyarakat. Air minum yang berkualitas baik, harus memenuhi persyaratan sesuai Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan No.736/Menkes/Per/IV/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh gambaran sumber dan kualitas air minum yang didistribusikan, mengetahui potensi risiko kesehatan dari bahan pencemar air minum yang melebihi standar serta cara pengelolaan risiko kesehatan terhadap paparan bahan pencemar air minum.

Metode penelitian adalah survei dengan pendekatan *cross sectional*. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan objek kajian PDAM Kabupaten Bantul. Populasi dari penelitian ini adalah air baku PDAM, air yang sudah diolah di 6 unit produksi (unit Kasihan, Bangunjiwo, Sedayu, Sewon, dan Guwosari), serta air yang sudah didistribusikan ke pelanggan. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 30 buah terdiri dari air baku, air yang sudah diolah/air reservoir dan air yang didistribusikan ke pelanggan (terdekat, tengah, dan jauh). Hasil pengujian dibandingkan Baku Mutu sesuai jenis contoh uji yang diperiksa (Baku Mutu Air minum sesuai Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan No. 736/Menkes/Per/IV/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum). Analisis dilakukan pada data rekapitulasi kuesioner, inspeksi sanitasi, dan data pemeriksaan contoh uji khususnya untuk parameter-parameter potensial yang berpengaruh bagi kesehatan bila air dikonsumsi terus menerus.

Hasil penelitian, semua sumber air bersih yang dilakukan inspeksi sanitasi dalam kategori sanitasi yang baik dengan tingkat risiko pencemaran kategori rendah. Kualitas air bersih sebagai air baku PDAM secara fisik 83,3% kimia 100% dan mikrobiologi 33,3% belum memenuhi baku mutu/tidak memenuhi syarat (TMS). Secara keseluruhan kualitas air minum PDAM (jalur distribusi) yang diambil sebanyak 24 contoh uji untuk parameter mikrobiologi 72% memenuhi syarat (MS), fisik 24% MS, dan kimia 80% MS. Kualitas air PDAM di pelanggan yang tidak memenuhi syarat sebagai air minum adalah titik terdekat secara fisik- kimia, sedangkan di pelanggan tengah dan jauh secara fisik dan mikrobiologi. Pelanggan tengah secara fisik 85,7% TMS, mikrobiologi 14,3% TMS, di pelanggan jauh secara fisik 44,4% TMS dan mikrobiologi 55,6% TMS. Terdapat satu unit produksi yang memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan yakni parameter Mn ($RQ > 1$). Pada beberapa unit produksi parameter *Coliform* dan *Fecal coliform* masih melebihi baku mutu terutama di titik tengah dan jauh. Model manajemen risiko untuk *Coliform* dan *Fecal coliform* salah satunya dengan klorinasi secara rutin dan dosis yang tepat.

Kata kunci : Kualitas air minum, PDAM Bantul, Risiko kesehatan

Latar Belakang

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Ada beberapa jenis air minum diantaranya air minum dengan sistem jaringan perpipaan, air minum bukan jaringan perpipaan, depot air minum, mobil tangki air, dan air minum dalam kemasan¹.

Air sangat dibutuhkan bagi kehidupan, namun disisi lain air juga dapat menjadi media penularan penyakit apabila tidak dikelola baik, kontaminasi pada air minum dapat terjadi pada sistem distribusi, pada saat penyimpanan atau penanganan yang tidak higienis². Di Indonesia sebagai akibat penggunaan air minum yang tidak memenuhi syarat kesehatan, tiap tahun diperkirakan lebih dari 3,5 juta anak di bawah usia 3 tahun terserang penyakit saluran pencernaan dan diare dengan jumlah kematian 3% atau 105.000 jiwa

Air terkontaminasi jika terjadi kontak dengan mikroorganisme patogen dan zat kimia toksik³. Kontaminasi zat-zat kimia yang melebihi batas aman pada air minum dalam jangka waktu tertentu dapat membahayakan kesehatan. Selain itu, banyak penyakit infeksius yang disebabkan oleh bakteri patogen, virus, dan parasit (seperti protozoa dan helminth) sangat terkait dengan kualitas mikrobiologi air minum yang dikonsumsi³.

Berdasarkan data dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil, jumlah penduduk Kabupaten Bantul pada tahun 2009 sebanyak 942.579 jiwa dengan jumlah penduduk laki-laki 470.763 jiwa dan jumlah penduduk perempuan sebanyak 471.816 jiwa. Jumlah Kepala Keluarga (KK) sebanyak 250.069 KK, dengan rerata jumlah anggota keluarga

adalah 4 jiwa per KK. Kepadatan penduduk di Kabupaten Bantul rerata 1.849 orang per Km². Jumlah keluarga yang diperiksa air bersihnya sebanyak 12,22%, seluruh keluarga yang diperiksa akses air bersihnya sudah mengakses air bersih dengan memanfaatkan sumur gali sebesar 78,91% dan sisanya menggunakan sumber lain.

Perusahaan Daerah Air Minum merupakan Badan Usaha Milik Daerah yang bergerak dalam penyelenggaraan air minum untuk meningkatkan pelayanan terhadap kebutuhan air bersih dan air minum. PDAM dalam penyediaan air bersih mempunyai misi 3 K yaitu : cukup tersedia dalam jumlah/kuantitas, memenuhi syarat dalam kualitas, dan terjamin kontinuitasnya⁴. PDAM kabupaten Bantul menggunakan sumber air sebanyak 24 buah yang terdiri dari 4 jenis sumber air meliputi air permukaan (sungai Progo dan sungai Oya), air sumur dalam, sumur dangkal, dan air mata air. Sumber air tersebut kemudian dilakukan pengolahan di beberapa unit produksi untuk melayani 13.079 pelanggan yang berada di wilayah Bantul.

Permasalahan utama pembangunan air minum yaitu masih banyaknya jumlah masyarakat tidak mempunyai akses terhadap penyediaan air minum dan masih terbatasnya penyedia air minum baik oleh perusahaan daerah air minum (PDAM) dan non-PDAM yang sehat (kredibel dan profesional). Sejauh ini masih dirasakan bahwa sebagian besar PDAM belum mampu memenuhi kebutuhan air bersih kepada masyarakat baik ditinjau dari aspek kuantitas terutama distribusi air pada saat pemakaian bersamaan (jam puncak) maupun kualitas air yang didistribusikan, masih sering ditemukan kualitas yang tidak memenuhi syarat kualitas yang telah ditetapkan Kementerian Kesehatan/WHO

ditinjau dari aspek fisika maupun kimiawi apalagi ditinjau dari aspek bakteriologis dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilakukan kegiatan pemantauan kualitas air dan risiko kesehatan khususnya pelanggan PDAM, sehingga diharapkan terhindar dari gangguan kesehatan yang tidak diinginkan. Standar kualitas air minum di Indonesia ditetapkan melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/Per/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Berdasarkan SK Menkes RI No. 267/Menkes/SK/III/2004 tentang Organisasi Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Bidang Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular, Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular melalui bidang Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan membentuk tim untuk melakukan pemantauan kualitas air dan risiko kesehatan pelanggan di PDAM kabupaten Bantul. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran sumber dan kualitas air minum yang didistribusikan, mengetahui potensi risiko kesehatan dari bahan pencemar air minum yang melebihi standar serta cara pengelolaan risiko kesehatan terhadap paparan bahan pencemar air minum.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah survei dengan pendekatan *cross sectional*. Data berasal dari dokumen, laporan, hasil pemeriksaan laboratorium dan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Pelaksanaan kegiatan dimulai pada bulan Pebruari sampai April 2011,

yang diawali tahap persiapan, berupa: studi pustaka, pengajuan ijin pelaksanaan dan koordinasi dengan instansi terkait, dilanjutkan tahap pelaksanaan, meliputi: pengumpulan data unit produksi PDAM, pengambilan contoh uji serta pengambilan data pendukung. Pengambilan contoh uji dilakukan satu kali selama penelitian.

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan objek kajian PDAM Kabupaten Bantul. Populasi pada penelitian ini adalah air baku PDAM, air yang sudah diolah di enam unit produksi (unit Kasihan, Bangunjiwo, Sedayu, Sewon, dan Guwosari), serta air yang sudah didistribusikan ke pelanggan. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 30 buah terdiri dari air baku, air yang sudah diolah/air reservoir dan air yang didistribusikan ke pelanggan (terdekat, tengah, dan jauh).

Metode pengambilan contoh uji dilakukan secara *grab* atau sesuai pedoman pengambilan contoh uji lingkungan yang ditetapkan menurut Instruksi Kerja pengambilan contoh uji kimia IK/BBTKLPPM/11-K/Pb-C dan pengambilan contoh uji biologi IK/BBTKLPPM/11-B/Pb-C-01 Yogyakarta. Analisis data kualitas lingkungan dilakukan secara deskriptif pada data hasil wawancara dengan responden, inspeksi sanitasi, dan data pemeriksaan contoh uji yang dibandingkan dengan Baku Mutu. Untuk mengetahui potensi risiko kesehatan maka akan dilakukan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) pada bahan pencemar air minum yang melebihi standar atau yang berpotensi menimbulkan pencemaran.

Hasil dan Pembahasan

A. Identifikasi Kondisi dan Kualitas Air Minum

1. Gambaran Umum

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Bantul merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang beralamat di Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo No. 83 Bantul Kode Pos 55711. Sumber air baku yang digunakan adalah air permukaan (Sungai Progo dan Sungai Oya), sumur dalam, mata air dan sumur dangkal. Untuk melayani pelanggan air minum di wilayah kabupaten Bantul, dari sejumlah air baku yang ada selanjutnya diolah di beberapa unit produksi antara lain: unit Kasihan, unit Bangunjiwo unit Sedayu, unit Guwosari, unit Sewon, dan unit Dlingo.

2. Pengolahan dan Pendistribusian Air PDAM Kabupaten Bantul.

a. Pengolahan air baku PDAM

- Air baku yang berasal dari air permukaan (air sungai)
Unit produksi yang menggunakan air baku air permukaan adalah unit Sedayu dan Unit Guwosari. Pengolahan air pada kedua unit tersebut hampir sama, perbedaannya pada unit Sedayu *Water Treatment Plant (WTP)* ada 2 buah, sedangkan di unit Guwosari hanya 1 buah dan tanpa pre chlorinasi. Pengolahan yang dilakukan adalah sebagai berikut: air sungai dipompa dan ditampung dalam bak

Pra sedimentasi, selanjutnya dialirkan ke bak pencampur *Poly Alum Carbonat (PAC)* sehingga akan terjadi koagulasi dengan membentuk flok yang kemudian diendapkan pada bak sedimentasi. Setelah diendapkan, air dipompa masuk ke *Pressure Filter* (bak filtrasi) yang terdiri dari 2 bak filtrasi dimana bak 1 penyaringan dengan carbon aktif, sedangkan bak 2 menggunakan pasir kuarsa. Air yang sudah tersaring di desinfeksi menggunakan *Calcium Hypochlorite* (Kaporit), selanjutnya ditampung dalam *ground reservoir*.

- Air baku sumur dalam/sumur dangkal.

Unit produksi yang menggunakan air baku sumur dalam/sumur dangkal adalah: unit Kasihan, unit Bangunjiwo, unit Guwosari, unit Sewon, dan unit Dlingo.

Air sumur dipompa, selanjutnya air ditampung dalam bak Aerasi, sebelum masuk ke bak sedimentasi ada perlakuan pre chlorinasi (penambahan *Calcium hypochlorite*) menggunakan *pre chlorinasi injection* untuk membuat timbulnya flok yang kemudian diendapkan pada bak sedimentasi. Setelah diendapkan selanjutnya air masuk bak filtrasi untuk disaring menggunakan pasir

silica dan *gravelpack*. Air yang keluar dari bak filtrasi kemudian ditampung dalam *ground reservoir*, untuk selanjutnya didesinfeksi menggunakan kaporit sebelum didistribusikan ke pelanggan.

- Air baku mata air, merupakan sumber pada unit Kasihan.

Air yang berasal dari mata

air tersebut langsung di desinfeksi menggunakan *Calcium hypochlorite* secara kontinyu dan selanjutnya didistribusikan ke pelanggan.

b. Pendistribusian ke pelanggan.

Air yang sudah diolah selanjutnya didistribusikan ke pelanggan di wilayah kabupaten Bantul. Adapun pendistribusian air PDAM kabupaten Bantul disajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Distribusi Air Produksi PDAM Bantul

No	Unit Produksi	Distribusi	Jml Pelanggan
1	Kasihan	Kasihan	1.606 KK
2	Bangunjiwo	Gunung Sempu, Tamantirto, Bangunjiwo	
3	Sedayu	Argosari dan Argomulyo (Reservoir 1), Argorejo (Reservoir 2)	2.298 KK
4	Guwosari	Pendowoharjo dan Bibis (sumber : sumur), Pajangan dan Bangunjiwo (sumber : Sungai)	2403 KK
5	Sewon	Sewon dan Bangunharjo	1423 KK
6	Dlingo	Dlingo	2.419 KK

Kriteria penilaian untuk tingkat risiko kualitas fisik air antara lain kekeruhan, bau, rasa, dan warna yang dinilai secara fisik. Bila air tidak keruh, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna maka tingkat risiko kualitas dikategorikan baik; namun bila ada salah satu dari kriteria tidak memenuhi syarat, maka tingkat risiko kualitas dikategorikan tidak baik. Adapun diagnosis tingkat risiko

pencemaran dinilai dari baik atau tidaknya kondisi sarana sumber air tersebut. Tingkat risiko pencemaran terbagi atas empat kategori yaitu rendah, sedang, tinggi, dan amat tinggi. Bila sumber air termasuk dalam kategori risiko tinggi dan amat tinggi maka diperlukan tindakan perbaikan. Hasil inspeksi dari sumber air PDAM Kabupaten Bantul dapat dilihat pada tabel 2 berikut

Tabel 2. Hasil Inspeksi Sanitasi Sumber Air PDAM Kabupaten Bantul Tahun 2011

No	Sumber	Unit	Hasil Inspeksi Sanitasi	
			Tingkat risiko kualitas fisik air	Tingkat risiko pencemaran
1	Sumur Dalam	Guwosari	Baik	Rendah
2	Mata Air	Dlingo	Baik	Rendah
3	Sumur Dalam	Sewon	Baik	Rendah
4	Sumur Dalam	Kasihan	Baik	Rendah
5	Sumur Dalam	Bangunjiwo	Baik	Rendah

4. Hasil Pemantauan Kualitas Air Baku dan Produk PDAM Kabupaten Bantul

Pemantauan kualitas air meliputi air baku sebelum dan setelah khlorinasi serta air minum produk PDAM yang didistribusikan ke pelanggan dari masing-masing unit produksi. Adapun hasil pemantauan air baku dan produk air PDAM pada masing-masing unit adalah sebagai berikut:

a. Unit Kasihan

Hasil pengujian terhadap contoh uji, diketahui bahwa kualitas air baku secara fisik kimia belum memenuhi Baku mutu air minum menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010¹, karena berbau, berasa dan berwarna serta parameter Fe dan Mn melebihi baku mutu, namun secara bakteriologi sudah memenuhi baku mutu. Kualitas air produksi PDAM secara fisik kimia dan bakteriologi sudah memenuhi baku mutu air minum, kecuali air PDAM pada titik terjauh terdeteksi bakteri *Coliform*. Demikian juga air PDAM pada titik terjauh dari sumber mata air secara bakteriologi tidak memenuhi syarat air minum karena terdeteksi bakteri *Coliform* dan *Fecal coliform*. Kadar sisa khlor yang diambil di kran di titik terjauh dan titik terjauh dari sumber mata air tidak memenuhi syarat sesuai Permenkes RI No.376/Menkes/VI/2010⁵.

Warna pada contoh uji sumur dalam kemungkinan akibat adanya kandungan Fe dan Mn yang melebihi baku mutu. Warna air dapat ditimbulkan oleh ion besi, mangan, humus, biota air, plankton, dan limbah industri. Kandungan Fe dan Mn merupakan kondisi alami khususnya untuk Daerah Istimewa Yogyakarta dan biasa ditemukan pada sumur dalam. Besi (Fe) pada minuman membentuk endapan pada pipa logam. Bakteri besi *Gallionella*

septotheix dan *Theo bacillus*, berkembang biak, menimbulkan merah, menyebabkan *clooging* dan bau, sedangkan Mangan (Mn) penyebab rasa pahit pada minuman, noda coklat, air teh kebiruan dan kerusakan hati. Secara umum kualitas air baku setelah dilakukan pengolahan ada beberapa parameter seperti Besi, dan Mangan terjadi penurunan konsentrasi sehingga memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan⁶.

b. Unit Bangunjiwo

Kualitas air baku PDAM Unit Bangunjiwo secara mikrobiologi sudah memenuhi baku mutu, namun secara fisik-kimia belum memenuhi baku mutu karena berwarna, berasa dan keruh serta Fe (Besi) dan Mn (Mangan) melebihi baku mutu. Demikian juga halnya dengan air baku setelah desinfeksi karena berasa dan berbau kaporit serta parameter Mangan melebihi baku mutu. Air PDAM pada pelanggan yang diambil di titik tengah dan terjauh dari jaringan pipa distribusi secara mikrobiologi tidak memenuhi baku mutu karena terdeteksi *Coliform* dan *Fecal coliform* serta secara kimia untuk parameter sisa klor juga tidak memenuhi baku mutu. Adanya bakteri *coliform* mengindikasikan bahwa pada air tersebut telah terjadi pencemaran, hal ini kemungkinan terjadi pencemaran sangat besar karena sisa klor sudah tak terdeteksi. Secara umum kualitas air baku setelah dilakukan pengolahan ada beberapa parameter seperti Kekeruhan, Besi dan Mangan terjadi penurunan konsentrasi sehingga memenuhi baku mutu yang disyaratkan

c. Unit Sedayu

Hasil pengujian menunjukkan kualitas air baku secara fisik sudah memenuhi baku mutu sesuai PP RI No 82/2001, namun secara kimia maupun

mikrobiologi belum memenuhi baku mutu, karena parameter Fe, Mn, *coliform* dan *fecal coliform* melebihi baku mutu yang disyaratkan. Kualitas air baku setelah desinfeksi dan air PDAM di pelanggan secara kimia sudah memenuhi baku mutu, namun secara fisik dan mikrobiologi belum memenuhi baku mutu karena berbau kaporit dan terdeteksi bakteri *coliform* dan *fecal coliform* khususnya air PDAM yang diambil di titik terjauh dari reservoir-1.

d. Unit Guwosari:

- **Sumber Kaliputih**

Kualitas air baku sebelum desinfeksi secara fisik kimia belum memenuhi Baku Mutu Air Minum, karena terdeteksi bau, warna, rasa, kekeruhan, Fe, dan Mn. Contoh uji air PDAM setelah desinfeksi belum memenuhi persyaratan baik fisik maupun kimia karena berbau, berasa dan Mn melebihi baku mutu yang disyaratkan. Kualitas mikrobiologi umumnya sudah memenuhi persyaratan kecuali pada contoh uji di titik terjauh karena terdeteksi *Coliform*. Hal tersebut kemungkinan sisa khlor sebagai desinfektan bakteri tidak sampai di titik terjauh. Secara umum kualitas air baku setelah dilakukan pengolahan ada beberapa parameter seperti Kekeruhan, Besi, Mangan dan Warna terjadi penurunan konsentrasi sehingga memenuhi baku mutu yang disyaratkan.

