

ISSN : 0215-5478

JURNAL  
**HUMAN MEDIA**

**BBTKLPP YOGYAKARTA** | Volume 7 Nomor 1, Juli 2013



ISSN : 0215-5478

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

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

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

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

# Pengantar Redaksi

Diterbitkan oleh  
**BBTKLPP Yogyakarta**

Penanggung Jawab  
**Kepala BBTKLPP Yogyakarta**

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

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

Editor  
**Wawan Hermawan, ST, M.Kes**  
**Eddy Suwandi Saputra, ST, M.Kes**  
**Sayekti Udi Utama, SKM, M.Kes**  
**Dien Arsanti, SKM, M.Env**

Desain/Fotografer  
**Anjas Wulansari, SKM**  
**Mardiansyah, S.Kom**

Sekretariat  
**Imam Wahjoedi, SKM, MPH**  
**Sukirno, SKM**

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

## JHM

**JURNAL HUMAN MEDIA BBTKLPP YOGYAKARTA**

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

*Assalamu alaikum Wr. Wb.*

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah berkenan melimpahkan rahmat dan kemurahan-Nya sehingga Jurnal Human Media BBTKL PP Yogyakarta edisi 1 tahun 2013 dapat terbit.

Jurnal Human Media edisi kali ini mengetengahkan materi sebagai berikut :

1. Hubungan Antara Pengetahuan Sikap Perilaku Dan Sanitasi Lingkungan Dengan Kejadian Leptospirosis Di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.....1
2. Kualitas Sanitasi Rumah, Perilaku Dan Kasus Kecacangan Pada Anak Sekolah Dasar Muhammadiyah Gendol IV Kecamatan Tempel Kabupaten Sleman Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.....10
3. Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Metode Aplikasi Lahan Di Garden Roof Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.....25
4. Angka Kuman Udara Pada Ruang Persalinan Praktik Bidan Swasta Di Kota Banjarbaru.....45
5. Menurunkan Gangguan Muskuloskeletal Dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Melalui Perbaikan Alat Kerja Dan Posisi Kerja Pada Pekerja Pemanen Kelapa Sawit Di Propinsi Kalimantan Barat.....57
6. Monitoring Air Minum Di Pdam Tirta Handayani Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.....84

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.

# HUBUNGAN ANTARA PENGETAHUAN SIKAP PERILAKU DAN SANITASI LINGKUNGAN DENGAN KEJADIAN LEPTOSPIROSIS DI KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Endang Setyaningsih<sup>1</sup>, Susi Irvati<sup>2</sup>, Ristiyanto<sup>3</sup>, Farida Handayani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Pasca Sarjana Ilmu Kedokteran Tropis Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta,

<sup>2</sup> Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta,

<sup>3,4</sup> Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga

---

## INTISARI

**Latar belakang :** Leptospirosis adalah penyakit zoonosis yang merupakan masalah kesehatan di daerah tropis dan sub tropis. Berdasarkan laporan Dinas Kesehatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta kejadian leptospirosis terus meningkat sejak tahun 2009-2011. Diagnosa leptospirosis pada manusia dapat ditegakkan dengan adanya gejala-gejala klinis dan diperkuat dengan pemeriksaan laboratorium terutama didasarkan pada pemeriksaan serologis. Penularan leptospirosis pada manusia erat kaitannya dengan pengetahuan, sikap, perilaku dan sanitasi rumah. Untuk itu perlu diketahui hubungan antara pengetahuan, sikap, perilaku dan sanitasi rumah terhadap kejadian leptospirosis di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.

**Metode penelitian :** Penelitian ini merupakan observasional analitik dengan rancangan cross sectional. Pengambilan data dilakukan dengan wawancara dan observasi pada 50 orang responden dan pemeriksaan darah dengan Lepto Tek (Fokus *Leptospira* IgM Cassete). Analisis data dilakukan dengan univariat dan bivariat (*Chi square*).

**Hasil :** Diantara 50 responden, 78% berpendidikan rendah, rata-rata umur 52 tahun, 44% mempunyai pengetahuan yang kurang baik, 66% bersikap baik, 48% berperilaku tidak baik, sanitasi yang buruk 38%, 84% melihat tikus di rumah dan 76% memelihara hewan ternak. Hasil pemeriksaan darah dari 50 responden menggunakan Fokus Diagnostic Anti *Leptospira* IgM Cassete, 11 orang diantaranya positif (seroprevalensi 22,0%).

**Kata kunci :** pengetahuan, sikap, perilaku, sanitasi rumah dan leptospirosis.

---

## **Latar belakang**

Leptospirosis adalah penyakit zoonosis yang merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, terutama di Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan laporan Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul jumlah kasus meningkat dari tahun 2009-2011. Pada tahun 2009 ditemukan 10 kasus, 1 diantaranya meninggal (CFR=10 %), tahun 2010 terdapat 116 kasus dan CFR sebesar 16,3%, dan pada tahun 2011 terdapat 154 kasus yang tersebar di beberapa kecamatan termasuk Kecamatan Imogiri.

Manusia terinfeksi karena terjadi kontak secara langsung atau tidak langsung dengan urin hewan yang terinfeksi bakteri *Leptospira*. *Leptospira* masuk melalui kulit yang luka atau membran mukosa. Penularan lain juga melalui jaringan hewan yang terinfeksi dan mengonsumsi makanan atau air yang sudah tercemar oleh bakteri leptospira.<sup>1</sup> Hewan-hewan yang menjadi sumber penularan Leptospirosis ialah rodent (tikus), babi, sapi, kambing, domba, kuda, anjing, kucing, insektivora (landak, kelelawar, tupai). Manusia adalah induk semang terakhir sehingga penularan antar manusia jarang terjadi<sup>2</sup>.

Manifestasi klinis leptospirosis sangat bervariasi, mulai dari sub klinik, demam anikterik ringan seperti influenza sampai dengan yang berat dan berpotensi fatal. Menurut berat ringannya penyakit, untuk pendekatan diagnosis klinik dan penanganannya, para ahli membagi penyakit ini

menjadi Leptospirosis anikterik dan Leptospirosis ikterik<sup>3</sup>.

Gejala klinis leptospirosis menyerupai penyakit infeksi lainnya seperti influenza, meningitis, hepatitis, demam berdarah dengue dan demam virus lainnya, sehingga seringkali tidak terdiagnosis. Diagnosa leptospirosis pada manusia dapat ditegakkan dengan melihat gejala-gejala dan tanda-tanda klinis dan diperkuat dengan pemeriksaan laboratorium, khususnya di daerah endemis, rawan banjir, persawahan. Pemeriksaan laboratorium memegang peranan penting agar tidak terjadi keterlambatan dan kesalahan diagnosis. Namun seringkali fasilitas ini tidak tersedia terutama di negara-negara berkembang<sup>4</sup>.

Perjalanan penyakit leptospirosis terdiri dari 3 (dua) fase, yaitu fase leptospiremia, fase imun dan fase Konvalesen (penyembuhan). Pada fase imun, ditandai ditandai dengan munculnya kembali gejala demam yang tidak melebihi 39°C (1-3 hari), kadang disertai meningismus dan timbulnya antibodi IgM dalam sirkulasi darah. Fase imun bervariasi antara 4 – 30 hari. Keberadaan IgM spesifik leptospira di dalam darah penderita mencapai puncaknya sekitar hari ke 10–30 setelah onset penyakit. Kadang-kadang sampai 90 hari sampai 100 hari IgM masih dapat ditemukan di dalam darah<sup>5,6</sup>. Keberadaan IgM di dalam darah dapat dideteksi untuk konfirmasi diagnostik.

Diagnosa laboratorium terhadap leptospirosis ini terutama didasarkan

pada pemeriksaan serologis. Pemeriksaan serologis yang sering digunakan adalah Microscopic Agglutination Test (MAT), ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorben Assay), dan Immuno Fluorescent Antibody Test.. Di Indonesia hanya laboratorium Badan Penelitian Veteriner Bogor dan laboratorium Bagian Mikrobiologi FK UNDIP/RS. Dr. Kariadi Semarang yang dapat melakukan pemeriksaan MAT ini.

Disamping metode pemeriksaan serologik MAT dan ELISA masih banyak metode lain misalnya metode *dipstick* yang tidak memerlukan ketrampilan khusus namun dapat membantu menegakkan diagnosis pada penderita dengan persangkaan leptospirosis dengan cepat dan akurat. Uji ini dapat dilakukan di luar laboratorium khusus dan bahkan dapat digunakan di lapangan. Pengujian dengan alat ini memberikan hasil yang lebih cepat. Teknik ini terdiri atas suatu pita pendeteksi yang terbuat dari nitroselulose, salah satu sisinya dilapisi bantalan berisi reagen *dried colloiddal gold-labelled anti-human IgM antibody* dan sisi lain terdapat bantalan penyerap. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Lepto Tek Lateral Flow untuk melakukan skrining leptospirosis.

Beberapa penelitian sebelumnya banyak faktor resiko yang mempengaruhi kejadian leptospirosis. Adanya genangan air di sekitar rumah, tempat tinggal dekat dengan sungai atau sawah, keberadaan tikus di dalam rumah merupakan faktor resiko kejaian

leptospirosis<sup>7</sup>. Faktor perilaku, seperti riwayat kontak dengan sampah, kontak dengan banjir atau lumpur, tidak memakai alas kaki saat bekerja di sawah, riwayat adanya luka juga merupakan faktor resiko kejadian leptospirosis.

Leptospirosis ini erat kaitannya dengan faktor individu seperti pengetahuan, sikap, perilaku dan sanitasi lingkungan seperti cara pengelolaan sampah pembuangan air limbah, dan lain sebagainya. Sanitasi yang buruk dapat mempengaruhi perkembangbiakan bakteri leptospira. Dengan demikian berbagai informasi lokal yang ada hubungannya dengan proses penularan perlu dikumpulkan, misalnya asal penularan, proses penularan, tempat potensial yang berhubungan dengan kejadian kasus, perilaku manusia dan pelayanan kesehatan. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk melengkapi informasi dengan menggunakan kuisisioner pada penderita leptospirosis sebagai data primer.

### **Metode Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan rancangan penelitian cross sectional (potong lintang). Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul. Responden penelitian ini adalah orang yang mempunyai resiko terinfeksi leptospira. Pengambilan data dilakukan dengan wawancara menggunakan kuisisioner yang telah

teruji validitas dan reliabilitasnya serta dilakukan pemeriksaan darah dengan Fokus Anti Leptospira IgM Casette.

### Hasil penelitian

1. Distribusi responden berdasarkan tingkat pendidikan, pengetahuan, sikap, perilaku dan sanitasi lingkungan.

Berdasarkan tingkat pendidikan, responden dikelompokkan menjadi 3 kategori yakni rendah, sedang dan tinggi. Proporsi responden dengan tingkat pendidikan rendah 39 orang

(78%), sedang 9 orang (18%) dan tinggi 2 orang (4%). Tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas responden mempunyai tingkat pendidikan yang rendah.

Distribusi responden yang mempunyai pengetahuan baik sebanyak 28 orang (56%) , sedangkan yang mempunyai pengetahuan kurang baik 22 orang (44%). Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang berpengetahuan baik lebih banyak dibandingkan dengan responden dengan pengetahuan kurang baik.

Tabel 3. Proporsi karakteristik responden di Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul, bulan Mei-Juli 2012.

Karakteristik	n (%)	Karakteristik	n (%)
Jenis kelamin		Perilaku	
Laki-laki	29 (58,0)	Tidak Baik	24 (48,0)
Perempuan	21 (42,0)	Baik	26 (52,0)
Pendidikan		Sanitasi rumah	
Tidak lulus SD	14 (28,0)	Tidak memenuhi syarat	19 (38,0)
SD	16 (32,0)	Memenuhi syarat	31 (62,0)
SLTP	9 (18,0)	Melihat tikus di rumah	
SLTA	9 (18,0)	Melihat	42 (84,0)
Dip/PT	2 (4,0)	Tidak melihat	8 (16,0)
Umur :		Keberadaan hewan ternak	
35 tahun	7 (14,0)	Punya	38(76,0)
> 36 tahun	43 (86,0)	Tidak punya	12 (24,0)
Pengetahuan		Infeksi leptospirosis	
KurangBaik	22 (44,0)	Positif	11 (22,0)
Baik	28 (56,0)	Negatif	39 (78,0)
Sikap			
Tidak Mendukung	17 (34,0)		
Mendukung	33 (66,0)		

Sikap responden yang mendukung pencegahan leptospirosis 33 orang (66,%), dan 17 orang (34%) tidak mendukung. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden mempunyai sikap yang baik.

Berdasarkan perilaku, responden yang berperilaku baik 26 orang (52%), 24 orang (48%) berperilaku tidak baik. Responden yang berperilaku baik lebih banyak daripada responden yang berperilaku tidak baik.

Lingkungan rumah responden yang memenuhi syarat lebih banyak (62%) dibandingkan dengan rumah yang tidak memenuhi syarat sanitasi (38%). Sanitasi rumah meliputi pembuangan sampah, adanya genangan air limbah, penyediaan air bersih dan penyimpanan makanan.

Proporsi melihat tikus di rumah dan di sekitar rumah 84,0% dan 16,0% tidak melihat tikus. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden melihat tikus di rumah dan di sekitar rumah

Responden yang memelihara ternak 38 orang (76%), sedangkan yang tidak mempunyai ternak 12 orang (24%). Dengan kata lain proporsi responden yang mempunyai ternak lebih banyak daripada responden yang tidak mempunyai ternak.

Hasil pemeriksaan darah dari 50 responden dengan menggunakan Fokus Anti Leptospira IgM Cassete menunjukkan bahwa 11 orang (22%) positif IgM Leptospira dan 39 orang (78%) negatif.

2. Rekapitulasi hasil uji Statistik antara variabel bebas dengan variabel terikat.

Gambaran hubungan antara variabel bebas dengan kejadian leptospirosis ditampilkan dalam Tabel 2. Hasil analisis bivariat dengan uji *chi square* antara tingkat pendidikan dengan kejadian leptospirosis  $p=0,23$ . Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Suratman<sup>8</sup> dan Priyanto<sup>9</sup> yang menyatakan bahwa pendidikan bukan merupakan faktor resiko terjadinya leptospirosis berat di Semarang. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Thailand yang menyatakan bahwa pendidikan dan pengetahuan ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis.<sup>10</sup> Hal ini mengisyaratkan agar pengetahuan masyarakat tentang leptospirosis perlu ditingkatkan.

Tabel 2. Pengaruh antara masing-masing variabel terhadap kejadian Leptospirosis di Kecamatan Imogiri

VARIABEL	Status leptospirosis				P
	ya	(%)	tidak	(%)	
Pendidikan					0,23
- Rendah	7	(63,6)	32	(82,1)	
- Sedang dan tinggi	4	(36,4)	7	(17,9)	
Pengetahuan					0,04
- Kurang baik	8	(72,7)	14	(63,6)	
- Baik	3	(27,3)	25	(36,4)	
Sikap					0,15
- Kurang baik	6	(72,7)	11	(63,6)	
- Baik	5	(27,3)	28	(36,4)	

VARIABEL	Status leptospirosis				P
	ya	(%)	tidak	(%)	
Perilaku					0,01
- Tidak baik	9	(81,8)	15	(38,5)	
- Baik	2	(18,2)	24	61,5	
Sanitasi Rumah					0,78
- Tidak memenuhi syarat	7	(63,6)	12	(30,8)	
- Memenuhi syarat	4	(36,4)	27	(69,2)	
Keberadaan tikus					0,3
- Ada	8	72,7	34	69,2	
- Tidak ada	3	27,3	5	30,8	
Keberadaan ternak					1,0
- Ada	9	81,8	29	74,4	
- Tidak ada	2	18,2	10	25,6	

Jenjang pendidikan memegang peranan yang cukup penting dalam kesehatan masyarakat. Pendidikan masyarakat yang rendah menjadikan mereka sulit diberi tahu mengenai pentingnya higiene perorangan dan sanitasi lingkungan untuk mencegah penyakit menular, diantaranya leptospirosis. Menurut Widyastuti,<sup>11</sup> orang yang memiliki tingkat pendidikan tinggi lebih berorientasi pada tindakan preventif, mengetahui lebih banyak tentang masalah kesehatan dan memiliki status kesehatan yang lebih baik.

Berdasarkan hasil analisis bivariat faktor pengetahuan tentang leptospirosis dan pencegahannya menunjukkan ada hubungan yang bermakna ( $p=0,04$ ). Pengetahuan merupakan domain yang sangat penting untuk terbentuknya tindakan seseorang. Semakin baik pengetahuan seseorang tentang leptospirosis dan

pencegahannya, maka akan semakin terhindar dari leptospirosis.

Dengan meningkatnya pengetahuan, diharapkan sikap responden akan semakin mendukung kesehatan, dalam hal ini pencegahan terhadap leptospirosis. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara sikap dengan infeksi leptospirosis. Sikap tersebut berbeda dengan hasil analisis perilaku yang dilakukan. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa sikap tidak ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis ( $p=0,15$ ). Hal ini sesuai dengan penelitian di Desa Sumpasari Kecamatan Moyudan Kabupaten Sleman yang menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh sikap terhadap kasus leptospirosis ( $OR=1,289$  dan  $p=0,718$ ).<sup>12</sup>

Sikap merupakan reaksi atau respon seseorang yang masih tertutup

terhadap suatu stimulus atau obyek yang tidak langsung dilihat, tetapi hanya dapat ditafsirkan terlebih dahulu. Fungsi sikap belum merupakan tindakan, tetapi merupakan predisposisi perilaku.<sup>13</sup>

Perilaku kesehatan seseorang atau masyarakat dipengaruhi oleh pengetahuan, sikap, kepercayaan, tradisi dari orang-orang yang bersangkutan. Terwujudnya sikap dalam suatu tindakan diperlukan faktor pendukung atau kondisi yang memungkinkan seperti fasilitas, contoh (acuan) dari tokoh masyarakat, tokoh agama, para petugas kesehatan dan undang-undang kesehatan untuk memperkuat perilaku tersebut.

Hasil analisa bivariat antara perilaku dengan kejadian leptospirosis menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ( $p=0,01$ ). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Priyanto yang menyatakan bahwa kebiasaan tidak memakai alas kaki merupakan faktor resiko yang berpengaruh terhadap kejadian leptospirosis. Hasil yang sama telah dilakukan Kawaguchi<sup>14</sup> yang membuktikan bahwa perubahan perilaku untuk mengurangi paparan lingkungan dapat memberikan kontribusi pada pencegahan infeksi leptospirosis di Laos.

Analisis bivariat menunjukkan bahwa sanitasi rumah tidak ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis ( $p=0,08$ ). Hasil wawancara dan pengamatan, sanitasi rumah sebagian responden sebagian besar memenuhi syarat, sehingga dapat

mengurangi resiko penularan leptospirosis. Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Okatini<sup>15</sup> dengan rancangan kasus kontrol yang menunjukkan bahwa tidak ada hubungan secara statistik antara kondisi plafon ( $p=0,185$ ), penyimpanan makanan ( $p=0,34$ ), pembuangan sampah ( $p=0,88$ ) dengan kejadian leptospirosis di Jakarta. Penelitian yang dilakukan di lokasi lain, yaitu di Desa Sumpersari Kecamatan Moyudan Kabupaten Sleman dengan rancangan *cross sectional* menunjukkan bahwa sanitasi lingkungan yang kurang baik berpengaruh terhadap kejadian leptospirosis (Agustini).<sup>12</sup> Perbedaan hasil penelitian ini terjadi karena adanya perbedaan karakteristik responden dan kondisi lingkungan dengan penelitian yang dilakukan di Kecamatan Imogiri.

Hasil uji bivariat menunjukkan bahwa melihat tikus tidak ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis ( $p=0,3$ ). Hal ini disebabkan karena melihat tikus di rumah dan sekitarnya belum tentu mereka terpapar *Leptospira*. Kemungkinan lain responden terinfeksi *Leptospira* ketika bekerja di sawah atau di hutan ketika mencari rumput tanpa menggunakan alas kaki. Penelitian ini sejalan dengan penelitian di Nikaragua<sup>16</sup> yang menunjukkan bahwa melihat tikus di rumah mereka tidak berhubungan dengan kejadian leptospirosis. Hasil penelitian Riyan Ningsih<sup>17</sup> juga menunjukkan bahwa keberadaan tikus tidak ada hubungan

dengan kejadian leptospirosis.

Keberadaan hewan ternak (sapi, kambing) tidak ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis ( $p=0,609$ ). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Riyan Ningsih. Hal yang sama juga dilakukan oleh Anwar Fuadi,<sup>18</sup> yang menyatakan bahwa kejadian leptospirosis pada sapi tidak berhubungan dengan kejadian leptospirosis pada peternak sapi di Kabupaten Bantul ( $p=1,00$ ,  $OR=1$ ). Kemungkinan hewan ternak ini bukan reservoir bakteri *Leptospira*, dan infeksi terjadi ketika mereka bekerja di sawah atau sewaktu mencari rumput tanpa menggunakan alas khaki.

### **Kesimpulan;**

Berdasarkan hasil dan pembahasan, tentang hubungan antara pengetahuan sikap, perilaku dan sanitasi dengan kejadian leptospirosis, dapat disimpulkan bahwa :

1. Seroprevalensi leptospirosis di Kecamatan Imogiri dalam penelitian ini adalah sebesar 22%.
2. Faktor individu pengetahuan, perilaku ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis, sedangkan tingkat pendidikan dan sikap tidak terbukti ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis.
3. Faktor lingkungan sanitasi rumah ada hubungan yang bermakna dengan kejadian leptospirosis, sedangkan faktor lingkungan biologi (keberadaan tikus dan

hewan ternak) tidak ada hubungannya dengan kejadian leptospirosis.

### **Daftar Pustaka**

1. Ashford D. A. Et al. Asymptomatic Infection and Risk Factors for Leptospirosis in Nicaragua. *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*, 2000.
2. WHO. Human Leptospirosis :Guidance for Diagnosis *Surveillance and Control* . Geneva : World Health Organization, 2003.
3. Soeharyo H. Faktor-faktor Resiko Leptospirosis. Dalam Kumpulan makalah Simposium Leptospirosis; Budi Riyanto, M.H. Gasem, Muchlis AU Sofro, editors, Badan Penerbit Universitas Diponegoro 2002; 32-45
4. Widarso HS., Wilfried. Kebijakan Departemen Kesehatan dalam Penanggulangan Leptospirosis di Indonesia. Kumpulan Makalah Simposium Leptospirosis, Badan Penerbit Universitas Diponegoro 2002.
5. Arimatsu Y, Kmety E, Ananyira Y. Evaluation of the one point microcapsule agglutination test for diagnosis of Leptospirosis. *Bull WHO*-1994; 72: 395-9
6. Ribeiro MA, Brandao AP, Romero EC. Evaluation of diagnosis leptospirosis. *Brazilian J med and biol*-1996 :723-7
7. Sarkar U., Nascimento S.F., Barbosa R., Martins R., Nuevo H.,

- Kalafanos I., *et.al.* Population-based case-control investigation of risk factors for leptospirosis during an urban epidemic. *American journal tropical medicine and hygiene*, 2002; 605-610
8. Suratman. *Analisis Faktor Resiko Lingkungan dan Perilaku Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Leptospirosis Berat di Kota Semarang*, 2006.. Universitas Diponegoro. Semarang
  9. Priyanto A. Faktor-faktor Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Leptospirosis (Studi Kasus di Kabupaten Demak); *Jurnal Epidemiologi Universitas Diponegoro Semarang*, 2008.
  10. Wiwanitkit V. A note from a survey of some knowledge aspects of Leptospirosis among a sample of rural villagers in highly endemic area, Thailand. *Rural and Remote Health*, 2006;6:526.
  11. Widyastuti P., (ed). *Epidemiologi Suatu Pengantar*, edisi 2. EGC, Jakarta. 2005.
  12. Agustini M, Irvati S, Tri Boewono D., *Lingkungan Daerah Endemis Leptospirosis di Desa Subersari Kecamatan Moyudan Kabupaten Sleman daerah Istimewa Yogyakarta*. Thesis. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2011.
  13. Notoatmodjo S. *Konsep Perilaku dan perilaku kesehatan dalam Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku Kesehatan*. Rineka Cipta, Jakarta, 2005; 133-151
  14. Kawaguchi L, Sengkeopraseuth B, Tuyuoka R, Koizumi N, Akashi H, et al. Seroprevalence of Leptospirosis and Risk Factor Analysis in Flood-prone Rural Areas in Lao PDR. *Am. J. Trop. Med. Hyg*, 78(6), 2006. pp.957-961
  15. Okatini M., Purwana R., Djaja I.M. *Hubungan Faktor Lingkungan dan Karakteristik Individu Terhadap Kejadian Leptospirosis di Jakarta*, 2007. Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia. *Makara Kesehatan*, 2007; 11 (1):17-24.
  16. Dias JP., Texeira MG., Costa M.N., Cardenal Mendes C.M. et al. Factors Associated with *Leptospira* Sp. Infection in large urban in Northeastern Brazil. *Journal. Revista da Sociedade Brasileira Tropical*, 2007; 40(5) : 499-504.
  17. Ningsih R.. *Faktor Resiko Lingkungan Terhadap Kejadian Leptospirosis di Jawa Tengah. Kasus di Kota Semarang, Kabupaten Demak dan Pati*. *Tesis*. Universitas Diponegoro Semarang. 2009.
  18. Fuadi A. 2011. *Hubungan Ternak Sapi Sebagai Reservoir Leptospirosis Dengan Kejadian Leptospirosis Pada Peternak di Kabupaten Bantul*. *Tesis*. Fakultas Kedokteran. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta;

**KUALITAS SANITASI RUMAH, PERILAKU DAN KASUS KECACINGAN  
PADA ANAK SEKOLAH DASAR MUHAMADIYAH GENDOL IV  
KECAMATAN TEMPEL KABUPATEN SLEMAN  
PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

*Rini Astutiningsih<sup>1</sup>, Soeyoko<sup>2</sup>, Agus Suwarni<sup>3</sup>*

---

**Intisari**

**Latar Belakang:** Di Indonesia kasus kecacingan berkisar 4,8-83% dan masih merupakan masalah kesehatan masyarakat. Kelompok cacing usus yang masih menjadi masalah kesehatan di Indonesia disebabkan oleh *Soil Transmitted Helminth* (STH) meliputi *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*. Infeksi cacing usus ini diduga penyebarannya melalui hygiene dan sanitasi lingkungan yang kurang memadai. Dampak penyakit kecacingan akan mengakibatkan gangguan kecerdasan pada anak. Kasus kecacingan pada anak Sekolah Dasar Muhamadiyah Gendol IV Kecamatan Tempel Kabupaten Sleman Tahun 2011 sebesar 26%.

**Tujuan :** Tujuan penelitian ini adalah untuk menggambarkan Kualitas Sanitasi Rumah, Perilaku dan Kasus Kecacingan, menganalisis hubungan Kualitas Sanitasi Rumah dan Perilaku dengan Kasus Kecacingan pada anak Sekolah Dasar Muhamadiyah Gendol IV Kecamatan Tempel Kabupaten Sleman Yogyakarta.

**Metode Penelitian :** Jenis penelitian ini *observasional* dengan rancangan “*Case-control study*”. Subyek penelitian anak kelas III, IV, V dan VI SD Muhamadiyah Gendol IV Tempel Sleman, terhadap 26 kasus, 26 kontrol. Pengumpulan data melalui pemeriksaan laboratorium, wawancara dan observasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2012. Analisis data dengan uji *Chi-Square* dan regresi logistik dengan  $\alpha=0,05$

**Hasil dan Kesimpulan :** Kualitas sanitasi rumah “tidak memenuhi syarat” 63,5%, Perilaku “tidak baik” 73,1% dan Kasus kecacingan 19,2%. Faktor yang berhubungan dengan kasus kecacingan pada anak SD adalah kualitas penyediaan air bersih (OR: 15,728), perilaku cuci tangan sebelum makan (OR: 15,193). Disarankan mencuci tangan sebelum makan dengan sabun dan air bersih, meningkatkan penyuluhan pada orang tua anak SD dan kader kesehatan tentang kasus kecacingan.

*Kata kunci: kualitas sanitasi rumah, perilaku, kasus kecacingan*

---

1. Dinas Kesehatan Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
2. Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
3. Politeknik Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

## PENDAHULUAN

Penyakit infeksi kecacingan oleh *Soil Transmitted Helminth* (STH) merupakan penyakit berbasis lingkungan yang masih menjadi masalah utama kesehatan anak-anak di Indonesia. Survei 10 propinsi di Indonesia tahun 2002 pada anak SD terdapat prevalensi kecacingan 4,8-83%. Kelompok cacing usus yang masih menjadi masalah kesehatan di Indonesia disebabkan oleh STH meliputi *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*<sup>(1)</sup>. Dampak penyakit ini dapat menimbulkan kekurangan gizi berupa kalori dan protein, serta kehilangan darah yang berakibat menurunnya daya tahan tubuh dan menimbulkan gangguan tumbuh kembang anak. Hal ini secara tidak langsung akan mengakibatkan gangguan kecerdasan pada anak<sup>(2)</sup>.

Menurut Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 424/Menkes/SK/VI/2006 tentang Pedoman Pengendalian Cacingan, bahwa program penanggulangan penyakit cacingan meliputi program jangka pendek berupa pengobatan, dan program jangka panjang berupa meningkatkan hygiene perorangan dan sanitasi lingkungan, serta diharapkan prevalensi kecacingan di bawah angka 10 %<sup>(3)</sup>. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kecacingan, antara lain kondisi iklim yang sesuai untuk pertumbuhan cacing, kondisi sanitasi lingkungan dan hygiene perseorangan yang buruk serta

keadaan sosial ekonomi dan pendidikan yang rendah<sup>(4)</sup>. Kondisi sanitasi lingkungan sangat erat hubungannya dengan kejadian kecacingan pada anak sekolah dasar. Hal ini dikarenakan sanitasi lingkungan yang tidak memadai dapat menjadi sumber penularan cacing pada tubuh manusia<sup>(5)</sup>.

Survei Dinas kesehatan Kabupaten Sleman tahun 2011 pada anak sekolah dasar terdapat prevalensi kecacingan 17,85%, cakupan jamban sehat 65,12% target 67%, Stop Buang Air Besar (BAB) sembarangan 65,12% target 78%. Puskesmas Tempel I termasuk salah satu wilayah dari Kabupaten Sleman dengan cakupan jamban: 49,59%, Sarana pembuangan air limbah (SPAL) 53,43%<sup>(6)</sup>. Sedangkan Sekolah Dasar Muhammadiyah Gendol IV Kecamatan Tempel Kabupaten Sleman DIY termasuk wilayah dari Puskesmas Tempel I Kabupaten Sleman merupakan daerah pedesaan dan sanitasi lingkungannya kurang memadai. Survei kecacingan tahun 2011 terdapat prevalensi kecacingan sebesar 26% dan ini merupakan masalah kesehatan yang perlu diperhatikan<sup>(7)</sup>. Kondisi kualitas sanitasi rumah (jamban, lantai rumah, ketersediaan air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, halaman rumah) dan perilaku anak (BAB, cuci tangan sesudah BAB, cuci tangan dengan sabun, cuci tangan sebelum makan, cuci makanan mentah, memotong kuku, memakai alas kaki) belum diketahui. Demikian juga Faktor

apa yang menjadi penyebab tingginya prevalensi infeksi kecacingan pada anak sekolah dasar, untuk itu perlu diketahui gambaran kualitas sanitasi rumah dan perilaku yang berhubungan dengan kasus kecacingan pada anak sekolah dasar tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan “Case Control Study” menggunakan metode kuantitatif dan dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan bulan Desember tahun 2012 di Sekolah Dasar Muhammadiyah Gendol IV Kecamatan Tempel kabupaten Sleman DIY. Subyek penelitian ini terdiri dari kelompok kasus semua anak kelas III, IV, V dan VI yang dalam faecesnya ditemukan telur cacing (positif) pada survai kecacingan tahun 2011 sebanyak 26 anak dan kelompok kontrol anak kelas III, IV, V dan VI yang dalam faecesnya tidak ditemukan telur cacing (negatif) pada survai kecacingan tahun 2011. Penentuan subyek kelompok kontrol dengan cara diundi pada sejumlah anak yang tidak terinfeksi kecacingan dari tiap-tiap jenjang kelas dengan jumlah sebanding subyek kelompok kasus sebanyak 26 anak sehingga total jumlah subyek 52 anak.

Data yang dikumpulkan terdiri dari Distribusi frekwensi subyek berdasarkan kualitas sanitasi rumah (jamban, lantai rumah, ketersediaan air bersih, tempat pembuangan sampah (TPS), SPAL, halaman rumah),

perilaku (BAB, cuci tangan sesudah BAB, cuci tangan dengan sabun, cuci tangan sebelum makan, cuci makanan mentah, memotong kuku, memakai alas kaki). Distribusi subyek berdasarkan Pemeriksaan Laboratorium (Kasus Kecacingan) dan data penunjang terdiri dari Karakteristik subyek berdasarkan Pengobatan Kecacingan, Sosial Ekonomi Orangtua, dan hasil Pemeriksaan Laboratorium sampel Tanah: Lantai Rumah, Halaman Rumah anak sekolah dasar yang “tidak memenuhi syarat”. Kondisi Kualitas Sanitasi Rumah yang terdiri 7 variabel dikategorikan MS: “memenuhi syarat” jika variabel memenuhi syarat kesehatan dan TMS: “tidak memenuhi syarat” jika variabel tidak memenuhi syarat kesehatan. Perilaku yang terdiri dari 8 variabel dikategorikan “baik” jika Perilaku memenuhi kesehatan, katagori “tidak baik” jika perilaku tidak memenuhi syarat kesehatan. Kasus Kecacingan adalah ditemukan telur cacing STH dalam faeces anak, jika ditemukan ya= (positif), tidak= (negatif). Pengobatan kecacingan adalah jika anak melakukan pengobatan setiap 6 bulan sekali. Sosial ekonomi orangtua adalah dilihat dari pendapatan, pendidikan dan pekerjaan orangtua (ayah). Keberadaan telur cacing di tanah lantai dan halaman rumah anak positif: jika ditemukan telur cacing STH, Negatif: jika tidak ditemukan. Analisis data dengan uji *Chi-Square* dan Regresi Logistik dengan  $\alpha=0,05$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Gambaran Karakteristik Subyek Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah subyek terbanyak diambil dari klas VI sebanyak 18 anak atau 36,4%, jumlah subyek penelitian berdasarkan umur yang terbanyak umur 12 tahun sebanyak 14 anak atau 26,9% dan jumlah subyek penelitian berdasarkan jenis kelamin didominasi oleh jenis kelamin laki-laki yaitu sebanyak 32 anak atau 61,5 %.. Berdasarkan Tabel 1 bahwa jenjang kelas anak yang menjadi subyek penelitian ditentukan dengan melakukan pencocokan kelompok kontrol terhadap kelompok kasus dalam

hal jumlahnya sesuai tingkatan kelas tanpa memperhatikan jenis kelamin atau umur responden. Variabel umur menunjukkan subyek berumur 8-15 tahun hal ini tidak sesuai secara berurutan bahwa anak usia sekolah dasar adalah anak yang berusia 7-12 tahun sesuai dengan proses tumbuh kembangnya untuk klas III berumur 9 tahun, klas IV berumur 10 tahun, klas V berumur 11 tahun dan klas VI berumur 12 tahun. Hal ini membuktikan bahwa penyakit kecacingan menyebabkan menurunnya kondisi kesehatan, gizi, kecerdasan dan produktifitas penderita sehingga pada akhirnya dapat menurunkan kualitas sumber daya manusia<sup>(2,3)</sup>

Tabel 1  
Distribusi Frekwensi Karakteristik Subyek Penelitian

No	Karakteristik	Total	
		Frekwensi	(%)
1	Klas		
	a. III	6	11,5
	b. IV	14	26,9
	c. V	14	26,9
	d. VI	18	34,6
	Jumlah	52	100,0
2	Umur (tahun)		
	a. 8	1	1,9
	b. 9	9	17,3
	c. 10	11	21,2
	d. 11	9	17,3
	e. 12	14	26,9
	f. 13	6	11,5
	g. 14	1	1,9
	h. 15	1	1,9
	Jumlah	52	100,0
3	Jenis kelamin		
	a. Laki-laki	32	61,5
	b. Perempuan	20	38,5
	Jumlah	52	100,0

## 2. Gambaran Kualitas Sanitasi Rumah, Perilaku dan Kasus Kecacingan

Berdasarkan Tabel 2 Kasus kecacingan pada penelitian ini masih tinggi sebesar 19,2%. Sedangkan jenis cacing yang menginfeksi tunggal yaitu *Ascaris lumbricoides*. Dengan ditemukan kasus kecacingan sebesar 19,2%, angka tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu pada anak sekolah dasar di Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe dimana jumlah anak terinfeksi kecacingan sebesar 52,70%<sup>(8)</sup>. Tinggi rendahnya kasus kecacingan pada masing-masing hasil penelitian berhubungan dengan

sanitasi lingkungan dan kebersihan pribadi yang menjadi sumber infeksi<sup>(5)</sup>. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kecacingan, antara lain kondisi iklim yang sesuai untuk pertumbuhannya, kondisi sanitasi lingkungan dan hygiene perseorangan yang buruk serta keadaan sosial ekonomi dan pendidikan yang rendah<sup>(4)</sup>. Penyakit menular seperti malaria, kecacingan dan sebagainya tergantung basis lingkungan dan perilaku penduduk setempat, keduanya sulit dipisahkan<sup>(9)</sup>. Oleh karena itu dalam pembahasan berikut ini mencoba mengkaji kasus kecacingan dari variabel kualitas sanitasi rumah dan perilaku anak sekolah dasar.

Tabel 2  
Distribusi Frekwensi Subyek Berdasarkan Pemeriksaan Laboratorium

Variabel	Total	
	Frekwensi	(%)
Kasus Kecacingan		
positif	10*	19,2*
negatif	42	80,8
Jumlah	52	100,0

Keterangan: \* telur *Ascaris lumbricoides* fertile

Tabel 3 memperlihatkan kualitas sanitasi rumah subyek tergolong rendah dengan kategori “tidak memenuhi syarat” sebesar 63,5%. Untuk variabel kualitas sanitasi rumah meliputi: Subyek memiliki jamban yang tidak memenuhi syarat sebesar 32,7%, lantai rumah tanah sebesar 11,5%, keterbatasan penyediaan air bersih sebesar 32,7%, sarana pembuangan air limbah tidak

permanen sebesar 57,7%, tempat sampah terbuka sebesar 63,5% dan kondisi halaman rumah yang kotor sebesar 21,2%.

Tabel 6 subyek mempunyai perilaku “tidak baik” sebesar 73,1%, dimana subyek berperilaku BAB di sungai, anak tidak cuci tangan sesudah BAB” sebesar 48,1%, tidak cuci tangan dengan sabun 34,6%, tidak cuci tangan sebelum makan 38,5%,

tidak cuci makan makanan mentah sebelum dimakan sebesar 11,5%, tidak gunting kuku 26,9%, tidak memakai alas kaki sebanyak 36,5 %.

Kondisi tersebut di atas, menunjukkan bahwa subyek kurang memperhatikan masalah kesehatan terutama seperti buang air besar di sungai, tidak memiliki tempat sampah

tertutup, tidak melakukan: cuci tangan sesudah BAB, cuci tangan dengan sabun, cuci tangan sebelum makan, cuci makanan mentah sebelum dimakan, hasil observasi 26,9% kuku subyek panjang dan kotor. Hal ini merupakan faktor-faktor penyebab kasus kecacingan, masih tinggi.

Tabel 3  
Distribusi Frekwensi Subyek Berdasarkan Kualitas Sanitasi Rumah

No	Variabel	Total	
		Frekwensi	(%)
1	Kualitas sanitasi rumah		
	a TMS	33	63,5
	b MS	19	36,5
	Jumlah	52	100,0
2	1) Kualitas Jamban		
	a TMS	17	32,7
	b MS	35	67,3
	Jumlah	52	100,0
3	2) Kualitas PAB		
	a TMS	17	32,7
	b MS	35	67,3
	Jumlah	52	100,0
4	3) Kualitas Lantai rumah		
	a TMS	6	11,5
	b MS	46	88,5
	Jumlah	52	100,0
5	4) Kualitas TPS		
	a TMS	33	63,5
	b MS	19	36,5
	Jumlah	52	100,0
6	5) Kualitas SPAL		
	a TMS	30	57,7
	b MS	22	42,3
	Jumlah	52	100,0
7	6) Kualitas Kebersihan halaman		
	a TMS	11	21,2
	b MS	41	78,8
	Jumlah	52	100,0

Tabel 4  
 Hasil Pemeriksaan Telur Cacing *STH* Sampel Tanah Lantai Rumah

Sampel	Total	
	Jumlah	(%)
Tanah Lantai Rumah		
a. Positif	0	0
b. Negatif	6	100
Jumlah	6	100

Tabel 5  
 Hasil Pemeriksaan Telur Cacing *STH* Sampel Tanah Halaman Rumah

Sampel	Total	
	Jumlah	(%)
Tanah Halaman Rumah		
a. Positif	5	45,5*
b. Negatif	6	54,5
Jumlah	11	100,0

Keterangan: \* Telur *Ascaris lumbricoides* fertile

Tabel 6.  
 Distribusi Frekwensi Subyek Berdasarkan Perilaku

No	Variabel	Total	
		Frekwensi	(%)
1	Perilaku anak		
	a Tidak Baik	38	73,1
	b Baik	14	26,9
	Jumlah	52	100,0
2	1 Perilaku BAB		
	a Tidak Baik	27	51,9
	b Baik	25	48,1
	Jumlah	52	100,0
3	2 Perilaku Cuci Tangan Sesudah BAB		
	a Tidak Baik	25	48,1
	b Baik	27	51,9
	Jumlah	52	100,0
4	3 Perilaku Cuci tangan Dengan Sabun		
	a Tidak Baik	18	34,6
	b Baik	34	65,4
	Jumlah	52	100,0
5	4 Perilaku Cuci Tangan Sebelum Makan		
	a Tidak baik	20	38,5
	b baik	32	61,5
	Jumlah	52	100,0

6	5 Perilaku Cuci Makanan Mentah Sebelum Dimakan		
	a Tidak Baik	6	11,5
	b Baik	46	88,5
	Jumlah	52	100,0
7	6 Perilaku Gunting kuku		
	a Tidak Baik	14	26,9
	b Baik	38	73,1
	Jumlah	52	100,0
8	7 Perilaku Pakai Alas Kaki		
	a Tidak Baik	19	36,5
	b Baik	33	63,5
	Jumlah	52	100,0

Tabel 5 hasil pemeriksaan tanah halaman subyek yang tidak memenuhi syarat sebesar 21,2%, telah terkontaminasi telur *Ascaris lumbricoises* fertil sebesar 45,5% dan Tabel 4 hasil pemeriksaan tanah lantai rumah subyek tidak didapatkan kontaminasi telur cacing *STH*. Kondisi tanah halaman rumah subyek yang ditemukan kontaminasi dari cacing *STH* jenis telur cacing *Ascaris lumbricoides* fertil, merupakan salah satu faktor risiko penyebab kasus kecacingan masih tinggi di wilayah tersebut. Mengingat penyakit kecacingan merupakan salah satu penyakit berbasis lingkungan, halaman rumah yang kotor sebagai tempat bermain anak, merupakan sumber penularan penyakit<sup>(3)</sup>

Selain variabel tetap yang diamati, penelitian juga melakukan pemeriksaan sampel tanah, observasi dan wawancara kepada orangtua subyek yang berhubungan dengan berbagai hal yang terkait dengan seluruh variabel penelitian. Pada penelitian ini didapatkan data tentang

pengobatan kecacingan pada anak terkait dengan kasus kecacingan sebesar 34,6%. Pengobatan yang dilakukan didasarkan pada penyuluhan yang telah diberikan pada saat bersamaan dengan pengobatan selektif pada survei tahun 2011. Pada hasil penelitian ini didapatkan kasus kecacingan pada anak sebesar 19,2%, angka ini sudah mengalami penurunan dari prevalensi sebelumnya sebesar 26% pada survei 2011. Hal ini disebabkan adanya pengobatan selektif yang diteruskan dengan pengobatan mandiri. Intervensi pengobatan kecacingan pada anak terkait dengan kasus kecacingan akan mengurangi kasus kecacingan pada suatu daerah. Paduan yang serasi antara upaya preventif dan kuratif akan memberikan tingkat keberhasilan yang memuaskan sehingga kasus kecacingan secara perlahan dapat di atasi secara maksimal, tuntas dan paripurna<sup>(10)</sup>.

Hasil wawancara pada orangtua subyek didapatkan bahwa sosial ekonomi keluarga subyek penelitian tergolong rendah (Tabel 7). Sosial

ekonomi keluarga subyek dilihat dari penghasilan, pendidikan dan pekerjaan orangtua (ayah). Dimana ayah subyek berpenghasilan rendah di bawah UMR 78,8%, berpendidikan rendah sebesar 40,4% lulus SD dan bekerja sebagai buruh 82,7%. Dengan kondisi seperti ini merupakan salah satu faktor penyebab kasus kecacingan masih

tinggi di wilayah tersebut. Infeksi kecacingan berhubungan dengan kemiskinan, semakin rendah tingkat kemiskinan masyarakatnya maka akan semakin berpeluang untuk mengalami infeksi kecacingan <sup>(11)</sup>. Hal ini dihubungkan dengan kemampuan dalam menjaga personal hygiene dan sanitasi lingkungan tempat tinggalnya.

Tabel 7  
Karakteristik Subyek Penelitian Berdasarkan Pengobatan Kecacingan Dan Sosial Ekonomi Orangtua

No	Variabel	Total	
		Frekwensi	(%)
1	Pengobatan kecacingan		
	a. ya	18	34,6
	b. tidak	34	65,4
	Jumlah	52	100,0
2	Penghasilan ayah		
	a. < UMR;rendah	41	78,8
	b. = UMR;sedang	11	21,2
	Jumlah	52	100,0
3	Pendidikan ayah		
	a. SD	21	40,4
	b. SMP	11	21,2
	c. SLTA	17	32,7
	d. PT	3	5,8
	Jumlah	52	100,0
4	Pekerjaan ayah		
	a. buruh	43	82,7
	b. swasta	8	15,4
	c. PNS	1	1,9
	Jumlah	52	100,0

### 3. Hubungan Kualitas Sanitasi Rumah dengan Kasus Kecacingan.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa 7 variabel kualitas sanitasi rumah ada 3 variabel yang menyebabkan terjadinya kasus kecacingan. Ketiga variabel tersebut adalah kualitas sanitasi rumah,

kebersihan halaman rumah dan penyediaan air bersih. Setelah di analisis multivariat secara bersama sama dengan variabel lain mendapatkan 1 (satu) variabel yang terbukti berhubungan dengan kasus kecacingan yaitu: Penyediaan air bersih (Tabel 9).

Kasus kecacangan terjadi pada subyek yang mempunyai penyediaan air bersih kurang memadai sebesar 32,7%. Hasil uji multivariat penyediaan air bersih yang tidak memenuhi syarat dengan kasus kecacangan menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan ( $p: 0,020$ ) dan merupakan faktor resiko kasus kecacangan (OR : 15,728 95 % CI : 1,530 – 161,863). Hal ini berarti bahwa kondisi penyediaan air bersih yang "tidak memenuhi syarat" dapat berisiko penyebab kasus kecacangan pada anak sebesar 15,728 kali lebih besar dibandingkan dengan yang "memenuhi syarat". Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu hasil penelitian ini menyatakan prevalensi kecacangan 30-60%, sarana air bersih (OR: 44,66)<sup>(12)</sup>. Air dapat sebagai faktor utama dalam berbagai penularan penyakit seperti *thypus*, *dysentery*, diare, kholera dan kecacangan<sup>(13)</sup>. Terpenuhinya kebutuhan air sehari-hari, cukup air bersih di kakus, untuk mandi serta cuci tangan secara teratur merupakan upaya pengendalian penyakit kecacangan<sup>(1)</sup>. Dari beberapa pernyataan di atas peneliti dapat menyimpulkan bahwa memiliki ketersediaan air bersih yang cukup guna menjaga kebersihan diri dan lingkungan akan memutus rantai penularan infeksi kecacangan.

Variabel kualitas sanitasi rumah yang tidak terbukti berhubungan dengan kasus kecacangan pada anak adalah: Kualitas sanitasi rumah ( $p: 0,554$ ), Kebersihan halaman rumah ( $p: 0,365$ ) (Tabel 9). Sedangkan variabel kualitas sanitasi rumah yang tidak

berhubungan dengan kasus kecacangan (Tabel 8) kualitas jamban ( $p: 0,768$ ), lantai rumah ( $p: 1,000$ ), Tempat Pembuangan sampah ( $p: 1,000$ ) dan Sarana pembuangan air limbah ( $p: 0,780$ ). Hasil penelitian ini bertentangan dengan peneliti terdahulu disimpulkan sanitasi rumah yang "tidak baik" dapat meningkatkan risiko 2,7 kali terjadinya infeksi cacing tambang pada anak dibandingkan sanitasi "baik" (OR : 2,7)<sup>(14)</sup>. Hubungan yang tidak bermakna antara 6 variabel kualitas sanitasi rumah dengan kasus kecacangan disebabkan responden dan keluarga dapat mengendalikan faktor-faktor lingkungan yang dapat menimbulkan penyakit kecacangan. Faktor pengendalian lingkungan tersebut antara lain konblokisasi pada halaman rumah subyek 78,8% menyebabkan tanah di daerah penelitian ini kurang terkontaminasi telur dan larva cacing, lantai rumah subyek permanen/keramik 88,5%, kepemilikan jamban 67,3%. Penyakit kecacangan pada anak disebabkan karena kondisi lingkungan jelek seperti halaman rumah yang kotor tercemar oleh faeses, sebagai tempat bermain anak merupakan sumber penularan penyakit kecacangan, salah satu pengendaliannya perlu peningkatan kualitas sanitasi lingkungan<sup>(3)</sup>. Penyakit kecacangan merupakan penyakit berbasis lingkungan, untuk mengendalikan diperlukan upaya perbaikan sanitasi lingkungan yang diikuti dengan upaya perbaikan perilaku hidup bersih dan sehat<sup>(9)</sup>.

#### 4. Hubungan Perilaku dengan Kasus Kecacingan.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa 8 variabel perilaku dari hasil analisis bivariat didapatkan: tiga variabel perilaku yang memiliki hubungan dengan kasus kecacingan, yaitu: perilaku, cuci tangan sebelum makan dan gunting kuku. Setelah di analisis multivariat mendapatkan 1 (satu) variabel yang terbukti berhubungan dengan kasus kecacingan yaitu: Cuci tangan sebelum makan (Tabel 9).

Cuci tangan sebelum makan terbukti berhubungan signifikan dan merupakan faktor risiko dengan kasus kecacingan ( $p: 0,003$  OR : 15,193 95 % CI : 2,458 – 93,902 ). Hal ini berarti bahwa perilaku cuci tangan sebelum makan yang "tidak baik" dapat berisiko menyebabkan kasus

kecacingan pada anak sebesar 15,193 kali. Kondisi ini disebabkan masih diketemukan telur cacing sebesar 45,5% pada halaman rumah subyek yang tidak memenuhi syarat, sehingga akan menyebabkan anak terinfeksi kecacingan apabila berperilaku tidak cuci tangan sebelum makan setelah bermain tanah di halaman rumah dengan tangan. Salah satu penyebab terjadinya infeksi kecacingan pada anak disebabkan perilaku anak makan tanpa cuci tangan terlebih dahulu<sup>(11,15)</sup>. Dari beberapa pernyataan di atas peneliti dapat menyimpulkan bahwa memiliki perilaku cuci tangan sebelum makan akan membersihkan tangan dari kotoran yang menempel pada tangan yang salah satunya telur cacing akan memutus rantai penularan infeksi kecacingan.