- **Sumber Sungai Progo**

Secara kimia dan mikrobiologi, kualitas air baku tidak memenuhi Baku Mutu menurut Peraturan Pemerintah No.82 Th.2001 Kelas

1, karena Fe dan Mn serta *Coliform* dan *Fecal coliform* melebihi baku mutu yang disyaratkan. Kualitas air baku PDAM unit Guwosari setelah desinfeksi maupun air PDAM pada pelanggan yang diambil di titik tengah dan di titik terjauh, secara kimia dan mikrobiologi sudah memenuhi Baku mutu, namun secara fisik tidak memenuhi baku mutu, karena berbau kaporit. Secara umum kualitas air baku setelah dilakukan pengolahan ada beberapa parameter seperti Kekeruhan, Besi, Mangan, *Coliform* dan *Fecal Coliform* terjadi penurunan konsentrasi sehingga memenuhi baku mutu yang disyaratkan

e. Unit Sewon

Kualitas air baku secara bakteriologi sudah memenuhi baku mutu air minum, namun secara fisik kimia belum memenuhi syarat karena berasa serta pH kurang dari baku mutu yakni 5,9. Kualitas air baku setelah khlorinasi maupun air PDAM di pelanggan terdekat, tengah dan jauh secara mikrobiologi sudah memenuhi baku mutu air minum. Kualitas secara kimia umumnya sudah memenuhi baku mutu air minum kecuali pada air baku setelah khlorinasi, parameter pH di bawah baku mutu (6,0), sedangkan untuk parameter sisa khlor di titik terjauh tidak memenuhi baku mutu.

f. Unit Dlingo

Sebagian besar parameter sudah memenuhi Baku Mutu, namun

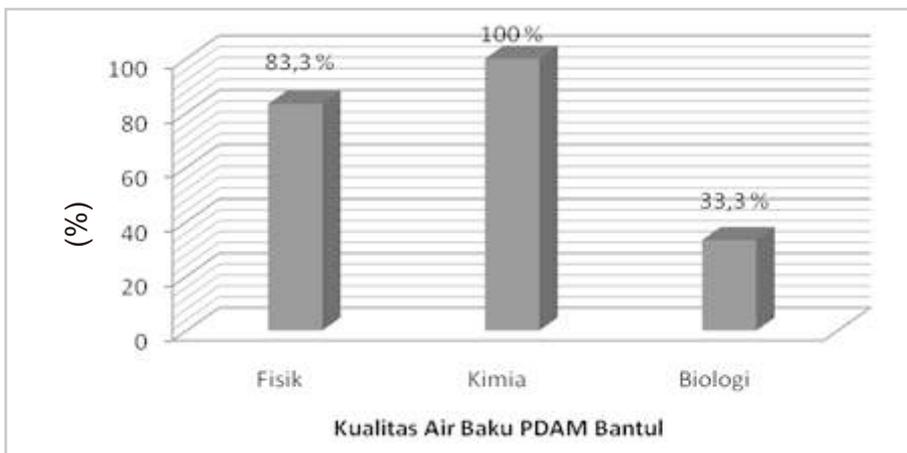
dari ke tiga contoh uji yang diperiksa berbau kaporit serta terdeteksi sisa klor yang melebihi Baku Mutu terutama pada pelanggan di titik tengah dan terjauh.

5. Gambaran Kualitas Air PDAM Kabupaten Bantul

Hasil pemeriksaan contoh uji air PDAM Kabupaten Bantul yang diambil pada 6 unit produksi mulai dari sumber air/air baku, air PDAM yang sudah diolah/klorinasi, dan air PDAM yang didistribusikan ke pelanggan adalah sebagai berikut :

a. Sumber air :

Hasil uji air sumber PDAM Bantul yang diambil di 6 (enam) sumber air, secara fisik 5 sumber (83,3%) belum memenuhi baku mutu air minum, karena berbau, berasa, berwarna dan sebagian sumber keruh. Kualitas air sumber secara kimia seluruh sumber (/100%) tidak memenuhi baku mutu karena parameter Fe dan Mn melebihi baku mutu dan sebagian sumber memiliki pH yang rendah (dibawah baku mutu). Secara mikrobiologi 2 dari 6 sumber (33,3%) tidak memenuhi baku mutu. Persentase Tidak memenuhi Syarat kualitas sumber air PDAM Kabupaten Bantul tersaji dalam grafik 1 berikut:

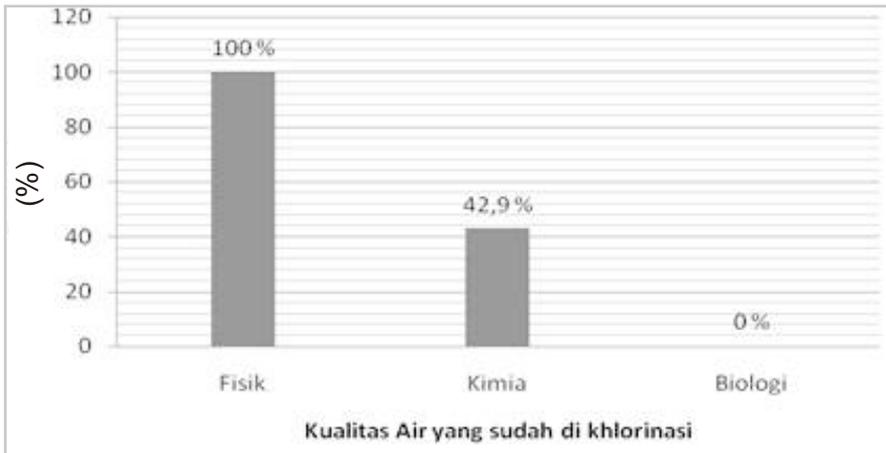


Grafik 1. Persentase Tidak Memenuhi Syarat (TMS) Kualitas Air Baku PDAM Bantul Tahun 2011.

b. Air yang sudah diolah/klorinasi

Hasil contoh uji dari 7 air PDAM yang sudah diolah/klorinasi secara fisik kimia tidak memenuhi baku mutu air minum. Secara fisik sebesar 100% TMS karena berbau kaporit dan sebagian berasa serta keruh, sedangkan secara kimia 3 dari 7 contoh uji (42,9%) TMS karena

parameter Mn melebihi baku mutu dan sebagian air memiliki pH rendah (6,0). Apabila ditinjau adanya sisa klor, 2 dari 7 (28,6%) contoh uji air PDAM yang sudah diolah sudah memenuhi baku mutu. Berikut persentase tidak memenuhi syarat kualitas air PDAM setelah diolah/klorinasi pada grafik 2:

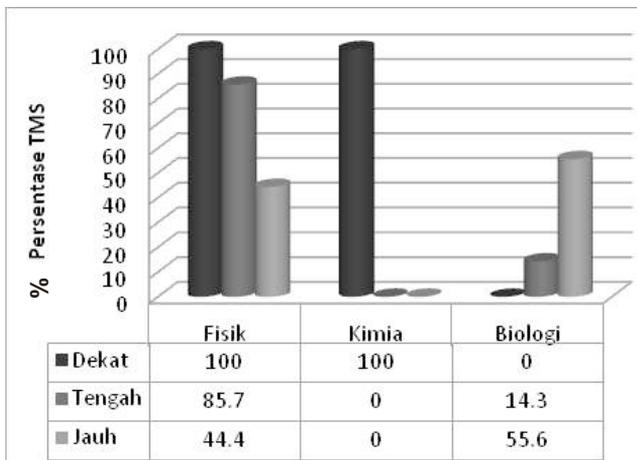


Grafik 2. Persentase Tidak memenuhi Syarat (TMS) Air PDAM Bantul setelah diolah/klorinasi

c. Air PDAM yang didistribusikan ke pelanggan

Hasil uji air PDAM di pelanggan terdekat secara fisik kimia tidak memenuhi baku mutu air minum, namun secara mikrobiologi sudah memenuhi baku mutu. Kualitas air PDAM di pelanggan tengah secara fisik 6 dari 7 (85,7%) contoh uji dan secara mikrobiologi 1 dari 7 (14,3%) contoh uji belum memenuhi baku

mutu karena berbau kaporit dan terdeteksi *Coliform*. Kualitas air PDAM di pelanggan terjauh secara fisik 4 dari 9 (44,4%) contoh uji dan mikrobiologi 5 dari 9 (55,6%) contoh uji tidak memenuhi baku mutu. Adapun gambaran kualitas air PDAM di pelanggan terdekat, tengah, dan jauh dapat diketahui pada grafik 3 berikut :



Grafik 3. Persentase Tidak Memenuhi Syarat (TMS) air PDAM Bantul di Pelanggan

6. Persepsi Masyarakat Terhadap Air PDAM Kabupaten Bantul

Persepsi masyarakat terhadap air PDAM diperoleh dari wawancara menggunakan kuesioner. Jumlah keseluruhan ada 45 responden, yang merupakan pelanggan PDAM yang diambil contoh uji airnya dan pelanggan di sekitar lokasi pengambilan contoh uji. Hasil yang diperoleh sebagai berikut :

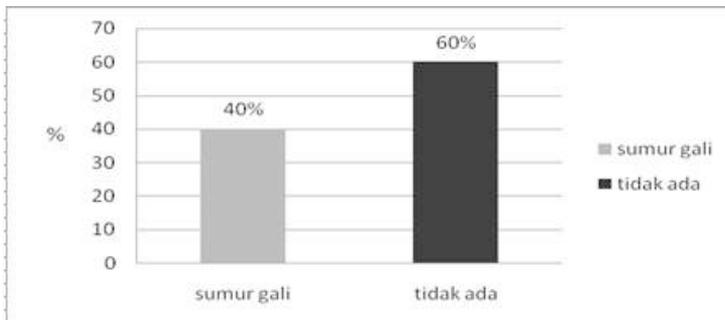
1). Data Umum Responden

Data umum dari 45 responden, latar belakang pendidikan responden tamatan SLTA 44,2% , S1 sebanyak 31,1%, D3 11,1%, SD 11,1% , sisanya tamatan S2 dan SPG. Ditinjau dari pekerjaan, terbanyak bekerja sebagai

pegawai swasta (40%), PNS/BUMN/Polri (24,4%), pensiunan (17,8%), sisanya sebagai buruh, petani, dan ibu rumah tangga.

- 2). Lama waktu berlangganan dan rerata penggunaan air per bulan
Sebagian besar responden telah berlangganan air PDAM dalam kurun waktu ≤ 10 tahun; sebagian lagi antara 11-20 tahun dengan rata-rata penggunaan perbulan 10-30 m³.
- 3). Kepemilikan sumber air selain air PDAM

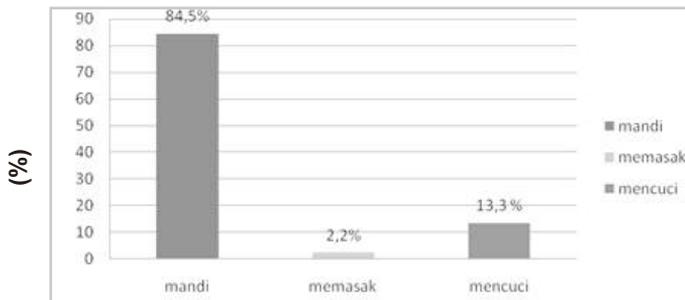
Berdasarkan hasil wawancara dengan 45 pelanggan PDAM, kepemilikan sumber air selain PDAM, dapat terlihat pada grafik 4 berikut.:



Grafik 4. Distribusi berdasarkan Kepemilikan Sumber Air Selain PDAM

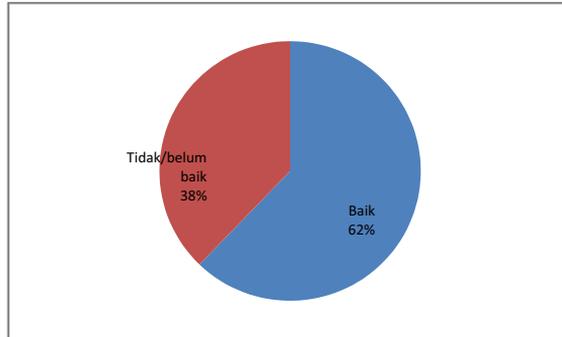
4). Pemanfaatan air PDAM

Pemanfaatan air PDAM oleh pelanggan sehari-hari dapat dilihat pada grafik 5 berikut.



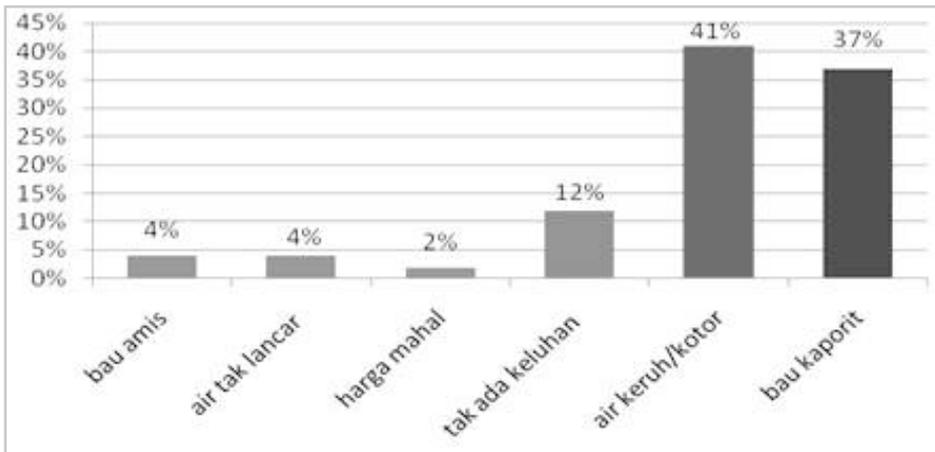
Grafik 5. Distribusi berdasarkan Pemanfaatan Air PDAM Oleh Pelanggan

- 5). Perlakuan terhadap Air PDAM sebelum dikonsumsi
 Hasil wawancara dengan 45 pelanggan PDAM, 100% menyatakan selalu memasak/merebus air PDAM terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.
- 6). Persepsi pelanggan terhadap kualitas air PDAM
 Hasil wawancara dengan 45 pelanggan PDAM mengenai kualitas air PDAM dapat dilihat pada grafik 6 berikut:



Grafik 6. Distribusi berdasarkan Persepsi Pelanggan Mengenai Kualitas Air PDAM

Meski kualitas air menurut responden sudah cukup baik, namun masih ada hal yang dikeluhkan oleh pelanggan dengan jenis keluhan terlihat pada grafik 7 berikut:



Grafik 7. Distribusi berdasarkan Keluhan Responden Mengenai Kondisi Air PDAM

B. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

1. Identifikasi Bahaya.

Identifikasi bahaya adalah langkah identifikasi terhadap efek yang merugikan atau kapasitas yang dimiliki oleh suatu bahan yang dapat menimbulkan kerugian⁷. Dalam penelitian ini, pertimbangan utama dalam memilih bahan kimia yang teridentifikasi sebagai potensi bahaya berdasarkan pertimbangan baku mutu, dan diperoleh *listing* parameter yang melebihi baku mutu, adalah parameter Fe dan Mn serta parameter mikrobiologi adalah *Coliform* dan *Fecal coliform*.

Parameter yang akan dihitung ARKL dalam kajian ini adalah Mn pada air minum di pelanggan, sedangkan parameter *Coliform* dan *Fecal coliform* tidak dilakukan ARKL karena semua pelanggan telah merebus air PDAM sebelum dikonsumsi (berdasarkan wawancara yang telah dilakukan), sehingga jumlah bakteri *Coliform* dan *Fecal coliform* yang terakhir masuk ke dalam tubuh pelanggan yang dibutuhkan untuk ARKL tidak diketahui.

Berikut tabel yang memuat konsentrasi minimal dan maksimal *Risk Agent* Mn pada air minum PDAM Kabupaten Bantul.

Tabel 3. Konsentrasi Mn pada air minum PDAM Kabupaten Bantul Tahun 2011

Sampling Point (Unit Produksi)	Konsentrasi Mn (mg/l)	
	Minimal	Maksimal
Kasih	0,0220	0,0968
Bangunjiwo	0,2668	0,2951
Sedayu	0,0220	0,0260
Guwosari	0,0209	0,0209
Sewon	0,0209	0,0209
Dlingo	0,0209	0,0209

2. Analisis Paparan

Analisis paparan digunakan untuk menghitung dosis atau jumlah *risk agent* yang diterima individu. Paparan menjadi media pertemuan antara *risk agent* dengan reseptor. Jalur paparan pada studi analisis

risiko kesehatan ini adalah air minum PDAM Bantul. Dosis paparan yang diterima oleh masyarakat pengguna air PDAM sebagai reseptor, ini dinyatakan sebagai *intake* (I) dihitung memakai persamaan berikut:

$$I = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan:

- I = asupan/*intake*, mg/kg/hari
- C = konsentrasi *risk agent*, mg/l
- R = laju asupan atau konsumsi, l/hr
- f_E = frekuensi pajanan, hari/tahun
- D_t = durasi pajanan (*riil-time/life-time*), tahun
- W_b = berat badan, kg
- t_{avg} = periode waktu rata-rata
= 30 th × 365 hari/tahun untuk zat nonkarsinogenik

Faktor-faktor pemajanan untuk menghitung asumsi dosis pajanan/*Intake* pada studi ini didasarkan pada nilai *default* ⁸. Nilai faktor pemajaran yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 4. Faktor-Faktor Pajanan *Default* untuk Jalur Pemaparan Air Minum Sebagai Dasar Penghitungan *Intake* untuk Populasi Berisiko Penduduk (*Residential*)

Faktor Pajanan	Satuan	Nilai
R (Konsumsi)	l/hr	2
f _E (Frekuensi Pajanan)	hr/th	350
D _t (Durasi Pajanan)	Th	30
W _b (Berat Badan)	Kg	55

Berdasarkan data di atas, dapat dihitung besarnya *intake* parameter Mn yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Besaran *Intake* Mn pada responden PDAM Kabupaten Bantul untuk waktu pajanan 30 tahun

Unit Produksi	<i>Intake</i> Mn (mg/kg/hari)	
	Minimal	Maksimal
Kasih	0,000767	0,003480
Bangunjiwo	0,009303	0,010290
Sedayu	0,000767	0,000907
Guwosari	0,00073	0,00073
Sewon	0,00073	0,00073
Dlingo	0,00073	0,00073

Data pada tabel diatas, menunjukkan besaran *intake* minimal dan maksimal parameter Mn di tiga unit distribusi (Kasih, Bangunjiwo, dan Sedayu), sedangkan 3 unit distribusi lainnya Mn terdeteksi sangat kecil. Oleh karena setiap unit produksi melayani wilayah distribusi sendiri, maka *intake* parameter Mn di unit Bangunjiwo misalnya, dapat dibaca sebagai, jumlah Mn yang diterima oleh pelanggan dengan berat badan 55 kg yang minum air PDAM dari unit produksi Bangunjiwo sebanyak 2 liter per hari selama 350 hari per tahun, dalam durasi waktu paparan 30 tahun akan menerima paparan Mn minimal sebesar 0,009303 mg/kg/hari dan maksimal 0,010290 mg/kg/hari.

3. Analisis dosis respon

Langkah ke tiga dalam studi analisis risiko kesehatan adalah melakukan penilaian dosis respon, untuk menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas *risk agent*

yang dinyatakan sebagai *RfD* (*reference doses*) untuk efek-efek non-karsinogenik. Sebagaimana dimaksud, *RfD* menyatakan estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak atau belum menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hidup. Nilai *RfD* dinyatakan dalam mg *risk agent* per kg berat badan per hari (mg/kg/hari). Nilai *RfD* dari parameter Mn sebesar 0,005mg/kg/hari.

4. Karakteristik risiko

Karakteristik risiko menyatakan spesifikasi risiko yang kemungkinan bisa diterima oleh reseptor atau tidak, dan dinyatakan sebagai nilai *RQ*. Risiko dapat diterima jika tingkat risiko atau *Risk Quotient* (*RQ*) lebih kecil dari satu. Dapat dihitung nilai *RQ* parameter Mn pada kelima unit produksi PDAM Kabupaten Bantul, dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai *Risk Quotient* (*RQ*) parameter Mn pada Beberapa Unit Produksi PDAM Kabupaten Bantul Tahun 2011

Unit Produksi	<i>RQ</i> Mn	
	Minimal	Maksimal
Kasih	0,1534	0,696
Bangunjiwo	1,8606	2,0258
Sedayu	0,1534	0,1814
Guwosari	0,0001	0,0001
Sewon	0,0001	0,0001
Dlingo	0,0001	0,0001

Tabel 6 tersebut di atas menunjukkan hasil perhitungan tingkat risiko yang memberikan gambaran bahwa pada unit Bangunjiwo parameter Mangan mempunyai nilai *RQ* diatas 1 yang berarti perlu dilakukan pengelolaan risiko.

C. MANAJEMEN RISIKO KESEHATAN

Formulasi manajemen risiko adalah menyusun berbagai cara sedemikian rupa sehingga nilai *intake risk agent* sama atau lebih kecil RfD. Beberapa cara untuk menurunkan risiko antara lain dengan mengatur pola konsumsi dan mengurangi konsentrasi bahan pencemar di air⁷.

Berikut contoh perhitungan terkait pengelolaan risiko Mn misal dengan menghitung konsentrasi maksimum Mn dan frekuensi pajanan dengan karakter sebagai berikut: air PDAM dikonsumsi (R) : 2 liter/hari, frekuensi pajanan (f_E) : 350 hari/th, durasi pajanan (D_t) : 30 th, berat badan (W_b) : 55 kg, periode waktu rata-rata (t_{avg}) : 30 th x 350 hari/tahun.