Tabel 8  
Hasil Analisis Bivariat Kualitas Sanitasi Rumah, Perilaku dan Kasus Kecacingan

Variabel	kasus		kontrol		Total		p (Value)	OR IC (95%)
	N	%	n	%	n	%		
1.Kualitas sanitasi rumah								
TMS	25	96,2	18	69,2	43	100	0,010*	11,111(1,246 – 521,18)
MS	1	3,8	8	30,8	9	100		
2.Jamban								
TMS	9	34,6	8	30,8	17	100	0,768	1,191(0,320 – 4,463)
MS	17	65,4	18	69,2	35	100		
3.Lantai rumah								
TMS	3	11,5	3	11,5	6	100	1,000	1,000(0,120 – 8,271)
MS	23	88,5	23	88,5	48	100		
4.PAB								
TMS	16	61,5	1	3,8	17	100	0,000*	40,000(4,638 –1741,77)
MS	10	38,5	25	96,2	35	100		
5.TPS								
TMS	16	61,5	16	61,5	32	100	1,000	1,000(0,283– 3,533)
MS	10	38,5	10	38,5	20	100		
6.SPAL								
TMS	14	53,8	15	57,7	29	100	0,780	0,856(0,249 – 2,934)
MS	12	46,2	11	42,3	23	100		
7.Kebersihan halaman rumah								
TMS	10	38,5	1	3,8	11	100	0,002*	15,265(1,816– 704,372)
MS	16	61,5	25	96,2	41	100		

Variabel	kasus		kontrol		Total		p (Value)	OR IC (95%)
	N	%	n	%	n	%		
1.Perilaku								
Tidak baik	23	88,5	15	57,7	38	100	0,012*	5,622(1,173– 35,368)
Baik	3	11,5	11	42,3	14	100		
2.BAB								
Tidak baik	16	61,5	11	42,3	27	100	0,165	2,182 (0,630– 7,651)
Baik	10	38,5	15	57,7	25	100		
3.Cuci tangan sesudah BAB								
Tidak baik	15	57,7	10	38,5	25	100	0,165	2,182 (0,630– 7,651)
Baik	11	42,3	16	61,5	27	100		
4.Cuci tangan dengan sabun								
Tidak baik	9	34,6	9	34,6	18	100	1,000	1,000 (0,274 – 3,649)
Baik	17	65,4	17	65,4	34	100		
5.Cuci tangan sebelum makan								
Tidak baik	19	73,1	2	7,7	21	100	0,000*	32,571 (5,297– 323,9)
Baik	7	26,9	24	92,3	31	100		
6.Cuci makanan mentah								
Tidak baik	4	15,4	2	7,7	6	100	0,385	2,182 (0,276– 25,985)
Baik	22	84,6	24	92,3	46	100		
7.Gunting kuku								
Tidak baik	12	46,2	2	7,7	14	100	0,002*	10,286 (1,800 – 102,9)
Baik	14	53,8	24	92,3	38	100		
8.Pakai alas kaki								
Tidak baik	10	38,5	9	34,6	19	100	0,773	1,181 (0,329– 4,251)
Baik	16	61,5	17	65,4	33	100		

Keterangan :\* signifikan =p value <0,05.

TMS: tidak memenuhi syarat, MS: memenuhi syarat

**Tabel 9**  
**Hasil Analisis Multivariat Kualitas Sanitasi Rumah, Perilaku**  
**Yang Berhubungan Dengan Kasus Kecacingan**

Variabel	$\beta$	SE	OR	P(Value)	CI (95%)
<b>Model 1</b>					
Perilaku	1,054	1,585	2,870	0,506	0,129 – 64,076
Perilaku BAB	0,188	1,264	1,207	0,882	0,101 - 14,368
Cuci tangan sesudah BAB	-1,319	1,294	0,267	0,308	0,021 - 3,374
Cuci tangan Sebelum makan	2,216	1,438	9,169	0,123	0,548 - 158,462
Gunting kuku rutin	-1,046	1,989	0,351	0,599	0,007 - 17,309
Kualitas sanitasi rumah	0,785	1,327	2,192	0,554	0,163 - 29,556
Kebersihan halaman rumah	1,492	1,648	4,446	0,365	0,176 - 112,279
Penyediaan air bersih	3,174	1,337	23,912	0,018	1,740 - 328,550
<i>-2 log likelihood = 36,103</i>		<i>Nagelkerke R Square = 0,666</i>			
<b>Model 2</b>					
Cuci tangan Sebelum makan	2,721	0,929	15,193	0,003*	2,458 - 93,902
Penyediaan air bersih	2,755	1,189	15,728	0,020*	1,530 - 161,863
<i>-2 log likelihood = 39,260</i>		<i>Nagelkerke R Square = 0,624</i>			

Keterangan :\* signifikan =p value <0,05.

Variabel perilaku yang tidak terbukti berhubungan dengan kasus kecacingan pada anak adalah: perilaku ( $p: 0,506$ ), cuci tangan sesudah BAB ( $p: 0,308$ ), perilaku BAB ( $p: 0,882$ ) dan gunting kuku ( $p: 0,599$ ) (Tabel 9). Sedangkan variabel perilaku yang tidak berhubungan dengan kasus kecacingan (Tabel 8) adalah: cuci tangan dengan sabun ( $p: 1,000$ ), cuci makanan mentah sebelum dimakan ( $p: 0,385$ ) dan pakai alas kaki ( $p: 0,773$ ). Hal ini berbeda dengan penelitian terdahulu hasil penelitian menyatakan prevalensi kecacingan 30-60%, berhubungan dengan perilaku anak (OR: 20,9)<sup>(12)</sup>. Perilaku mempengaruhi terjadinya infeksi kecacingan pada anak usia sekolah yang ditularkan melalui tanah<sup>(11)</sup>. Perilaku penduduk berhubungan dengan lingkungan bisa menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit<sup>(9)</sup>. Dalam penelitian ini variabel perilaku yang secara statistik tidak ada hubungan bermakna dengan kasus kecacingan disebabkan oleh sebagian besar subyek mempunyai kebiasaan cuci makanan mentah sebelum dimakan sebanyak 88,5%, kuku tangan subyek selalu dalam keadaan bersih sebanyak 73,1% dan kebiasaan subyek selalu beralas kaki jika bermain di tanah sebanyak 63,5%. Hal ini merupakan tindakan pencegahan terhadap kasus kecacingan.

Masih tingginya kasus kecacingan pada penelitian ini disebabkan lingkungan rumah anak tercemar oleh telur cacing STH jenis *Ascaris lumbricoises* fertil dan perilaku anak

tidak cuci tangan sebelum makan karena tidak tersedia air bersih yang cukup dan mudah dijangkau oleh anak. Sosial ekonomi keluarga subyek yang lemah merupakan salah satu risiko terhadap infeksi penyakit kecacingan, karena kurang adanya kemampuan dalam menjaga hygiene dan sanitasi lingkungan tempat tinggalnya. Pada saat ini Program Pengendalian Kecacingan di Kabupaten Sleman baru sebatas kuratif yang berdasarkan hasil survei yang dilakukan. Sedangkan untuk Program yang berkelanjutan tidak pernah dilakukan karena keterbatasan dana dan penyakit kecacingan kurang mendapatkan prioritas dibandingkan penyakit lain yang menyebabkan angka kematian tinggi seperti DBD, TBC, Diare dan Leptospirosis.

Pemberantasan penyakit kecacingan tidak mudah, obat hanya sekali membasmi, tetapi kemungkinan anak terinfeksi kembali masih sangat besar. Jadi, belum ada program pemberantasan kecacingan yang benar-benar efektif yang bisa bertahan dalam jangka waktu lama. Saat ini, mengatasi kecacingan yang dianggap ampuh adalah pemberantasan massal lewat program sekolah, memutus rantai penularan dengan gaya hidup sehat dan bersih, serta menciptakan lingkungan yang mendukung.

## KESIMPULAN

Kualitas sanitasi rumah “tidak memenuhi syarat” 63,5% , Perilaku “tidak baik” 73,1% dan Kasus kecacingan 19,2% pada anak sekolah

dasar. Faktor yang berhubungan dengan kasus kecacingan pada anak SD adalah kualitas penyediaan air bersih (OR: 15,728), perilaku cuci tangan sebelum makan (OR: 15,193).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Gandahusada S, Ilahude H.D, Pribadi W., *Parasitologi Kedokteran*, Edisi ke III Jakarta : Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2004.
2. Sudomo, M., *Penyakit Parasitik yang Kurang Diperhatikan di Indonesia*, Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Entomologi dan Moluska, Jakarta, 2008.
3. Depkes RI, *Pedoman Pengendalian Cacingan*, Keputusan Menteri Kesehatan No.424/Menkes/SK/VI/2006, Ditjen P2PL Jakarta, 2006.
4. Dachi, RA, *Hubungan Perilaku Anak Sekolah Dasar No.174593 Hatoguan Terhadap Infeksi cacing perut di Kecamatan Palipi Kabupten Samosir*, 2005. <http://repository.USU.ac.id>, diakses tanggal 1 September 2012.
5. Mardiana dan Djarismawati, *Prevalensi cacing usus pada Murid Sekolah Dasar Wajib Pelayanan Gerakan Terpadu Pengentasan Kemiskinan Daerah Kumuh di Wilayah DKI Jakarta*, Jurnal Ekologi Kesehatan. Vol. 7, No. 2 Agustus 2008 <http://www.ekologi.litbang.Depkes.go.id>, diakses pada tanggal 29 Juli 2012.
6. Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman, *Data Capaian Program Penyehatan Lingkungan*, 2011.
7. Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman, *Laporan Pemeriksaan Sampel Kecacingan*, 2011 .
8. Jalaluddin, *Pengaruh Sanitasi Lingkungan, Personal Hygiene, Karakteristik anak terhadap Infeksi Kecacingan Murid Sekolah Dasar Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe*, Thesis. Medan UNSU, 2009.
9. Achmadi, U. F, *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*, Penerbit Buku Kompas, Jakarta, 2005.
10. WHO, G.M, *Reaching the People Left Behind : a Neglected Success*, 2007.
11. Hotez P, *Hookworm and Poverty*, Department of Microbiology, Immunology and Tropical Medicine, The George Washington University, Washington D.C, USA, 2008.
12. Ginting L, *Infestasi Kecacingan pada Anak SD di Kecamatan Sei Bingai Langkat Sumut*, 2005. [www.jurnalkesmas.org](http://www.jurnalkesmas.org), diakses 9 Mei 2012.
13. Sutrisno C Totok, *Tehnologi Penyediaan Air Bersih*, Penerbit Buku Rineka Cipta, Jakarta, 2004.
14. Sumanto, D., *Faktor Resiko Infeksi Cacing Tambang pada Anak Sekolah*, Thesis Program Studi Magister Epidemiologi Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, 2010.

15. Umar, Z., *Perilaku Cuci Tangan Sebelum Makan dan Kecacingan pada Murid SD di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera*” Jurnal kesehatan masyarakat, 2006. <http://www.jurnalkesmas.org>, diakses 10 September 2012.

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK  
DENGAN METODE APLIKASI LAHAN DI *GARDEN ROOF*  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
YOGYAKARTA**

Ernawati<sup>1</sup>, Adi Heru Sutomo<sup>2</sup>, Darmanto<sup>3</sup>

---

**ABSTRAK**

**Latar belakang :** Universitas Gadjah Mada Yogyakarta telah menerapkan suatu teknologi pengolahan limbah cairnya dengan Metode Aplikasi Lahan, yaitu penggunaan air limbah untuk mengairi lahan tanaman. Air limbah domestik dari UGM yang dialirkan ke selokan Karang Malang mengandung logam berat Pb lebih kurang 0,0089mg/l dan Cd lebih kurang 0,0020 mg/l. Walaupun masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan, ini akan berbahaya karena sifat dari Pb dan Cd ini dapat terakumulasi dalam sayuran dan tubuh manusia. Untuk itu perlu diketahui besarnya penurunan kadar pencemar BOD, COD, Nitrit, pH, Pb dan Cd pada pengolahan air limbah domestik yang dilakukan UGM dan kandungan logam berat Pb dan Cd pada sayuran yang dialiri air limbah tersebut.

**Tujuan :** Tujuan penelitian untuk *menganalisa penurunan kadar BOD, COD, Nitrit, pH, Pb dan Cd pada pengolahan air limbah domestik dengan metode aplikasi lahan yang diterapkan di Garden Roof UGM Yogyakarta, kelayakan konsumsi dan perbedaan kandungan logam berat (Pb dan Cd) pada sayuran yang berasal dari Garden Roof UGM dan yang dijual di 3 pasar Tradisional Yogyakarta.*

**Metode :** Penelitian ini menggunakan metode Survei dengan disain *Cross-sectional*. Data dianalisis secara deskriptif dan analisis statistik menggunakan Uji T-test (Paired sampel Test) dan Anova.

**Hasil :** hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan untuk parameter BOD ( $t_{hitung}$  3,65,  $p < 0,05$ ) dan COD ( $t_{hitung}$  3,77,  $p < 0,05$ ) antara sebelum dan sesudah dilewatkan pada lahan sayuran sebesar 51,73% dan 55,45%, sedangkan untuk Nitrit dan pH tidak terdapat perbedaan signifikan ( $t_{hitung}$  1,911,  $p > 0,05$  dan 0,782,  $p > 0,05$ ). Kandungan Pb (mg/kg) pada kangkung, sawi dan bayam produksi *Garden Roof*, yaitu: 0,05, 0,63 dan 0,00, kandungan Cd sebesar 0,23, 0,20 dan 0,31. Kandungan Pb pada bayam dari 3 pasar tradisional Yogyakarta, berada dibawah NAB (pasar Kranggan 0,48, pasar Beringharjo 0,36 dan pasar Demangan 0,26), Cd dalam semua sayuran dari tiap pasar (Kranggan, Beringharjo dan Demangan) berada diatas NAB.

**Kesimpulan:** Terdapat penurunan kadar BOD dan COD. Ditinjau dari kandungan Pb : kangkung dan bayam *Garden Roof* layak untuk dikonsumsi, sedangkan sawi tidak. Dari kandungan Cd : Sawi layak konsumsi, sedangkan kangkung dan bayam tidak. Kangkung dan sawi dari 3 pasar tradisional

Yogyakarta ditinjau dari kandungan Pb tidak layak untuk konsumsi, bayam layak dikonsumsi, semua jenis sayuran tidak layak untuk dikonsumsi ditinjau dari kandungan Cd. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan logam berat Pb sayuran produk *Garden Roof* UGM dengan sayuran dari ke 3 pasar tradisional. Terdapat perbedaan yang signifikan kandungan Cd pada kangkung *Garden Roof* UGM dengan kangkung dari pasar Kranggan dan pasar Beringharjo, dan sawi produk *Garden Roof* dengan yang dijual di pasar Demangan. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan Cd dalam bayam *Garden Roof* UGM dengan ke 3 pasar Tradisional Yogyakarta.

**Kata Kunci:** Air Limbah Domestik, Metode Aplikasi Lahan, Plumbum (Pb) Cadmium (Cd), Sayuran

---

<sup>1</sup> Dinas Kesehatan Kabupaten Aceh Barat Provinsi Aceh

<sup>2</sup> Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fak. Kedokteran UGM Yogyakarta

<sup>3</sup> Teknik Penyehatan Lingkungan Fak. Teknik Sipil UGM, Yogyakarta

## PENDAHULUAN

Limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

Limbah cair yang mengandung bahan berbahaya seperti Logam berat, yang apabila dimanfaatkan untuk tanaman, maka logam berat terserap kedalam jaringan tanaman melalui akar, yang selanjutnya akan masuk kedalam siklus rantai makanan<sup>1</sup>. Tanaman mempunyai kemampuan menyerap logam berat termasuk tanaman sayuran<sup>2</sup>. Ada kejadian penyerapan suatu logam berat oleh tumbuhan dari tanah yang tercemar sedikit lebih besar dari tanah yang tercemar berat<sup>3</sup>. Sayuran, walaupun memiliki kandungan logam berat yang

berada di bawah batas maksimum, namun perlu kehati-hatian dalam menyikapi fenomena ini karena sifat logam berat yang dapat terakumulasi pada jaringan makhluk hidup, sehingga mengkonsumsinya meskipun dalam jumlah relatif kecil tidak disarankan<sup>4</sup>

Besarnya dampak yang diakibatkan pencemaran limbah terhadap kesehatan lingkungan dan manusia, maka kehadiran teknologi pengolahan limbah mempunyai peranan penting. Teknologi pengolahan limbah dapat menekan pencemaran seminimum mungkin.

Universitas Gadjah Mada (UGM) menerapkan suatu teknologi pengolahan limbah cair domestiknya dengan Metode Aplikasi Lahan, yaitu penggunaan air limbah untuk mengairi lahan tanaman. Metode ini dilakukan UGM dengan melakukan pembangunan gedung yang beratap taman atau "*Garden Roof*"

dimaksudkan untuk menciptakan suatu bangunan yang dilengkapi dengan instalasi "rainfall harvesting" dan "domestic waste water treatment plant" sedemikian dapat mengkonservasi air juga melindungi lingkungan dari bahaya pencemaran akibat buangan air limbahnya. Selain itu diharapkan dapat memberikan manfaat bagi kenyamanan pemakaian gedung dan mampu memenuhi kebutuhan hidup lainnya.

Limbah cair domestik UGM yang dialirkan ke selokan Karang Malang, mengandung Pb lebih kurang 0,0089 mg/l dan Cd lebih kurang 0,0020 mg/l. Walaupun masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan, namun akan berbahaya karena sifat dari Pb dan Cd ini dapat terakumulasi dalam sayuran dan tubuh manusia. Untuk itu perlu diketahui besarnya penurunan kadar pencemar BOD, COD, Nitrit, pH, Pb dan Cd pada pengolahan air limbah domestik yang dilakukan UGM, kandungan logam berat Pb dan Cd pada sayuran yang dialiri air limbah tersebut dan dalam sayuran yang dijual dipasar tradisional sebagai konsumsi masyarakat selama ini.

Tujuan penelitian untuk menganalisa penurunan kadar BOD, COD, Nitrit, pH, Pb dan Cd pada pengolahan air limbah domestik dengan metode aplikasi lahan yang diterapkan di Garden Roof UGM Yogyakarta, kelayakan konsumsi terhadap kandungan logam berat (Pb dan Cd) dan perbedaan kandungan logam berat Pb dan Cd pada sayuran yang berasal dari Garden Roof UGM

dan yang dijual di 3 pasar Tradisional Yogyakarta.

## **BAHAN DAN CARA PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan disain *Cross-Sectional*. Lokasi penelitian di Instalasi Pengolahan Air Limbah UGM atau IPAL UGM yang berada di *Garden Roof* Pusat Studi Sumberdaya Lahan Universitas Gadjah Mada (UGM) Kuningan, pasar tradisional Yogyakarta, yaitu pasar Demangan, pasar Kranggan dan pasar Beringharjo, Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Provinsi DIY serta laboratorium Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Subjek dalam Penelitian ini adalah air limbah domestik dan sayuran. Sampel air limbah domestik diambil sebelum melewati lahan sayuran (setelah melewati Saringan Pasir Lambat) dan setelah melewati lahan sayuran, yang diambil pada 4 titik dengan 3 kali pengambilan yang dilakukan secara *Grab Sampling*. Jadi total sampel air limbah ada 12 sampel. Sampel sayuran, yaitu kangkung (*swamp cabbage*), sawi (*mustard green*) dan bayam (*spinach*) produk *Garden Roof* UGM dan yang dijual pasar tradisional Yogyakarta (Pasar Kranggan, Pasar Beringharjo dan pasar Demangan). Pengambilan sampel sayuran dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Masing-masing jenis sayuran diambil 3 kali pengambilan, sehingga jumlah sampel

sayuran dari keempat lokasi tersebut sebesar 36 sampel.

Data yang diperoleh diolah, dianalisis dan diinterpretasikan dalam bentuk tabel dan grafik dan dianalisis secara deskriptif dengan uji persentase untuk menghitung penurunan kadar BOD, COD, Nitrit, pH, Pb dan Cd dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan sesuai SK gubernur DIY

No.20 Tahun 2008 dan menggunakan Uji T-t (*Paired sampel Test*). Logam berat Pb dan Cd dalam sayur-sayuran produk *Garden Roof* UGM dan yang dijual di 3 pasar tradisional Yogyakarta kemudian dibandingkan dengan Standar yang telah ditetapkan yaitu SNI 7383 tahun 2009 yang dianalisis secara deskriptif dan juga menggunakan uji Anova.

## HASIL PENELITIAN

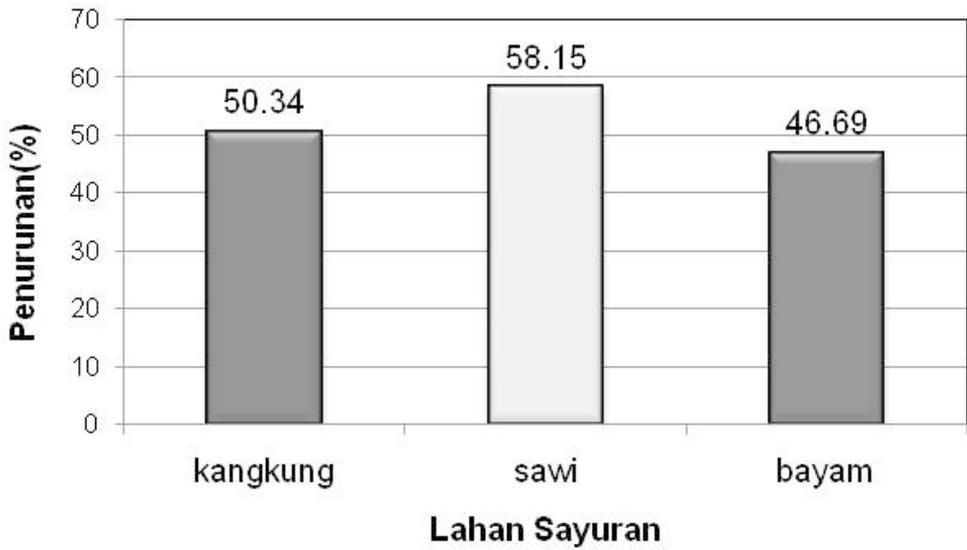
### 1. Hasil Pemeriksaan Kualitas Limbah Cair Domestik

Tabel 1. Statistik Deskriptif Hasil Pemeriksaan BOD, COD, Nitrit dan pH Air Limbah Domestik di *Garden Roof* UGM

Parameter	Lahan Sayuran	Mean ± SD		Penurunan (%)
		Inlet	Outlet	
BOD(mg/l)	Kangkung	82,40±71,86	16,43±10,41	50,34
	Sawi		14,93±9,39	58,15
	Bayam		15,10±7,91	46,69
COD(mg/)	Kangkung	175,67±132,67	53,00±20,07	52,77
	Sawi		49,00±16,19	57,11
	Bayam		44,00±12,00	56,47
Nitrit(mg/l)	Kangkung	30,11±51,96	0,627±1,007	-2694,18
	Sawi		5,233±6,930	-3917,73
	Bayam		5,313±5,432	-4270,12
pH	Kangkung	7,733±0,666	7,133±0,569	7,067
	Sawi		7,633±1,106	0,650
	Bayam		7,533±0,929	1,733

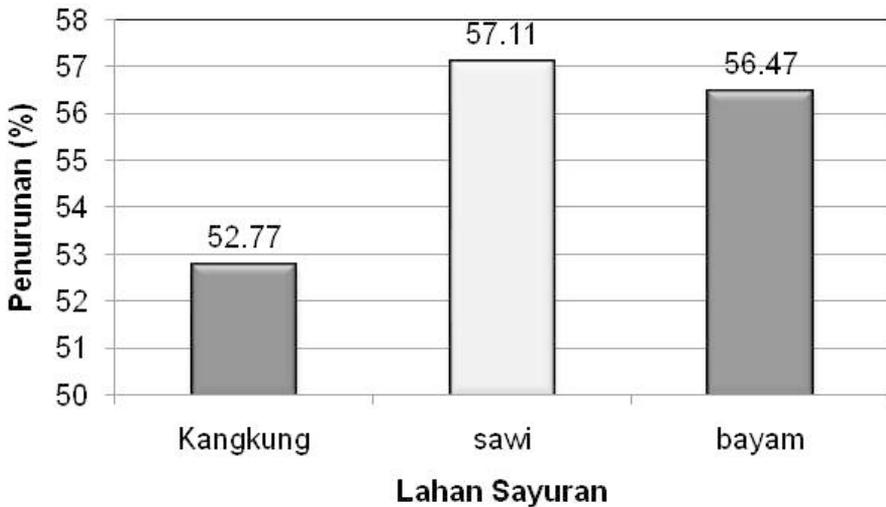
Dari tabel 1. diatas terlihat bahwa terjadi peningkatan kadar nitrit pada masing –masing lahan, yaitu dari lahan kangkung sebesar 2694,18%, lahan sawi 3917,73% dan lahan bayam sebesar 4720,12%.

Pengolahan air limbah domestik dengan aplikasi lahan yang dilakukan IPAL *Garden Roof* UGM Yogyakarta terhadap penurunan BOD,COD, Nitrit dan pH secara visual disajikan pada grafik di bawah ini.



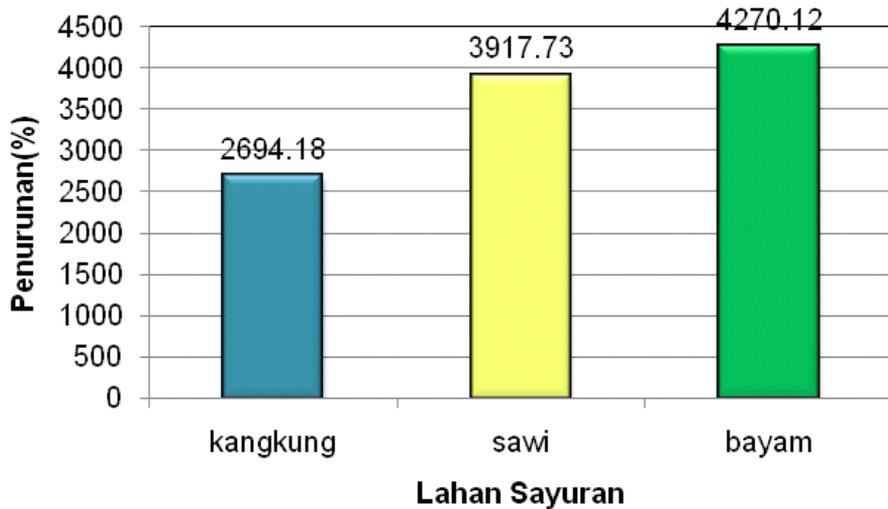
Gambar 1. Penurunan Kadar BOD pada Setiap lahan Sayuran

Gambar 1. diatas menunjukkan bahwa tingkat penurunan BOD yang tidak jauh berbeda dari setiap lahan, dimana sawi > kangkung > bayam (58,15 > 50,34 > 46,69).



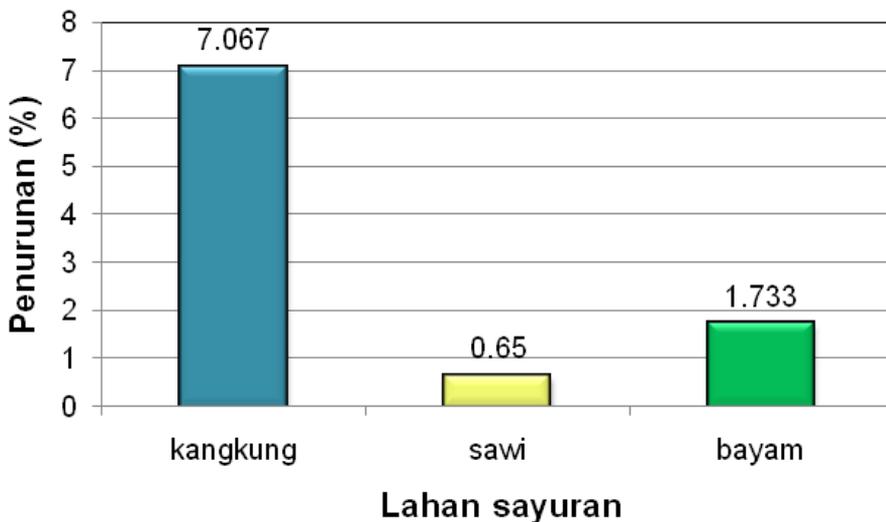
Gambar 2. Penurunan Kadar COD pada Setiap Lahan Sayuran

Gambar 2. diatas menggambarkan tentang tingkat penurunan kadar COD yang tidak jauh berbeda dari setiap lahan sayuran. Dimana penurunan pada lahan sawi>bayam>kangkung (57,11>56,47>52,77).



Gambar 3. Peningkatan Kadar Nitrit pada setiap Lahan Sayuran

Gambar 3. diatas menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan kadar Nitrit yang sangat tinggi, pada lahan kangkung sebesar 2694,18%, sawi 3917,73% dan bayam 4270,12%.



Gambar 4. Penurunan Kadar pH pada setiap Lahan Sayuran

Dari gambar 4. diatas terlihat bahwa penurunan pH dari ketiga lahan sayuran berturut-turut, yaitu: lahan kangkung (7,067%), sawi (0,65%) dan bayam (1,733%). Penurunan tertinggi terdapat pada lahan sayur kangkung, selanjutnya bayam dan terakhir sawi.

Hasil uji beda (pairs t-test) secara ringkas disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Uji Beda Kadar BOD, COD, Nitrit dan pH Sebelum ( Inlet ) dan Sesudah (outlet) melewati Lahan sayuran di IPAL UGM

Parameter	Mean $\pm$ SD		$t_{hitung}$	p-Value (sig.)
	Inlet	Outlet		
BOD	82,400 $\pm$ 62,233	15,489 $\pm$ 7,913	3,654	0,006
COD	175,667 $\pm$ 114,913	48,667 $\pm$ 15,322	3,773	0,005
Nitrit	30,107 $\pm$ 44,995	3,724 $\pm$ 5,432	1,911	0,092
pH	7,733 $\pm$ 0,577	7,433 $\pm$ 0,809	0,782	0,457

Dari hasil analisis disimpulkan bahwa terdapat perbedaan (penurunan) yang signifikan untuk kadar BOD dan COD antara sebelum dengan sesudah dilewatkan pada lahan sayuran. Hal ini ditunjukkan dengan masing- masing  $t_{hitung}$  3,654 dan  $t_{hitung}$  3,773 dengan  $p < 0,05$ , sedangkan pada kadar Nitrit dan pH tidak terdapat perbedaan (penurunan) yang signifikan, dengan masing-masing  $t_{hitung}$  1,911 dan  $t_{hitung}$  0,782.

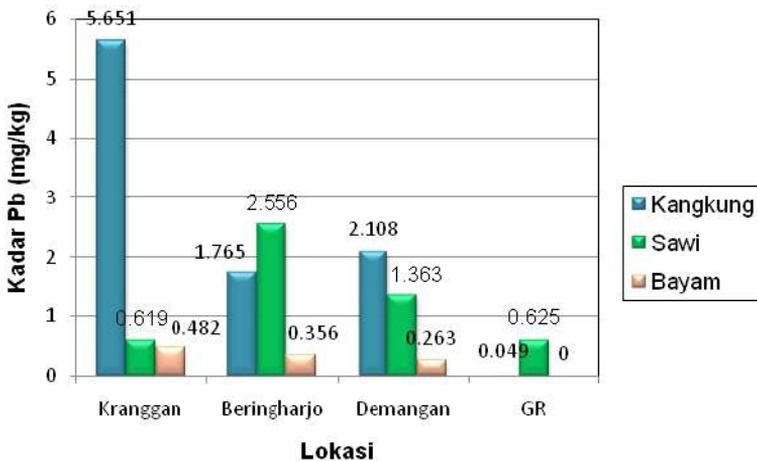
## 2. Hasil Pemeriksaan Logam Berat Pb dan Cd

Tabel 3. Statistik Deskriptif Hasil Pemeriksaan Logam Berat Pb Pada Sayuran yang berasal dari *Garden Roof* UGM dan Tiga Pasar Tradisional Yogyakarta

No	Lokasi	Sayuran	n= 3		Mean $\pm$ SD (mg/kg)	NAB (mg/kg)
			Memenuhi Syarat	Tidak memenuhi syarat		
1.	Kranggan	Kangkung	1	2	5,651 $\pm$ 8,091	0,5
		Sawi	2	1	0,619 $\pm$ 0,697	
		Bayam	2	1	0,482 $\pm$ 0,840	
2.	Beringharjo	Kangkung	2	1	1,765 $\pm$ 3,058	
		Sawi	1	2	2,556 $\pm$ 1,956	
		Bayam	2	1	0,356 $\pm$ 0,617	
3.	Demangan	Kangkung	0	3	2,108 $\pm$ 1,662	
		Sawi	2	1	1,363 $\pm$ 1,686	
		Bayam	2	1	0,263 $\pm$ 0,374	
4.	<i>Garden Roof</i> UGM	Kangkung	3	0	0,049 $\pm$ 0,085	
		Sawi	1	2	0,625 $\pm$ 0,415	
		Bayam	3	0	0,000 $\pm$ 0,000	

Tabel 3. diatas menunjukkan ke tiga sampel kangkung dan bayam dari *Garden Roof* UGM memenuhi syarat. Rata – rata kandungan logam berat Pb pada bayam dari keempat lokasi berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan SNI No. 7383 tahun 2009 ( 0,5 mg/kg). Jenis sayuran selain bayam yang berada dibawah NAB adalah kangkung produk *Garden Roof*UGM dengan kandungan sebesar (0,049 mg/kg).

Hasil pemeriksaan logam berat Pb pada setiap lokasi penelitian dan jenis sayuran secara visual disajikan pada gambar berikut:



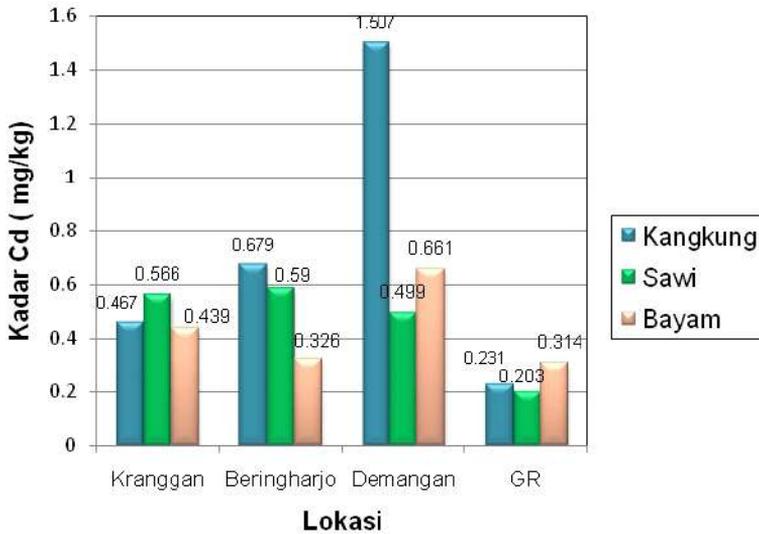
Gambar 5. Kadar Logam Berat Pb pada Lokasi Penelitian dan Jenis Sayuran

**Tabel 4. Statistik Deskriptif Hasil Pemeriksaan Logam Berat Cd Pada Sayuran yang berasal dari *Garden Roof* UGM dan Tiga Pasar Tradisional Yogyakarta**

No.	Lokasi	Sayuran	n = 3		Mean ± SD (mg/kg)	NAB (mg/kg)
			Memenuhi Syarat	Tidak memenuhi syarat		
1.	Kranggan	Kangkung	0	3	0,467±0,110	
		Sawi	0	3	0,566±0,261	
		Bayam	0	3	0,439±0,357	
2.	Beringharjo	Kangkung	0	3	0,679±0,183	0,2
		Sawi	0	3	0,590±0,351	
		Bayam	0	3	0,326±0,113	
3.	Demangan	Kangkung	0	3	1,507±1,943	
		Sawi	0	3	0,499±0,147	
		Bayam	0	3	0,661±0,521	
4.	<i>Garden Roof</i> UGM	Kangkung	2	1	0,231±0,066	
		Sawi	1	2	0,203±0,098	
		Bayam	0	3	0,314±0,111	

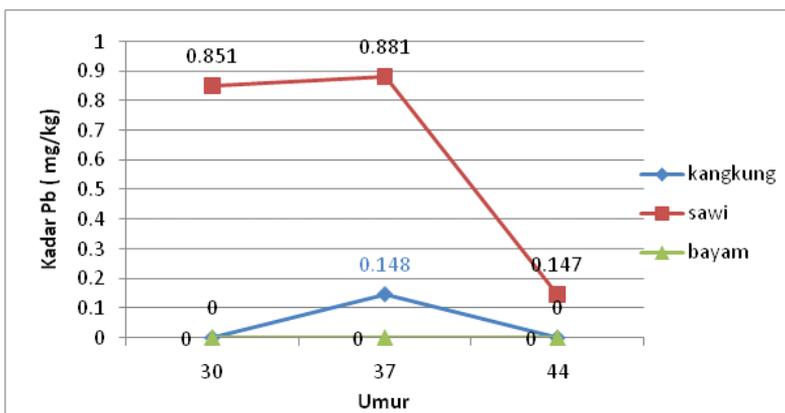
Tabel 4. Menunjukkan bahwa dari 3 sampel dari tiap jenis sayuran di ketiga lokasi pasar tradisional Yogyakarta semuanya tidak memenuhi syarat, dan rata-rata kandungan logam berat Cd berada diatas Nilai Ambang Batas ( NAB= 0,2 mg/kg) dan hanya sawi produk *Garden Roof* UGM yang sesuai NAB.

Hasil pemeriksaan Logam Berat Cd pada setiap lokasi penelitian dan jenis sayuran secara visual disajikan pada gambar berikut ini.

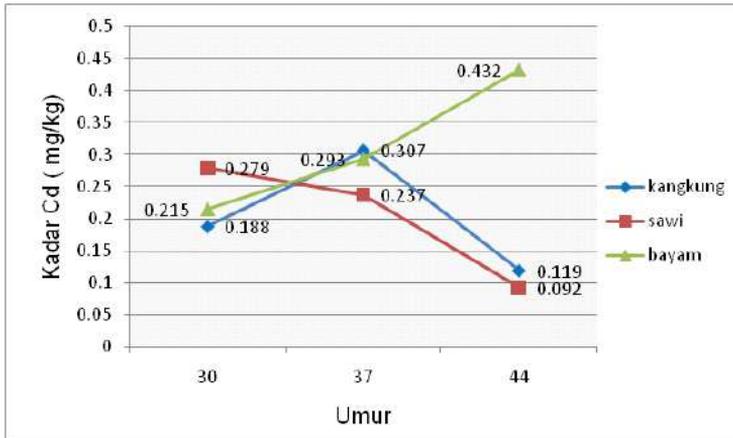


Gambar 6. Kadar Logam Berat Cd pada Lokasi Penelitian dan Jenis Sayuran

Kandungan logam berat (Pb dan Cd ) pada masing–masing jenis sayuran *Garden Roof* UGM berdasarkan umur secara visual disajikan pada grafik berikut ini.



Gambar 7. Kandungan Logam berat Pb berdasarkan jenis dan umur sayuran produk *Garden Roof* UGM



Gambar 8. Kandungan Logam berat Pb berdasarkan jenis dan umur sayuran produk *Garden Roof* UGM

Gambar 7 dan 8. menunjukkan bahwa penyerapan kadar Pb dan Cd tertinggi terjadi pada sawi dan kangkung ketika berumur 37 hari setelah tanam. Namun kadar Pb dan Cd menurun pada umur 44 hari. Sayur bayam kandungan Pbnya tidak terdeteksi alat, sedangkan kandungan Cd meningkat dengan bertambahnya umur.

**3. Perbedaan Kandungan Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sayuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :**

**Tabel 5. Analisis Perbedaan Kandungan Logam Berat Pb pada Sayuran produk *Garden Roof* UGM dengan Tiga Pasar Tradisional Yogyakarta**

No	Jenis Sayuran	Lokasi	$t_{hitung}$	p-value	
1.	Kangkung	<i>Garden Roof</i> UGM (0,049±0,085)	Kranggan (5,651±8,092)	-1,199	0,297
		Beringharjo (1,765±3,058)	-0,972	0,386	
		Demangan (2,108±1,662)	-2,143	0,099	
2.	Sawi	<i>Garden Roof</i> UGM (0,626±0,415)	Kranggan (0,619±0,697)	0,015	0,989
		Beringharjo (2,556±1,956)	-1,672	0,170	
		Demangan (1,363±1,686)	-0,734	0,503	
3.	Bayam	<i>Garden Roof</i> UGM (0,000±0,000)	Kranggan (0,485±0,840)	-1,000	0,374
		Beringharjo (0,356±0,617)	-1,000	0,374	
		Demangan (0,263±0,374)	-1,220	0,289	

Keterangan:

\*) = signifikan pada t.s. 5% ( $p < 0,05$ )

Berdasarkan tabel 5, diketahui bahwa tidak ada satupun t-hitung yang signifikan pada taraf signifikansi 5% dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ) kandungan Pb antara sayuran yang berasal dari *Garden Roof* UGM dengan sayuran yang berasal dari tiga pasar tradisional Yogyakarta (pasar Kranggan, pasar Beringharjo dan pasar Demangan).

**Tabel 6. Analisis Perbedaan Kandungan Logam Berat Cd pada Sayuran produk *Garden Roof* UGM dengan Tiga Pasar Tradisional Yogyakarta**

No	Jenis Sayuran	Lokasi	$t_{hitung}$	p-value	
1.	Kangkung	<i>Garden Roof</i> UGM	Kranggan (0,647±0,110)	-3,185	0,033 <sup>*)</sup>
			Beringharjo (0,679±0,183)	-3,985	0,016 <sup>*)</sup>
			Demangan (1,507±1,943)	-1,137	0,373
2.	Sawi	<i>Garden Roof</i> UGM	Kranggan (0,566±0,261)	-2,258	0,087
			Beringharjo (0,590±0,351)	-1,840	0,140
			Demangan (0,499±0,147)	-2,898	0,044 <sup>*)</sup>
3.	Bayam	<i>Garden Roof</i> UGM	Kranggan (0,439±0,357)	-0,579	0,593
			Beringharjo (0,326±0,113)	-0,133	0,900
			Demangan (0,661±0,520)	-1,132	0,321

Keterangan:

<sup>\*)</sup> = signifikan pada t.s. 5% ( $p < 0,05$ )

Tabel 6. menunjukkan perbedaan pada masing-masing jenis sayuran, sehingga dapat dideskripsikan :1) pada kangkung menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kandungan logam berat Cd antara kangkung *Garden Roof* UGM dibandingkan yang berasal dari pasar Kranggan dan Beringharjo; sedangkan yang berasal dari pasar Demangan dinyatakan tidak berbeda secara

signifikan. 2) pada sawi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sawi yang berasal dari *Garden Roof* dengan sawi dari pasar Demangan, sedangkan yang berasal dari pasar Kranggan dan pasar Beringharjo tidak terdapat perbedaan yang signifikan. 3) pada bayam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara bayam yang berasal dari *Garden Roof*

dengan yang berasal dari tiga pasar tradisional (pasar Kranggan, pasar Demangan dan pasar Beringharjo).

## PEMBAHASAN

Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan air limbah domestik dengan Aplikasi Lahan dapat menurunkan kadar BOD dan COD. Setelah dilakukan uji beda dengan T-test (*Paired sampel test*) kadar BOD dan COD inlet dan outlet secara keseluruhan terdapat perbedaan (penurunan) yang signifikan pada  $P < 0,05$  dan  $t_{hitung} 3,654$  (tabel 2). Rata-rata penurunan dari masing – masing lahan sayuran, yaitu lahan kangkung sebesar (50,34% dan 53,00%), sawi (58,15% dan 49,00%) dan bayam (46,69% dan 44%) sehingga proses pengolahan air limbah domestik di *Garden Roof* UGM terbukti dapat menurunkan kadar BOD dan COD. Penurunan ini terjadi karena dalam tanah terjadi proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme, yaitu adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tanaman, melalui proses oksidasi bakteri aerob yang tumbuh disekitar rhizosphere tanaman<sup>5</sup>. Ini menggambarkan adanya peran dan kontribusi sayuran dalam penyerapan bahan pencemar cukup efektif.

Disamping itu faktor yang menentukan terjadinya penurunan BOD adalah waktu tinggal yang cukup di bak penampungan yaitu 5 hari. Hal ini memberi kesempatan kepada bakteri untuk mendekomposisi bahan organik sehingga pada akhirnya kadar

BOD dan COD turun.

Penurunan COD terjadi karena adanya dekomposisi bahan organik *biodegradable* maupun *non degradable*. Bahan organik yang terdapat di dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme<sup>5</sup>. COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan organik, karena, COD memiliki kemampuan oksidasi bahan organik sebesar 98%<sup>6</sup>.

Walaupun terjadi Penurunan Kadar BOD dan COD yang cukup tinggi, namun kadarnya masih berada diatas standar yang ditetapkan Gubernur No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu 3 mg/L untuk Baku Mutu Kelas II. Bertolak dari uraian tersebut diatas, maka terlihat perlunya beberapa treatment atau penambahan metode pengolahan, yaitu waktu tinggal di bak penampungan setelah keluar dari lahan yang dikombinasikan aerasi, karena kebutuhan oksigen oleh bakteri aerob akan terpenuhi sehingga aktifitas untuk mendegradasi senyawa organik akan meningkat. Pemberian aerasi dapat meningkatkan efisiensi dari COD<sup>7</sup>.

Hasil uji beda menunjukan bahwa

tidak terdapat perbedaan (penurunan) yang signifikan untuk kadar Nitrit antara sebelum dengan sesudah pengolahan dengan metode aplikasi lahan yang dilakukan IPAL UGM di *Garden Roof* UGM Yogyakarta. Hal ini ditunjukkan dengan  $t_{hitung}$  1,91 dengan  $p > 0,05$ .

Kandungan Nitrit pada outlet yang masih berada diatas ambang batas yang ditetapkan yaitu 0,06 mg/L (Tabel 1) dan terjadinya efisiensi terhadap peningkatan Nitrit (gambar 3), yang bisa disebabkan oleh adanya pemupukan yang mengandung nitrogen ammonia (NH<sub>3</sub>-) dan Nitrat. Terdapatnya nitrit menunjukkan bahwa pembenahan limbah tidak sempurna. Hal ini bisa terjadi karena reaksi dalam proses nitrifikasi pada lahan berjalan lambat, karena kurang kadar oksigen terlarut dan tingginya kadar BOD dan COD. kadar oksigen terlarut < 2 mg/l reaksi dalam proses nitrifikasi berjalan lambat<sup>7</sup>. Lambatnya reaksi dalam proses nitrifikasi ini karena air limbah atau inlet tidak dalam kadar pH optimum bagi proses nitrifikasi. Rata – rata pH inlet 7,73. Nilai pH optimum bagi proses nitrifikasi adalah 8-9<sup>6</sup>. Namun setelah outlet berada dalam bak penampungan oksigen tercukupi untuk proses nitrifikasi, sehingga kadar nitrit meningkat pada outlet. Sementara proses denitrifikasi tidak berlangsung. Denitrifikasi adalah terjadinya reduksi nitrogen dan nitrit menjadi gas nitrogen dan nitrogen oksida dibawah kondisi tanpa oksigen<sup>6</sup>. Untuk mempercepat proses denitrifikasi ini

perlu adanya penambahan waktu tinggal air limbah dalam penampungan. Waktu tinggal akan memberi kesempatan bagi bakteri untuk mengurai bahan organik sehingga terjadi proses denitrifikasi yang optimal.

Analisis uji beda juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan (penurunan) yang signifikan untuk pH antara sebelum dengan sesudah pengolahan dengan metode aplikasi lahan yang dilakukan IPAL UGM di *Garden Roof* Kuningan Yogyakarta. Hal ini ditunjukkan dengan  $t_{hitung}$  0,782 dan  $p > 0,05$  (Tabel 2). pH outlet dan setelah melewati lahan sayuran menunjukkan pH yang normal atau termasuk kisaran pH yang netral (Tabel 1). Kisaran pH yang netral merupakan nilai pH yang disukai oleh biota aquatik dan bakteri dapat tumbuh dengan baik sehingga proses dekomposisi dapat berjalan dengan baik. Nilai pH rendah sangat mempengaruhi proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah dan toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah<sup>6</sup>.

Kandungan Logam Berat Pb dan Cd baik inlet maupun outlet yang bisa terdeteksi dengan pembacaan alat untuk Pb < 0,0093 mg/l dan Cd < 0,0015 mg/l. Memang kandungan Pb dan Cd cukup rendah, tetapi akan berpengaruh terhadap kandungan Pb dan Cd dalam tanah karena terjadinya penimbunan (akumulasi). Meskipun logam berat dalam air limbah cukup rendah, dalam tanah menunjukkan

konsentrasi logam berat yang lebih tinggi, ini mungkin disebabkan oleh akumulasi logam berat dalam tanah karena dialiri irigasi air limbah dalam jangka panjang<sup>8</sup>.

Hasil Penelitian kandungan logam berat Pb dan Cd pada sayuran produk *Garden Roof* UGM menunjukkan bahwa kadar Pb sayuran sawi lebih tinggi, yaitu 0,625 mg/kg dibanding kangkung dan bayam (Gambar 5). Ini menunjukkan kalau sawi memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap Pb. Sawi India (*Brassic Juncea L*) adalah tanaman yang cocok untuk *phytoextraction* terutama pada tanah yang terkontaminasi Pb<sup>9</sup>.

Kadar Pb dalam kangkung sebesar 0,049%, dan masih berada dibawah standar yang ditetapkan SNI No. 7383 tahun 2009 tentang Batas maksimum cemaran logam dalam pangan, yaitu 0,5 mg/kg, sedangkan pada bayam tidak terdeteksi oleh alat. Jadi bayam dan kangkung *garden Roof* layak untuk dikonsumsi sedangkan sawi tidak.

Kandungan logam berat Cd dalam sayur bayam *Garden Roof* berada diatas NAB yang ditetapkan SNI No. 7383 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran logam dalam pangan, sehingga bisa dikatakan bayam memiliki kemampuan menyerap Cd lebih besar dibanding kangkung dan sawi (Gambar 6). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa akumulasi Cd tertinggi terjadi dalam bayam (*Amarantus Tricolor L*), sehingga species ini bisa digunakan dalam fitoremediasi tanah yang

terkontaminasi Cd.<sup>10</sup>. Kandungan logam berat Cd dalam kangkung berada diatas standar, yaitu 0,2 mg/kg, sedangkan sawi sesuai dengan standar.

Tingginya kadar pb dalam sawi dan terdapatnya Pb dalam kangkung serta tingginya kandungan Cd pada sayuran *Garden Roof* bisa terjadi karena dalam tanah sebagai media tumbuh sudah mengandung logam berat Pb dan Cd. Sehingga terjadi perpindahan timbal dari tanah ke tanaman. Hal ini bisa terjadi karena akumulasi logam Pb dan Cd yang berasal dari air limbah, meski dalam air limbah masih sangat rendah dari standar yang ditetapkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari peneliti lain yang menyatakan bahwa meskipun air limbah mengandung logam berat (Pb dan Cd, ) yang sangat rendah, tetapi sampel tanah dan tanaman menunjukkan nilai lebih tinggi karena akumulasi<sup>8</sup>, dan terjadinya peningkatan konsentrasi Cu, Zn, Cd, Ni, Cr dan Pb dalam tanah dari situs irigasi dengan air limbah dibandingkan dengan tanah kontrol<sup>11</sup>. Selain itu Akumulasi Pb dan Cd dalam tanah bisa terjadi akibat pemupukan. Pupuk P mengandung Pb dan Cd (<100 mg/kg dan Cd 0,1-170 mg/kg), pupuk N kadar Cd (0,05-8,5 mg/kg), pupuk kandang kadar Cdnya 0,01-0,8 mg/kg dan kompos memiliki kadar Cd sebesar 0,01-100 mg/kg<sup>12</sup>.