Alternatif 1 :

Perhitungan untuk mengetahui konsentrasi ©

$$I = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$0,005 = \frac{C \times 2 \times 350 \times 30}{55 \times (30 \times 365)}$$

$$C = \frac{0,005 \times 55 \times (30 \times 365)}{2 \times (30 \times 365)}$$

$$C = \frac{0,005 \times 602.250}{21.444}$$

$$C = \frac{3.011,25}{21.444}$$

$$C = 0,1433 \text{ mg / liter}$$

Berdasarkan perhitungan diatas konsentrasi maksimal parameter Mn yang boleh dikonsumsi oleh pelanggan dengan karakter tersebut diatas adalah 0,1433 mg/liter.

Alternatif 2:

Perhitungan untuk mengetahui jumlah/volume air yang dikonsumsi (R)

$$0,005 = \frac{1,8606 \times R \times 350 \times 30}{55 \times (30 \times 365)}$$

$$R = \frac{0,005 \times 55 \times (30 \times 365)}{1,8606 \times 350}$$

$$R = \frac{0,005 \times 602.250}{19.536}$$

$$R = \frac{3.011,25}{19.536}$$

$$R = 0,1541 \text{ L / hr}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa volume air PDAM yang bisa dikonsumsi maksimal 0,1541 L/hr, sementara volume konsumsi per hari diasumsikan 2 L/hr, sehingga selebihnya dapat dikonsumsi dari sumber lain.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas (alternatif 1 dan alternatif 2), alternatif 1 memungkinkan untuk diaplikasikan, yakni dengan menurunkan kadar Mn yang ada di air PDAM. Ada beberapa proses untuk menurunkan kadar kadmium (Mn):

1. Oksidasi dengan :
 - a. Udara (Aerasi)
 - b. Klorin (Klorinasi)
2. Pertukaran ion dengan menggunakan Resin (*Cation Exchanger*)

Fungsinya untuk menyaring partikel, menarik partikel bermuatan positif dalam bentuk koloid atau flok dari Fe dan Mn, dan menahan sebagian bakteri.

3. Filtrasi dengan pasir aktif (media filter mengandung MnO_2)
4. Koagulasi Tawas/PAC dan kapur
Hal-hal yang perlu diperhatikan pada proses ini adalah :
 - a. Ikatan besi yang ada dalam air
 - b. Pemilihan dosis yang tepat
 - c. pH setelah koagulasi dan netralisasi $> 7,5$
 - d. Waktu tinggal di bak pengendap
 - e. Kecepatan filtrasi 5 - 10 m/jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, dapat disusun kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil inspeksi sanitasi terhadap sumber air bersih dari lima unit produksi PDAM Kabupaten Bantul dalam kategori sanitasi yang baik dengan tingkat risiko pencemaran kategori rendah.
2. Kualitas air baku PDAM Bantul yang dipantau di enam unit produksi secara fisik kimia dan mikrobiologi belum memenuhi baku mutu air minum. Persentase secara fisika 83,3% (berbau, berwarna, dan keruh), secara kimia 100% (Fe, Mn, $pH < 6,5$), dan secara mikrobiologi 33,3% (*Coliform* dan *Colitinja* pada air baku sungai).
3. Kualitas air PDAM di pelanggan terdekat secara fisik kimia belum memenuhi baku mutu air minum, karena berbau kaporit serta $pH < 6,5$, namun secara mikrobiologi sudah

memenuhi baku mutu. Kualitas air PDAM yang tidak memenuhi baku mutu, di pelanggan tengah secara fisik 85,7% dan secara mikrobiologi 14,3% (berbau kaporit dan terdeteksi *Coliform*), pelanggan terjauh secara fisik 44,4% dan mikrobiologi 55,6%.

4. Terdapat satu unit produksi yang mempunyai tingkat risiko (berpotensi) menimbulkan gangguan kesehatan, apabila tidak dilakukan pengelolaan secara baik, terutama untuk parameter Mn ($RQ > 1$), walaupun hasil pengujian yang telah dilakukan masih di bawah baku mutu air minum. Demikian pula parameter *Coliform* dan *Fecal Coliform* di beberapa unit produksi masih terdeteksi terutama titik tengah dan jauh.
5. Salah satu manajemen risiko yang dapat dilakukan secara teknis, untuk parameter mikrobiologi adalah dengan klorinasi. Untuk parameter kimia khususnya Mn adalah menggunakan proses oksidasi, pertukaran ion, filtrasi, dan koagulasi

DAFTAR PUSTAKA

1. Kem.Kes RI, 2010. Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*, Jakarta.
2. WHO, 2008. *Guidelines For drinking-Water Quality Third Edition*. World Health Organization, Geneva.
3. Ahmed, Rabia, 2010. *Drinking Water Contamination and Its Effects on Human Health*.MPHP 429: Introduction to Environmental Health. <http://www.cwru.edu/>

med/epidbio/mphp439/Drinking_Water.pdf

4. Raini, Mariana; Isnawati, Ani; Kurniati. 2004. *Kualitas Fisik Dan Kimia Air Pam Di Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi Tahun 1999 – 2001*. Media Litbang Kesehatan Volume XIV Nomor 3 Tahun 2004. <http://www.media.litbang.depkes.go.id/data/air.pdf>
5. Kem.Kes RI, 2010. Baku mutu sisa chlor menurut Permenkes RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang *Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*, Jakarta.
6. Pitojo, Setijo, 2003. *Deteksi Pencemar Air Minum*. Aneka Ilmu. Semarang.
7. Badan POM, 2001. *Prinsip-prinsip Analisis Risiko*. Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. Jakarta.
8. Rahman, 2005. *Prinsip-prinsip dasar, Metode, Teknik dan Prosedur Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. FKM UI: Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri, Jakarta.

GAMBARAN KUALITAS LINGKUNGAN SENTRA INDUSTRI BATIK DI KABUPATEN KULON PROGO TAHUN 2011

Dien Arsanti¹, Singgih Adi Triyono², Indaryati³, Yuli Astantin⁴,
^{1,2,3,4} BBTKLPP Yogyakarta

INTISARI

Salah satu sentra industri batik yang ada di Kabupaten Kulon Progo Propinsi DIY adalah di Desa Gulurejo Kecamatan Lendah. Di desa Gulurejo Industri batik merupakan industri terbanyak ke dua diantara jenis industri lain yang berjumlah 157 industri. Proses pembuatan batik di desa Gulurejo dilakukan secara sederhana dan limbah produksi umumnya diresapkan ke dalam tanah. Hal ini melatarbelakangi perlunya dilakukan kajian untuk mengetahui gambaran kualitas lingkungan di sekitar industri batik dan potensi risiko kesehatan karena terpapar lingkungan yang diduga tercemar limbah industri batik.

Terkait pengolahan data yang dilakukan, kajian ini adalah kajian deskriptif. Data yang dikumpulkan adalah data kualitas lingkungan yang terdiri dari kualitas air tanah, tanah dan limbah cair industri batik. Data yang lain yaitu keluhan, persepsi dan gejala kesehatan yang dirasakan responden dan data mengenai industri batik. Responden adalah penduduk dan pekerja industri batik. Jumlah sampel yaitu: sembilan untuk contoh uji air tanah; dua untuk contoh uji limbah cair; tiga untuk contoh uji tanah. Total 26 responden dengan perincian 15 orang pekerja dan 11 orang penduduk. Data dikumpulkan dengan cara pemeriksaan laboratorium, observasi dan wawancara. Kegiatan ini dilaksanakan tanggal 20-22 Juni 2011.

Analisis data mendapatkan secara fisik 100% air tanah masih memenuhi persyaratan kualitas air bersih, secara kimia 33% air tanah tidak memenuhi persyaratan air bersih untuk parameter pH atau Nitrat, secara mikrobiologis 100% contoh uji air tanah tidak memenuhi persyaratan air bersih untuk parameter Total *Coliform*. Hasil pengujian tanah menunjukkan konsentrasi tertinggi dari parameter yang diperiksa (Cu, Cr, Zn) tidak berasal dari contoh uji tanah yang diambil di lingkungan industri batik skala sedang, tetapi dari industri batik rumahan. Hasil pengujian limbah cair menunjukkan kadar semua parameter (pH, BOD, COD, TDS, TSS) tidak memenuhi persyaratan yang ada, sedangkan untuk parameter Cu, Cr dan Zn konsentrasinya relatif rendah karena kadarnya dibawah kadar maksimum yang disyaratkan untuk air bersih.

Potensi risiko kesehatan lebih disebabkan karena paparan bahan pencemar biologis dalam air tanah yang tidak berhubungan secara langsung dengan dampak dari limbah industri batik.

Kata Kunci: limbah, batik, kulon progo, kesehatan

PENDAHULUAN

Sentra industri batik yang tumbuh di beberapa wilayah di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sampai saat ini belum memunculkan permasalahan lingkungan yang serius. Hal ini berdasarkan pada belum adanya aduan dari masyarakat mengenai pencemaran dari industri batik. Belum adanya masalah pencemaran lingkungan yang muncul bukan berarti tidak akan muncul masalah. Seringkali perhatian diberikan ketika permasalahan sudah muncul dan masalah telah menjadi kompleks karena menyangkut hajat hidup orang banyak sehingga sulit untuk diatasi.

Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu kabupaten di wilayah Propinsi DIY yang terletak paling barat. Salah satu kerajinan unggulan dari Kabupaten Kulon Progo adalah industri kerajinan batik dengan jumlah unit usaha batik sekitar 77 unit usaha¹. Salah satu sentra industri batik yang ada di Kabupaten Kulon Progo ada di Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah. Industri batik merupakan industri terbanyak nomor dua di Desa Gulurejo yang berjumlah 157 industri, baik industri rumahan, industri kecil maupun industri sedang. Salah satu dusun yang ada di Desa Gulurejo yang menjadi sentra industri batik adalah Dusun Mendiro. Di Dusun Mendiro ada tiga industri batik skala kecil sampai dengan sedang. Selain itu banyak penduduknya yang melakukan industri batik rumahan.

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi batik yang utama adalah limbah cair. Pengolahan limbah cair dari industri batik kebanyakan menggunakan teknik peresapan, demikian halnya yang terjadi di Dusun Mendiro. Hal ini berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan terutama air tanah di sekitar tempat peresapan limbah.

Salah satu tugas pokok BBTKL-PPM Yogyakarta khususnya Bidang Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL) berdasarkan SK Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 267/SK/III/2004 adalah melaksanakan perencanaan dan evaluasi pelaksanaan analisis dampak kesehatan lingkungan fisik dan kimia serta dampak lingkungan biologi. Dalam upaya pelaksanaan tugas pokok tersebut dan untuk mencegah terjadinya dampak negatif dari maraknya industri batik di wilayah Kabupaten Kulon Progo maka dilakukanlah kajian “Gambaran Kualitas Lingkungan di Sentra Industri Batik di Kabupaten Kulon Progo Tahun 2011”.

Secara umum kajian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kualitas lingkungan di sentra industri batik Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo dan untuk mengetahui potensi risiko kesehatan dari paparan bahan pencemar yang tidak memenuhi persyaratan atau baku mutu.

METODE KAJIAN

Jenis Kajian

Jenis kajian adalah deskriptif yaitu kajian yang bermaksud untuk mendapatkan gambaran kualitas lingkungan di sentra industri batik serta persepsi masyarakat dan pekerja mengenai keberadaan industri batik dan keluhan kesehatan yang dirasakan oleh pekerja dan masyarakat.

Lokasi dan obyek kajian

Lokasi kajian adalah sentra industri batik di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo. Obyek kajian adalah tiga industri batik yang setiap hari memproduksi yang ada di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon

Progo.

Jenis data dan Parameter pengujian

Data yang dikumpulkan dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Data kualitas air sumur gali (Fisika: Rasa, Bau, Warna, TDS, Kekeruhan dan suhu; Kimia: Hg, As, Fe, Deterjen, Cu, F, Cd, Kesadahan sbg CaCO₃, Cl, Cr⁺⁶, Mn, Na, NO₃-N, NO₂-N, Ag, pH, Zn, CN, SO₄, Pb, KMnO₄, dan Se, Biologi; *Total Coliform*)
2. Data kualitas tanah dengan parameter pemeriksaan Cu, Cr, Zn
3. Data kualitas limbah cair dengan parameter pemeriksaan pH, BOD, COD, TSS, TDS, suhu, Cu, Cr, Zn
4. Data keluhan, persepsi dan gejala kesehatan yang dirasakan responden terkait pencemaran dari industri batik
5. Data mengenai pengelolaan limbah industri batik

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam kajian ini dikumpulkan memakai cara sebagai berikut:

1. Pemeriksaan laboratorium untuk data kualitas air tanah, tanah dan limbah cair
2. Wawancara untuk mengetahui keluhan, persepsi dan gejala kesehatan yang dirasakan responden terkait paparan bahan pencemar di lingkungan.

Jumlah Sampel

Jumlah sampel/ contoh uji/ responden dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Tiga contoh uji limbah cair yang berasal dari tiga industri batik skala kecil
2. Sembilan contoh uji air tanah yang mewakili air tanah dari sumur gali milik industri batik skala kecil, industri batik skala rumah tangga dan

rumah penduduk yang tidak memproduksi batik sama sekali. Masing-masing kelompok diambil tiga contoh uji

3. Tiga contoh uji tanah berasal dari industri batik skala kecil, industri batik rumah tangga dan dari rumah penduduk yang tidak memproduksi batik sama sekali. Masing-masing diambil satu contoh uji
4. Dua puluh enam responden terdiri dari 15 orang pekerja dan 11 orang penduduk yang tidak bekerja di industri batik skala kecil (selanjutnya disebut penduduk saja).

Periode Data

Kegiatan pengambilan contoh uji media lingkungan dan wawancara dilaksanakan tanggal 6-8 Juni 2011.

Pengolahan dan Analisis Data

Data diolah secara deskriptif dengan cara mengelompokkan data berdasarkan parameter dan lokasi pengambilan contoh uji. Kemudian data dibandingkan baku mutu lingkungan yang sesuai jenis dan peruntukan media lingkungan. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk grafik dan/atau tabel untuk memudahkan dibaca secara visual.

HASIL

Industri batik di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Iendah, Kabupaten Kulon Progo

Industri batik di Dusun Mendiro dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu industri batik skala kecil (jumlah pekerja <20 orang) dan industri batik rumah tangga (hanya dilakukan oleh anggota keluarga saja sehingga jumlah tenaga kerja <4

orang).

Di Dusun Mendiro ada tiga industri batik skala kecil yaitu Batik Yoga dengan jumlah pekerja 6 orang, Batik Adek dengan jumlah pekerja 7 orang dan Batik Darminto dengan jumlah pekerja 12 orang. Kapasitas produksi batik Yoga sekitar 100-200 potong/bulan, batik Adek 400 potong/minggu dan Batik Darminto 400 potong/bulan.

Proses produksi batik di tiga industri batik tersebut hampir sama yaitu:

1. Kain putih digambar (*design*)
2. Setelah itu dibatik menggunakan lilin/membatik
3. Pewarnaan dasar
4. Menutup warna yang muda dengan lilin/membatik lagi
5. Pewarnaan tua
6. Ngelorot/ngebyok dengan air mendidih
7. Jemur

Pengelolaan limbah yang dihasilkan dari tiga industri batik berupa limbah padat dan limbah cair adalah sama yaitu limbah padat yang berupa lilin dimanfaatkan kembali untuk membatik, sedangkan limbah cair dibuang di sumur peresapan. Berbeda dibanding Batik Adek dan Batik Yoga, limbah Batik Darminto dibuang ke sungai yang terletak di belakang rumah.

Karakteristik responden

Karakteristik responden dengan kategori penduduk

Jumlah responden dengan kategori penduduk sejumlah 11 orang dengan rincian dua orang berjenis kelamin laki-laki dan sembilan orang perempuan. Usia responden berkisar antara 14-70 tahun dengan pekerjaan bervariasi yaitu pelajar, ibu rumah tangga, petani dan sebagian besar adalah pembatik (54%).

Pendidikan responden bervariasi yaitu dari tidak tamat SD sampai tamat SLTA, yang sebagian besar responden tamat SD dan SLTP dengan persentase masing-masing 36%. Lama tinggal responden di Dusun Mendiro berkisar antara < 1 tahun sampai <50 tahun. Jarak responden dengan industri batik terdekat bervariasi, yang terdekat yaitu <10m dan terjauh 50m.

Karakteristik responden dengan kategori pekerja

Jumlah responden kelompok sejumlah 15 orang. Jumlah responden kategori pekerja laki-laki sejumlah lima orang dan perempuan sejumlah 10 orang. Usia responden berkisar antara 14-55 tahun yang sebagian besar tamatan SD (40%).

Lama kerja responden di industri batik sebagian besar antara 11-20 tahun yaitu 40% pekerja. Dalam sehari waktu kerja responden antara 7-12 jam/hari dan antara 6-7 hari/minggu. Dalam sehari sebagian besar responden (80%) mengkonsumsi air minum sekitar 1-1,5 liter.

Dalam melaksanakan pekerjaannya di industri batik, beberapa responden hanya mengerjakan satu tugas saja misalnya membatik saja dilakukan oleh lima responden dan pewarnaan saja dilakukan oleh tiga responden. Responden yang lain mengerjakan banyak tugas seperti batik dan pewarnaan dilakukan oleh tiga responden, sedangkan tiga responden yang lain mempunyai tugas bervariasi yaitu membatik, cap canting, pewarnaan dan/atau pencucian.

Dalam bekerja 60% responden tidak menggunakan alat pelindung diri (APD), sedangkan 27% responden menggunakan APD seperti sarung tangan, masker, dan sepatu boot, dan sisanya 13% responden

tidak menjawab.

Sebagian besar responden tinggal di tempat kerja yaitu 53% responden, sisanya yaitu 33% tidak menjawab dan 14% pulang ke rumahnya yang berjarak sekitar 7 km.

Kondisi sanitasi responden

Sumber air minum dan air bersih

Sumber air minum yang dikonsumsi dan sumber air bersih yang digunakan oleh responden sebagian besar berasal dari sumur gali yaitu 100% untuk responden pekerja dan 81% untuk responden penduduk.

Kepemilikan jamban

Kepemilikan jamban, 81% responden (9 orang) mempunyai jamban tetapi satu orang tidak dilengkapi septik tank dan 8 orang dilengkapi *septic tank*. Untuk pekerja, seluruh pekerja BAB di tempat kerja. Pemilik industri batik sudah menyediakan sarana BAB berupa jamban yang dilengkapi septik tank yang terpisah septik tank untuk pembuangan limbah cair dari industri batik.

Pengelolaan sampah

Pengelolaan sampah, 81% (9 orang) responden mengelola sampah dengan cara dikumpulkan kemudian dibakar di halaman rumah. Untuk 73% pekerja (yang bekerja di Batik Adek, Yoga dan Darminto yang diobservasi dalam kajian ini), pengelolaan sampah mengikuti metode pengelolaan sampah yang dilakukan oleh pemilik industri batik yaitu dikumpulkan kemudian dibakar di halaman rumah.

Keluhan responden terkait lingkungan

Keluhan responden terkait air bersih dan air minum

Terkait air sumur gali yang dikonsumsi dan digunakan untuk keperluan sehari-hari, sebagian besar responden yaitu 47% pekerja dan 63% penduduk menyatakan tidak ada keluhan. Sedangkan sisanya yaitu 18% penduduk (2 orang) dan 7% pekerja (1 orang) mengeluh bahwa air yang dikonsumsi atau digunakan berbau, berwarna seperti karat, berasa agak manis dan kering di saat musim kemarau.

Keluhan responden terkait vektor

Jumlah pekerja dan masyarakat yang mengeluhkan adanya vektor di sekitar tempat tinggal atau tempat kerja mereka yaitu 10 orang untuk responden pekerja atau sekitar 67% dan sembilan orang atau 91% untuk responden penduduk. Jenis vektor yang dikeluhkan adalah lalat, nyamuk, tikus dan/atau kecoak.

Keberadaan vektor tersebut sudah dianggap mengganggu oleh sebagian besar responden yaitu 8 dari 9 orang responden penduduk yang mengeluhkan vektor dan untuk responden pekerja ada 4 dari 10 responden yang merasa terganggu oleh adanya vektor.

Keluhan responden terkait kesehatan

Salah satu bahan pencemar yang ada dalam limbah cair batik yang dikhawatirkan dapat mengganggu kesehatan masyarakat adalah Cr, Cu dan Zn. Paparan Cr, Cu dan Zn dapat terjadi jika menghirup udara atau meminum air yang tercemar Cr, Cu dan Zn. Paparan Cr, Cu dan Zn juga dapat terjadi melalui tanah yang tercemar, mengingat pembuangan limbah cair batik di sentra industri batik di Dusun Mendiro hanya diresapkan.

Untuk mengetahui keluhan kesehatan yang dirasakan masyarakat dan pekerja industri batik maka dalam wawancara ditanyakan mengenai gejala penyakit yang

dirasakan responden terkait paparan Cr, Cu dan Zn secara oral dan kontak kulit.

Berikut Tabel 1 yang memuat keluhan kesehatan yang dirasakan oleh responden

di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo terkait paparan Cr, Cu dan Zn:

Tabel 1.

Keluhan kesehatan yang dirasakan oleh responden di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo tahun 2011

Keluhan kesehatan terkait paparan Kromium	Responden	
	Pekerja	Penduduk
Paparan dengan cara oral		
Nyeri perut	1	-
Mual	1	3
Luka di sekitar mulut	-	1
Diare	-	1
Nyeri tulang	1	-
Nyeri dada	1	-
Paparan dengan cara kontak kulit		
Gatal pada kulit	-	1

Keluhan kesehatan terkait paparan Cr, Cu dan Zn dengan cara oral dan kontak yang dirasakan oleh responden sebagaimana dalam Tabel 1 di atas yaitu nyeri perut, mual, nyeri tulang, nyeri dada dan gatal pada kulit masing-masing dikeluhkan oleh satu orang responden kategori pekerja. Untuk responden kategori penduduk yang dikeluhkan adalah luka di sekitar mulut dan diare dikeluhkan oleh satu orang responden dan mual dikeluhkan oleh tiga responden.

Pendataan keluhan kesehatan mengenai gejala penyakit yang dirasakan oleh responden dengan cara wawancara mengandung unsur subyektif sehingga validitas data bisa dikatakan rendah.

Disamping itu, keluhan kesehatan yang dirasakan oleh responden tidak selalu berhubungan dengan paparan Cr, Cu dan Zn. Selain itu, diperlukan pembuktian untuk mengatakan bahwa keluhan kesehatan yang dikemukakan oleh responden berkaitan dengan Cr, Cu dan Zn yang tidak dilakukan dalam kajian ini. Karena itu, keluhan kesehatan yang dikeluhkan oleh responden tidak bisa dikatakan berhubungan dengan paparan Cr, Cu dan Zn tetapi lebih pada gambaran keluhan kesehatan yang dirasakan oleh penduduk dan pekerja yang ada di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo.

Pendapat responden mengenai industri batik di dusun mendiro

Responden dengan kategori penduduk

Sebagian besar responden dengan kategori penduduk yaitu 54% mengaku tidak keberatan dengan adanya industri batik di Dusun Mendiro dan hanya tiga orang atau 27% responden dengan kategori penduduk yang keberatan dengan alasan limbah cair industri batik dibuang sembarangan.

Mengenai manfaat yang diterima dari industri batik, sebagian besar responden penduduk yaitu enam orang atau sekitar 54% merasa menerima manfaat dari adanya industri batik di Dusun Mendiro. Manfaat yang mereka terima yaitu terbukanya lapangan kerja sehingga dapat menambah pendapatan keluarga.

Kekhawatiran masyarakat terhadap adanya industri batik lebih pada pencemaran lingkungan sebagaimana diutarakan oleh empat orang responden atau 36%. sebagian besar responden yaitu 45% responden tidak khawatir adanya industri batik di Dusun Mendiro. 19% responden tidak menjawab. Kekhawatiran yang dirasakan oleh 36% responden tidak direspon oleh responden dengan melakukan tindakan untuk mengatasi kekhawatiran mereka.

Responden dengan kategori pekerja

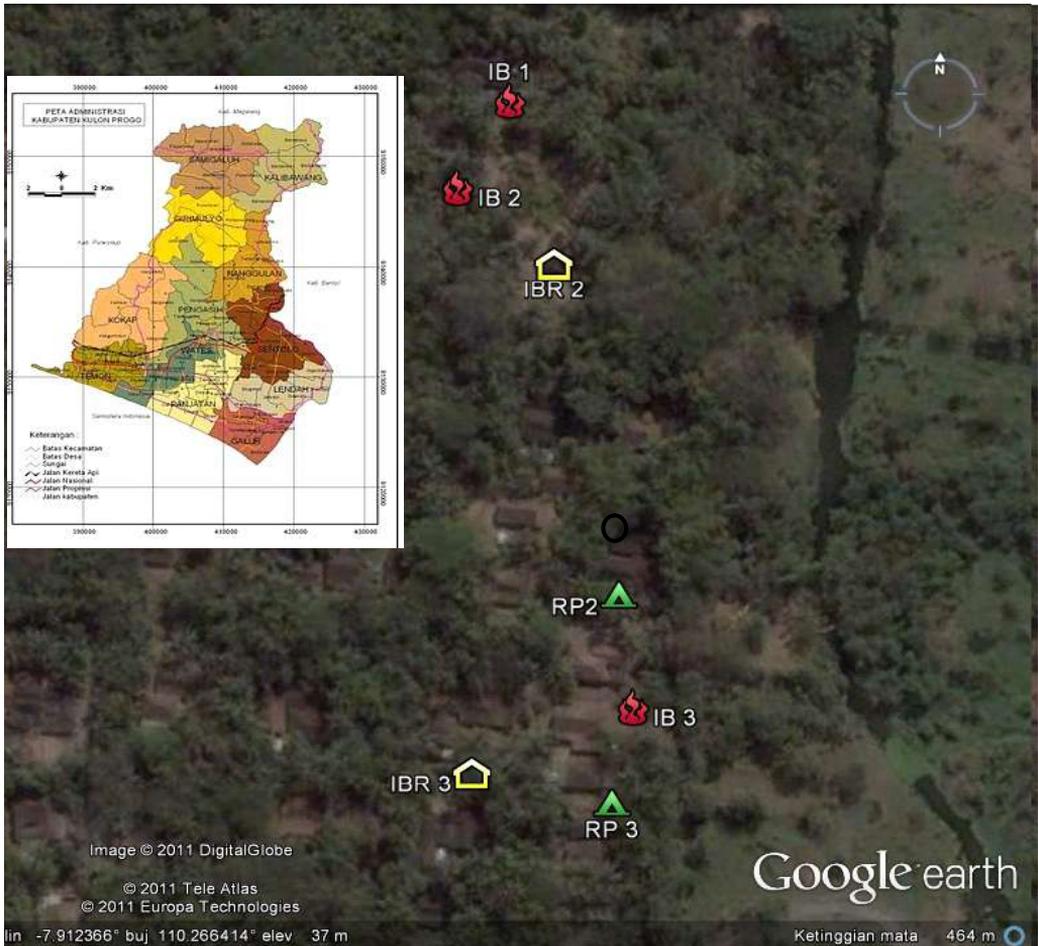
Pendapat responden mengenai bekerja di industri batik sebagian besar yaitu tujuh orang atau 47% mengaku khawatir dengan kekhawatiran yang bermacam-macam yaitu takut terkena penyakit karena kontak dengan bahan kimia yang digunakan dalam industri batik seperti gatal-gatal, sakit pernafasan, kulit melepuh dan diare dan yang lain takut terkena lelehan lilin.

Upaya yang dilakukan oleh responden yang khawatir dengan dampak negatif yang muncul dari industri batik bermacam-macam yaitu; memakai APD seperti masker dan sarung tangan; mencuci tangan sebelum makan; membuat septik tank untuk menampung limbah cair batik; membakar plastik bekas pewarna dan mengubur kaleng bekas pewarna; dan tidak melakukan pekerjaan pewarnaan

Kualitas lingkungan di dusun Mendiro

Kualitas lingkungan di sentra industri batik Dusun Mendiro diketahui dengan cara menguji kualitas dua media lingkungan yaitu tanah dan air tanah juga limbah cair industri batik yang merupakan sumber pencemar. Titik pengambilan contoh uji dari tiga jenis contoh uji tersebut dipetakan sebagai berikut:

Peta 1.
 Peta lokasi pengambilan contoh uji air tanah/tanah/limbah cair
 di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah,
 Kabupaten Kulon progo tahun 2011



Keterangan peta:

- 1.IB: Industri Batik (skala kecil)
- 2.IBR: Industri Batik rumah tangga
- 3.RP: Rumah Penduduk

Kualitas limbah cair industri batik

Pengambilan contoh uji limbah cair hanya dapat dilakukan pada industri batik 1 (IB1) dan 3 (IB3), sedangkan untuk industri batik 2 (IB2) tidak diambil limbahnya karena pada saat pengambilan contoh uji IB2 sedang dalam proses cap sehingga tidak menghasilkan limbah cair. Secara umum limbah cair IB3 lebih baik daripada kualitas limbah cair IB1, hal ini dapat dilihat dari konsentrasi hampir semua parameter dalam limbah cair IB3 lebih rendah dibanding IB1 kecuali untuk parameter Zn.

Berdasarkan SK Gubernur DIY Nomor 7 tahun 2010 tentang baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri batik maka limbah cair IB1 dan IB3 tidak

memenuhi baku mutu untuk semua parameter yang diuji yaitu pH, BOD, COD, TSS dan TDS, kecuali TSS pada IB3 masih memenuhi baku mutu.

Untuk parameter Cu, Cr dan Zn tidak diatur dalam baku mutu limbah cair industri batik tersebut. Namun demikian bila dibandingkan persyaratan air bersih berdasarkan Permenkes RI Nomor 416/MenKes/Per/IX/1990 kadarnya bisa dikategorikan rendah karena masih dibawah kadar maksimum yang dipersyaratkan dalam air bersih yaitu 15 untuk Zn dan 0,05 untuk Cr (VI). Berikut ini Tabel 2 yang memuat hasil pengujian kualitas limbah cair IB1 dan IB3

Tabel 2.
Kualitas limbah cair industri batik di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo tahun 2011

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*	Kisaran Kadar terukur	
			IB1	IB3
pH	-	6,0-9,0	12	11
Suhu	°C	$\pm 3^{\circ}\text{C}$ suhu udara	27,8	27,8
BOD	mg/l	50	1300,1	560,1
COD	mg/l	100	3394	1455
TSS	mg/l	200	790	139
TDS	mg/l	1000	4830	3540
Cu	mg/l	-	0,1808	0,0203
Cr	mg/l	-	<0,0126	<0,0126
Zn	mg/l	-	0,2186	0,7846

*baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri batik berdasarkan SK Gub DIY No.7 tahun 2010

Kualitas tanah di sekitar industri batik

Dalam kajian ini dilakukan pengukuran kadar Cu, Cr dan Zn dalam tanah. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah telah terjadi pencemaran tanah dari limbah batik dengan indikator konsentrasi Cu, Cr dan

Zn dalam tanah. Pengambilan contoh uji tanah dilakukan pada tiga lokasi yaitu di tanah sekitar industri batik skala kecil (IB1), industri batik rumah tangga (IBR 3) dan rumah penduduk (RP1). Hasil pengujian contoh uji tanah sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3.
Konsentrasi unsur kimia dalam tanah di Dusun Mendiro, Desa Gulurejo, Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo tahun 2011

Parameter	Kisaran Kadar terukur (ppm)		
	IB1	IBR3	RP1
Cu	35,688	16,854	16,708
Cr	0,149	4,202	40,495
Zn	91,748	124,67	107,771

Hasil contoh uji tanah menunjukkan kadar Cu tertinggi yaitu 35,688 ppm berasal dari contoh uji tanah yang diambil di IB1, kadar Cr tertinggi yaitu 40,495 ppm berasal dari RP1 dan kadar Zn tertinggi yaitu 124,67 ppm berasal dari IBR3. Tidak ada pola tertentu bahwa kadar tertinggi dari ketiga parameter berasal dari satu contoh uji tanah.

Kromium dapat berada dalam tanah karena penggunaan produk yang mengandung kromium atau limbah yang dihasilkan dari proses produksi yang menggunakan Kromium². Kromium biasanya dapat ditemukan di tanah karena Kromium dapat tersimpan dalam tanah². Cuprum adalah logam yang umum ada di alam baik di batuan, air, tanah maupun udara³. Zinc dapat berada di lingkungan karena proses penambangan, proses produksi yang menggunakan Zinc dan pelepasan limbah cair yang mengandung Zinc ke lingkungan⁴. Zinc dalam tanah umumnya berkisar antara 2-180 ppm dan

dapat lebih tinggi lagi di daerah perkotaan⁴. Keberadaan tiga unsur yaitu Cr, Cu dan Zn dalam tanah pada kadar tertentu adalah alamiah. Dalam kajian ini diketahui limbah cair dari IB1 dan IB3 mempunyai kandungan Cr, Cu dan Zn yang tergolong rendah sehingga kemungkinan pencemaran Cr, Cu dan Zn ke tanah kecil.

Kualitas air tanah

Untuk mengetahui kualitas air tanah di sentra industri Batik Dusun Mendiro, maka dilakukan pengambilan contoh uji air tanah. Air tanah yang diambil sejumlah sembilan contoh uji berasal dari sembilan sumur gali di Dusun Mendiro dengan perincian sebagai berikut:

1. Tiga sumur gali dari industri batik skala kecil (IB1, IB2 dan IB3)
2. Tiga sumur gali dari usaha batik rumah tangga (IBR1, IBR2 dan IBR3)
3. Tiga sumur gali dari rumah penduduk (RP1, RP2 dan Rp3)

Pengujian terhadap contoh uji air tanah dilakukan untuk mengetahui kualitas fisik, kimia dan biologi. Parameter pengujian untuk parameter fisik ada enam, parameter kimia ada 21 dan parameter biologi ada satu.

Pengujian kualitas fisik, kimia dan bakteriologi air tanah menunjukkan ada tiga parameter yang melebihi persyaratan kualitas air bersih berdasarkan Permenkes RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu Nitrat, pH dan *Total Coliform*.

Contoh uji air tanah yang tidak memenuhi persyaratan untuk parameter pH ada satu atau 11% contoh uji. Contoh uji air tanah tersebut diambil dari sumur gali yang ada di lokasi industri batik skala kecil (IB1). Untuk contoh uji air tanah yang tidak memenuhi persyaratan untuk parameter Nitrat ada dua contoh uji yang berasal dari sumur gali milik industri batik skala sedang (IB3) dan sumur gali milik penduduk (RP3). Secara bakteriologis seluruh contoh uji air tanah yaitu sembilan contoh uji tidak memenuhi syarat sebagai air bersih.

Pencemaran pada air tanah berhubungan dengan tingkat risiko pencemaran sumur gali. Tingkat risiko pencemaran sumur gali diperoleh dari hasil Inspeksi Sanitasi (IS). Walaupun pencemaran air tanah berhubungan dengan tingkat risiko pencemaran yang didapat dari hasil inspeksi sanitasi namun hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak semua air sumur gali yang berisiko tinggi terhadap pencemaran (skor IS 6-8) mempunyai jumlah kadar bahan pencemar yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada jumlah *E coli* tertinggi yaitu >1600 jumlah/100 ml sampel didapat dari tiga contoh uji dengan skor IS sumur gali 5 dan 7 yaitu sumur gali dari IB1, IB2 dan RP3. Air tanah dengan kadar Nitrat tidak memenuhi syarat diperoleh dari sumur gali

dengan skor IS 5 dan IS 3 yaitu sumur gali milik IB3 dan RP3. Untuk contoh uji air tanah dengan pH yang tidak memenuhi syarat diperoleh dari sumur dengan skor IS 5 yaitu sumur gali milik IB1.

Potensi risiko kesehatan

Hasil pengujian kualitas lingkungan pada beberapa media lingkungan (air tanah dan tanah) di Dusun Mendiro menunjukkan hanya air tanah yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan untuk parameter Nitrat dan *Total Coliform*. Kadar Cr, Cu dan Zn di tanah bisa dikatakan rendah karena masih dalam batas konsentrasi yang umum ada di alam.

Potensi risiko kesehatan yang disebabkan oleh paparan Nitrat adalah *methemoglobinemiae* yang lebih banyak terjadi pada bayi terutama pada bayi berusia <4 bulan. Berdasarkan hasil wawancara dengan responden kelompok penduduk, hanya ada dua orang penduduk yang berusia <1 tahun, sehingga hanya ada dua orang saja yang mempunyai risiko terkena *methemoglobinemiae*. Untuk itu disarankan air sumur gali tidak dikonsumsi untuk penduduk dengan usia <1 tahun.

Total Coliform adalah parameter dalam air sumur gali yang berisiko untuk menimbulkan dampak terhadap kesehatan penduduk Dusun Mendiro. Hal ini disebabkan 100% air sumur gali yang diuji kualitasnya menunjukkan kadar *Total Coliform* yang melebihi persyaratan air bersih, bahkan tiga contoh uji menunjukkan kadar *Total Coliform* > 1600 jumlah/100 mL contoh uji.

Total Coliform adalah sekumpulan besar dari berbagai macam bakteri yang terdiri dari bakteri *Fecal Coliform* yaitu bakteri *Coliform* yang paling banyak terdapat dalam *feces* dan *non fecal Coliform*. Adanya bakteri *total Coliform*

dalam air bersih adalah hal yang biasa karena bakteri *Coliform* umum ditemukan di lingkungan (misalnya tanah atau tumbuh-tumbuhan). Bakteri *Coliform* pada umumnya tidak berbahaya bagi manusia tetapi keberadaan bakteri *Coliform* adalah indikator adanya organisme patogen lain yang dapat menimbulkan penyakit.

Fecal Coliform yang merupakan bagian dari *total Coliform* adalah indikator adanya kontaminasi *fecal* dalam air. Hal ini berarti besar kemungkinan terdapat bakteri patogen lain yang berasal dari manusia atau hewan dalam air tersebut. *E. coli* merupakan sub-grup dari grup *Fecal Coliform*. Sebagian besar bakteri *E. coli* tidak berbahaya dan dapat ditemukan dalam jumlah yang besar pada saluran cerna manusia dan binatang berdarah panas. Akan tetapi beberapa strain *E. Coli* dapat menyebabkan kesakitan. Beberapa strain *E. coli* yang pathogen dapat menyebabkan efek jangka pendek seperti, diare, kram perut, mual, sakit kepala, atau gejala lain⁶. Infeksi saluran pencernaan dan disentri secara umum merupakan masalah kesehatan yang kecil, tetapi apabila yang menderita sakit adalah bayi atau orang tua bisa berakibat fatal yaitu kematian akibat dehidrasi. Meskipun tidak berbahaya apabila berada di dalam saluran pencernaan manusia, *E. coli* dapat menyebabkan penyakit serius di bagian lain dari tubuh, seperti infeksi saluran kencing, bakteremia dan meningitis. Jika angka *Fecal Coliform* dalam air tinggi (di atas 200 koloni per 100 ml sampel air), maka kemungkinan besar organisme pathogen juga akan ditemukan⁷. Dalam kajian ini memang tidak diketahui secara pasti jumlah *fecal Coliform*, tetapi dengan nilai *total coliform* yang tinggi, ≥ 920 koloni per 100 mL sampel, memungkinkan ditemukannya bakteri patogen dalam air tanah.