Selain dari tanah, udara juga dapat menyumbang/memberikan kontribusi penyerapan logam berat pb dan Cd oleh sayuran *Garden Roof*, mengingat lokasinya hanya berada 35 meter dari

jalan raya dan merupakan lingkup penyebaran partikel Pb oleh angin. Partikel Pb dapat disebarkan oleh angin hingga mencapai jarak 100-1000 Km dari sumbernya<sup>13</sup>. Penyerapan Pb melalui daun terjadi karena partikel Pb di udara jatuh dan mengendap pada permukaan daun.

Hasil penelitian juga menunjukkan adanya perbedaan kemampuan sayuran dalam menyerap logam berat Pb dan Cd. Logam berat Cd lebih banyak diserap oleh sayuran *Garden Roof* dibandingkan Pb. Hal ini karena mobilitas Cd dari tanah ke tanaman cukup tinggi dibandingkan Pb, sehingga kadar Cd bisa tinggi di tanaman, meskipun konsentrasi Cd dalam tanah sangat rendah<sup>14</sup>.

Penurunan kadar Pb dan Cd dalam kangkung dan sawi *Garden Roof* UGM pada umur 44 hari (gambar 7 dan 8) menunjukkan bahwa panen yang baik dilakukan pada saat sayuran tersebut berumur 44 hari keatas.

Hasil penelitian kandungan logam berat (Pb dan Cd) pada sayuran dari 3 pasar Tradisional Yogyakarta (Kranggan, Beringharjo dan Demangan) menunjukkan kalau kangkung dan sawi memiliki kandungan Pb diatas nilai ambang batas, sedangkan pada bayam dari ketiga pasar tersebut masih berada dibawah standar yang ditetapkan (Gambar 5). Kandungan Cd pada sayuran (kangkung, sawi dan Bayam) yang berasal dari pasar tradisional kota Yogyakarta (Kranggan, Beringharjo dan Demangan) semuanya berada diatas standar (Gambar 6). Jadi hanya bayam

yang layak dikonsumsi ditinjau dari kandungan logam berat Pb.

Besarnya kandungan logam berat Pb dan Cd pada sayuran dari 3 pasar tradisional Yogyakarta, menggambarkan bahwa masyarakat selama ini telah mengkonsumsi sayuran yang tercemar logam berat Pb dan Cd. Akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terus menerus dapat mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan saraf dan kematian<sup>1</sup>. Toksisitas Pb pada anak-anak dalam dosis yang kecil dan berlangsung terus-menerus dapat menyebabkan *neurotoksik* (saraf keracunan) dan kelainan tingkah laku<sup>1</sup>. FAO/WHO menetapkan batas konsumsi harian logam Pb adalah 3,5 µg/kg atau 0,0035 mg/kg dari berat badan, sedangkan asupan yang diperkenankan untuk Cd dalam seminggu adalah 4,2 mg untuk orang dewasa dengan berat badan 60 kg<sup>15</sup>.

Sayur kangkung dari Pasar Kranggan yang mengandung Pb sebesar 5,651 mg/kg dan Cd 0,467 mg/kg. Pada Umumnya orang mengkonsumsi sayur kangkung sebanyak 200g/hari (0,2 kg/hari), berarti sayur kangkung tersebut mengandung 1,1302 mg Pb. Asupan Pb perhari yang direkomendasi FAO/WHO tidak lebih dari 0,0035 mg/kg berat badan. Kalau

pada umumnya berat badan orang ± 60 kg, maka batas konsumsi pb perhari adalah 0,2 mg. Jadi asupan harian tersebut masih jauh diatas asupan harian yang yang

direkomendasikan untuk Pb. Untuk kandungan Cd sayur Kangkung tersebut sebesar 0,0934 mg, batas asupan perhari yang direkomendasikan 0,6mg/60kgbb/hari atau 0,01mg /kgbb /hari. Jadi masih jauh dibawah asupan yang direkomendasikan. Sayuran dari 3 pasar tradisional Yogyakarta dan *Garden Roof* UGM dapat diperkirakan asupan harian logam berat Pb dan Cd berada dibawah batas asupan harian yang direkomendasikan, kecuali kandungan pb pada kangkung dari pasar Kraggan.

Studi epidemiologi di Australia tentang exposure dan efek cadmium menyimpulkan bahwa exposure tingkat rendah dari logam Cd telah memberikan beberapa efek samping yang tidak terbatas pada ginjal dan tulang saja, tetapi mencakup hampir setiap organ dan jaringan di mana kadmium terakumulasi, termasuk jaringan mata, sehingga disarankan bahwa tingkat konsumsi yang aman untuk orang dewasa harus < 30 ug / hari<sup>16</sup>. Penelitian yang dilakukan di Swedia menemukan adanya peningkatan risiko kanker endometrium pada peserta yang mengkonsumsi kadmium >15 ug / hari yang berasal dari sereal dan sayuran<sup>17</sup>. Nilai RfD (*Reference Dose*) logam cadmium melalui makanan adalah 0,001 mg/kg/hari<sup>18</sup>. Asupan Cd 25-30 mg / hari diperkirakan dapat menghasilkan efek samping pada ginjal sekitar 1% dari populasi dewasa<sup>16</sup>.

Saat ini pencemaran Pb dan Cd pada sayuran susah direduksi, salah satu cara mengurangi absorpsi Pb dan

Cd adalah mengkonsumsi makanan yang mengandung sumber mineral kalsium (ca), besi (Fe) dan protein, karena kalsium, besi, dan protein dapat menurunkan absorpsi Pb dan Cd<sup>19,20</sup>.

Bagi yang sudah lama terpapar dapat melakukan pencegahan dan penanggulangan dengan diet atau mengkonsumsi *food supplement*, jenis mineral Cu,Zn,Fe dan Mg yang berperan mampu menggantikan Cd atau mengelimenasi Cd dari tubuh, antioksidan vitamin E, vitamin K dan klorofil agar mampu mengurangi toksisitas Cd. Selain itu, beberapa hal yang bisa dilakukan dalam rangka mencegah dan mengurangi paparan Cd adalah dengan mengurangi merokok, mengurangi konsumsi makanan yang rentan terkontaminasi Cd, seperti kerang, serta mengurangi minuman yang rentan tercemar Cd, diantaranya kopi dan teh. Pertahankan kecukupan Zn dalam tubuh dengan mengkonsumsi makanan yang mengandung Zn tinggi, diantaranya biji-bijian yang tidak ditumbuk halus, makanan dari golongan leguminosae, dan kacang-kacangan<sup>20</sup>.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kandungan logam berat Pb pada sayuran *Garden Roof* dan sayuran dari pasar tradisional Kota Yogyakarta. Namun, perbedaan kandungan logam berat Pb dari setiap jenis sayuran dari 4 lokasi tetap ada. Bayam dari ke 4 lokasi menunjukkan tingkat pencemaran Pb yang rendah. Hal ini karena bayam lebih cepat panenannya, karena umur bayam yang sangat pendek, yaitu 25-

35, jika melampaui umur tersebut kualitas bayam menurun dan konsumen tidak menyukainya. Hal ini berpengaruh terhadap tingkat penyerapan dan translokasi Pb ketanaman. Berbeda dengan sawi dan kangkung yang memiliki umur yang lebih panjang dari bayam. Bahkan kangkung panennya bisa dilakukan kapan saja setelah umur siap panen.

Penelitian yang dilakukan terhadap kangkung dinyatakan bahwa kandungan Pb dalam tanaman kangkung yang tumbuh pada media yang terkontaminasi Pb secara terus menerus, dan dipanen pada umur 6 minggu lebih tinggi dibanding dengan tanaman yang dipanen pada 3 minggu<sup>21</sup>.

Analisis pada masing – masing jenis sayuran, kandungan Cd pada kangkung *Garden Roof* UGM terdapat perbedaan yang signifikan dengan kangkung pasar Kranggan dan pasar Beringharjo, sebaliknya dengan pasar Demangan tidak terdapat perbedaan yang signifikan, padahal ditinjau dari kandungannya terdapat perbedaan sangat tinggi, yaitu Kangkung Demangan 1,59 mg/kg dan *Garden Roof* 0,23 mg/kg, ini terjadi karena sampel yang sangat sedikit. Kandungan Cd pada sawi dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) kandungan logam berat Cd antara sawi yang berasal dari *Garden Roof* UGM dengan yang berasal dari pasar Demangan. Sedangkan dengan sawi pasar Kranggan dan pasar Beringharjo tidak terdapat perbedaan yang

signifikan. Bayam sama sekali tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara bayam *Garden Roof* UGM dengan bayam dari ketiga pasar tradisional Yogyakarta.

Adanya perbedaan kandungan tersebut bisa terjadi karena *Garden Roof* menggunakan air limbah yang cukup terorganisir dan penggunaan pupuk yang cukup terkendali, namun penggunaan dalam jangka panjang akan menyebabkan akumulasi logam berat dalam tanah. Apalagi pupuk anorganik maupun organik mengandung logam berat<sup>12</sup>.

## KESIMPULAN

Pengolahan air limbah domestik dengan metode aplikasi lahan yang diterapkan di *Garden Roof* UGM dapat menurunkan parameter BOD dan COD, walaupun belum memenuhi standar Baku Mutu Air kelas II yang ditetapkan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta.

Sayuran produk *Garden Roof* ditinjau dari kandungan Pb : kangkung dan bayam layak untuk dikonsumsi, sedangkan sawi tidak. Dari kandungan Cd : Sawi layak konsumsi, sedangkan kangkung dan bayam tidak.

Sayuran dari ketiga pasar tradisional Yogyakarta ditinjau dari kandungan Pb: kangkung dan sawi tidak layak untuk konsumsi, bayam layak dikonsumsi, sedangkan Cd pada semua jenis sayuran tidak layak untuk dikonsumsi.

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan logam berat Pb sayuran produk *Garden Roof* UGM

(kangkung, sawi dan bayam) dengan sayuran dari ke 3 pasar tradisional. Terdapat perbedaan yang signifikan kandungan Cd pada kangkung *Garden Roof* UGM dengan kangkung dari pasar Kranggan dan pasar Beringharjo, dan sawi produk *Garden Roof* dengan yang dijual di pasar Demangan. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan Cd dalam bayam *Garden Roof* UGM dengan ke 3 pasar Tradisional Yogyakarta.

## SARAN

Kepada Pengelola *Garden Roof* UGM, agar mengupayakan penambahan treatment dalam pengolahan air limbah domestik, yaitu penambahan waktu tinggal di bak penampungan setelah keluar dari lahan yang dikombinasikan aerasi, agar kadar BOD, COD dan Nitrit air limbah setelah melewati lahan sayuran sesuai **standar** Baku Mutu Air kelas II yang ditetapkan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. Selain itu, perlu adanya penambahan ahli-ahli dari bidang keilmuan lain agar metode pengolahan limbah dengan Aplikasi Lahan di *Garden Roof* UGM ini bisa ditangani secara komprehensif.

Masyarakat dan konsumen sayuran produk *Garden Roof* UGM diharapkan agar mengkonsumsi sayuran yang kandungan logam berat (Pb dan Cd) berada dibawah atau sama dengan NAB.

Kepada masyarakat Yogyakarta, agar segera memperhatikan keseimbangan gizi dengan mengkonsumsi makanan yang

mengandung sumber mineral kalsium (Ca), besi (Fe) dan protein. Kalsium, besi, dan protein dalam absorpsinya dapat menurunkan absorpsi Pb dan Cd sehingga daya toksisitas Pb dan Cd menjadi berkurang dalam tubuh.

Kepada Pemerintah Yogyakarta sebagai pelindung masyarakat, agar mengupayakan adanya suatu nilai ambang batas logam berat didalam tanah yang aman bagi produk pertanian. Pengawasan dan pemantauan pasar yang dilakukan sebaiknya tidak hanya mengenai pajak saja, tetapi juga terhadap kualitas sayuran, sebagai upaya mencegah terjadinya pencemaran sayuran dari logam berat (Pb dan Cd).

Perlu adanya penelitian lanjutan tentang kangkung sebagai fitoremediasi air limbah dan tanah tercemar.

Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai sayuran yang mengandung logam berat (Pb dan Cd) diatas NAB sebagai pakan hewan yang bukan hewan ternak.

## KEPUSTAKAAN

1. Charlena, (2004), *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada sayur-sayuran* [internet]. Available from (<http://www.google.co.id>) (Accessed Sept 2010).
2. Anonim (2001) *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisa Rambut* [internet]. Available from (<http://www.google.co.id>)

- (Accessed Sept 2010)
3. Notohadiprawiro T, (2006), *Logam Berat dalam Pertanian*, [internet]. Available from (<http://www.google.co/id>) (Accessed Jan 2011)
  4. Yudha, I.G, (2009), *Kajian logam berat Pb,Cu,Hg Dan Cd yang terkandung Pada Beberapa Jenis Ikan di Wilayah Pesisir Kota Bandar Lampung*. [internet]. Available from (<http://www.google.co/id>) (Accessed Sept 2010).
  5. Supradata, (2005), *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius dalam Lahan Basah Buatan Aliran Bawah permukaan (SSF- Wetlands)* [internet]. Available from (<http://www.google.co/id>) (Accessed Juni 2011).
  6. Effendi,H (2003) *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta
  7. Luanmanee, S., T. Attanandana. (2000). *Efficiency Of The Multi Soil aying System With Various Organic Material Components On Domestic Wastewater Treatment. Paper submitted on managing water and waste in the new millennium*. Johanes burg. 23-26 may 2000.
  8. Sharma R.K, Agrawal M, Marshall F, (2006), *Heavy Metal Contamination in Vegetables Grown in Wastewater Irrigated Areas of Varanasi, India*, *Bulletin of Environmental, Contaminatiaon and Toxicology*. 77:312–318, India
  9. Kumar,J.,Srivastava,A.,Singh,V.P (2011) *Edta Enhanced Phytoextraction of Pb By Indian Mustard (Brassica Juncea L)*, *Journal Plant Sciences Feed* 2011 -1 (9): 160, India
  10. Watanabe T, Murata Y, Osaki M, (2009) *Amaranthus tricolor has the potential for phytoremediation of Cd-contaminated soils*, Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Hokkaido, Japan,[ nternet]. Available from (<http://www.google.co/id>) (Accessed Des 2011)
  11. Mapanda F, Mangwayana E.N. Giller ,K.E., (2009), *Nyamangara J uptake of Heavy Metals by Vegetables Irrigated Using Wastewater and the Subsequent Risks in Harare, Zimbabwe*
  12. Kurnia,U.,Husen S.,Rasti S., Nurjaya (2005) *Teknologi Pengendalian Pencemaran Lahan Sawah*, [internet]. Available from (<http://www.google.co/id>) (Accessed Des 2011)
  13. Reagen F, (2007), *The Study Of Lead Metal Concentration In Potato(Solanum tuberosum L.)* [internet]. Available from (<http://www.google.co/id>) (Accessed Desember 2011)
  14. Gupta S, Satpati S. Nayek S Garai

- D, (2009), Effect of Wastewater Irrigation on Vegetables in Relation to Bioaccumulation of Heavy Metals and Biochemical Changes, *Journal Environ Monit Assess* (2010) 165:169–177, India
15. Claeys, F., C. Sykes, C. Limbos, dan G. Ducoffre.(2003). *Childhood Lead Poisoning In Brussels Prevalence Study and Etiological Factors. Scientific Institute of Public Health, Belgium. J.Phys.IV France 107.*
  16. Satarug S, Scott H. Garrett, Mary Ann S, and Donald A. S, (2009), Cadmium, Environmental Exposure, and Health Outcomes *Environmental Health Perspectives* 118 ( 2 ) :182-190, Feb 2010 North Dakota, USA
  17. Åkesson A, Bjellerup P, Lundh T, Lidfeldt J, Nerbrand C, Samsioe G, ( 2006). Cadmium-induced effects on bone in a population-based study of women, *Journal Environmental Health Perspect* 114:830–834, Sweden
  18. Purnomo,A. Purwana, R.(2008), *Dampak Cadmium dalam Ikan terhadap Kesehatan Masyarakat, Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* Vol. 3. No.2 Oktober 2008 [internet]. Available from ( <http://www.google.co/id>) (Accessed Maret 2011).
  19. Darmono, (2001) *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi senyawa logam*, UI-Press Jakarta, Jakarta
  20. Widowati W, Sastiono A, Jusuf R.(2008) *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi Offset Yogyakarta.
  21. Kohar I, Poppy, H.H., Imelda, I.L, (2005) *Studi Kandungan Logam Pb dalam Tanaman Kangkung umur 3 dan 6 minggu yang ditanam di media yang mengandung Pb* [internet]. Available from ( [ttp://www.google.co/id](http://www.google.co/id)) (Accessed Januari 2011).

# ANGKA KUMAN UDARA PADA RUANG PERSALINAN PRAKTIK BIDAN SWASTA DI KOTA BANJARBARU

Munawar Raharja<sup>1</sup>, Adi Heru Sutomo<sup>2</sup>, Susi Irvati<sup>2</sup>

---

## INTISARI

**Latar Belakang** : Fakta menunjukkan telah terjadi peningkatan peran pelayanan kesehatan swasta bagi masyarakat, di antaranya praktik bidan swasta. Belum adanya aturan tentang kesehatan lingkungan pada praktik bidan swasta menyebabkan kurangnya pengawasan sanitasi pada ruang persalinan. Tingginya angka kuman udara pada ruang persalinan dapat menyebabkan infeksi secara langsung maupun tidak langsung melalui kontaminasi peralatan yang digunakan pada proses persalinan.

**Tujuan** : Mengetahui hubungan antara kualitas fisik lingkungan, fisik bangunan, dan sanitasi ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara pada ruang persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru.

**Metode** : Jenis penelitian yang digunakan survei dengan rancangan *Cross sectional*. Objek penelitian adalah 34 ruang persalinan pada praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru dengan kriteri inklusi : masih aktif, memiliki izin praktik, tempat praktik terpisah dari ruangan keluarga dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian. Analisis data dilakukan dengan uji statistik univariat, bivariat dengan uji *chi-square* dan analisis multivariat dengan regresi logistik pada  $\alpha = 0,05$ .

**Hasil** : Sebanyak 29,4% ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara memenuhi syarat dan 70,6% ruang persalinan tidak memenuhi syarat. Ada 3 variabel penelitian yang berhubungan dengan kualitas angka kuman udara, yaitu : penataan ruangan ( $p = 0,031$ ), sirkulasi udara ( $p = 0,000$ ), dan sanitasi ruangan ( $p = 0,010$ ).

**Kesimpulan** : Terdapat hubungan yang signifikan antara penataan ruangan, sirkulasi udara, dan sanitasi ruangan dengan kualitas angka kuman udara pada ruang persalinan. Sirkulasi udara yang tidak memenuhi syarat merupakan variabel yang paling berpengaruh secara signifikan dan memberikan kontribusi paling besar terhadap kualitas angka kuman udara tidak memenuhi syarat pada ruang persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru dengan nilai risiko relatif 45 kali.

**Kata Kunci** : kuman udara, kesehatan lingkungan, persalinan, bidan

---

1. Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Banjamasin, Departemen Kesehatan.
- 2,3. Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fak.Kedokteran UGM Yogyakarta

## PENDAHULUAN

Praktik bidan swasta merupakan penyedia layanan kesehatan, yang memiliki kontribusi cukup besar dalam memberikan pelayanan, khususnya dalam meningkatkan kesejahteraan ibu dan anak. Supaya masyarakat pengguna jasa layanan bidan memperoleh akses pelayanan yang bermutu dari pelayanan bidan, maka perlu adanya regulasi dan penegakan regulasi dengan jelas, mengingat praktik bidan swasta mempunyai tanggung jawab yang lebih besar karena harus mempertanggung jawabkan sendiri apa yang dilakukan dalam praktiknya, bebas mengontrol dirinya sendiri. Situasi ini dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan yang merugikan salah satu pihak atau kedua-duanya<sup>(1)</sup>.

Belum adanya regulasi yang mengatur pengawasan dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan swasta, terutama pada aspek kesehatan lingkungan, seperti kondisi fisik lingkungan, bangunan dan pengelolaan limbah, maka hal tersebut dapat menyebabkan munculnya perhatian terhadap sanitasi ruang persalinan yang belum optimum dilakukan oleh praktik bidan swasta, hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap mutu layanan yang diberikan.

Faktor lingkungan merupakan salah satu faktor penting dalam terjadinya infeksi. Salah satu infeksi yang dikenal adalah infeksi karena kondisi lingkungan (*Environmental infection*) yang disebabkan oleh mikroorganisme yang terdapat pada

benda atau bahan yang tak bernyawa yang berada di lingkungan, sehingga dapat menyebabkan infeksi. Udara merupakan salah satu media pembawa bagi penyebaran mikroorganisme di lingkungan<sup>(2)</sup>.

Infeksi nosokomial adalah infeksi yang diperoleh pasien selama berada di rumah sakit atau fasilitas sejenis. Kuman dapat ditularkan kepada pasien oleh petugas, pengunjung, tindakan dan lingkungan yang berada di sekitar pasien. Pengendalian Infeksi nosokomial terutama diarahkan untuk melindungi pasien, mengingat pasien yang dirawat umumnya lebih rentan atau lemah secara fisik maupun psikis akibat penyakit yang dideritanya<sup>(3)</sup>.

Infeksi persalinan diantaranya dapat terjadi karena faktor lingkungan di sekitar tempat atau ruang persalinan seperti keadaan sanitasi lingkungan yang kurang baik, sehingga kualitas udara ruang persalinan akan menurun. Selain itu ruang persalinan termasuk kategori daerah rawan (*high risk area*) karena pasien yang menempati ruangan ini tergolong rentan terhadap infeksi<sup>(4)</sup>. Salah satu cara pencegahan infeksi nosokomial adalah dengan peningkatan keamanan dalam ruang operasi dan area berisiko tinggi lainnya (seperti ruang persalinan) dimana terjadinya tindakan yang dapat menyebabkan perlukaan yang sangat serius dan paparan pada agen penyebab infeksi sering terjadi, diantaranya dengan cara melaksanakan prosedur sanitasi ruangan yang baik<sup>(2)</sup>.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kondisi

kualitas fisik lingkungan (suhu dan kelembaban udara), kondisi fisik bangunan (konstruksi bangunan, penataan ruangan, sirkulasi udara, dan adanya sinar matahari pagi yang dapat masuk secara langsung ke ruang persalinan) dan kondisi sanitasi ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara pada ruang persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah survei dengan rancangan studi potong lintang (*Cross sectional*). Objek penelitian adalah 34 ruang persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru dengan kriteria inklusi : masih aktif , memiliki izin praktik, tempat praktik terpisah dari ruangan keluarga dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian. Responden dalam penelitian ini adalah bidan yang bertanggungjawab pada praktik bidan swasta yang menjadi objek penelitian.

Variabel bebas yang diteliti adalah kualitas suhu dan kelembaban udara, konstruksi bangunan, penataan ruangan, adanya sinar matahari pagi yang dapat secara langsung masuk ke dalam ruang persalinan, sanitasi ruang persalinan, dan sirkulasi udara dan variabel terikat adalah kualitas angka kuman udara pada ruang persalinan praktik bidan swasta. Pengambilan sampel kualitas angka kuman udara menggunakan metode *Impinger sampler* dan dilanjutkan dengan pemeriksaan laboratorium dengan metode cawan tuang (*Pour plate agar*).

Analisis data dilakukan dengan analisis statistik univariat, bivariat dengan uji *Chi-square* dan analisis multivariat berupa regresi logistik, dengan taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 34 ruang persalinan yang masuk dalam kriteria inklusi, dengan karakteristik responden sebagai berikut sebagian besar berumur 31 – 40 tahun (50%) dengan pendidikan Diploma III Kebidanan (73,5%), sebagian besar sudah melakukan praktik di tempat penelitian selama 1 – 5 tahun (35%) dengan status kepemilikan tempat praktik adalah milik sendiri atau pribadi (94,1%), sebagian besar tempat praktik bidan swasta memiliki 1 ruang persalinan (91,2%) dengan tenaga bidan yang bertugas 1 orang tiap tempat praktik (79,4%).

Pengambilan sampel udara dilakukan di tempat penelitian dan dilanjutkan dengan pemeriksaan di laboratorium untuk mengetahui indeks angka kuman udara<sup>(5)</sup>. Hasil indeks angka kuman udara ini kemudian dibandingkan dengan persyaratan menurut Kepmenkes RI No. 1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, yaitu untuk indeks maksimum angka kuman udara ruang persalinan adalah 200 *CFU/m*<sup>3(6)</sup>. Hal dikarenakan persyaratan Kesehatan Lingkungan untuk praktik bidan swasta masih belum ada.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Objek Penelitian Menurut KualitasAngka Kuman Udara

No.	Variabel	Kategori	Frekuensi (f)	Persentase (%)
1.	Kualitas angka kuman Udara	Tidak Memenuhi Syarat	24	70,6
		Memenuhi Syarat	10	29,4
		Jumlah	34	100

Tabel 1, memperlihatkan bahwa dari 34 ruang persalinan yang dijadikan objek penelitian, sebagian besar ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara tidak memenuhi syarat (70,6%).

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara ruang persalinan juga dibandingkan dengan persyaratan menurut Kepmenkes RI No.

204/Menkes/SK/X/2004, yaitu untuk kualitas suhu udara ruang persalinan adalah 24 – 26°C dan kelembaban udara 45 – 60%RH. Hasil pengamatan variabel bebas terhadap variabel terikat angka kuman udara pada objek penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 memperlihatkan hasil uji statistik *Chi-square* antara variabel bebas dengan variabel terikat .