KESIMPULAN

1. Kualitas air tanah secara fisik telah memenuhi persyaratan air bersih, secara kimiawi 33% air tanah (3 contoh uji) tidak memenuhi persyaratan air bersih untuk parameter pH atau Nitrat dan secara bakteriologis, 100% contoh uji air tanah (9 contoh uji) tidak memenuhi persyaratan sebagai air bersih.
2. Konsentrasi Cu, Cr, dan Zn dalam tanah masih di bawah konsentrasi latar.
3. Limbah cair dua industri batik di Dusun Mendiroid tidak memenuhi baku mutu industri batik karena kadar pH, BOD, COD, TSS dan TDS pada limbah cair melebihi baku mutu kecuali kadar TSS pada satu industri batik masih memenuhi baku mutu. Untuk parameter Cu, Cr dan Zn tidak diatur dalam baku mutu limbah cair industri batik, namun demikian bila dibandingkan persyaratan air bersih berdasarkan Permenkes RI Nomor 416/MenKes/Per/IX/1990 kadarnya bisa dikategorikan rendah karena masih dibawah kadar maksimum yang disyaratkan dalam air bersih.
4. Potensi risiko kesehatan lebih disebabkan karena paparan bahan pencemar biologis yang tidak berhubungan secara langsung dengan dampak dari limbah industri batik.
5. Dalam kajian ini belum bisa dipastikan adanya pencemaran limbah industri batik terhadap lingkungan karena parameter kunci limbah industri batik yang digunakan sebagai indikator dalam kajian ini yaitu Cu, Cr dan Zn ternyata kadarnya rendah dalam limbah cair industri batik. Parameter yang ada dalam baku mutu limbah industri batik tidak

bersifat spesifik sehingga sulit untuk dijadikan indikator terjadinya pencemaran lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Disperindag ESDM Kab. Kulon Progo. (2010). *Batik Kulon Progo*. Diakses tanggal 28 Desember 2011 dari <http://batik.kulonprogokab.go.id/index.php>
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2008). *Toxicological Profile for Chromium*. Diunduh tanggal 27 Desember 2011 dari <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts7.pdf>
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2004). *Toxicological Profile for Copper*. Diunduh tanggal 27 Desember 2011 dari <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts132.pdf>
4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2004). *Toxicological Profile for Zinc*. Diunduh tanggal 27 Desember 2011 dari <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts132.pdf>
5. Queensland Health, Environmental health division. (2002). *Public health guidance note: Zinc*. Diunduh tanggal 27 Desember 2011 dari <http://www.health.qld.gov.au/ph/Documents/ehu/2668.pdf>
6. Environmental Protection Agency. (2009). *Drinking water contaminant*. Diakses pada tanggal 10 April 2010 dari <http://www.epa.gov/safewater/hfacts.html>.
7. Waksman foundation. (n. d.). Testing Water for Fecal Coliform Bacteria. Diunduh pada tanggal 11 April 2010 dari <http://www.waksmanfoundation.org/labs/rochester/coliform.htm>.

**STUDI KARAKTERISTIK SUMUR GALI DENGAN
KEBERADAAN LARVA NYAMUK *Aedes sp.*
(DIPTERA : CULICIDAE) DI KELURAHAN BANGUNTAPAN
KABUPATEN BANTUL PROVINSI D.I YOGYAKARTA TAHUN 2011**

Indah Werdiningsih¹ Emanuel Kristanti² Imam Wahjoedi³

¹⁾ Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta

^{2,3)} Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta

INTISARI

Nyamuk *Aedes sp.* dapat menyebabkan gangguan dan menjadi vektor berbagai penyakit terutama demam berdarah dengue (DBD). Keberadaan larva *Aedes sp.* di suatu daerah merupakan indikator terdapatnya populasi nyamuk *Aedes sp.* di daerah tersebut. Adanya larva *Aedes sp.* di sumur berarti sumur merupakan tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes sp.* Kondisi sumur yang tidak mungkin untuk dikuras tiap minggu dan sebagai tempat perkembangbiakan dapat meningkatkan populasi nyamuk. Sejak tahun 2007 sampai 2010 Kabupaten Bantul merupakan daerah dengan kasus DBD paling tinggi dan 80 % kasus terdapat di Kecamatan Banguntapan dengan kasus tertinggi di Kelurahan Banguntapan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi sumur, faktor fisik sumur, faktor kimia air sumur dan faktor biologi sumur terhadap keberadaan larva *Aedes sp.* di Kelurahan Banguntapan Bantul Yogyakarta.

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan desain penelitian *cross sectional study*, teknik pengambilan sampel menggunakan sistem *purposive sampling*. Hasil pengukuran faktor fisik sumur, faktor kimia air sumur, dan faktor biologi di sumur dihubungkan dengan keberadaan larva *Aedes sp.*, yang dapat diketahui dengan memasang perangkat *funnel trap* di dalam sumur. Data hasil pengujian di sumur ditabulasi dan dianalisis secara univariat dan bivariat

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara kondisi sumur, faktor kimia air sumur dengan keberadaan larva *Aedes sp.* Untuk faktor fisik ada hubungan antara pencahayaan dengan keberadaan larva *Aedes sp.* Faktor biologi ada hubungan yang bermakna antara vegetasi di dalam sumur dengan keberadaan larva *Aedes sp.*

Kata kunci : *Aedes sp.*, keberadaan larva *Aedes sp.*, faktor fisik, faktor kimia, faktor biologi

Pendahuluan

Beberapa penyakit bersumber nyamuk masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia antara lain demam berdarah dengue (DBD), Japanese B encephalitis (JE), chikungunya dan filariasis. Jenis nyamuk yang penting sebagai vector penyakit di Indonesia meliputi genus *Anopheles*, *Aedes*, *Mansonia* dan *Culex*¹.

Kompetisi nyamuk dalam penyebaran penyakit bersumber nyamuk dipengaruhi oleh 4 faktor yaitu : (1) kerentanan nyamuk vektor terhadap patogen atau parasit, (2) *longevity* atau umur nyamuk vektor, (3) sifat antropofilik, dan (4) kepadatan relatif nyamuk vektor². Memperhatikan hal tersebut maka lingkungan (habitat atau tempat nyamuk vektor berada), agent (parasit/pathogen) pada manusia sebagai inang merupakan faktor yang menentukan terjadinya penyakit bersumber nyamuk.

Strategi pengendalian nyamuk yang efektif adalah dengan mengetahui tempat berkembang biaknya. Tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes* sp. adalah tempat penampungan air bersih yang tidak tersentuh tanah, seperti tempat penampungan air untuk keperluan sehari-hari: bak mandi, water closet (WC), tempayan, drum air, bak menara (tower air) yang tidak tertutup. Selain itu, wadah berisi air bersih atau air hujan, tempat minum burung, vas bunga, pot bunga, ban bekas, potongan bambu yang dapat menampung air, kaleng, botol, tempat

pembuangan air di kulkas dan barang bekas lainnya yang dapat menampung air walau dalam volume kecil.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perkembangbiakan larva nyamuk *Aedes* sp. diantaranya suhu dan kelembaban. Nyamuk tidak dapat mengatur suhu tubuhnya sendiri terhadap perubahan-perubahan di luar tubuhnya, suhu mempengaruhi waktu untuk perubahan telur menjadi larva. Kebutuhan kelembaban yang tinggi mempengaruhi nyamuk untuk mencari tempat yang lembab dan basah sebagai tempat hinggap atau istirahat. Pada kelembaban kurang dari 60% umur nyamuk menjadi pendek, sehingga tidak cukup untuk siklus perkembangbiakan virus dengue dalam tubuh nyamuk³. Kandungan zat organik, adanya bahan-bahan organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan sifat fisik dari air, terutama melalui timbulnya warna, bau, rasa dan kekeruhan. Sebagai makanan larva memerlukan *plankton* yang merupakan makanan alami larva organisme perairan dan sebagai produsen utama di perairan adalah *fitoplankton*⁴.

Secara teoritis genangan air yang tidak kontak langsung dengan tanah merupakan ciri tempat bertelurnya nyamuk *Aedes*. Wadah air buatan manusia merupakan habitat *Ae. aegypti* yang potensial di perkotaan⁵. Namun kenyataannya 35 persen sumur di Yogyakarta ditemukan adanya jentik nyamuk *Aedes* sp. pada musim kemarau dan pada musim penghujan 51 persen. Hasil penelitian kedalaman

sumur yang positif jentik berkisar 2,7-14,7 meter pada musim kemarau dan 2,1- 13,4 meter pada musim penghujan⁶.

Sumur sering diabaikan sebagai tempat berkembangbiak nyamuk, sehingga sumur sering lepas dari pengamatan, hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi perubahan perilaku nyamuk dalam beradaptasi dengan lingkungan, karena air sumur dapat sebagai habitat *Ae. aegypti*⁶. Karakteristik air sumur antara lain pH, kekeruhan, kesadahan, kandungan Fe (besi) dan bahan terlarut (*total dissolved*) diduga bisa mempengaruhi pertumbuhan dan berkembangbiakan larva *Ae. aegypti*. Penelitian tentang pengaruh pH air terhadap berkembangbiakan *Ae. aegypti* dilaporkan bahwa pada pH air perindukan 7 didapati lebih banyak nyamuk dari pH asam atau basa⁷. Begitu juga dengan kedalaman sumur yang mencapai 15 meter bukan masalah bagi nyamuk *Aedes* untuk menjadikan sumur sebagai tempat berkembangbiak⁶.

Menurut data Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul, pada tahun 2007 sampai tahun 2010 Kecamatan Banguntapan tercatat sebagai daerah yang mengalami kasus demam berdarah terbesar di Kabupaten Bantul, dengan kasus terbanyak adalah di Kelurahan Banguntapan.

Keberadaan jentik *Aedes sp.* di suatu daerah merupakan indikator terdapatnya populasi nyamuk *Aedes sp.* di daerah tersebut. Dengan adanya

jentik di sumur, berarti sumur merupakan tempat berkembangbiakan nyamuk *Aedes sp.* Kondisi sumur yang tidak mungkin untuk dikuras tiap minggu dan sebagai tempat berkembangbiakan dapat meningkatkan populasi nyamuk.

Ditemukannya jentik nyamuk di sumur, dimungkinkan nyamuk *Aedes sp.* dapat bertelur pada kontainer yang berhubungan langsung dengan tanah. Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah bagaimanakah karakteristik sumur terhadap keberadaan larva nyamuk *Aedes sp.* di Kelurahan Banguntapan Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan rancangan *Cross sectional study* untuk menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan jentik nyamuk *Aedes* di Kelurahan Banguntapan.

Pemasangan *funnel trap* untuk perangkap larva nyamuk *Aedes sp.*, sumur yang dipilih sebagai sampel sebanyak 99 sumur dengan metode pengambilan sampel secara *purposive sampling*.

Hasil

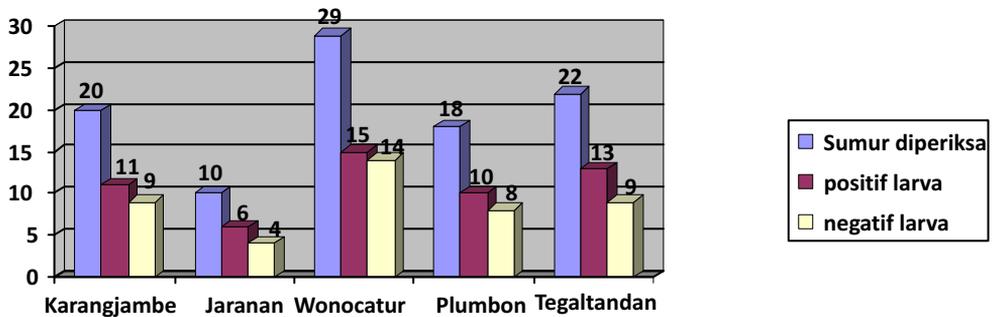
- a) Hasil Pemeriksaan Sumur Terhadap Keberadaan Larva/pupa *Aedes sp.*

Tabel 1 : Hasil Pemeriksaan Sumur Terhadap Keberadaan Larva *Aedes* sp. di Kelurahan Banguntapan Kabupaten Bantul Propinsi DI Yogyakarta Tahun 2011

Keberadaan Larva	Jumlah Sumur	Persentase (%)
Positif	55	55,56
Negatif	44	44,45

Pemeriksaan sumur larva/pupa *Aedes* sp. sebanyak 55 sumur atau 55,56 %. Sebanyak 44 sumur atau 44,45 % sumur negatif larva/pupa *Aedes* sp., dari 55 sumur yang positif larva *Aedes* sp. ditemukan beberapa spesies nyamuk yaitu *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*

dan *Culex quinquefasciatus*.
 b) Sebaran Keberadaan Larva *Aedes* sp. pada Sumur Gali sebaran keberadaan larva *Aedes* sp. di sumur dengan hasil sebaran menyebar pada seluruh sumur.



Gambar 1 : Sebaran keberadaan larva *Aedes* sp. di lima pedukuhan Kelurahan Banguntapan, Bantul

c. Kondisi Fisik Sumur

Tabel 2 : Karakteristik Kondisi Fisik Sumur Terhadap Keberadaan Larva *Aedes* sp. di Kelurahan Banguntapan Kabupaten Bantul Propinsi DI Yogyakarta Tahun 2011

Kondisi fisik sumur	Σ Sumur	Larva <i>Aedessp.</i>		Nilai p
		+	-	
Berdasarkan dinding				
- Diplester semen	84	48	36	
- Diplester semen dan bata	7	2	5	0,398
- Bata	7	4	3	
- Tanah	1	1	0	
Berdasarkan pengambilan air sumur				
- Ditimba	17	9	8	0,865
- Pompa mesin	34	18	16	
- Pompa mesin dan timba	48	28	20	
Berdasarkan penutupan				
- Tanpa penutup	67	40	27	0,100
- Sebagian	16	5	11	
- Tidak rapat	16	10	6	
Berdasarkan letak				
- Di dalam beratap	39	25	14	
- Di dalam tanpa atap	21	13	8	0,086
- Di luar beratap	17	10	7	
- Di luar tanpa atap	22	7	15	
Berdasarkan kedalam (m)				
- 1 - 5,99	83	44	39	0,774
- 6 - 9,99	12	7	5	
- 10 - 15,99	4	4	0	

p = nilai signifikasi

Berdasarkan analisis statistik menggunakan uji *Chi-Square* pada variabel dinding, pengambilan air sumur, penutupan sumur, dan letak sumur dengan tingkat kepercayaan 95 % terhadap keberadaan larva/pupa nyamuk *Aedes* sp. tidak ada hubungan yang signifikan. Analisis pada 99

sampel sumur menggunakan uji korelasi spearman dengan tingkat kepercayaan 95 % menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kedalaman sumur dengan keberadaan larva/pupa *Aedes* sp.

a)Faktor Fisik Sumur.

Tabel 3 : Karakteristik Sumur Berdasarkan Faktor Fisik Terhadap Keberadaan Larva *Aedes* sp. di Kelurahan Banguntapan Kabupaten Bantul Propinsi DI Yogyakarta Tahun 2011

Faktor fisik sumur	Σ Sumur	Larva <i>Aedes</i> sp.		Nilai p
		+	-	
Berdasarkan suhu air				
- 20 - 21,99 °C	1	0	1	0,431
- 22 - 23,99 °C	2	2	0	
- 24 - 25,99 °C	2	1	1	
- 26 - 27,99 °C	90	49	41	
- 28 - 29,99 °C	4	3	1	
Berdasarkan pencahayaan				
- < 100 Lux	20	12	8	0,033
- 100 – 399 Lux	30	20	10	
- 400 – 699 Lux	16	8	8	
- 700 – 999 Lux	9	4	5	
- 1000 – 1299 Lux	6	4	2	
- 1300 – 1599 Lux	13	5	8	
- > 1600	5	2	3	
Kekeruhan				
- < 1 NTU	5	4	1	0,151
- 1 NTU	61	37	24	
- 2 NTU	28	14	14	
- 3 NTU	3	0	3	
- 4 NTU	1	0	1	
- > 5 NTU	1	0	1	
Kelembaban				
- 60 – 69,99 %	1	1	0	0,120
- 70 – 79,99 %	37	18	19	
- 80 – 89,99 %	46	27	19	
- 90 – 99,99 %	15	9	6	

Analisis statistik dilakukan terhadap semua data sumur yang menjadi sampel sebanyak 99 sumur. Berdasarkan analisis statistik menggunakan uji korelasi spearman dengan tingkat kepercayaan 95% terhadap keberadaan larva/pupa nyamuk *Aedes* sp. diperoleh hasil tidak ada hubungan yang signifikan antara

kekeruhan, suhu dan kelembaban terhadap keberadaan larva/pupa *Aedes* sp. Variabel pencahayaan di diperoleh nilai signifikansi 0,033 atau $p > 0,05$. artinya ada hubungan yang signifikan antara besarnya pencahayaan di sumur dengan keberadaan larva/pupa nyamuk *Aedes* sp.

e) Faktor Kimia Air Sumur

Tabel 4 : Karakteristik Sumur Berdasarkan Faktor Kimia Terhadap Keberadaan Larva *Aedes* sp. Di Kelurahan Banguntapan Kabupaten Bantul Propinsi DI Yogyakarta Tahun 2011

Faktor kimia air sumur	Σ Sumur	Larva <i>Aedes</i> sp.		Nilai p
		+	-	
pH air				
- < 6,5 (asam)	27	18	10	0,272
- 6,5 – 8,5 (netral)	72	37	34	
Zat Organik				
- 0 – 0,99 mg/l	14	7	7	0,624
- 1 – 1,99 mg/l	45	24	21	
- 2 – 2,99 mg/l	12	6	6	
- 3 – 3,99 mg/l	20	16	4	
- 4 – 4,99 mg/l	1	1	0	
- > 5 mg/l	7	1	6	
Total dissolved solid				
- 100 – 199 mg/l	9	3	6	0,413
- 200 – 299 mg/l	42	23	20	
- 300 – 399 mg/l	28	15	12	
- 400 – 499 mg/l	11	8	3	
- 500 – 599 mg/l	4	4	0	
- 600 – 699 mg/l	4	2	2	
- > 700 mg/l	1	0	1	

Analisis statistik dilakukan terhadap semua data sumur yang menjadi sampel penelitian yaitu sebanyak 99 sumur. Berdasarkan analisis statistik menggunakan uji korelasi spearman dengan tingkat kepercayaan 95 % menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara zat organik dan *total dissolved solid* dengan keberadaan

larva/pupa nyamuk *Aedes* sp. pH air sumur dilakukan analisis menggunakan uji *Chi-Square* dengan tingkat kepercayaan 95 % terhadap keberadaan larva/pupa *Aedes* sp. menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara pH air sumur dengan keberaaran larva/pupa *Aedes* sp.

f) Faktor Biologi

Tabel 5 : Karakteristik Sumur Berdasarkan Faktor Biologi terhadap Keberadaan Larva *Aedes* sp. Di Kelurahan Banguntapan Kabupaten Bantul Propinsi DI Yogyakarta Tahun 2011

Faktor Biologi sumur	Σ Sumur	Larva <i>Aedes</i> sp.		Nilai p
		+	-	
Kelimpahan <i>Plankton</i>				
- 5 – 9	13	6	7	0,190
- 10 – 14	34	17	16	
- 15 – 19	26	14	13	
- 20 – 24	15	9	6	
- 25 – 29	8	6	2	
- 30 - 34	3	3	0	
Vegetasi				
- Lumut	25	16	9	0,000
- Pakis	13	1	12	
- Lumut pakis	26	5	21	
- Tanpa vegetasi	35	33	2	

Variabel kelimpahan *plankton* analisis statistik dilakukan terhadap semua data sumur yang menjadi sampel penelitian yaitu sebanyak 99 sumur. Berdasarkan analisis statistik menggunakan uji korelasi spearman dengan tingkat kepercayaan 95 % diperoleh nilai signifikansi 0,190 atau $p > 0,05$, artinya tidak ada hubungan yang signifikan antara kelimpahan plankton dengan keberadaan larva/pupa nyamuk *Aedes* sp. Dilakukan analisis statistik menggunakan uji *Chi-Square* dengan tingkat kepercayaan 95 % terhadap keberadaan larva/pupa nyamuk *Aedes* sp. diperoleh nilai signifikansi 0,000 atau $p < 0,01$, artinya ada hubungan yang signifikan antara cara pengambilan air sumur dengan keberadaan larva/pupa nyamuk *Aedes* sp.

Pembahasan

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap larva/pupa *Aedes* sp. 55,56% positif terdapat larva/pupa *Aedes*, hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan perilaku nyamuk *Aedes* sp. yang semula tidak meletakkan telurnya pada sumur atau penampungan air yang bersinggungan dengan tanah. Hasil penelitian ini mematahkan pendapat bahwa nyamuk *Aedes* sp. tidak suka meletakkan telur pada penampungan air yang berhubungan langsung dengan tanah. Penelitian yang sama dengan hasil penelitian tentang sumur sebagai habitat yang penting untuk perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* yang dalam penelitian tersebut didapatkan 35% dan 51% sumur mengandung larva *Aedes aegypti*⁶. Hasil penelitian di

Palembang didapatkan sumur yang terdapat jentik *Aedes aegypti* sebesar 14%⁸. Hal ini tidak menutup kemungkinan di daerah lain memberikan hasil yang beraneka macam. Pemeriksaan sumur ditemukan spesies *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus*, namun sebagian besar larva nyamuk *Aedes aegypti* lainnya adalah *Aedes albopictus* 2 ekor, *Culex quinquefasciatus* 1 ekor.

Dinding sumur merupakan bahan *container* yang merupakan tempat potensial bagi mikroorganisme yang menjadi makanan larva lebih mudah tumbuh pada dinding TPA yang kasar seperti bata dan lebih sulit tumbuh pada TPA yang licin seperti dinding yang diples¹², ini berarti sumur yang dindingnya halus maupun kasar merupakan tempat yang potensial untuk meletakkan telur nyamuk *Aedes* sp.

Pengambilan air sumur dengan timba memungkinkan terjadi gerakan pada air sumur sehingga nyamuk merasa terganggu untuk beristirahat dan meletakkan telurnya, sehingga nyamuk merasa tidak nyaman dan akhirnya mencari tempat lain yang lebih nyaman. Penelitian yang serupa sumur yang aktif ditimba dan pada musim kemarau mempunyai kemungkinan adanya larva lebih banyak karena dinding sumur akan lebih lembab sehingga lebih disukai oleh nyamuk untuk bertelur¹³. Melihat hal tersebut menunjukkan bahwa nyamuk sudah tidak lagi terpengaruh oleh gerakan-gerakan yang

ditimbulkan oleh air sehingga akhirnya nyamuk bisa saja meletakkan telurnya bukan pada air yang tenang tetapi bisa saja meletakkan telurnya di dekat air yang mengalir. Dengan adanya perilaku nyamuk yang baru yaitu meletakkan telur pada air yang bergerak memungkinkan terjadi habitat baru sehingga populasi nyamuk *Aedes* sp. akan meningkat.

Secara deskriptif spesies larva nyamuk yang didapat pada sumur yang letaknya diluar rumah maupun sumur yang letaknya di dalam rumah hampir seluruhnya *Aedes aegypti*, dari jumlah sumur yang diperiksa ditemukan 2 ekor larva *Aedes albopictus*, 1 larva ditemukan pada sumur yang berada di dalam rumah dan 1 sumur yang berada di luar rumah. Berdasarkan data di atas ternyata nyamuk *Aedes aegypti* tidak hanya berada di dalam rumah namun juga diluar rumah, begitu juga nyamuk *Ae. albopictus* tidak hanya berada di luar rumah namun juga di dalam rumah. Dengan adanya temuan-temuan di atas berarti telah terjadi perubahan perilaku nyamuk *Aedes* sp.

Hasil observasi kedalaman sumur yang diperiksa mempunyai kedalaman 1,6 - 10 m. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedalaman sumur yang diperiksa adalah kedalaman yang masih bisa dijangkau oleh nyamuk, sehingga tidak ada perbedaan yang bermakna. Hal yang sama juga terjadi pada uji korelasi antara keberadaan larva *Aedes* dengan kedalaman sumur, yaitu tidak ada hubungan yang bermakna antara kedalaman sumur dengan keberadaan

larva *Aedes aegypti* ($p > 0,05$). Dalam penelitian ini rata-rata kedalaman sumur yang diperiksa adalah 4,09 m (3,5-6 m)¹⁴.

Suhu mempengaruhi waktu untuk perubahan telur menjadi larva. Larva melakukan pengelupasan kulit (*moolting*) setelah 2-4 hari. Pengelupasan kulit terjadi setiap pergantian stadium. Larva mengalami 4 stadium. Pertumbuhan larva rata-rata berlangsung 10 hari atau lebih untuk kemudian menjadi pupa¹⁵. Suhu air sumur relatif hampir sama yaitu berkisar 21 °C - 29 °C dan rata-rata suhu air sumur 27 °C, suhu tersebut tergolong normal dan memungkinkan larva nyamuk bisa hidup sesuai siklus normal di dalam air.

Cahaya merupakan faktor utama yang mempengaruhi nyamuk beristirahat pada tempat ber-intensitas cahaya rendah dan kelembaban yang tinggi merupakan kondisi yang baik bagi nyamuk intensitas cahaya merupakan faktor terbesar yang mempengaruhi aktivitas terbang nyamuk, nyamuk terbang apabila intensitas cahaya rendah atau <20 Ft-cd atau < 215,20 lux¹⁶. Larva nyamuk *Aedes aegypti* dapat bertahan lebih baik dalam kontainer yang gelap dan juga menarik nyamuk betina untuk meletakkan telurnya. Dalam bejana yang intensitasnya cahaya rendah atau gelap rata-rata berisi larva lebih banyak dari bejana yang intensitas cahayanya besar atau terang. Dalam penelitian didapat hasil pengukuran pencahayaan yang bervariasi paling rendah 4 lux dan pencahayaan paling tinggi 2650 lux.

Kelembaban yang tinggi dan kurangnya pencahayaan dalam rumah merupakan tempat yang disenangi oleh nyamuk untuk istirahat.

pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Air asam kurang baik untuk berkembangbiakan bahkan cenderung mematikan organisme. Pada pH rendah (keasaman tinggi) kandungan oksigen terlarut akan berkurang sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun dan menjadi penyebab matinya organisme air¹⁷. Air bersih yang digunakan oleh masyarakat pH nya berkisar antara 6,8-7,9. pH air berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Aedes aegypti* pra dewasa. Larva *Aedes aegypti* dapat hidup pada air dengan pH antara 5,8-8,6. Hasil pengukuran pH dalam penelitian adalah 5,5-8,0 dan hanya satu sumur yang mempunyai pH 5,5 dengan hasil positif larva *Aedes* sp. Air sumur sangat potensial untuk perkembangan larva/pupa *Aedes* sp. Berdasarkan hasil pengukuran pH air pada sumur didapat pH air sumur 5,5 – 8,0 air dengan pH 5,5 ternyata masih memungkinkan larva nyamuk *Aedes* sp. dapat hidup. Hasil ini tidak membuktikan bahwa pH air sumur tidak berpengaruh terhadap keberadaan larva/pupa *Aedes* sp. karena pH air sumur rata-rata sama yaitu mempunyai nilai pH 7 (netral).

Kelembaban udara berkisar 81,5 - 89,5% merupakan kelembaban yang optimal untuk proses embriosasi dan ketahanan hidup embrio nyamuk. Pada

kelembaban kurang dari 60 persen umur nyamuk akan menjadi pendek sehingga tidak cukup untuk siklus pertumbuhan parasit didalam tubuh nyamuk dan tidak dapat menjadi vektor karena tidak cukup waktu untuk perpindahan virus dari lambung ke kelenjar ludah¹⁸, dengan demikian kelembaban udara luar rumah yang lebih dari 60% akan mengurangi penguapan air dalam tubuh nyamuk sehingga umur nyamuk akan optimal untuk menjadi vektor dalam penyebaran kejadian demam berdarah *dengue*.

Adanya zat organik dalam air menunjukkan bahwa air tersebut telah tercemar oleh kotoran manusia, hewan atau oleh sumber lain. Zat organik merupakan bahan makanan bakteri atau mikroorganisme lainnya. Makin tinggi kandungan zat organik di dalam air, maka semakin jelas bahwa air tersebut telah tercemar. Secara deskriptif larva bisa hidup pada air sumur dengan kandungan zat organik 0,95 mg/L sampai dengan 51,07 mg/l. Bila dihubungkan dengan hasil penelitian tentang pengaruh air sabun dan deterjen terhadap daya tetas telur *Ae. aegypti*, didapatkan bahwa air sabun merupakan media yang lebih baik untuk penetasan telur dan perkembangan larva *A. aegypti* maka terlihat bahwa air sabun merupakan media yang cocok, untuk meletakkan telur, penetasan telur maupun perkembangan larva *Ae.aegypti*¹⁹. Hal ini bisa diasumsikan karena sabun mengandung bahan-bahan organik dari tumbuh-tumbuhan yang dapat

dijadikan makanan oleh larva nyamuk *Ae.aegypti*.

Kandungan zat terlarut (TDS) dalam air sumur daerah endemik DBD rendah, sedang dan tinggi dibandingkan persyaratan air bersih Permenkes RI No 416/Menkes/Per/XI/1990 masih dalam batas yang diijinkan. Tidak ada pengaruh bermakna antara kandungan TDS dalam air sumur dengan jumlah pupa karena nilai TDS masih dalam batas yang diijinkan sebagai air bersih²⁰, ini sesuai dengan hasil penelitian yang di dapat bahwa kandungan zat terlarut (TDS) pada sumur di wilayah Banguntapan tidak ada pengaruh bermakna dengan nilai signifikai 0,314 atau $p > 0,05$. Adapun hasil pengukuran TDS didapat 145 mg/L – 635 mg/L, nilai ini masih jauh dari nilai ambang yang ditentukan yaitu 1500 mg/L.

Karena air sumur tergolong air yang tidak keruh yaitu kurang dari satu (<1) NTU sampai 4 NTU sedangkan menurut Permenkes 2004 syarat air bersih minimal 25 NTU²¹, jadi air sumur sangat potensial sekali bagi kehidupan larva nyamuk *Aedes* sp. Nyamuk *Ae. aegypti* lebih menyukai kontainer-kontainer yang mengandung air jernih sedangkan pada kontainer-kontainer yang airnya keruh tidak disukai oleh nyamuk *Ae.aegypti* sebagai tempat *breeding place*, sehingga kekeruhan air dengan kategori keruh tidak akan berpotensi terhadap perkembangan telur dan jentik nyamuk

Jenis *plankton* yang paling banyak

ditemukan di air sumur adalah *Keratella*, *Spyrogyra*, *Zitzchia*, *Euglena*, *Diatoma* dan *Ulotrix*. Adanya larva *Aedes* sp. tidak berpengaruh terhadap kepadatan plankton maupun jenis plankton yang ada. dalam air sumur walaupun plankton merupakan makanan bagi organisme di air termasuk larva nyamuk. Analisis univariat menunjukkan bahwa sumur kuno yang banyak terdapat *Mesocyclop* hanya dua sumur ditemukan adanya larva *Aedes* sp, sedangkan 6 sumur lain yang ada *Mesocyclop* tidak ditemukan larva *Aedes* sp. Jenis *Copepoda* yang tersebar sebagai plankton dan benthos ini bersifat predator. Pada suatu penelitian terbukti bahwa *M. aspericornis* pengaruhnya tidak konsisten terhadap larva *Ae. aegypti* yang ditemukan berada di tangki air, drum dan sumur yang bertutup²². Keadaan tersebut tampaknya bergantung pada tersedianya mikrofauna di tempat perkembangbiakannya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Copepoda* tersebut.

Berdasarkan observasi didapat bahwa sumur yang memiliki vegetasi pakis maka keberadaan larva *Aedes* sp. cenderung tidak ada. Tumbuhan pakis adalah tumbuhan yang memiliki karakteristik berdaun hijau cerah, mudah mengikat air, memiliki aerasi dan drainase yang baik, serta bertekstur lunak sehingga mudah ditembus oleh akar tanaman. Kepadatan *Ae. albopictus* lebih tinggi pada lokasi yang dikelilingi oleh tumbuh-

tumbuhan berwarna hijau gelap dibandingkan dengan lokasi yang berwarna hijau terang atau kekuning-kuningan²³. Dinding sumur yang tidak terdapat vegetasi terlihat gelap sehingga menarik nyamuk *Aedes* sp. untuk beristirahat. Nyamuk *Aedes aegypti* lebih tertarik untuk meletakkan telurnya pada TPA berair yang berwarna gelap, paling menyukai warna hitam, terbuka lebar, dan terutama yang terletak di tempat-tempat terlindung sinar matahari langsung. Setelah menghisap darah nyamuk *Aedes* sp. beristirahat di tempat yang gelap dan lembab, di tempat ini nyamuk menunggu proses pematangan telurnya²⁴. Hasil pengamatan juga dilakukan pada sumur kuno sebagian besar banyak vegetasi pada sumur dan ini memungkinkan terdapat mikrofauna sehingga sangat potensial untuk perkembangan *Mesocyclop* yang merupakan predator bagi larva nyamuk.

Kesimpulan

1. Spesies larva nyamuk yang ada pada sumur di Kelurahan Banguntapan adalah *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* dan *Culex quinquefasciatus*. Sebaran keberadaan larva *Aedes* sp. di sumur hampir tersebar merata di tiap-tiap lokasi dan lebih dari 50 % positif larva *Aedes* sp.
2. Tidak ada hubungan bermakna antara kondisi sumur meliputi dinding, kedalaman, cara pengambilan air, letak sumur,

penutupan sumur terhadap keberadaan larva nyamuk *Aedes* sp. dan juga tidak ada hubungan yang bermakna antara faktor kimia air sumur meliputi kandungan *total dissolved solid* (TDS), kekeruhan, pH, zat organik pada air sumur terhadap keberadaan larva nyamuk *Aedes* sp.

3. Faktor fisik air sumur yang meliputi suhu air sumur, dan kelembaban tidak ada hubungan yang bermakna terhadap keberadaan larva nyamuk *Aedes* sp. Kelembaban udara ada hubungan yang bermakna terhadap keberadaan larva *Aedes* sp.
4. Faktor biologi yang meliputi kelimpahan *plankton* tidak ada hubungan yang bermakna terhadap keberadaan larva *Aedes* sp. Jenis *plankton* yang paling banyak adalah *Keratella*, *Spyrogyra*, *Zitzchia*, *Euglena*, *Diatoma* dan *Ulotrix* serta adanya *zooplankton Mesocyclop* sebagai predator larva *Aedes* sp. Vegetasi di dalam sumur ada hubungan yang bermakna terhadap keberadaan larva *Aedes* sp.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, *Mosquitoes, Public Health Pest Control*, University of Florida and The American Mosquito Control Association. 2002.
2. Mardihusodo, S.J, Pengaruh Perubahan Lingkungan Fisik ,terhadap Penetasan Telur *Aedes aegypti*. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 1998. IV: 6.
3. Ditjen. P2M-PL, *Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD) oleh Juru Pemantau Jentik (Jumantik)*. Ditjen P2M-PL. Depkes RI.Jakarta. 2004.
4. Isnansetyo, A. dan Kurniastuty, *Teknik kultur phytoplankton & Zooplankton*, Kanisius Yogyakarta.1995.
5. Gratz, N.G, *Lessons of Aedes aegypti Control in Thailand*. *J Medical and Veterinary Entomol*.1993. 7 :1-10.
6. Gionar, Y.R, Rusmianto, S, Susapto, D, Sumur Sebagai Habitat Yang Penting Untuk Perkembangbiakkan Nyamuk *Aedes aegypti* , *Buletin Penelitian Kesehatan*.2001. 29(1) :22-31.
7. Hidayat, M. C, Santoso, L. , H, Pengaruh pH Air Perindukan terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan *Aedes aegypti* Pra Dewasa *Cermin Dunia Kedokteran*.1997.No:119 :48-49
8. Santoso, Budiyanto, A, Study Indeks Larva Nyamuk *Aedes Aegypti* dan Hubungannya dengan PSP Masyarakat Tentang Penyakit DBD Di Kota Palembang Sumatra Selatan, *Jurnal Ekologi Kesehatan*.2005. 7 (2) : 732 – 739.
9. Eaton A,D, Cleseri I,S, Rice E, W, Green A,E, American Public Health Association (APHA),

- Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 21st Edition Centennial Edition*, American Public Health Association 800 I Street, NW Washington, DC 20001-3710.2005.
10. Mujiman, Ahmad, *Makanan Ikan*. Cetakan 14. Penebar Swadaya. Jakarta.1984.
 11. Stojanovich, C.J and Scott, H.G, *Illustrated Key To Mosquitoes of Vietnam*, Department Of Health, Education and Welfare Public Health Service, Communicable Diseases Center Atlanta Georgia.1966.
 12. Hasyimi, M. dan Soekirno, M, Pengamatan Tempat Perindukan *Aedes aegypti* pada Tempat Penampungan Air Rumah Tangga Pada Masyarakat Pengguna Air Olahan, *Jurnal Ekologi Kesehatan*.2004. No 1 (3) :37-42
 13. Priyati, P, *Karakteristik sumur yang menjadi tempat perindukan nyamuk Aedes sp. pada musim kemarau dan musim penghujan di Perumahan Minomartani, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta*. Unpublished. FK - UGM, Yogyakarta.2004.
 14. Kesetyaningsih, T. W. dan Sundari, S. Perbedaan antara house indeks yang melibatkan pemeriksaan sumur dengan yang tidak melibatkan pemeriksaan sumur pada survei vektor dengue di dusun Pepe, Bantul, Yogyakarta, *Jurnal Kedokteran Yarsi*.2006. 14 (1) : 034-037
 15. Gandahusada, S. Ilahude, H.D, Pribasi, W., *Parasitologi Kedokteran*, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.2000.
 16. Sitio, A, *Hubungan Perilaku Tentang Pemberantasan Sarang Nyamuk Dan Kebiasaan Keluarga Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Kecamatan Medan Perjuangan Kota Medan*.2008.
 17. Kordi, K dan Andi Baso Tancung. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. PT. Rhineka Cipta. Jakarta.2007.
 18. Ririh, Y., Anny, W., *Hubungan Kondisi Lingkungan, Kontainer, dan Perilaku Masyarakat dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes aegypti di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue Surabaya*, *Jurnal kesehatan lingkungan*.2005. 1 (2) : 170-182
 19. Sudarmaja, I.M, Mardihusodo, S.J. Pemilihan Tempat Bertelur Nyamuk *Aedes aegypti* pada Air Limbah Rumah Tangga di Laboratorium. *Jurnal Veteriner* .2009. 4 (10) : 205-207
 20. Mutiarawati, D.T, Pengaruh Kadar Zat-zat Terlarut di Dalam Air Bersih Terhadap Perkembangbiakan Nyamuk *Aedes aegypti* Pra Dewasa, *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*.2010. 1 (2): 96-99
 21. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor

- 1205/menkes/per/x/2004, tentang *Pedoman persyaratan kesehatan pelayanan Sehat pakai air (spa)*. 2004.
22. Suwasono, H, Berbagai Cara Pemberantasan Larva *Aedes aegypti*, *Cermin Dunia Kedokteran*.1997.(119) : 32-34
23. Seregeg,I.G, Kepadatan *Aedes albopictus* di Lingkungan Beberapa Rumah Sakit di Jakarta Selatan, *Cermin Dunia Kedokteran*,1996.(107) : 23-25
24. Depkes RI, *Pencegahan dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue di Indonesia*, Jakarta : Dirjen PPM & PL.2005.

HUBUNGAN PAPARAN DEBU PERAK DENGAN PENYAKIT AKIBAT KERJA *pneumoconiosis* PADA PEKERJA BAGIAN PRODUKSI DI KERAJINAN PERAK KOTAGEDE YOGYAKARTA

Helina Helmy¹, Adi Heru Sutomo², Soebijanto³

¹. Politeknik Kesehatan –Kesehatan Lingkungan Tanjungkarang-Lampung

^{2,3} Program Pascasarjana Ilmu Kesehatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada

INTISARI

Latar belakang: Kerajinan perak Kotagede diproduksi tiga jenis: alat rumah tangga, peralatan makan dan perhiasan. Bagian produksi ada kegiatan peleburan, pengikiran, pengampalasan, pengkilapan. Fakta di lapangan :terjadi pencemaran udara, pekerja tidak menggunakan APD, kebiasaan merokok, keluhan sesak nafas, pegal-pegal, alergi, faktor usia, lama kerja, jenis kelamin. Tujuan penelitian: mengetahui kadar debu total, konsentrasi debu Ag di 6 lokasi ruang produksi (A₁-A₆), unsur-unsur yang terkandung di dalam debu total, ventilasi dan kelembaban ruangan, fungsi paru pekerja serta hubungan antara debu total, debu perak dengan gangguan fungsi paru pekerja bagian produksi. Metode: Jenis penelitian deskriptif korelasi dan rancangan *cross sectional*. Subyek penelitian adalah menginklusi semua pengrajin ruang produksi yang terpapar debu perak, bersedia untuk diteliti dan mengeksklusi yang mempunyai riwayat Asma, batuk(flu). Jumlah sampel 63 responden. Analisis data dilakukan secara univariat dengan %, bivariat Chi-square, multivariat menggunakan regresi logistik.

Hasil analisis Univariat kadar debu total <NAB. Konsentrasi debu Ag >NAB. Ditemukan juga unsur- dalam debu total Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Ti, V, Sr, Sn, Zr, Sb, Au, Pd, Mo, Se, As, Ag, Ni, Ti, Z, W dengan prediksi diameter partikel PM₁₀, PM_{2,5}(debu respirabel). Bivariat, kadar debu total(=0,084, p=0,503), konsentrasi debu Ag ruang produksi (=0,254, dan p=0,044) dengan gangguan fungsi paru. Hasil analisis Multivariat sig 0,049, Exp(B) = 3,238.