Tabel 2 Tabulasi Silang Variabel Bebas dengan Variabel Terikat

Variabel	Kategori	Kualitas angka kuman Udara					
		TMS		MS		Total	%
		C	%	C	%		
Suhu Udara	Tidak Sesuai Standar	24	70,6	10	29,4	34	100
Kelembaban Udara	Tidak Sesuai Standar	24	70,6	10	29,4	34	100
Konstruksi Ruangan	Tidak Memenuhi Syarat	8	100	0	0	8	100
	Memenuhi Syarat	16	61,5	10	38,5	26	100
Penataan Ruangan	Tidak Baik	21	80,8	5	19,2	26	100
	Baik	3	37,5	5	62,5	8	100
Sinar matahari pagi	Tidak Ada	24	75	8	25	32	100
	Ada	0	0	2	100	2	100
Sanitasi ruangan	Tidak Baik	17	89,5	2	10,5	19	100
	Baik	7	46,7	8	53,3	15	100
Sirkulasi Udara	Tidak Memenuhi Syarat	20	95,2	1	4,8	21	100
	Memenuhi Syarat	4	30,8	9	69,2	13	100

Ket : TMS = Tidak Memenuhi Syarat

MS = Memenuhi Syarat

Tabel 3 Hasil Analisis Hubungan Antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Variabel	Kualitas Angka Kuman Udara Pada Ruang Persalinan		
	<i>Chi Square (<math>\chi^2</math>)</i>	<i>Sig. (p) Fisher's Exact Test</i>	<i>Contingency Coefficient</i>
Konstruksi Bangunan	4,359	0,072	0,337
Penataan Ruang	5,517	0,031	0,374
Sinar matahari Pagi	5,100	0,080	0,361
Sanitasi Ruang	7,398	0,010	0,423
Sirkulasi Udara	16,074	0,000	0,567

Berdasarkan tabel tabulasi silang (Tabel 2), kualitas suhu udara dan kualitas kelembaban udara tidak dapat dilanjutkan pada analisis bivariat (uji *Chi Square*), karena hanya ada satu baris data yang dapat dimasukkan dalam analisis tabulasi silang (*Crosstabulation*), sehingga analisis bivariat (uji *Chi-square*) hanya dilakukan pada variabel bebas konstruksi bangunan, penataan ruangan, sirkulasi udara, sinar matahari pagi, dan sanitasi ruangan (Tabel 3).

Faktor fisik lingkungan (suhu dan kelembaban) memegang peranan penting pada perkembangbiakan mikroorganisme. Beberapa jenis mikroorganisme memiliki daya tahan yang berbeda-beda terhadap suhu udara, dan kelembaban udara yang tinggi merupakan faktor pendukung bagi perkembangbiakan mikroorganisme<sup>(7)</sup>.

Suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan juga memegang peranan penting dalam persepsi kenyamanan bagi penghuni atau orang yang berada di dalam ruangan. Akan tetapi tingkat nyaman ini tiap orang berbeda-beda<sup>(8)</sup>.

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada suhu dan kelembaban udara pada ruang persalinan yang memenuhi standar, hasil pemeriksaan suhu udara berkisar antara 26,3 – 32°C dan kelembaban udara berkisar antara 69 – 87,2%RH. Hal ini karena Kota Banjarbaru berada di wilayah tropis, dengan temperatur udara maksimum 34,4°C dan minimum 20,2°C, dan kelembaban udara berkisar antara 49 – 99,3 % RH<sup>(9)</sup>.

Konstruksi bangunan yang tidak sesuai dengan persyaratan seperti : bangunan tanpa langit-langit, dinding yang ditumbuhi jamur karena lembab, dan lantai yang berlubang sehingga air sisa pel dapat menggenangi akan meningkatkan kontaminasi mikroorganisme pada ruangan tersebut. Menurut Fitria, *et al* kontaminasi mikroba dapat bersumber dari karpet, perabotan yang lembab, dan genangan air di dalam sistem ventilasi mekanik<sup>(10)</sup>.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua ruang persalinan dengan konstruksi bangunan yang tidak memenuhi syarat menunjukkan hasil kualitas angka kuman udara yang tidak

memenuhi syarat . Akan tetapi sebagian besar ruang persalinan dengan kondisi konstruksi bangunan yang memenuhi syarat juga menunjukkan kualitas angka kuman udara yang tidak memenuhi syarat (61,5%), sehingga pada analisis bivariat dengan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kondisi konstruksi bangunan dengan kualitas angka kuman udara  $p\ value = 0,072$  ( $p > 0,05$ ).

Ruang persalinan berguna agar penderita mudah mendapatkan pertolongan, perawatan, dan pengawasan yang baik. Terpisahnya pasien dengan pasien lain, demikian pula alat dan fasilitas serta ruangan lainnya, maka akan mudah menjaga kebersihan ruangan dan sterilitas peralatan, sehingga infeksi dapat dihindarkan<sup>(11)</sup>.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruang persalinan dengan penataan yang tidak baik juga menunjukkan kualitas angka kuman ruang tersebut tidak memenuhi syarat (80,8%) dan sebagian besar ruang persalinan dengan penataan yang baik juga akan menunjukkan kualitas angka kuman udara yang memenuhi syarat (62,5%).

Analisis bivariat dengan uji *Chi-square* juga membuktikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara penataan ruangan dengan kualitas angka kuman udara  $p\ value = 0,031$  ( $p < 0,05$ ), hal ini dapat dikarenakan kondisi penataan ruangan yang tidak baik, berupa tidak adanya

pemisahan ruang persalinan dengan ruang periksa dapat berpengaruh terhadap kondisi sanitasi ruangan, karena aktivitas pasien yang banyak pada saat pemeriksaan dapat menyebabkan ruangan mudah kotor, dan mikroba juga dapat berasal dari aktivitas manusia<sup>(12)</sup>. Adanya benda-benda yang bukan untuk pertolongan persalinan pada ruang persalinan dapat menyulitkan tindakan pembersihan ruang persalinan.

Jendela yang dapat dibuka atau jendela kaca dengan posisi yang tepat dapat memasukkan sinar matahari pagi kedalam ruang persalinan, sehingga jendela selain sebagai ventilasi alami juga dapat sebagai sumber penerangan ruangan. Ruang persalinan dengan cukup sinar matahari pagi yang dapat masuk, amat baik untuk ruangan, karena matahari pagi antara jam 08.00 – 10.00 mengandung sinar ultraviolet yang dapat membunuh mikroorganisme<sup>(11)</sup>.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar ruang persalinan yang tidak dapat dimasuki sinar matahari pagi secara langsung, menunjukkan kualitas angka kuman yang tidak memenuhi syarat (75%), dan 2 ruang persalinan dengan adanya sinar matahari pagi yang dapat secara langsung masuk ke dalam ruangan menunjukkan kualitas angka kuman yang memenuhi syarat, Akan tetapi karena hanya ada 2 ruang persalinan dengan adanya sinar matahari pagi yang digunakan sebagai data dalam analisis statistik, maka pada saat uji statistik hubungan sinar matahari pagi

yang dapat secara langsung masuk ke dalam ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara tidak menunjukkan hubungan yang signifikan  $p\text{ value} = 0,080 (p > 0,05)$ .

Dari hasil observasi terhadap sanitasi ruang persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru, terdapat 19 ruang persalinan dengan kondisi sanitasi yang tidak baik (55,9%) dan 15 ruang persalinan dengan kondisi sanitasi yang baik (44,5%). Berdasarkan hasil wawancara terhadap responden, yaitu bidan yang bertanggung jawab pada lokasi penelitian tentang kegiatan sanitasi yang dilakukan pada ruang persalinan, didapatkan informasi bahwa : Sebagian besar responden sudah melakukan pembersihan ruang persalinan, akan tetapi pembersihan yang dilakukan masih belum optimal, karena pada saat observasi dilakukan masih banyak terdapat ruang persalinan dengan kondisi yang tidak baik. Hal ini kemungkinan dikarenakan sebagian besar pembersihan ruang persalinan dilakukan sendiri oleh bidan dan sebagian besar bidan yang bertanggungjawab pada praktik bidan swasta berstatus sebagai pegawai negeri yang bertugas di Puskesmas dan Rumah Sakit di wilayah Kota Banjarbaru dan Kabupaten Banjar. Pembersihan ruang persalinan yang dilakukan pada pagi hari biasanya dilakukan sebelum berangkat kerja dan diantara rutinitas kegiatan rumah tangga yang dilakukan sehari-hari. Disamping itu hanya terdapat 10

responden (29,4%) yang menyatakan melakukan pembersihan dinding dan langit-langit ruang persalinan secara rutin satu atau dua minggu sekali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar ruang persalinan dengan kondisi sanitasi yang tidak baik menunjukkan kualitas angka kuman udara yang tidak memenuhi syarat (89,5%). Sedangkan pada ruang persalinan dengan kondisi sanitasi yang baik terdapat 53,5% ruangan dengan kondisi kualitas angka kuman udara memenuhi syarat dan 46,7% tidak memenuhi syarat.

Hasil analisis bivariat dengan uji *Chi-square* membuktikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara sanitasi ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara,  $p\text{ value} = 0,010 (p < 0,05)$ . hal ini dapat dikarenakan kondisi sanitasi yang tidak baik, seperti sanitasi langit-langit, dinding, dan lantai yang kotor dan berdebu dan kemungkinan mengandung mikroorganisme akan berpengaruh terhadap kualitas angka kuman udara bila ada hembusan angin yang membawanya ke udara. Apabila hembusan angin atau aliran udara yang terjadi sangat lambat karena sirkulasi udara yang kurang (tidak memenuhi syarat) kemungkinan mikroba tersebut akan lebih lama berada di dalam ruangan tersebut, karena akan terapung-apung di udara. Apalagi bila pembersihan ruangan tidak dilakukan secara rutin, dan hanya dilakukan apabila sudah dirasakan kotor, maka akan banyak mikroba yang dihamburkan ke udara, dan hal ini akan

bertambah buruk bila tidak ada jendela atau ventilasi untuk pergantian udara.

Dari hasil observasi pada saat penelitian terdapat 28 ruang persalinan menggunakan ventilasi alami, dan hanya 7 ruang persalinan memiliki luas ventilasi alami yang memenuhi persyaratan, yaitu lebih dari 15% dari luas lantai. Terdapat 5 ruang persalinan memiliki ventilasi gabungan yaitu terdapat AC dengan jendela yang dapat dibuka sehingga juga berfungsi sebagai ventilasi udara, dengan luas jendela lebih dari 5% dari luas lantai, serta terdapat 1 ruang persalinan menggunakan AC tanpa ada lubang ventilasi dan jendela yang dapat dibuka.

Berdasarkan hasil pemeriksaan angka kuman udara pada ruang persalinan dengan ventilasi alami yang memenuhi persyaratan yaitu 7 ruang persalinan, 6 ruang persalinan memenuhi persyaratan kualitas angka kuman udara, dan 1 ruang persalinan dengan ventilasi alami yang tidak memenuhi persyaratan ternyata

kualitas angka kuman udaranya memenuhi persyaratan. Dari 5 ruang persalinan dengan ventilasi gabungan terdapat 3 ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara yang memenuhi persyaratan, dan ruang persalinan yang menggunakan AC tanpa adanya lubang ventilasi atau jendela yang dapat dibuka dengan kualitas angka kuman yang tidak memenuhi syarat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruang persalinan dengan sirkulasi udara tidak memenuhi syarat juga menunjukkan hasil kualitas angka kuman udara tidak memenuhi syarat (95,2%), dan sebagian besar ruang persalinan dengan ventilasi yang memenuhi syarat juga menunjukkan kualitas angka kuman udara yang memenuhi syarat (69,2%), dan analisis bivariat dengan uji *Chi-square* juga membuktikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara sirkulasi udara ruangan dengan kualitas angka kuman udara,  $p\ value = 0,000 (p < 0,05)$ .

Tabel 4 Hasil Analisis Regresi Logistik Antara Variabel Bebas yang Diprediksi Memiliki Hubungan dengan Kualitas Angka Kuman Udara pada Ruang Persalinan Bidan Praktik di Kota Banjarbaru

Model	Variabel Bebas	Wald	Sig.	Exp(B)
1	Konstruksi Bangunan	0,000	0,999	3,337.10 <sup>-7</sup>
	Penataan Ruang	0,001	0,977	1,043
	Sinar Matahari Pagi	0,000	0,999	1,966.10 <sup>-9</sup>
	Sanitasi Ruangan	1,785	0,182	8,031
	Sirkulasi Udara	4,490	0,034	19,419
2	Konstruksi Bangunan	0,000	0,999	5,581.10 <sup>-7</sup>
	Penataan Ruang	0,267	0,605	1,893
	Sanitasi Ruangan	1,457	0,227	4,245
	Sirkulasi Udara	5,698	0,017	21,955

Model	Variabel Bebas	Wald	Sig.	Exp(B)
3	Penataan Ruang	0,226	0,634	1,797
	Sanitasi Ruang	2,038	0,153	5,265
	Sirkulasi Udara	7,111	0,008	29,018
4	Sanitasi Ruang	2,475	0,116	5,976
	Sirkulasi Udara	8,113	0,004	33,773
5	Sirkulasi Udara	10,269	0,001	45,000

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa setelah semua variabel bebas yang diprediksi memiliki hubungan dengan angka kuman udara digabungkan dalam sebuah model, ternyata hanya variabel sirkulasi udara yang menunjukkan memiliki hubungan positif yang signifikan dengan kualitas angka kuman udara pada ruang persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru dengan nilai risiko relatif sebesar 45 kali. Secara teoritis hal ini dapat dikarenakan:

- a. Udara bukan merupakan habitat untuk mikroorganisme, sel-sel mikroorganisme berada dalam udara sebagai kontaminan bersama debu dan percikan ludah atau air yang kemudian terbawa oleh hembusan angin ke udara<sup>13</sup>.
- b. Kualitas udara di dalam ruangan sangat di pengaruhi oleh kualitas udara di luar ruangan, karena adanya ventilasi udara alami yang menghubungkan udara luar dan udara di dalam ruangan, sehingga udara di dalam ruangan yang kotor dapat di gantikan dengan udara dari luar ruangan yang lebih baik.
- c. Adanya aliran dan tekanan udara dari ventilasi mekanik dapat mendorong udara di dalam

ruangan keluar ruangan dari celah-celah ventilasi dan di gantikan dengan udara yang telah tersaring melalui filter AC.

- d. Perbedaan suhu dan tekanan udara di dalam ruangan dan di luar ruangan menentukan arah aliran udara, dimana pada ruangan dengan suhu udara yang lebih rendah dari luar ruangan, maka aliran udara akan mengalir dari luar ruangan dengan suhu yang lebih tinggi ke dalam ruangan melalui lubang ventilasi dan dikeluarkan melalui jendela atau lubang pada sisi yang berlawanan, seperti celah pintu, karena suhu udara yang lebih tinggi mempunyai tekanan lebih besar. Sehingga akan mendorong udara di dalam ruangan yang mengandung mikroorganisme lebih banyak untuk di gantikan dengan udara luar yang kemungkinan kandungan mikroorganismenya lebih sedikit karena adanya radiasi sinar ultra violet dan panas matahari<sup>(8)</sup>.
- e. Sanitasi ruangan yang tidak terjaga akan mengakibatkan ruangan menjadi kotor dan berdebu, sehingga kemungkinan mikroba

dapat menempel pada partikel debu tersebut, hal ini hanya akan berpengaruh terhadap kualitas angka kuman udara apabila ada h e m b u s a n a n g i n y a n g membawanya ke udara, Jika hembusan angin atau aliran udara yang terjadi sangat lambat karena sirkulasi udara yang kurang (tidak memenuhi syarat) kemungkinan mikroba tersebut akan lebih lama berada di dalam ruangan tersebut, karena akan terapung-apung di udara. Menurut Moerdjoko (2004) sirkulasi yang baik dimana udara dapat bergerak atau bertukar maka mikroba akan berkurang jumlahnya. Sebaliknya jika sirkulasi buruk dimana udara relatif tidak bergerak atau ada pergerakan tetapi sedikit dan tidak mampu mengganti udara berkualitas buruk dengan udara bersih/segar maka kemungkinan akan mengandung mikroba lebih besar<sup>(13)</sup>.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat hubungan yang signifikan antara penataan ruangan, sanitasi ruangan, dan sirkulasi udara di dalam ruang persalinan dengan kualitas angka kuman udara. Sirkulasi udara yang tidak memenuhi syarat merupakan variabel yang paling berpengaruh secara signifikan dan memberikan kontribusi paling besar terhadap kualitas angka kuman udara tidak memenuhi syarat pada ruang

persalinan praktik bidan swasta di Kota Banjarbaru, dengan nilai risiko relatif 45 kali. Hal ini dikarenakan udara bukanlah habitat bagi mikroba, sehingga keberadaanya di udara karena terbawa oleh hembusan angin bersama debu atau percikan air. Hembusan angin atau aliran udara di dalam ruangan di pengaruhi oleh adanya sirkulasi udara berupa ventilasi ruangan. Kondisi sirkulasi udara yang tidak memenuhi persyaratan akan mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan.

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan tersebut di atas, maka disarankan beberapa hal berikut, kepada :

1. Dinas Kesehatan agar lebih meningkatkan pengawasan, terutama terhadap pelaksanaan kesehatan lingkungan pada tempat praktik bidan swasta.
2. Bidan pada praktik bidan swasta agar lebih memperhatikan kesehatan lingkungan dan sanitasi ruang persalinan, karena ini sangat berhubungan dengan keselamatan pasien dan mutu pelayanan yang diberikan.
3. Peneliti lain dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai perilaku dan pengetahuan bidan terhadap tindakan sanitasi ruang persalinan, dan penelitian terhadap pengaruh jenis ventilasi ruangan (alami, mekanik dan gabungan) terhadap kualitas angka kuman udara di dalam ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Haryani, N. (2006) *Pelaksanaan Penegakan Kebijakan Registrasi dan Praktik Bidan Swasta di Kota Jambi*. MPH. Tesis, Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada.
2. Tietjen, L., Bossemeyer, D., McIntosh, N., (2004) *Panduan Pencegahan Infeksi untuk Fasilitas Pelayanan Kesehatan dengan Sumber Daya Terbatas*. Penerjemah S., Djajadilaga, Santoso, B.I., Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawiroharja bekerjasama dengan JNPKKR/POGI dan JHPIEGO (Program MNH & STARH) Jakarta.
3. Kusnanto, H. (1997) *Pengendalian Infeksi Nosokomial*. Mitragama Widya, Yogyakarta.
4. Sanropie, D. Soemini, Marlina, N., Poerwanto, P., Wardoyo, Hernady, S., Prihatin, P.E., Asmawidjaja, T., Sancoko, H., Sutena, M., Masra, F., Nerawati, A.T.D. (1989) *Komponen Sanitasi Rumah Sakit Untuk Institusi Pendidikan Tenaga Sanitasi*. Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan, Jakarta.
5. Departemen Kesehatan RI (2002) *Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1335/MENKES/SK/X/2002 tentang Standar Operasional Pengambilan dan Pengukuran Sampel Kualitas Udara Ruang Rumah Sakit*. Dirjen PPM&PL, Jakarta.
6. Departemen Kesehatan RI (2004) *Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Dirjen PPM&PL, Jakarta.
7. Dwidjoseputro (1994) *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Djembatan, Jakarta.
8. Pujiastuti, L., Rendra, dan Santoso (1998) *Kualitas Udara dalam Ruangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Surabaya.
9. Pemerintah Kota Banjarbaru (2011) *Profil Kota Banjarbaru*(Internet) tersedia di dalam : <http://www.banjarbarukota.go.id/data/html> Diakses pada 30 maret 2011.
10. Fitria, L., Wulandari A. R., Hermawati, dan Susana, D. (2008) *Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimia* (Internet), *Jurnal Makara Kesehatan* (Internet), 12 (2) Desember 2008, pp. 76 – 82. Ada di dalam <http://journal.ui.ac.id/v2/index.php/health/article/download/306/302> Diakses pada 16 maret 2011.
11. Ibrahim, C.S. (1984) *Perawatan Kebidanan Jilid II*. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
12. Volk, W.A., dan Wheeler, M.F., (1990) *Mikrobiologi Dasar Jilid 2*. Editor Adisoemarto, S. Penerbit Erlangga, Jakarta.

13. Moerdjoko (2004) *Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara*, (Internet) *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, 32 (1) Juli 2004, pp. 89 – 94 Ada dalam: < Diakses pada 16 maret 2011.

# MENURUNKAN GANGGUAN MUSKULOSKELETAL DAN MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KERJA MELALUI PERBAIKAN ALAT KERJA DAN POSISI KERJA PADA PEKERJA PEMANEN KELAPA SAWIT DI PROPINSI KALIMANTAN BARAT

Sunarsieh \*Adi Heru Sutomo \*\*,Soebijanto\*\* dan Siswanto Agus Wilopo\*\*\*  
\*Poltekkes Kemenkes Pontianak\*\* Ilmu Kesehatan Kerja Universitas Gadjah Mada  
\*\*\* Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Gadjah Mada

---

**Abstrak:** Pekerja pemanen kelapa sawit dalam berkerja membutuhkan aktifitas fisik yang berat seperti mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, memindah beban dengan tangan yang dikenal dengan manual material *handling*. Hal ini akan mengakibatkan pekerja mempunyai risiko tinggi untuk mengalami gangguan muskuloskeletal. Tujuan penelitian adalah mengkaji alat engrek baru secara teknis dan posisi kerja, gangguan muskuloskeletal dan produktivitas kerja. **Rancangan penelitian adalah *Randomized Controlled Trial (RCT)***. Jumlah Sampel adalah 30 responden untuk masing-masing kelompok. **Variabel bebas adalah peralatan panen dan posisi kerja. Variabel terikat adalah gangguan musculoskeletal dan produktivitas kerja.** Analisis data yang digunakan adalah uji-t, uji Anova (analisis varians) dan analisis multivariat menggunakan regresi linear. Uji dilakukan pada tingkat kemaknaan ( $\alpha = 0,05$ ).

**Hasil penelitian:** Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa komposisi bahan, kekerasan/kekuatan, ketajaman dan berat alat engrek baru lebih baik dari alat engrek lama. Penggunaan alat engrek baru diikuti adanya perubahan posisi kerja yang baik. Rerata angka gangguan muskuloskeletal setelah bekerja lebih besar dibanding sebelum kerja baik pada kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan. Rerata angka untuk gangguan muskuloskeletal lebih besar pada kelompok kontrol dibanding pada kelompok perlakuan. Rerata jumlah produktivitas kerja pada kelompok perlakuan lebih besar dibanding kelompok kontrol. Umur ada hubungannya dengan angka gangguan muskuloskeletal.

**Kesimpulan:** Alat engrek baru lebih baik dibanding alat engrek lama secara teknis dan posisi kerja. Angka gangguan muskuloskeletal pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih kecil dibanding pemanen yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama, dan perbedaan yang ada signifikan secara statistik. Jumlah produktivitas kerja pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih banyak dibanding pemanen yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama, tapi perbedaan yang ada tidak signifikan secara statistik. Angka gangguan muskuloskeletal pada pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih kecil lagi dibanding pemanen yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama apabila umur dikendalikan.

**Kata kunci:** ergonomi- bekerja- alat - muskuloskeletal - produktivitas

---

## PENDAHULUAN

Sektor perkebunan kelapa sawit saat ini mempunyai arti yang sangat penting, karena Indonesia merupakan produsen dan eksportir kelapa sawit terbesar di dunia. Lapangan kerja di sektor perkebunan kelapa sawit menjadi tumpuan hidup bagi banyak tenaga kerja. Berdasarkan data yang ada jumlah industri yang bergerak di sektor perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat setiap tahunnya meningkat.

Pekerja pemanen kelapa sawit dalam bekerja membutuhkan aktifitas fisik yang berat seperti mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, memindah beban dengan tangan yang dikenal dengan manual material *handling*. Menurut Harrianto (2010) hal ini akan mengakibatkan tenaga kerja mengalami fraktur, kelelahan otot dan cedera muskuloskeletal. Hasil penelitian Hendra dan Rahardjo (2008), memperlihatkan bahwa keluhan muskuloskeletal dialami oleh 70% tenaga kerja pemanen sawit. Hal ini memerlukan tindakan perbaikan segera guna membantu memecahkan masalah ergonomi yang dialami oleh sektor industri kelapa sawit.

Menurut Suma'mur (1995), penyakit akibat kerja dapat diakibatkan dari faktor ergonomi. Kekhususan utama dari ergonomi adalah perencanaan dari cara bekerja yang lebih baik meliputi tata kerja dan peralatannya.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan alat panen sawit (engrek) kurang tajam dan berat. Penggunaan

alat kerja yang tidak tumpul, sehingga memerlukan tenaga 10 kali lipat (CCOHS, 2005). Kegiatan memanen sawit memakai alat engrek berakibat: 1) Memberikan tekanan/tenaga pada otot yang berlebihan, 2) Aktivitas kegiatan berulang (*repetitive motion*), 3) Postur kerja tidak benar atau posisi kerja yang tidak ergonomis, dan 4) Lamanya paparan yang diterima oleh otot sehingga berakibat adanya peregangan otot yang berlebihan.

Keempat hal tersebut, menurut Punnett dan Wegman (2004) merupakan penyebab terjadinya gangguan muskuloskeletal. Gangguan muskuloskeletal terjadi karena cedera otot, cedera tendon atau cedera saraf (CCOHS, 2005).

Berdasarkan hal tersebut di atas perlu dicarikan alternatif untuk mencegah dan meminimalkan terjadinya gangguan muskuloskeletal terkait alat kerja dan posisi kerja. Cara mencegah dan mengendalikan gangguan muskuloskeletal adalah adanya desain alat kerja dan tata kerja yang baik menurut Suma'mur (1995); Vink (2000); Tarwaka *et al.*, (2004) dan CCOHS (2005).

Dalam penelitian ini, alternatif perbaikan yang dilakukan adalah terhadap alat kerja dan posisi kerja.

### Tujuan Penelitian

1. Mengkaji alat engrek baru dilihat dari aspek teknis dan posisi kerja saat memanen kelapa sawit.
2. Mengkaji angka gangguan muskuloskeletal pada pemanen

yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru dibandingkan pemanen yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama.

3. Mengkaji jumlah produktivitas kerja pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru dibandingkan pemanen yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama.
4. Mengkaji angka gangguan muskuloskeletal pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru dibanding pemanen yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama, jika variabel karakteristik responden (umur, pendidikan, masa kerja, pengalaman, jam kerja dan status gizi) dikendalikan.

## METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian adalah *Randomized Controlled Trial (RCT)*. Dilakukan di perusahaan perkebunan kelapa sawit Propinsi Kalimantan Barat. Waktu penelitian dimulai bulan April 2012 dan selesai bulan Pebruari 2013.

Populasi penelitian adalah seluruh tenaga kerja pemanen kelapa sawit yang semuanya adalah laki-laki.

Sampel penelitian adalah sebagian pekerja pemanen kelapa sawit yang terpilih untuk diteliti dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Penentuan perkiraan besar sampel menggunakan

*software Power Analysis and Sample Size (PASS)*. Besar sampel untuk masing-masing kelompok sebanyak 30 responden. Randomisasi untuk menentukan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Variabel bebas adalah alat panen dan posisi kerja. Variabel terikat adalah gangguan muskuloskeletal dan produktivitas Kerja. Variabel pengganggu: umur, masa kerja, pendidikan, pengalaman, jam kerja dan status gizi.

Data peralatan panen dan posisi kerja diperoleh melalui observasi kerja menggunakan ceklist, kamera dan video untuk mendokumentasikan posisi kerja dan alat kerja. Data gangguan muskuloskeletal diperoleh melalui pengukuran menggunakan *Nordic Body Map (NBM)*. Data produktivitas kerja diperoleh melalui wawancara dengan pemanen dan mandor panen atau krani panen menggunakan kuesioner dan observasi menggunakan ceklist. Data karakteristik tenaga kerja diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner. Data status gizi diperoleh melalui pemeriksaan antropometri menggunakan parameter berat badan (BB) dan tinggi badan (TB).

Analisis data menggunakan uji-t, uji anova dan analisis multivariabel menggunakan regresi linear. Uji dilakukan pada tingkat kemaknaan ( $\alpha = 0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penelitian

#### a. Hasil Pengujian laboratorium Alat Panen Engrek

Hasil uji komposisi tiga unsur penting bahan pembuat pisau engrek baru, yaitu Karbon (C)=0,96%, Krom (Cr)= 1,40% dan Nikel (Ni)= 0,09% lebih tinggi dibanding komposisi bahan engrek lama. Nilai kekerasan melalui uji sistim *Brinell* diperoleh data bahwa nilai kekerasan engrek baru 436,63 s/d 728,24 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai kekerasan engrek yang lama 530,97 s/d 538,26 kg/mm<sup>2</sup> yang berarti angka kekerasan engrek baru lebih besar.

Hasil uji kekerasan memakai sistim *Rockwell* diperoleh data bahwa nilai kekerasan engrek baru 90,08 s/d 93,12 HRC, nilai kekerasan engrek yang lama 79,68 s/d 82,32 HRC, yang berarti nilai kekerasan engrek baru lebih besar.

Hasil uji ketajaman memakai sistim hidrolik engrek baru yang mempunyai tekanan rerata 11,4 kg/cm<sup>2</sup> menghasilkan sayatan yang mempunyai kedalaman rata-rata 4,2 mm. Engrek lama mempunyai tekanan 17,3 kg/cm<sup>2</sup> menghasilkan sayatan yang mempunyai kedalaman 2,93 mm. Bentuk engrek baru dan lama adalah sama, yaitu berbentuk arit, dengan kelengkungan sama-sama 15°. Berat engrek baru lebih ringan dibanding engrek lama.

Warna engrek baru dan engrek lama sama-sama berwarna hitam.

Batangan engrek baru terbuat dari aluminium alloy seberat perbatang 2 kg, sehingga lebih ringan. Pisau engrek baru dilengkapi sarung pisau engrek. Batangan engrek baru juga diberi lilitan karet agar tidak licin.

#### b. Gambaran Umum Memanen Kelapa Sawit

Kegiatan memanen kelapa sawit dilakukan oleh tenaga kerja laki-laki. Memanen pohon yang tinggi ( $\geq 5$  meter) menggunakan alat engrek, posisi kerja waktu memanen sawit dilakukan dengan posisi berdiri.

#### c. Perbaikan Posisi Kerja

Penggunaan alat baru menggunakan posisi kerja berdasarkan pedoman penggunaan alat, sehingga responden yang menggunakan alat engrek baru posisi kerjanya baik atau ergonomis.

#### d. Hasil Observasi Posisi Kerja

Tabel 1.  
Posisi kerja kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

Posisi Kerja	Kelompok Kontrol		Kelompok Perlakuan	
	n	%	n	%
Baik	10	33,3	26	86,7
Cukup	9	30	4	13,3
Kurang	11	36,7	-	-

Pada kelompok kontrol posisi kerja terbanyak adalah kategori kurang, yaitu sebanyak 11 responden (36,7%), posisi kerja baik hanya 10 responden

(33,3%). Kelompok perlakuan tidak ada posisi kerja atau masuk kategori kurang.

**e. Karakteristik Subyek Penelitian dan Homogenitas.**

1) Umur, Pendidikan, Masa Kerja dan Status Gizi

Umur responden kelompok perlakuan dan kelompok kontrol terbanyak pada kategori umur 20-30 tahun sebanyak masing-masing 20 responden (66,7%). Hasil uji statistik menunjukkan umur responden tidak memiliki perbedaan yang signifikan<sup>2</sup>=2,40,  $p = 0,30$ , yang berarti umur kedua kelompok homogen.

Pendidikan responden paling banyak adalah SMP, dengan proporsi pada kelompok perlakuan sebanyak 12 orang (40%), pada kelompok kontrol sebanyak 11 orang (36,7%). Hasil uji statistik menunjukkan pendidikan responden tidak memiliki perbedaan yang signifikan<sup>2</sup>=0,31,  $p=0,85$ , yang berarti pendidikan kedua kelompok homogen.

Masa kerja responden paling banyak adalah 2-3 tahun, dengan proporsi pada kelompok perlakuan sebanyak 17 orang (56,7%), sedangkan pada kelompok kontrol sebanyak 12 orang (40%).

Hasil uji statistik menunjukkan masa kerja responden tidak memiliki perbedaan yang signifikan<sup>2</sup>=2,06,  $p = 0,35$ , yang berarti masa kerja kedua kelompok homogen.

Status gizi responden paling banyak adalah dalam kategori baik, dengan proporsi pada kelompok kontrol dan perlakuan sebanyak 23 orang (76,7%). Hasil uji statistik menunjukkan status gizi responden tidak memiliki perbedaan yang signifikan<sup>2</sup> = 0,00,  $p = 1,00$ , yang berarti status gizi kedua kelompok homogen.

2) Pengalaman Kerja

Kelompok perlakuan dan kelompok kontrol semuanya tidak memiliki pengalaman kerja sebagai pemanen saat mulai bekerja. Tidak ada perbedaan pengalaman kerja antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, yang berarti pengalaman kerja antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol homogen.

3) Jam Kerja Responden

Jam kerja kelompok perlakuan dan kelompok kontrol semuanya kurang dari 8 jam kerja dalam sehari, yang berarti jam kerja antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol homogen.

**f. Angka Gangguan Muskuloskeletal**

Angka gangguan muskuloskeletal sebelum bekerja pada kelompok perlakuan adalah 16 s/d 18,33 dan pada kelompok kontrol 16 s/d 18,68. Angka gangguan muskuloskeletal pada kelompok perlakuan sebelum bekerja adalah 16 s/d 18,33 dan setelah bekerja 16 s/d 18,67. Angka gangguan muskuloskeletal pada kelompok kontrol sebelum bekerja adalah 16 s/d 18,68 dan setelah bekerja 16 s/d 24,16.

Angka gangguan muskuloskeletal setelah bekerja pada kelompok perlakuan skor tertinggi 18,68 sedangkan pada kelompok kontrol 24,16. Dengan demikian variasi angka gangguan muskuloskeletal setelah bekerja pada kelompok kontrol mempunyai variasi yang paling besar.

**1) Homogenitas Angka Gangguan Muskuloskeletal Sebelum Kerja**

Tabel 2. Rerata perbedaan angka gangguan muskuloskeletal sebelum bekerja antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

Variabel	n	Mean (SD)	t	p
Perlakuan	30	16,64 (0,73)	-1,66	0,10
Kontrol	30	17,00 (0,92)		

Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata angka gangguan muskuloskeletal pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebelum bekerja tidak signifikan ( $p = 0,10$ ) berarti tidak ada perbedaan angka gangguan muskuloskeletal pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebelum bekerja (homogen).

**2) Perubahan Angka Gangguan Muskuloskeletal Setelah Kerja dan Sebelum Bekerja**

Perbedaan rerata angka gangguan muskuloskeletal dilihat dengan membandingkan rerata angka gangguan muskuloskeletal setelah bekerja dibanding sebelum bekerja (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata angka gangguan muskuloskeletal antara setelah bekerja dan sebelum bekerja pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

Kelompok	Angka gangguan muskuloskeletal		t	p	Selisih rerata	95% CI	
	Setelah kerja	Sebelum kerja					
	n	Mean (SD)	Mean (SD)				
Perlakuan	30	16,98(0,87)	16,64 (0,73)	3,89	0,00	0,33	0,16 – 0,51
Kontrol	30	19,81 (2,17)	17,00 (0,92)	9,16	0,00	2,80	2,18 – 3,43

Selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal adalah 0,33. Artinya terjadi perubahan peningkatan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 0,33 point setelah bekerja. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan signifikan untuk rerata angka gangguan muskuloskeletal antara setelah kerja dan sebelum kerja pada kelompok perlakuan  $p < 0,001$ .

Pada kelompok kontrol angka gangguan muskuloskeletal setelah bekerja 19,81 dan sebelum kerja 17,00. Selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal adalah 2,80. Artinya terjadi peningkatan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 2,80 point setelah bekerja. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan untuk rerata angka gangguan muskuloskeletal setelah

bekerja dan sebelum bekerja pada kelompok kontrol,  $p < 0,001$ . Perbedaan perubahan angka gangguan muskuloskeletal pada kelompok kontrol lebih besar dibanding kelompok perlakuan.

### 3) Perbedaan Perubahan Angka Gangguan Muskuloskeletal

Perubahan angka gangguan muskuloskeletal antara kelompok perlakuan dibandingkan kelompok kontrol melalui perbedaan selisih perubahan rerata angka muskuloskeletal. Uji *independent t test* digunakan untuk melihat perbedaan rerata angka gangguan muskuloskeletal pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (Tabel 4).

Tabel 4. Perbedaan selisih perubahan rerata angka gangguan muskuloskeletal antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Kelompok	Selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal					
	n	Mean(SD)	t	pP	Selisih rerata	95% CI
Perlakuan	30	0,33(0,47)	-7,76	0,00	-2,47	-3,11 – -1,82
Kontrol	30	2,80(1,67)				

Perbedaan selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal antara kedua kelompok adalah -2,47 point, yaitu kelompok perlakuan mempunyai angka gangguan muskuloskeletal lebih kecil 2,47 poin. Artinya pemberian perlakuan yang berupa penggunaan alat kerja dan posisi kerja baru dapat menurunkan angka gangguan

muskuloskeletal sebesar 2,47 poin pada kelompok perlakuan. Berdasarkan hasil uji statistik nilai  $p < 0,001$ , yang berarti secara statistik terdapat perbedaan yang signifikan untuk selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

**4) Rerata Angka Gangguan Muskuloskeletal Berdasarkan Karakteristik Responden**

Tabel 5. Rerata selisih angka gangguan muskuloskeletal berdasarkan karakteristik responden

Karakteristik	Angka gangguan muskuloskeletal			
	n	Mean (SD)	F	p
Umur				
20-30	40	1,20 ( 1,37)	3,45	0,03
31-40	15	2,54 ( 2,18)		
>=41	5	1,59( 2,23)		
Pendidikan				
SD	19	1,79 ( 1,89)	0,42	0,66
SMP	23	1,32( 1,90)		
SMA	18	1,66 ( 1,39)		
Masa kerja				
1 tahun	14	1,70 (1,68)	0,69	0,50
2-3 tahun	29	1,30 ( 1,68)		
4-5 tahun	17	1,91 (1,91)		
Status gizi *				
Kurang	14	1,49 ( 1,61)	-0,18*	0,85
Baik	46	1,59(1,80)		

F Analisis Anova (satu arah) \* Menggunakan t-test

Umur responden yang mempunyai angka gangguan muskuloskeletal terbesar pada kategori umur 31-40 tahun dengan perbedaan selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal 2,54 poin. Hasil uji statistik menunjukkan ada hubungan yang signifikan untuk umur responden dengan angka gangguan muskuloskeletal  $p=0,03$ .

Berdasarkan pendidikan angka gangguan muskuloskeletal terbesar pada kategori pendidikan SD, dengan perbedaan selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal 1,79 poin. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan untuk pendidikan responden dengan angka gangguan muskuloskeletal  $p=0,66$ .

Masa kerja responden yang mengalami gangguan

muskuloskeletal terbesar pada kategori masa kerja 4-5 tahun, dengan perbedaan selisih rerata gangguan muskuloskeletal 1,91 poin. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan untuk masa kerja responden dengan angka gangguan muskuloskeletal  $p=0,50$ .

Status gizi responden yang mengalami gangguan muskuloskeletal terbesar adalah kategori status gizi baik, dengan perbedaan selisih rerata untuk gangguan muskuloskeletal 1,59 poin. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi responden dengan gangguan muskuloskeletal  $p=0,77$ .

Tabel 5 menunjukkan bahwa karakteristik responden yang

signifikan dengan gangguan muskuloskeletal adalah umur responden. Setelah diketahui hasilnya signifikan maka dilanjutkan dengan uji post hoc, untuk mengetahui kelompok umur berapa yang signifikan terhadap perubahan gangguan muskuloskeletal.

Tabel.6. Perbedaan rerata angka gangguan muskuloskeletal berdasarkan umur

Umur (Tahun)	Rata-rata angka gangguan muskuloskeletal	
	Umur 20-30 ( <i>p Value</i> )	Umur 31-40 ( <i>p Value</i> )
31- 40	1,33 ( 0,03)	
>= 41	0,39 ( 1,00)	-0,94 (0,84)

Perbedaan perubahan rerata angka gangguan muskuloskeletal yang signifikan adalah antara umur 20 – 30 tahun dan 31- 40 tahun.

### 5) Hasil Analisis Multivariabel untuk Gangguan Muskuloskeletal

Analisis multivariabel dalam pengolahannya menggunakan pemodelan. Variabel yang bermakna pada saat analisis bivariat, diduga memiliki pengaruh terhadap perubahan angka gangguan muskuloskeletal dimasukkan dalam pemodelan. Variabel yang dimasukkan dalam pemodelan adalah perubahan rerata angka gangguan muskuloskeletal dan umur, tetapi karakteristik responden yang lain (pendidikan, masa kerja dan status gizi) juga dimasukkan untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap perubahan angka gangguan

muskuloskeletal apakah nilai koefisien masih tetap stabil (konstan).

Model 1 adalah hasil analisis multivariabel untuk melihat pengaruh perlakuan penggunaan alat kerja dan posisi kerja terhadap perubahan gangguan muskuloskeletal. Hasil analisis menunjukkan koefisien regresi pengaruh perlakuan penggunaan engrek dan posisi kerja baru terhadap perubahan angka gangguan muskuloskeletal lebih kecil 2,47 poin dibanding kelompok kontrol. Secara statistik pengaruh variabel perlakuan signifikan, yaitu  $p < 0,001$  dan  $R\text{-Squared} = 0,50$ .

Model 2, hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap perubahan angka gangguan muskuloskeletal dengan mengontrol variabel umur. Hasil koefisien regresi perlakuan lebih kecil 2,48 poin dibanding kelompok kontrol setelah mempertimbangkan pengaruh umur. Secara statistik signifikan, yaitu  $p < 0,001$  dan  $R\text{-Squared} = 0,59$ . Umur  $\geq 41$  tahun memiliki koefisiensi 1,33 artinya dengan mengendalikan umur  $\geq 41$  tahun dapat menekan angka gangguan muskuloskeletal 1,33 poin. Umur 31-40 tahun memiliki koefisiensi 1,08 artinya dengan mengendalikan umur 31-40 tahun dapat menekan angka gangguan muskuloskeletal 1,08 poin.

Hasil analisis model 1 menunjukkan koefisiensi -2,47 perbedaan yang ada signifikan  $p < 0,001$  dengan  $R\text{-Squared} = 0,50$ . Model 2 dengan mengontrol faktor umur, menunjukkan koefisiensi -2,48 perbedaan yang ada signifikan  $p <$

0,001 dengan  $R\text{-Squared} = 0,59$ . Hal ini berarti variabel umur apabila dikendalikan pada kelompok perlakuan dapat menurunkan perubahan gangguan muskuloskeletal sebesar 2,48 poin ( $>2,47$ ). Perubahan angka gangguan muskuloskeletal lebih besar setelah dikontrol melalui variabel umur.

Model 2 memiliki nilai  $R\text{-Squared}$  sebesar 0,59. Berarti bahwa perlakuan yang dikontrol dengan umur, dapat mempengaruhi perubahan penurunan atau menekan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 59%. Pengaruh ini menjadi lebih besar dibanding model 1, karena terjadi kenaikan  $R\text{-Squared}$  dari 0,50 (50%) menjadi 0,59 (59%).

Model 3 memperlihatkan pengaruh perlakuan terhadap perubahan gangguan muskuloskeletal dengan mengontrol variabel pendidikan, menunjukkan angka koefisiensi -2,47. Model 4 memperlihatkan pengaruh perlakuan terhadap perubahan gangguan muskuloskeletal dengan mengontrol variabel masa kerja, menunjukkan angka koefisiensi -2,48. Model 5 memperlihatkan pengaruh perlakuan terhadap perubahan angka gangguan muskuloskeletal dengan mengontrol variabel status gizi, menunjukkan angka koefisiensi -2,47.

Model 1 s/d model 5 memperlihatkan bahwa angka koefisiensi perlakuan tetap stabil (konstan), yaitu pengaruh perlakuan yang diberikan memiliki angka koefisiensi yang konstan tidak

terpengaruh oleh variabel karakteristik responden (umur, pendidikan, masa kerja dan status gizi). Artinya penggunaan alat kerja dan posisi kerja baru benar-benar dapat menurunkan gangguan muskuloskeletal sebesar 2,47 poin tanpa terpengaruh oleh variabel luar (karakteristik tenaga kerja).

Model yang terbaik pada analisis adalah model 2, karena dapat menekan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 2,48 poin lebih besar dari pengaruh perlakuan saja (2,47). Model 2 juga menurunkan gangguan muskuloskeletal sebesar 0,59 (59%) dari 0,50 (50%) pengaruh perlakuan saja.

## **g. Produktivitas Kerja**

### **1) Jumlah Hasil Panen Tandan Buah Segar (TBS).**

Prestasi normal (PN) yang ditentukan perusahaan untuk tenaga pemanen adalah berjumlah 30 TBS atau 600 kg perhari pada kondisi normal. Jumlah TBS yang dipanen oleh kelompok perlakuan perhari adalah 33 s/d 73 tandan dan kelompok kontrol adalah 28 s/d 73. Jumlah hasil panen responden, pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ada yang mencapai 73 tandan. Angka tersebut ekstrim dibanding prestasi normal yang ditentukan perusahaan, sehingga angka tersebut dikeluarkan agar distribusi data lebih baik. Setelah angka hasil panen ekstrim dikeluarkan ( $n=58$ ), hasil TBS yang dipanen kelompok perlakuan, yaitu 33

s/d 64 tandan dan kelompok kontrol 28 s/d 59 tandan.

Rerata jumlah TBS yang dipanen kelompok perlakuan perhari adalah 49,23 tandan dan kelompok kontrol 46,66 tandan. Rerata jumlah produktivitas kerja kelompok perlakuan lebih banyak dari kelompok kontrol sebesar 2,56 tandan, tetapi berdasarkan hasil uji-t secara statistik perbedaan yang ada tidak signifikan  $p = 0,29$ . Perbedaan rerata produktivitas kerja antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dengan jumlah responden 58 orang ( $n = 58$ ). **Rerata jumlah tandan buah segar (TBS) yang dipanen kelompok perlakuan perhari adalah 48,41 tandan dan kelompok kontrol 45,75 tandan.** Rerata jumlah produktivitas kerja kelompok perlakuan lebih banyak dari kelompok kontrol sebesar 2,65 tandan, tetapi berdasarkan hasil uji-t secara statistik perbedaan yang ada masih tidak signifikan  $p = 0,22$ .

## 2) Produktivitas Kerja Berdasarkan Karakteristik Responden

Rerata produktivitas kerja terbanyak adalah responden berumur  $\geq 41$  tahun, dengan rerata produktivitas perhari adalah 56,00 TBS. Hasil uji statistik menunjukkan ada hubungan yang signifikan untuk umur dengan produktivitas kerja  $p = 0,03$ .

Berdasarkan pendidikan, jumlah rerata produktivitas kerja terbanyak adalah responden yang berpendidikan

SD, dengan rerata produktivitas perhari adalah 48,05 TBS. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan untuk pendidikan dengan produktivitas kerja  $p = 0,60$ .

Rerata produktivitas kerja terbanyak menurut masa kerja adalah responden dengan masa kerja 4-5 tahun, dengan rerata produktivitas kerja perhari adalah 49,05 TBS. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan untuk masa kerja dengan produktivitas kerja  $p = 0,12$ .

Berdasarkan status gizi, jumlah rerata produktivitas kerja terbanyak adalah responden dengan status gizi kurang, dengan rerata produktivitas perhari adalah 48,53 TBS. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan untuk status gizi dengan produktivitas kerja  $p = 0,47$ .

## 3) Analisis Multivariabel Angka Gangguan Muskuloskeletal dan Produktivitas Kerja serta Karakteristik Responden

Hasil analisis multivariabel untuk melihat pengaruh angka gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja dan karakteristik tenaga kerja. Hasil analisis menunjukkan koefisien regresi pengaruh angka gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja menurun 0,53 tandan, dibanding kelompok kontrol. Artinya jika angka muskuloskeletal

meningkat 1 poin akan terjadi penurunan produktivitas sebanyak 0,53 tandan. Secara statistik pengaruh variabel gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja tidak signifikan  $p=0,54$  dan R Squared  $=0,03$ .

Hasil analisis pengaruh gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja dengan mengontrol variabel umur. Hasil koefisiensi perlakuan produktivitas kerja menurun 0,97 setelah mempertimbangkan faktor umur. Hasil analisis pengaruh gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja dengan mengontrol variabel pendidikan. Hasil koefisiensi perlakuan produktivitas kerja menurun 0,90 setelah mempertimbangkan faktor pendidikan. Hasil analisis pengaruh gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja dengan mengontrol variabel masa kerja. Hasil koefisiensi perlakuan produktivitas kerja menurun 0,76 setelah mempertimbangkan faktor masa kerja. Hasil analisis pengaruh gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja dengan mengontrol variabel status gizi. Hasil koefisiensi perlakuan produktivitas kerja menurun 0,52 setelah mempertimbangkan faktor status gizi.

Secara statistik variabel umur, pendidikan, masa kerja dan status gizi tidak signifikan  $p > 0,05$ . Pengaruh gangguan muskuloskeletal terhadap produktivitas kerja dengan mengontrol variabel umur, pendidikan,

masa kerja tetap tidak signifikan.

## 2. Pembahasan

### a. Alat Kerja

#### 1) Bahan

Komposisi bahan engrek baru lebih baik dibanding engrek yang lama karena tiga komposisi unsur penting bahan pembuat pisau engrek baru, yaitu Karbon (C) 0,96%, Krom (Cr) 1,40% dan Nikel (Ni) 0,09% lebih tinggi dibanding engrek lama. Kisaran angka NK (Nilai Kekerasan) engrek baru lebih besar dibanding kisaran angka NK engrek lama yang berarti bahwa engrek baru lebih keras atau kuat. Uji ketajaman, engrek baru memerlukan tekanan lebih kecil dibanding engrek lama, tapi kedalaman potongannya lebih besar (dalam) dibanding engrek lama, berarti engrek baru lebih tajam dari engrek lama. Bentuk dan kelengkungan pisau engrek baru dan lama sama-sama berbentuk seperti Arit. Penilaian hasil observasi sudut dianggap baik, jika tenaga yang diperlukan sedikit dan TBS cepat putus. Tidak baik, jika memerlukan tenaga lebih banyak dan TBS lama putus. Bentuk alat engrek baru dan lama sama. Karena penggunaan alat baru yang tidak sama, diperlukan masa percobaan/latihan dengan beberapa pekerja (*Health and Safety Exsecutive* atau *HSE*, 2012).

Berat engrek baru lebih ringan dibanding engrek lama. Berat alat kerja dapat menimbulkan beban pada otot (Nurmianto, 1996). Pekerjaan dengan beban yang berat dan

pengulangan yang tinggi, memiliki angka kesakitan muskuloskeletal 30 kali lebih besar (Kumar,1999) cit., Octarisya(2009).

## 2) Batangan

Batangan terbuat dari almunium alloy. Bentuknya bulat panjang seperti pipa dengan diameter pipa pertama untuk bagian atas 32 mm ( $1\frac{1}{4}$  inci). Sambungan kedua, yaitu pipa bagian bawah 38 mm ( $1\frac{1}{2}$  inci), panjang perbatang adalah 6 meter. Berat batangan perbatang 2kg. Batangan dari almunium alloy lebih ringan dari batangan almunium biasa dan batangan besi. Berat alat keseluruhan, yaitu pisau engrek dan batangan beserta klep atau cekak penyambung kurang dari 5 kg (4,98 kg). Berat batangan engrek menentukan kekuatan cengkeraman tangan, agar tangan saat mencengkram obyek kuat, berat alat tidak lebih 5 kg, *IAPA (Industrial Accident Prevention Association, 2007)*.