Kesimpulan: Ada hubungan langsung dan signifikan antara responden terpapar debu Ag dengan gangguan fungsi paru responden sebesar 3,2 kali dari yang tidak terpapar debu Ag. Tidak ada hubungan responden yang terpapar kadar debu total dengan gangguan fungsi paru responden. Nilai debu total di bawah ambang batas namun tidak menggunakan APD masker dan bersama faktor risiko umur akan mengganggu fungsi paru responden.

Saran: Agar paparan debu perak tidak melebihi ambang batas perlu untuk memperhatikan ventilasi sesuai standar kesehatan. Perlu adanya penelitian lanjut tentang ventilasi dan APD dengan penyakit akibat kerja.

Kata kunci: *pneumoconiosis, fungsi paru, debu total, debu Ag*

PENDAHULUAN

Kerajinan perak di Kotagede diproduksi 3 jenis yaitu: peralatan rumah tangga, alat makan, perhiasan. Aktifitas di ruang produksi antara lain mencampur bahan 100% perak dengan 7,5 % tembaga, melebur, mensolder, pengkilapan dengan Asam sulfat (H_2SO_4), pengamplasan, peniupan. Debu-debu dan uap-uap hasil kegiatan di atas tak terhindarkan akan terhirup oleh pekerja.

Lama paparan, konsentrasi, bentuk debu dan faktor individu menimbulkan gangguan saluran pernafasan akibat inhalasi debu¹. Penyakit akibat kerja pneumoconiosis (pneumos: paru; konios: debu dikutip dari² terjadi kelainan di paru-paru pekerja dengan gejala batuk kering, sesak nafas, kelelahan, umur, berat badan berkurang³. Lingkungan fisik seperti ventilasi, suhu, kelembaban ruang produksi ikut berperan terhadap kenyamanan pekerja dalam bekerja⁴.

Ada keluhan gangguan fungsi pernafasan di ruang produksi terutama pekerja rata-rata telah bekerja lebih dari 25 tahun. Pekerja pria dan wanita yang telah berpuluh tahun bekerja di ruang produksi dengan kondisi berdebu ada yang kurus dan gemuk. Pekerja masih ada yang aktif bekerja diusia 73 tahun. Kebiasaan bekerja sambil merokok, tidak digunakannya masker oleh pekerja saat melakukan aktivitas penyolderan, peleburan, pengkilapan dan berdebu, dalam waktu lama pekerja akan terganggu fungsi parunya.

Nilai ambang batas zat kimia per

hari boleh terlampaui bila terdapat konsentrasi kadar rendah di hari berikutnya dalam 5 hari kerja/minggu atau selama 8 jam kerja sehari⁵. Nilai ambang batas debu total $10mg/m^3$, konsentrasi debu Ag $0,01mg/m^3$ ⁴. Nilai Ambang Batas standar perbandingan untuk pedoman pengendalian bahan beracun di lingkungan kerja, penentu diagnosis gangguan kesehatan kerja dan efisiensi kerja akibat faktor kimia dengan pemeriksaan biologi⁶.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian deskriptif korelasi dan rancangan penelitian *cross-sectional*. Tempat penelitian bagian produksi di kerajinan perak Kecamatan Kotagede diwakili lokasi, A2, A3(*home industry*), perusahaan (A4, A5, A6) dan A1(semi-industri). Waktu penelitian Oktober 2010 yang disesuaikan adanya aktivitas bagian produksi, cuaca cerah tidak hujan.

Seluruh pekerja 6 lokasi pengrajin perak mewakili kelurahan Purbayan dan Prenggan sebagai populasi. Teknik pengambilan sampel *purposive sampling* dengan pertimbangan eksklusif dan inklusif. Kriteria inklusif: responden yang terpapar debu perak bagian produksi di 6 lokasi kerajinan perak dan bersedia untuk diteliti. Kriteria eksklusif responden memiliki riwayat penyakit.

Variabel bebas dalam penelitian ini paparan debu total dan debu Ag bagian produksi di kerajinan perak. Variabel terikat: gangguan fungsi paru responden yang terpapar debu total dan

debu Ag. Faktor risiko: IMT, masa kerja, jenis kelamin, umur, kebiasaan merokok, penggunaan alat pelindung diri, sebagai pemicu kronis dan akut fungsi paru pekerja.

Prinsip cara pengambilan sampel debu dengan *Cascade Impactor Andersen*. Waktu pengambilan sampel adalah 8 jam/hari/titik. Peletakan *Cascade Impactor Andersen, Flow meter* setinggi zona pernafasan setengah lingkaran dari lubang hidung responden dengan diameter 0,6 m di sekitar kepala dan bahu dan inlet menghadap ke atas. Kecepatan flow diupayakan agar selalu stabil ($0,283\text{m}^3/\text{menit/orang}$) selama 8 jam/hari. Sampel debu awal dan akhir serta kontrol disimpan dalam desikator selama 24 jam. Kadar debu akhir

diperoleh dari sampel debu (filter) dengan metode gravimetri. Untuk analisis unsur-unsur kandungan debu dengan XRF. Setiap filter sampel dianalisis sebanyak 3 kali pengukuran. Analisis data secara univariat dengan persentase, bivariat Chi-square dan multivariat menggunakan regresi logistik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil analisis univariat Total kadar debu total ruang produksi <NAB($10\text{mg}/\text{m}^3$), tetapi hasil konsentrasi debu Ag >NAB($0,01\text{mg}/\text{m}^3$)(tabel 1). Suhu normal $24-26^\circ\text{C}$ untuk orang Indonesia⁷. Persyaratan suhu ($18-30^\circ\text{C}$)⁴.

Tabel 1. Distribusi kadar debu total, konsentrasi debu Ag dan gangguan fungsi paru pekerja di lokasi ruang produksi kerajinan perak Tahun 2010

Item	Lokasi Penelitian						Σ
	A1 Semi industri	A2 Home	A3 industri	A4 Perusahaan	A5	A6	
Debu Total	0,64	0,63	0,33	0,63	0,62	1,10	-
Debu Ag	0,09	0,02	0,01	0,03	0,01	0,04	-
G.fungsi paru							
Normal	2 3%	4 6%	4 6%	5 8%	4 6%	19 30%	38 60%
Restrictive	7 11%	1 2%	0 -	1 2%	2 3%	11 17%	22 (35%)
Obstructive	0 -	1 2%	0 -	0 -	0 -	2 (3%)	3 (5%)

Tabel 2, suhu nyaman untuk melakukan aktivitas di lokasi A2. Suhu juga sangat berperan penting saat pengambilan sampel, karena bila suhu rendah maka debu berukuran diameter kecil akan banyak terdeposisi di permukaan dinding sehingga yang terhisap di alat berkurang.

Kelembaban ruang produksi 65-95%⁴. Udara yang panas dan

persentase tinggi berhubungan dengan penguapan dan kebutuhan oksigen. Pengaruh kelembaban tinggi terhadap alat *cascade impactor* yaitu udaranya basah maka banyak uap air karena suhunya rendah, sehingga debu ukuran kecil banyak yang terdeposisi di dinding. Tinggi atap standar 2,5 meter yang berperan agar kelembaban ruangan tetap standar. Tinggi atap di 6 lokasi sudah memenuhi persyaratan.

Tabel 2. Distribusi lingkungan fisik di ruang produksi kerajinan perak tahun 2010

No.	Item	Lokasi di ruang produksi					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
1.	Suhu (°C)	23-26	24-26	21-28	24-28	24-27	21-28
2.	Kelembaban(%)	57-73	63-73	57-83	58-81	61-88	55-68
3.	Tinggi atap	>2,5m	>2,5m	=2,5m	>2,5m	>2,5m	>2,5m

Ventilasi ruangan 20% dari luas lantai⁴. Tabel 3 ventilasi lokasi A2, A3, dan A5 tidak memenuhi syarat. Lokasi A1, A4, A6 tidak dilakukan pengukuran, karena ruangnya

terbuka (A4,A6). Dinding kawat-kawat berlubang lokasi A1 dan kiri-kanan ruang produksi tertutupi oleh bangunan-bangunan yang lebih tinggi untuk lokasi A1 dan A4.

Tabel 3. Distribusi keadaan ventilasi di ruang produksi kerajinan perak tahun 2010

Lokasi	Luas lantai	ventilasi(20% luas lantai)		
		Kenyataan	seharusnya	Ket
A1	-	**	**	**
A2	53,2 m ²	2,54	10,64 m ²	*
A3	25,94m ²	4,1 m ²	5,2m ²	*
A4	-	**	**	**
A5	142,3 m ²	26,3 m ²	28,5 m ²	*
A6	-	**	**	**

Ket:tidak memenuhi syarat(*), memenuhi syarat(**)

Responden terganggu fungsi parunya *restrictive* 35% dan 5% *obstructive*, dari 63 responden. Data diperoleh dari petugas balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Provinsi DIY menggunakan alat spirometer hanya lokasi A3 *home industry* tidak terkena gangguan fungsi paru.

Tabel 4. Distribusi gangguan fungsi paru responden di 6 lokasi bagian produksi kerajinan perak tahun 2010

Lokasi	Normal(%)	Gangguan fungsi paru	
		<i>Restrictive</i> (%)	<i>Obstructive</i> (%)
A1	3	11	0
A2	6	2	2
A3	6	0	0
A4	8	2	0
A5	6	3	0
A6	30	17	3
Total	60	35	5

Restrictive, kemungkinan terjadi kerusakan jaringan pada paru-paru, ditandai oleh berkurangnya kekuatan otot pernafasan, *obstructive* besar kemungkinan terjadi pembengkakan pada saluran pernafasan ditandai oleh adanya penyempitan pada saluran pernafasan.

Gangguan fungsi paru *obstructive* (bronchitis kronik atau emfisema).

Gangguan fungsi paru *restrictive* (gangguan pada dinding torak dan juga penyakit menyerang pleura, gangguan ekstrapulmonar, gangguan neorologic, fibrosis paru akibat *pneumoconiosis*). Angka 35% terlihat pada tabel 4 kemungkinan terjadi *pneumoconiosis*, sehingga fungsi pernafasan responden terganggu.

Tabel 5. Distribusi (%) keluhan responden pada fungsi paru responden

No	Item	Ya	%	Tidak	%
1.	Keluhan sesak nafas	39	62	25	38
2.	Keluhan batuk	35	56	28	44
3.	Keluhan rongga dada	36	57	27	43
5.	Batu Berdahak	23	36	40	63
6.	Batuk Kering	32	51	31	49

Keluhan responden sesak nafas 62%, sering terjadi sore hari bila banyak bekerja. Saat beraktivitas pemolesan atau pengkilatan, sesak nafas juga diikuti riak dan terasa nyeri. 56% responden mengeluh batuk berdahak dan terasa lelah dan duduk sejenak setelah dilakukan aktivitas pemolesan/pengkilatan. Dalam kondisi udara dingin batuk juga sering terjadi. Rongga dada responden terasa

nyeri karena banyak bekerja, diikuti dengan sesak saat melakukan kegiatan peleburan. Angka 57 % responden menyatakan keluhan ini. Keluhan alergi dingin, tenggorokan sakit, sering anyang-anyangan, nyeri tulang dan pegal-pegal. Hampir semua responden menyatakan bahwa ruangan tempat bekerja banyak menghasilkan debu. Tabel 5 diperoleh peneliti dari kuesioner tertutup dan terbuka.

Tabel 6. Gambaran konsentrasi unsur debu respirabel secara prediksi pada sistem pernafasan responden di ruang produksi tahun 2010

Unsur	Tk 4 2,1-3,3	Tk 5 1,1-2,1	Tk 6 0,7-1,1	Tk 7 0,4-0,7	Tk (filter) <0,5um	%
Cu	3,0	3,0	2,4	0,5	0,1	9
Ag	1,9	0,9	0	0,3	0	3,1
Zn	1,3	1,6	7,2	1,3	36,5	47,9
Fe	7,4	7,5	8,3	1,7	0,7	25,6
Mn	0	8,6	0	0	0,9	9,5
Sn	3,1	3,1	3,6	0,7	0,2	10,7
Sb	5,5	5,5	8,2	1,5	0	20,7
Au	6,0	6,8	7,4	1,5	0	21,7
Pd	5,5	5,8	6,4	1,3	0	19
Mo	0,6	0,5	0,6	0,1	0	1,8
Se	0,2	0	0,3	0	0	0,5
As	0,2	0	0,3	0	0	0,5
Ni	0,6	0	0	0	0	0,6
W	1,5	1,5	1,5	0,3	0	4,8
Ti	0	0	0	0	19	19
V	0	0	0	0	5,2	5,2
Sr	0	0	0	0	0,5	0,5
Zr	0	0	0	0	0,3	0,3
	18,4%	22,4%	23 %	4,5 %	32%	

Tabel 6 menunjukkan kandungan unsur-unsur di dalam debu total. Prediksi diameter 1-2 um atau 1-3 um tempat menempelnya unsur-unsur debu di bronkiolus karena gaya gravitasi. Diameter ukuran <1 um dan unsur-unsur debunya menempel di alveoli dan untuk ukuran diameter <0,5um(tk filter) unsur-unsur debu segera dikeluarkan kembali secara ekspirasi. Kandungan debu respirabel Zn (47,9%), Fe(25,6%), Au(21,7%). Prediksi kandungan unsur-unsur ada di alveoli (6-7) 27,5%, di bronkiolus (40,8%) dan sisanya 32% dikeluarkan secara ekspirasi.

Tabel 7. Prediksi debu Ag sistem pernafasan Responden Pada Cascade impactor bagian produksi di kerajinan perak tahun 2010

Diameter		Konsentrasi kandungan Debu Ag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di 6 lokasi							
Um	TK	Lokasi						Kontrl	Prediksi deposisi
		A1	A2	A3	A4	A5	A6		
9-10	0	74,4	4,2	5,1	3,6	0,2	1,5	0	Sal. nafas atas
5,8-9	1-2	9,9	12	3,7	5,7	2,7	4,3	0	I d e m
2-5	3-5	5,3	5,4	1,8	12,4	9,3	8,5	6,1	Sal.nafas bawah
1-2									
<1	6-7	0,3	2,6	0	10,5	2,4	3,8	0	Alveoli
<0,5	Filter	0,1	0	0	0,1	0	0	0	Alveoli
Total		89,6	24,2	10,6	32,3	14,6	18,1	6,1	

Tingkat 0 (9,0-10)um prediksi debu Ag tertinggi lokasi A1($0,074 > 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$), tertahan di saluran nafas bagian atas(Larynx, pharynx dan mulut) juga tk1-2(diameter 5,8-9)um lokasi A2 ($0,012 > 0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$).

Tingkat 3-5(diameter 2-5) um. Tidak lurusnya saluran nafas yang dilalui udara > 180 cm/detik, partikel tidak mudah membelok, tetapi terus, menumbuk daerah trachea dan bronchi disebut mekanisme impaksi, membentur selaput lendir,tertangkap dipercabangan bronkus besar⁹.

Tingkat 6-7 (ukuran 1-2) um, mencapai cabang- bronchioles dan

bronchioles. Mekanisme sedimentasi atau gravitasi. Kecepatan gerak molekul dalam udara pernafasan sangat besar dengan jarak begitu pendek dari terminal bronkiolus ke alveoli, terjadi pengendapan partikel di percabangan bronkus kecil dan bronchioli.

Gerak difusi (*brown*) lokasi tertinggi (A1)< 1 um, kecepatan <1cm /detik. Ukuran <0,5 um biasanya sebagian tetap tersuspensi di dalam udara alveolus dan dikeluarkan dari paru-paru selama ekspirasi. Partikel yang terjerat oleh alveoli secara perlahan dikeluarkan oleh makrofag (sel-sel imun) jika tidak berlebihan.

2. Hasil analisis bivariat

Tabel 8. Distribusi Hubungan gangguan fungsi paru dengan debu total, konsentrasi Ag dan faktor resiko tahun 2010

Variabel	Normal $\Sigma(\%)$	Terganggu $\Sigma\%$	P
Debu Total			
$\leq 0,557 \text{ mg/m}^3$	23(36,5)	13(20,6)	0,503
$> 0,557 \text{ mg/m}^3$	15(23,8)	12(19,0)	
Konsentrasi Ag			
$< 0,041 \text{ mg/m}^3$	17(27,0)	5(7,9)	0,044 *
$\geq 0,041 \text{ mg/m}^3$	21(33,3)	20(31,7)	
Status gizi			
Normal	20(31,7)	11(17,5)	0,503
Terganggu	18(28,6)	14(22,2)	
Masa Kerja			
$< 16 \text{ th}$	26(41,3)	22(34,9)	0,074
$\geq 16 \text{ th}$	12(19,0)	3(4,8)	
Jenis Kelamin			
Pria	33(52,4)	22(34,9)	1 dan 0,606
Wanita	5(7,9)	3(4,8)	
Umur			
$< 43 \text{ thn}$	24(38,1)	19(30,2)	0,284
$\geq 43 \text{ thn}$	14(22,2)	6(9,5)	
Kebiasaan merokok			
Tidak merokok	19(30,2)	11(17,5)	0,641
Merokok	19(30,2)	14(22,2)	
Penggunaan APD			
Tdk, APD	36(57,1)	20(31,7)	0,103
Ya, APD	2(3,2)	5(7,9)	0,081

Keterangan : * signifikan

Tabel 8, analisis bivariat hanya debu Ag $p < 0,05$, signifikan. Hasil bivariat tabel 9, konsentrasi debu Ag ada hubungan sangat signifikan dengan faktor resiko umur diikuti masa kerja dan jenis kelamin. Bivariat Kadar debu total ada hubungan dengan APD masker dan umur responden.

Tabel 9. Distribusi Hubungan Debu Total, Ag dengan Faktor Resiko tahun 2010

Faktor resiko	Konsentrasi debu Ag (0,01 mg/m ³)		p	Debu total (10mg/m ³)		p
	<0,041	≥0,041		≤0,557	>0,557	
Status Gizi						
Normal	12 (19%)	20 (31,7%)	0,663	21 (33,3%)	11 (17,5%)	0,167
Terganggu	10 (15,9%)	21 (33,3%)		15 (23,8%)	16 (25,4%)	
Masa Kerja						
<16 th	12 (19,0%)	36 (57,1%)	0,003 *	30 (47,6%)	18 (28,6%)	0,124
≥16 th	10 (15,9%)	5 (7,9%)		6 (9,5%)	9 (14,3%)	
Jenis kelamin						
Wanita	0 (0%)	8 (12,7%)	0,042 Fischer	7 (11,1%)	1 (1,6%)	0,123
Pria	22 (34,9%)	33 (52,4%)	*	29 (46%)	26 (41,3%)	
Umur						
<43 th	8 (12,7%)	35 (55,6%)	0,000 *	30 (47,6%)	13 (20,6%)	0,003 *
≥43 th	14 (22,2%)	6 (41)		6 (9,5%)	14 (22,2%)	
Kebiasaan merokok						
tidak merokok	9 (14,3%)	21 (33,3%)	0,435	20 (31,7%)	10 (15,9%)	0,145
Ya	13 (20,6%)	20 (31,7%)		16 (25,4%)	17 (27,0%)	
Penggunaan APD						
Ya	0	7 (41%)	0,086 Fischer	0	7 (11,1%)	0,002 Fischer
Tidak	22 (34,9%)	34 (54%)		36 (57,1%)	20 (1,7%)	*

Keterangan : * signifikan

Hubungan debu Ag langsung mengganggu fungsi paru dan Debu Ag bersama-sama faktor risiko umur, masa kerja, jenis kelamin mengganggu fungsi paru (tabel 9). Debu total secara tidak langsung bersama dengan faktor risiko umur, APD(masker) mengganggu fungsi paru responden (tabel 9).

3. Hasil analisis multivariat

Syarat uji multivariat $p < 0,25$. Uji selanjutnya dipilih regresi logistik karena variabel dependen kategorik dan kekuatan korelasinya dapat dilihat nilai Exp(B). Variabel yang memenuhi $p < 0,25$ yaitu (konsentrasi debu

Ag), (debu Ag&masa kerja), (debu total&umur), (debu Ag&Umur), serta(debu Ag&Jenis kelamin). Interpretasi analisis multivariat, penelitian *cross sectional* menjelaskan nilai Exp[B]. Dengan metode backward, tabel 10 ada lima langkah untuk sampai pada hasil akhir.

Konsentrasi Ag mempunyai hubungan paling kuat $p(0,049$, Exp(B) =3,238, artinya responden terpapar debu Ag bagian produksi di 6 lokasi kerajinan perak mengalami gangguan fungsi paru 3,2 kali lebih berisiko dibanding responden tidak terpapar konsentrasi debu Ag.

Tabel 10. Analisis multivariat gangguan fungsi paru tahun 2010

Variabel	Step 1 Sig EXP(B)	Step2. Sig EXP(B)	Step 3 Sig EXP(B)	Step 4 Sig EXP(B)	Step 5 Sig EXP(B)
Debu Ag	0,238 (3,840)	0,190 (4,410)	0,022 (8,116)	0,028 (3,80)	0,049 (3,238)
Debu Ag & M.Kerja	1,00 (0,00)	0,116 (0,142)	0,146 (0,167)	0,018 (0,294)	-
Debu Ag&Kelamin	0,375 (2,083)	0,356 (2,142)	-	-	-
Debu Ag & umur	1,00 (5,411)	-	-	-	-
Debu total&Umur	0,313 (2,797)	0,207 (3,410)	0,196 (3,497)	-	-

Variabel paling berhubungan Ag EXP(B) 3,238

PEMBAHASAN

1. Ada hubungan antara konsentrasi debu Ag dengan gangguan fungsi pernafasan

Tanda sesak nafas, batuk kronis atau berdahak ciri dari penyakit paru *obstructive* kronik karena merokok atau paparan debu¹⁰. Pencetus bisa juga partikel toksik⁴. Ukuran diameter dan deposit partikel, riwayat penyakit, kemungkinan keluhan responden tabel 5 bagian dari gangguan fungsi paru responden.

Kasus terpaparnya konsentrasi uap perak metalik sangat tinggi, area kerja kecil dan tak terkontrol, ruang tertutup dan di dalam ada kegiatan peleburan. Setelah terpapar uap perak 30 jam kemudian, masuk rumah sakit karena gejala sirkulasi dan respirasi parah dan perlu alat bantu pernafasan 18 hari. Pekerja itu pulih kembali dan bekerja lagi. Cedera dalam kasus ini disebabkan oleh ventilasi tidak tepat¹¹. Lokasi A1 saat pengambilan sampel debu tidak ada kegiatan peleburan, tetapi gerinda dan pengkilapan. Lokasi A2 pada saat pengambilan sampel debu ada tahap peleburan, pengamplasan, pengkilapan dan gerinda.

Kemungkinan inhalasi responden (uap, debu, asap) dan terdeposit di hidung dan pharing. Lokasi A₂ home industri 1 responden terkena gangguan *obstructive* umur 39 tahun, masa kerja 15 tahun, tabel 1 dan 4(2%). Ternyata ventilasi tabel 3 di lokasi A₂ juga sangat tidak memenuhi syarat. Kemungkinan faktor lingkungan (ventilasi) juga ikut berperan.

Lokasi A₁ ventilasinya memenuhi syarat, tetapi ada 7 responden terganggu fungsi paru *restrictive*. Kemungkinan udara segar dalam ruang terhambat sirkulasinya karena letak ruangan bagian produksi dikelilingi oleh gedung yang lebih tinggi dengan jarak sangat berdekatan.

Inhalasi silver (debu, uap) menyebabkan iritasi membrane mucus, iritasi saluran nafas atas. Kerusakan paru-paru dengan edema pulmonary disebabkan paparan sangat tinggi. Tetapi silver tidak bersifat karsinogen atau penyebab kanker¹². Tanda-tanda di atas kemungkinan terjadi juga pada responden, iritasi saluran nafas dari keluhan tabel 5 dan jawaban kuesioner.

Pengaruh partikel terhirup selain tergantung pada sifat fisik, sifat kimia, tempat terdosisnya juga tergantung kepekaan orang yang menghirup partikel¹³. Jadi kemungkinan tidak ada yang terganggu fungsi paru di lokasi A3, karena lingkungan fisik ruangan yang mendukung (ventilasi), kepekaan responden terhadap partikel silver, juga peran silia dan selaput lendir mukus, dan jenis kerajinan perak di lokasi A₃ hanya pembuatan asesoris (jenis pekerjaan ringan).

Semua bentuk perak adalah kumulatif manakala masuk jaringan tubuh dan sedikit diekskresikan. Debu perak di paru menimbulkan bentuk *pneumoconiosis* tidak beresiko *fibrosis* tapi hanya sebatas *Argyria* dan *Argyrosis* sepanjang hayat¹⁴. Partikel berdiameter <1 um pada alat *cascade impactor* menunjukkan, konsentrasi

debu Ag tertinggi di lokasi A₄ prediksi terdepositasi di alveoli (tabel 7).

Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar kandungan partikel terhirup. Kemungkinan partikel-partikel itu terdepositasi di alveolus. Penyakit paru akibat partikel anorganik disebut *pneumoconiosis*¹³. Mekanisme inhalasi toksik dari AgNP. Ag⁺ yang dikonsumsi sebelum mencapai komponen seluler (ion Ag⁺) akan diikat oleh sel. Nano partikel (teori Trojan-horse effect) menyatakan bahwa sel melingkupi partikel yang melepaskan Ag⁺, kemudian Ag⁺ terikat pada stiol yang ada dalam protein dan enzim mengganggu reproduksi sel, sehingga efek toksiknya lebih kuat¹⁵. Ternyata konsentrasi perak tertinggi di rambut¹⁶.

Senyawa debu perak seperti debu silver nitrat jalur inhalasinya sangat merusak jaringan selaput lendir dan saluran pernafasan bagian atas. Uap yang terhirup menyebabkan batuk, mengi, radang tenggorokan, sesak nafas, sakit kepala mual muntah dan menyebabkan penyakit paru¹⁴. Gejala akut dari paparan berlebihan dari perak nitrat menyebabkan penurunan tekanan darah, diare, iritasi lambung, penurunan respirasi dan gejala kronis dari masuknya dosis rendah yang berkepanjangan adalah degenerasi pada hati, ginjal dan perubahan sel darah¹¹.

Pentingnya monitoring perak di lingkungan kerja. Dua puluh pekerja pabrik pembuatan silver nitrat dan silver oksida mengeluh *occupational argyrosis* (sakit kepala dan kelelahan

akibat kerja karena perak/silver)¹⁶. Keluhan responden tabel 5 yaitu gejala kelelahan, keluhan batuk, sesak nafas, tenggorokan sakit. Analisis ivariat memperlihatkan ada hubungan debu Ag, kemungkinan juga dari debu silver nitrat dan debu silver sulfat. Pekerja gatal-gatal di kulit, kemungkinan larutan asam sulfat digunakan saat polishing, digunakan bahan borak, asam klorida, larutan aki saat penyolderan informasi responden.

2. Ada hubungan resiko umur dengan konsentrasi debu Ag

Usia produktif (15-65 tahun) (BPS, 2010). Dalam penelitian ini (92%) usia produktif di 6 lokasi bagian produksi. Menurut Yunus¹⁷, usia 20-30 tahun paru-paru masa perkembangan tetapi usia >40 tahun fungsi paru mengalami penurunan. Tidak ada hubungan langsung faktor risiko umur dengan fungsi paru. Tabel 9 responden <43 tahun ada 68,3% dibandingkan ≥ 43 tahun hanya 31,7%. Hubungan tidak langsung antara umur dan mengganggu fungsi paru responden.

3. Ada hubungan masa kerja dengan konsentrasi debu Ag

Masa kerja ≥ 10 tahun ada hubungan dengan fungsi paru responden tetapi penelitian ini rerata masa kerja ≥ 16 tahun tidak ada hubungan dengan gangguan fungsi paru, karena masa kerja responden yang tidak beragam didominasi oleh 2-10 tahun (49%), sehingga kurang terlihat perbedaan¹⁸.

Konsentrasi debu $Ag > NAB$. Setiap tingkatan diameter diprediksi konsentrasi debu Ag ada di saluran nafas bagian atas dan bawah serta di alveoli (tabel 7). Dibutuhkan kerja ekstra bagi silia dan makrofag untuk mengekresikan debu-debu, terutama ukuran diameter $< 1 \mu m$ dan mekanisme kerja pembersihan sangat lambat dengan konsentrasi debu Ag tinggi maka kemungkinan ada partikel Ag yang lolos dan mengendap di alveoli. Seiring waktu, terjadilah penurunan daya kembang paru dan kapasitas beban kerja pernafasan.

4. Tidak ada hubungan debu total dengan gangguan fungsi paru pekerja

Kadar debu total di 6 lokasi $< NAB$ (tabel 1). Kemungkinan titik sampel debu diukur terlalu sedikit sehingga tidak terlihat variasi perbedaan tiap titik, tidak adanya data kadar debu sebelumnya sebagai pembandingan, serta jenis pekerjaan termasuk golongan halus sehingga diperoleh partikel debu halus, meskipun lama pengambilan sampel debu selama 8 jam/hari/titik.

5. Ada hubungan signifikan faktor umur dengan debu total

Pembuktian adanya *temporal sequence* debu total dengan kelainan fungsi paru, apabila penurunan VE_{p1} mencapai 100 mL/tahun, paparan masih terus berlanjut maka kelainan tersebut masih berlanjut progresif dan *irreversible*¹⁹. Umur > 40 tahun

fungsi parunya mengalami penurunan¹⁷. Angka debu total $< NAB$ tetapi terpapar secara terus menerus, dengan kemungkinan akan melewati titik kritis dan bersama-sama debu total akan mengganggu fungsi paru responden.

6. Ada hubungan penggunaan APD masker dengan kadar debu total

Hasil inklusi responden pengguna APD (masker) N_{95} , Usia 30-35 tahun, lama kerja minimal 10 tahun, kadar debu respirabel dengan alat *personal dust sampler* (PDS)¹⁷. Sampel 182 pekerja menggunakan masker yang buruk dengan nilai faal paru lebih rendah 4,5% pekerja dan pengguna APD (masker) tipe N_{95} yang baik (27%). Angka 88,8% responden tanpa APD (masker) tabel 9. Pengambilan sampel debu sama-sama sesaat. Alat *cascade impactor* mampu menganalisis partikel unsur-unsur dalam debu total dan memprediksi yang masuk sampai ke alveoli.

Hasil debu $< NAB$ (semen $3 mg/m^3$) sama dengan hasil penelitian ini debu total $< NAB$ ($10 mg/m^3$). Peneliti sependapat bahwa APD (masker) perlu digunakan saat bekerja, harus standar nasional atau internasional, tergantung karakteristik debu di lapangan seperti ukuran debu disesuaikan dengan pori-pori masker. Angka debu total $< NAB$ bukan berarti mutlak aman (*absolute safe*)⁵.

Penempatan pekerja belum sesuai dalam penelitian ini terutama bagian yang menghasilkan debu dan uap,

posisi duduk pekerja menghadap dinding tanpa ventilasi sehingga debu-debu yang dihasilkan memantul ke dinding dan terpaksa terhirup kembali oleh pekerja, terperangkapnya udara karena posisi ruang produksi tertutupi gedung-gedung lebih tinggi.

7. Hasil analisis multivariat

Hasil analisis multivariat menunjukkan gangguan fungsi paru berhubungan dengan konsentrasi debu Ag >NAB di 6 lokasi sebesar 3,2 kali berisiko, daripada faktor risiko responden. Tetapi peneliti sependapat bahwa faktor risiko umur, jenis kelamin, dan masa kerja juga ikut berperan secara tidak langsung bersama-sama debu Ag mengganggu fungsi paru responden. Nilai OR >10% maka dianggap sebagai variabel pengganggu²⁰. Urutan dalam penelitian ini : 51%>10% (faktor risiko umur dengan konsentrasi debu Ag), 50%>10% (konsentrasi debu Ag dengan IMT), untuk 18%>10%(faktor resiko masa kerja dengan konsentrasi debu Ag)dan(23%)>10% faktor risiko umur dengan debu total.

Ventilasi dan tata ruang kerja ikut berperan agar debu Ag < NAB. Silver bentuk uap menyebabkan iritasi membranm mucus dan iritasi saluran nafas atas jika terpapar sangat tinggi menyebabkan kerusakan paru dengan edem pulmonary tetapi tidak karsinogen fibrosis¹¹ Untuk mengurangi konsentrasi debu agar di bawah ambang menurut Wood & Drake¹¹ harus ada ventilasi. Menurut Winata, Azrul & Yunus²¹ ventilasi

ruangan perlu diperhatikan dan di Indonesia masih jauh dari sempurna. Tata laksana standar yang baik debu Ag tidak boleh >NAB maka menurut Ridle²² harus tercipta atmosfera tempat kerja yang baik(*house keeping*).

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

1. Tidak ada hubungan responden terpapar debu total dengan gangguan fungsi paru responden bagian produksi kerajinan perak. Debu total signifikan dengan penggunaan APD dan umur. Nilai debu total dibawah ambang batas namun jika tidak menggunakan APD (masker) dan bersama faktor risiko umur dapat mengganggu fungsi paru responden.
2. Ada hubungan signifikan responden yang terpapar debu Ag dengan gangguan fungsi paru responden bagian produksi kerajinan perak. Debu Ag dan senyawanya bersama faktor risiko umur, masa kerja, jenis kelamin dapat mengganggu fungsi paru responden.

b. Saran

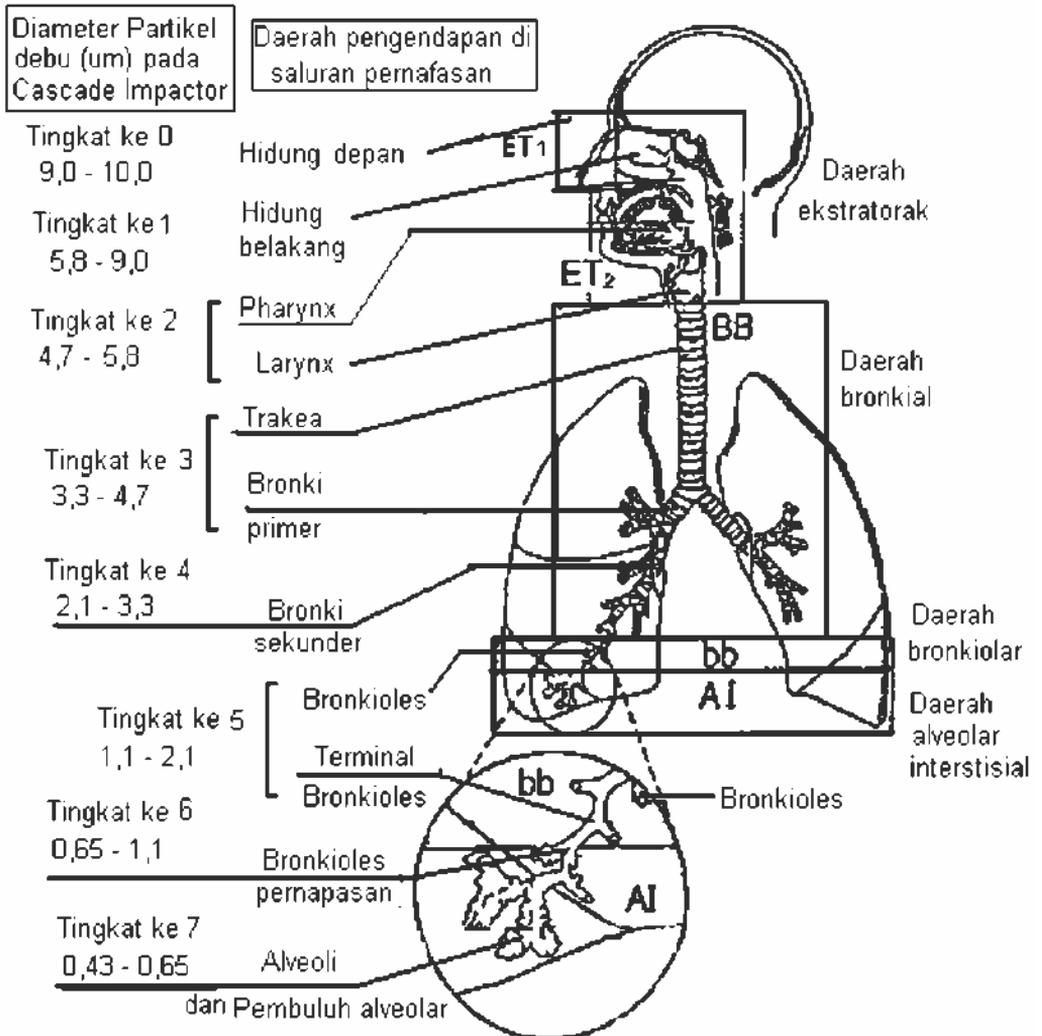
1. Diwajibkan pekerja menggunakan masker yang sesuai standar secara teratur agar terlindung dari bahaya pajanan debu bagian produksi kerajinan perak, ternyata juga terkandung unsur-unsur yang

- dapat mengganggu fungsi paru. Tidak mengaktifkan pekerja yang sudah lanjut usia. Perlu adanya perbaikan ventilasi yang sesuai standar.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk lingkungan fisik (ventilasi) dan penggunaan APD yang standar SNI dan international berdasarkan ukuran diameter partikel debu berkaiatan dengan penyakit akibat kerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Faridawati, R., Yunus, F., Aditama, T.Y., Mangunegoro H, Mamd, Z., 1997. Prevalensi Penyakit Bronkitis Kronik, Emfisema dan Asma Kerja pada Pekerja di PT. Krakatau Steel, Jurnal Respirologi Indonesia, Vol.17.No.1, Jakarta.
2. Mukono, H.J., 2003. Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan , Airlangga University Press, Surabaya. 150: 8-121.
3. Anies, 2005. Penyakit Akibat Kerja, Gramedia, Jakarta. 168 halaman.
4. Departemen Kesehatan RI PPM&PL., 2007. Kumpulan Keputusan Mentri Kesehatan Bidang Penyehatan Lingkungan Jilid II, DepKes, Jakarta.
5. Harrianto, R., 2010. Buku Ajar Kesehatan Kerja, Jakarta.
6. Santoso, G., 2004. Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Prestasi Pustaka, Jakarta.
7. Subaris, H., dan Haryono., 2007. Hygiene Lingkungan Kerja.
8. Arthur,C., dan Guyton, M.D., 1994. Fisiologi Kedokteran, edisi 7, bagian II.
9. Winariani, K., 2010. Penyakit Paru Kerja dan Pencemaran Udara.Dep. Ilmu Penyakit Paru FK UnairRSU.
10. Maranatha,M.,2010. Penyakit Paru Obstruktif Kronik, Unair , Surabaya.
11. Wood,H.J.K., & Drake, L.P., 2005. Exposure-Related Health Effects of silver and silver Compounds: A Review, Ann. occup Hyg., vol.49.No.7, pp.575-585,Oxford University Press.
12. OSHA., 2010 . Silver Metal Material Safety data sheet. Teck, British Colombo.Toronto Ontario.
13. Ikhsan, M., Yunus, F., Susanto., 2009. Bunga Rampai Penyakit Paru Kerja dan Lingkungan, EGC, 191 hal: 199-204.
14. Tver, D.F., and Anderson. K. A, 1995. Industrial Medicine Desk Reference,Chapman and Hal, New York London.
15. Marr. L.C., Quadros,M.E., 2010 Environmental and Human Health Risks of Aerosolized Silver Nanoparticles Journal Air & Waste Management Association.
16. Lansdown, A.B.G., 2007. Critical observation Neurotoxicity of Silver, Information health care.
17. Yunus, 1997. Faal Paru dan Olah Raga, Jurnal Respirologi

- Indonesia vol.17 No .2, Jakarta.
18. Santoso, 2001. Hubungan Masa Kerja dengan Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Batik Cap, Jurnal Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia. Tahun XXIX, Nomor 5. Fakultas Kedokteran UNS.
 19. Amin, M., 1995. Pengaruh Polusi Udara Terhadap Fungsi Paru Penelitian Longitudinal di Pabrik X 1984 - 1992 Majalah Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, Vol.15.No.4, Oktober Jakarta.
 20. Riyanto,A., 2009. Penerapan Aplikasi Analisis Multivariat dalam Penelitian Kesehatan, Mitra Media Press, Bandung. 157 halaman.
 21. Winata, M., Azrul,A., Yunus,F., Pengaruh Debu Jute Terhadap Fungsi Paru Pekerja Pabrik Goni di Tangerang, Jurnal Respirologi Indonesia. Vol .19
 22. Ridle,J., 2003. Ikhtisar Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Erlangga. Jakarta.



Gambar .1 Deposisi partikel debu pada paru- (ITB,2000)
dikutip dari Suharyono,2002;23-26



Gambar. 2 Alat ukur impaktor bertingkat Andersen
(Cascade impactor)



Gambar. 3 XRF