Penggunaan batangan engrek ini perlu diperhatikan karena alat yang digunakan menentukan posisi genggamannya manusia dan memberikan kekuatan yang lebih besar dan lebih efektif (Hedge, 2011). Pertimbangan utama dalam desain alat kerja memanen juga mempertimbangkan sifat dari kekuatan yang akan digunakan melalui pegangan. Diameter batangan engrek adalah  $1\frac{1}{2}$  inci (38 mm), sesuai dengan genggamannya tangan pemanen. Menurut Pheasant (1986); Suma'mur (1989) dan Nurmianto (1991) cit., Nurmianto

(1996) diameter maksimum genggamannya tangan laki-laki dewasa orang Indonesia adalah 48 mm, daya genggamannya akan menurun dengan bertambahnya diameter.

Panjang batangan perbatang adalah 6 meter, jika tinggi pohon sawit lebih dari 6 meter, maka batangan engrek disambung memakai batangan tambahan. Umumnya sawit yang dipanen lebih dari 6 meter, sehingga pemanen saat memanen menggunakan 2 batang galah.

## 3). Perlengkapan Alat

Pisau engrek baru dilengkapi dengan sarung pisau yang terbuat dari bahan parasut tebal. Fungsi untuk menyarungi pisau agar aman saat disimpan dan dibawa saat pergi atau pulang dari memanen.

Batangan engrek diberi lilitan karet dari ban bekas, agar saat hujan dan tangan berkeringat batangan tidak licin. Batangan yang licin menyebabkan cengkeraman tangan ke batangan engrek tidak kuat, sehingga mengurangi kekuatan tarikan pada saat memanen. Hal ini sesuai dengan (*Liberty Mutual, 2004*), yang melaporkan guna menangani slip, pilihlah alat yang dilapisi karet atau plastik busa pada pegangan. Bantalan ini akan membantu untuk menutupi permukaan pegangan, meningkatkan diameter yang sempit, dan memberikan pegangan yang lebih tahan slip dan nyaman. Ukuran terbaik, bentuk dan tekstur permukaan alat adalah suatu hal yang harus

diperhatikan (*NIOSH*,1981).

Berdasarkan hasil uji dan penjelasan di atas alat engrek baru lebih baik dari segi teknis, yaitu komposisi bahan baku, kekerasan atau kekuatan, ketajaman, batangan, berat alat dan perlengkapan alat, jika dibanding engrek lama.

## **b. Perbaikan Posisi Kerja**

Penggunaan engrek baru disertai petunjuk posisi kerja ergonomis, sehingga diharapkan dalam penggunaannya, posisi kerja dapat diperbaiki. Perbaikan posisi kerja yang ergonomis mengurangi keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan produktivitas kerja (*Adiputra et al.*, 2001). Hal senada dikemukakan *Kurniawidjaja* (2012), bahwa pengendalian faktor risiko ergonomi itu mengupayakan agar pekerja terhindar dari posisi canggung yang dapat menimbulkan gangguan muskuloskeletal.

Menurut *OSHA* (1999), posisi tubuh dalam melakukan kegiatan berulang atau berkepanjangan yang mempengaruhi bagian tubuh seperti kaki, tangan, siku, bahu, punggung, leher dan kepala harus baik. Efek dari postur canggung lebih buruk jika tugas pekerjaan juga melibatkan gerakan berulang atau pengerahan tenaga kuat.

Saat menarik batangan engrek untuk memotong tangkai buah sawit, dilakukan berulang-ulang, maka jumlah pengulangan dipengaruhi alat kerja dan posisi kerja.

Penggunaan peralatan dan praktek kerja yang buruk

menyebabkan posisi canggung (*OSHA*, 1999). Posisi kerja kelompok perlakuan yang memakai alat engrek baru, lebih baik karena posisi tenaga kerja diperbaiki meliputi posisi bagian

### **1) Kaki**

Khaki berdiri tegak dan lebar bukaan kaki sebesar pinggul atau lurus dengan bahu, posisi kaki dapat berdiri sejajar, dapat merubah posisi kaki, yaitu posisi kaki kanan ke depan, dapat juga posisi kaki kiri di depan. Posisi kaki dapat bergantian untuk menghindari cepat lelah. Posisi bukaan kaki lebar, yaitu sebesar pinggul atau lurus dengan bahu, keseimbangan tubuh pada bidang tumpu menjadi lebih seimbang, kekuatan dan ketahanan kaki waktu berdiri juga lebih tahan lama. Ketika kaki jaraknya terlalu berdekatan, stabilitas saat berdiri kurang dibanding jarak posisi kaki yang lebih lebar (*Cameron; Skofronick dan Grant*, 2006).

Sikap kerja berdiri merupakan salah satu sikap kerja yang dilakukan ketika melakukan panen sawit. Saat memanen berat badan ditopang oleh satu atau kedua kaki ketika melakukan posisi berdiri. Kestabilan tubuh ketika berdiri dipengaruhi oleh posisi kaki. Kaki yang sejajar lurus dengan jarak sesuai dengan tulang pinggul akan menjaga tubuh dari ketidak seimbangan. Selain itu perlu menjaga kelurusan antara anggota bagian atas dengan anggota bagian bawah (*Astuti*, 2007).

Secara umum, kekuatan lebih

dapat diberikan sambil berdiri (Mital & Faard, 1990) *cit.*, Ebben (2012). Tetapi sikap berdiri statis yang dilakukan dalam waktu cukup lama (lebih dari 30 menit) dapat mengakibatkan gangguan muskuloskeletal otot dan sendi (Bridger, 1995).

Saat berdiri memanen keseimbangan kaki harus diperhatikan, karena memanen kelapa sawit posisi berdiri dilakukan dengan cara memegang alat engrek untuk memotong kelapa sawit. Alat engrek beserta batangan cukup berat, sehingga kalau posisi berdiri tidak tegak dan seimbang hal ini akan membebani otot dan mengakibatkan gangguan muskuloskeletal dan kecelakaan kerja.

## 2) Tangan

Dalam pedoman penggunaan alat engrek baru, jenis pegangan yang digunakan adalah *postur power grip*, yaitu tangan mencengkeram agar pegangan menghasilkan kekuatan untuk menarik maksimal. Jarak atau rentangan genggam diatur jaraknya, yaitu 20-25 cm. *Power grip* adalah kekuatan mencengkeram maksimum yang dapat dihasilkan oleh tangan. Dua faktor yang mempengaruhi kemampuan kekuatan pegangan: 1) Penyimpangan dari postur normal mengurangi kekuatan maksimal pegangan, 2) Rentang pegangan, rentang yang terlalu kecil atau besar akan mengurangi kekuatan pegangan. Jenis pegangan harus diperhatikan,

karena jenis pegangan mempengaruhi kekuatan yang dihasilkan. Saat kegiatan atau kerja : mengangkat, menurunkan, membawa, mendorong dan menarik digunakan posisi tangan mencengkeram. Mendorong atau menarik pada posisi vertikal seperti berdiri dipengaruhi oleh kekuatan mencengkeram (Hedge, 2011).

Ada hubungan antara kekuatan genggam (*gripping force*) dengan ukuran handel alat kerja. Diameter alat genggam harus disesuaikan dengan lebar genggam (*gripping width*), sehingga dapat menghasilkan kekuatan genggam (*gripping strength*) yang maksimum. Kekuatan genggam amat bervariasi tergantung :

Jenis tangan yang dipakai (kanan atau kiri), jenis kelamin, usia dan sarung tangan (*gloves*) yang akan menyebabkan hilangnya kekuatan genggam tangan (Nurmianto, 1996).

Saat menarik batangan engrek, tarikan kedua tangan serempak, sehingga menghasilkan tenaga maksimal, posisi tangan tingginya lebih dari bahu, tetapi durasi dan frekuensinya tidak lama dibandingkan yang menggunakan alat engrek lama.

## 3) Siku

Posisi siku waktu memanen fleksi atau membengkok membentuk sudut kurang dari 135 derajat. Posisi tangan atau siku satu atau keduanya berada di atas bahu. Bekerja memakai tangan atau siku berada di atas bahu adalah posisi janggal, itu berpotensi

menimbulkan gangguan muskuloskeletal (Kurniawidjaja, 2012). Durasi memanen pada tangan atau siku yang berada di atas bahu diharapkan tidak lama karena pisau engrek baru tajam, sehingga memanen sawit lebih cepat karena tidak perlu berkali-kali menarik alat engrek agar gangguan muskuloskeletal dapat dikurangi.

#### 4) Bahu

Saat mengarahkan pisau engrek ke tangkai TBS bahu diharapkan tidak diangkat, agar posisi bahu tetap sejajar atau lurus. Pekerjaan yang melibatkan bahu memiliki kemungkinan besar untuk cidera pada bagian tersebut. Postur bahu yang merentang lebih dari 45 derajat atau mengangkat bahu ke atas dan dilakukan berulang-ulang dalam waktu yang lama mengakibatkan gangguan pada bahu (Octarisya, 2009).

#### 5) Punggung

Mengarahkan pisau engrek ke tangkai TBS, diharapkan punggung dan badan miring ke depan  $\leq 20$  derajat. Saat menarik engrek ke bawah posisi punggung miring ke belakang  $< 20$  derajat. Bekerja dengan punggung membungkuk lebih dari  $30^\circ$  lebih dari 4 jam total perhari atau lebih dari  $45^\circ$  dengan waktu lebih dari 2 jam total perhari merupakan postur canggung (IAPA, 2007).

#### 6) Kepala

Kepala tidak terlalu menengadah, saat memanen karena :

- a. Jarak pemanen dari pohon kelapa sawit diatur  $\pm 4$  meter, sehingga

kepala tidak terlalu menengadah keatas atau kepala membentuk sudut  $\leq 45^\circ$ .

- b. Beban otot leher tidak lama, karena alat tajam sehingga tangkai TBS 2-3 kali tarikan putus.

Menurut Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi (2008), pengendalian saat proses memanen yang harus dilakukan oleh tenaga kerja adalah posisi berdiri tidak tegak lurus di bawah tangkai TBS yang akan dipotong.

Postur canggung pada leher adalah leher membungkuk atau menengadah lebih dari  $45^\circ$ , lebih dari 4 jam per hari. Jika posisi kepala terpaksa harus menengadah, kepala diberi alas atau durasi dan frekuensi menengadah dikurangi (Vink, 2000).

Tidak semua posisi kerja dapat diperbaiki, karena tuntutan cara kerja menghendaki posisi kerja harus demikian. Sebagai contoh posisi tangan saat memanen satu atau kedua tangan berada di atas kepala dan satu atau kedua siku berada di atas bahu.

Upaya yang perlu dilakukan adalah durasi dan frekuensi harus dikurangi saat memanen, dengan waktu lebih singkat atau cepat, seperti menarik batangan engrek cukup 2-3 kali saja, sehingga tidak menimbulkan gangguan muskuloskeletal. Ada hubungan antara peningkatan durasi paparan dan jumlah gangguan muskuloskeletal pada bagian leher (NIOSH, 1997) *cit.*, Octarisya (2009).

Beberapa jenis pekerjaan yang berpengaruh terhadap nyeri di leher

adalah pergerakan lengan atas dan leher yang berulang-ulang, serta posisi leher yang ekstrim saat bekerja (Samara, 2007).

### c. Hasil Observasi Posisi Kerja

Kelompok kontrol posisi kerja sesuai posisi kerja yang biasa dilakukan responden. Kelompok perlakuan, posisi kerja memanen diharapkan sesuai pedoman penggunaan alat, sehingga posisi kerja baik. Berdasarkan hasil observasi yang menggunakan lembar observasi posisi kerja, posisi kerja kelompok kontrol 66,7% termasuk dalam katagori tidak baik, karena :

- 1) Posisi kerja siku dan tangan ketinggiannya melebihi bahu = 100%
- 2) Posisi kerja kaki tidak berdiri tegak dan lebar bukaan terlalu besar atau kecil = 46,6%
- 3) Posisi kerja jarak tangan saat memegang batangan engrek tidak diatur jaraknya, sehingga ada menempel dan ada yang jauh jaraknya = 43,3%
- 4) Posisi kerja kepala terlalu menengadah ke atas, sudut yang dibentuk > 45 derajat = 43,3%.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa alat engrek baru lebih baik secara teknis (komposisi bahan, kekerasan atau kekuatan, ketajaman, berat, batangan dan perlengkapan alat) dan posisi kerja.

### c. Angka Gangguan Muskuloskeletal

Angka gangguan muskuloskeletal setelah bekerja lebih besar dari sebelum bekerja baik kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan. Perbedaan selisih rerata angka gangguan muskuloskeletal kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, sebesar -2,47 poin. Artinya pada kelompok perlakuan, perubahan angka gangguan muskuloskeletal lebih kecil 2,47 poin dari kelompok kontrol. Sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan perbaikan alat dan posisi kerja dapat menurunkan kejadian angka gangguan muskuloskeletal sebesar 2,47 poin. Berdasarkan hasil uji t perbedaan yang ada signifikan sekali ( $p < 0,001$ ).

Perubahan angka gangguan muskuloskeletal 1 poin perlu mendapat perhatian, karena kalau yang sakit adalah bagian tubuh yang penting untuk kegiatan memanen seperti bagian tangan akan mengakibatkan tenaga kerja terganggu saat memanen. Jika gangguannya sampai 3 poin (sakit sekali), maka tenaga kerja tentu tidak bisa bekerja memanen kelapa sawit.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa angka gangguan muskuloskeletal pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih kecil dibandingkan yang menggunakan engrek lama dan posisi kerja lama.

Angka gangguan muskuloskeletal yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih kecil dibanding yang menggunakan engrek

lama, karena alat engrek baru lebih baik secara teknis dan posisi kerja. Hal ini sesuai dengan penelitian: Surata (2001), perbaikan alat kerja dengan memodifikasi alat dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal sebesar 23,22%. Susila (2000) *cit.*, Cahyani (2008) bekerja dengan sikap paksa dan tidak menggunakan alat kerja yang sesuai antropometri pemakainya menyebabkan > 50% pekerja mengalami gangguan otot skeletal pada pinggang, punggung, leher, bahu, tangan dan kaki. Azmi dan Maretani (2001) dan Djestawana (2002), perbaikan posisi kerja dapat mengurangi gangguan muskuloskeletal. Purnawati (2002); Santoso (2004); Susetyo *et al.*, (2008) dan Cahyani (2008), timbulnya gangguan muskuloskeletal disebabkan sikap kerja yang tidak alamiah. Ekawati (2009) meneliti pengaruh postur kerja terhadap kejadian nyeri punggung bawah (NPB), hasilnya postur kerja yang tidak ergonomis memiliki resiko terjadinya nyeri punggung bawah.

Kelompok perlakuan menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru, alat engrek baru berdasarkan hasil uji lebih baik. Posisi kerja kelompok perlakuan mengikuti posisi kerja yang tercantum dalam pedoman penggunaan alat engrek baru. Posisi ini berdasarkan posisi yang ergonomis/tidak canggung. Menurut *Labour Occupational Health Program* (2000), ergonomi harus mendapat perhatian, karena ergonomi memperhatikan:

“Bagaimana pekerja mengerjakan pekerjaannya, posisi dan gerak tubuh yang dilakukan ketika bekerja, peralatan yang digunakan pekerja dan efek dari faktor di atas bagi kesehatan dan kenyamanan pekerja”.

Hasil penelitian, perbaikan alat panen engrek dan posisi kerja dapat menurunkan angka gangguan muskuloskeletal, hal ini disebabkan beberapa faktor:

- a. Posisi kerja pemanen, lebih baik yang memakai alat engrek baru karena posisi tenaga kerja diperbaiki agar tidak berada pada posisi canggung atau posisi yang tidak ergonomis. Posisi yang diperbaiki meliputi bagian anggota tubuh: kaki, tangan, siku, bahu, punggung dan kepala.
- b. Alat kerja (pisau engrek) lebih baik.
- c. Sikap tangan dalam memegang alat baru cengkramannya kuat (*power grip*).
- d. Batangan lebih baik dan tidak licin.
- e. Posisi pemanen tidak tegak lurus di bawah tangkai buah kelapa sawit, sehingga posisi kepala tidak terlalu menengadah. Hal ini disebabkan jarak pemanen diatur lebih kurang 4 meter dari pohon kelapa sawit.

Upaya perbaikan ergonomi dalam mencegah gangguan muskuloskeletal dapat diterapkan melalui upaya : 1) Perbaikan postur atau posisi kerja, 2) Perbaikan peralatan kerja dan 3) Perbaikan metode kerja seperti

mengangkat, menarik dan mendorong (Kurniawidjaja, 2012).

Hasil observasi posisi kerja kelompok kontrol 66,7% termasuk dalam kategori tidak baik (kurang dan cukup). Berdasarkan hasil observasi, hal ini disebabkan antara lain :

- 1) Posisi kerja tangan dan siku ketinggiannya melebihi bahu
- 2) Posisi kerja kaki tidak berdiri tegak dan lebar bukaan terlalu besar atau kecil
- 3) Jarak tangan saat memegang batangan engrek tidak diatur jaraknya, sehingga sangat berdekatan atau menempel dan ada yang jauh jaraknya.
- 4) Posisi kerja kepala terlalu menengadah ke atas bersudut > 45 derajat.

Terkait posisi kerja kelompok kontrol, berdasarkan rekapitulasi lembar *Nordic Body Map* angka gangguan muskuloskeletal pada bagian posisi kerja yang tidak baik tersebut antara lain adalah:

- 1) Sakit di bagian bahu kiri = 46,7%, sakit di bahu kanan = 53,3%
- 2) Sakit di bagian betis kiri = 33,3%, sakit di betis kanan = 30%
- 3) Sakit di lengan atas kanan dan kiri = 53,3%
- 4) Sakit di leher bagian atas = 73,3%, sakit di leher bawah = 63,3%.

Posisi kerja yang baik harus mendapat perhatian, karena postur canggung diakui sebagai salah satu

faktor risiko utama untuk gangguan muskuloskeletal (Delleman; Haslegrave dan Chaffin, 2004). Selain posisi kerja yang baik, peralatan kerja harus mendapatkan perhatian. Penyerasian manusia dengan alat kerja merupakan perilaku pemeliharaan kesehatan (Notoatmojocit., Arief, 2011).

Pada pekerja pemanen sawit faktor penggunaan alat dan perlengkapan kerja yang tidak baik dapat menimbulkan gangguan muskuloskeletal dan kecelakaan kerja. Tenaga kerja dalam melakukan kerja dihadapkan pada peralatan kerja yang terkadang mengandung risiko bahaya, faktor bahaya faal kerja atau alat kerja antara lain ukuran alat-alat kerja tidak sesuai dengan sifat, karakteristik dan ukuran antropometri tenaga kerja atau tidak ergonomis (Soedirman, 2011).

Menurut Hedge (2011), hasil disain alat kerja tangan yang baik dapat menyebabkan:

- 1) Kerja lebih cepat dan lebih sedikit kesalahan, sehingga produktivitas kerja meningkat.
- 2) Risiko gangguan muskuloskeletal menurun
- 3) Terhindar dari kecelakaan
- 4) Pengeluaran biaya sedikit

Menurut Manuaba (2003), dalam kegiatannya manusia memanfaatkan dan menghadapi teknologi tertentu, seperti : alat, mesin, sistem, tugas, pekerjaan dan lingkungan dalam mencapai tujuan kehidupan bersama. Selain dampak positif juga ada dampak negatif. Guna mengatasi

dampak negatif tersebut dan untuk memenangkan persaingan, maka harus dimanfaatkan teknologi ergonomi dan desain holistic adalah suatu keharusan untuk mencapai produk berkelanjutan.

#### **d. Umur Responden dan Angka Gangguan Muskuloskeletal**

Hasil uji statistik menunjukkan umur berhubungan dengan gangguan muskuloskeletal,  $p = 0,03$ . Hal ini sesuai hasil penelitian Soleman (2012), bahwa umur memiliki hubungan yang signifikan terhadap keluhan muskuloskeletal.

Analisis multivariabel, pengaruh perlakuan dengan mengendalikan faktor umur menunjukkan koefisien perlakuan -2,48 dan perbedaan yang ada signifikan  $p < 0,001$  dengan  $R$  squared ( $R^2$ ) 0,59. Hal ini berarti variabel umur apabila dikendalikan dapat menurunkan perubahan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 2,48 lebih besar dari pengaruh perlakuan saja. Perlakuan yang dikontrol dengan umur, dapat mempengaruhi perubahan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 59%. Pengaruh pengendalian umur lebih besar dibanding pengaruh perlakuan saja, karena terjadi kenaikan  $R$  squared ( $R^2$ ) dari 0,50 (50%) menjadi 0,59 (59%).

Umur  $\geq 41$  tahun jika dikendalikan dapat menekan angka gangguan muskuloskeletal sebesar 1,13 poin. Usia mendekati 45 tahun umumnya terjadi penurunan kekuatan otot (Aniansson dan Asnuisson, 1981) *cit.*,

Kusumaharta (1994). Bertambahnya umur mengakibatkan terjadi tiga perubahan utama muskuloskeletal, yaitu: 1) Penurunan mobilitas sendi, 2) Penurunan kekuatan otot dan 3) Memperlambat reaksi dan gerakan. Kapasitas kerja fisik pekerja umur 65 tahun adalah setengah dari rata-rata umur 25 tahun. Kebutuhan waktu untuk pemulihan pada kelompok pekerja yang lebih tua lebih lama dibanding kelompok pekerja yang lebih muda. Pekerja yang lebih tua lebih rentan untuk mengalami gangguan muskuloskeletal, karena kapasitas fungsional menurun (HSE, 2010).

Rachmawati *et al.*, (2006), melaporkan nyeri muskuloskeletal banyak dijumpai pada usia lanjut, yaitu 80% dan dapat berdampak pada penurunan kemampuan fungsional fisik. Menurut Konz (1996) *cit.*, Battacharrya *et al.*, (1966) daya tahan otot mencapai kemampuan maksimum pada usia 25-30 tahun.

Umur adalah salah satu faktor yang paling sering dipertimbangkan dalam penelitian kesehatan kerja (Oborne, 1982). Umur merupakan faktor penting untuk pekerjaan yang membutuhkan kekuatan fisik.

#### **2) Pendidikan Responden**

Hasil uji statistik menunjukkan pendidikan tidak berhubungan dengan gangguan muskuloskeletal,  $p = 0,66$ . Secara umum pekerjaan yang membutuhkan fisik lebih banyak

memerlukan aktivitas otot, sedangkan pekerjaan yang bersifat mental seperti administrator lebih membutuhkan aktivitas otak. Memanen adalah pekerjaan yang membutuhkan fisik sehingga kekuatan otot dan ketrampilan memanen sangat diperlukan. Sehingga jenjang pendidikan untuk pekerja di bagian ini bukan unsur yang utama. Umumnya pemanen yang mempunyai keterampilan dan kondisi tubuh yang kuat dan baik dapat menunjukkan produktivitas hasil panen yang baik.

### 3) Masa Kerja Responden

Faktor risiko ergonomi dalam bekerja adalah pekerjaan berulang, pengerahan tenaga yang kuat, kegiatan tangan untuk mengangkat berat atau sering, mendorong, postur canggung yang berkepanjangan. Tingkat risiko tergantung pada intensitas, frekuensi dan durasi paparan yang semua ini tergantung pada lama kerja (*OSHA*, 2007). **Hasil uji statistik menunjukkan masa kerja tidak berhubungan dengan gangguan muskuloskeletal,  $p=0,50$ . Hal ini karena masa kerja responden adalah tergolong masa kerja baru (< 5 tahun).** Menurut Watjana (1971) *cit.*, Rantung (2009). Tenaga kerja yang mempunyai masa kerja atau pengalaman kerja yang cukup lama (>10 tahun) akan membantu kelancaran tugasnya dan penampilan kerjanya baik.

### 4) Pengalaman Kerja

Tenaga kerja baru biasanya belum mengetahui secara mendalam seluk beluk pekerjaan (Suma'mur,1989). Responden umumnya belajar memanen dari orang tua atau teman. Hasil wawancara dengan responden diketahui bahwa semua responden tidak mempunyai pengalaman kerja memanen di perusahaan lain sebelum bekerja sebagai pemanen. Responden tidak pernah mendapat pelatihan khusus tentang tata cara memanen yang baik dan ergonomis selama bekerja.

### 5) Jam Kerja Responden

Lamanya jam kerja atau shift kerja sebaiknya tidak lebih dari 8 jam/hari, jika lebih dari 8 jam beban kerja sebaiknya dikurangi (Maurits dan Widodo,2008).

Berdasarkan hasil penelitian jam kerja responden kelompok kontrol dan kelompok perlakuan adalah kurang dari 8 jam. Umumnya pemanen mulai berkerja jam 06.30 sampai jam 11.00. Memanen adalah pekerjaan yang membutuhkan kekuatan fisik, sehingga melakukan jam kerja kurang dari 8 jam adalah upaya untuk menjaga agar pemanen tetap sehat dan mencegah gangguan muskuloskeletal.

Setelah bekerja di perusahaan, sebagian besar responden baik kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan bekerja lagi di plasma baik sebagai pemanen atau pekerjaan lain. Responden memanen di kebun plasma 2 minggu sekali.

## 6) Status Gizi Responden

Status gizi pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebagian besar dalam kategori gizi baik (IMT 18,5 – 25). Hasil uji statistik menunjukkan status gizi tidak berhubungan dengan angka gangguan muskuloskeletal,  $p = 0,85$ . Hal ini karena status gizi responden sebagian besar dalam kategori gizi baik. Status gizi mempunyai korelasi positif dengan kualitas fisik manusia. Makin baik status gizi seseorang makin baik kualitas fisiknya. Ketahanan dan kemampuan tubuh untuk melakukan pekerjaan akan lebih dipunyai oleh individu dengan status gizi baik (Rantung, 2009).

### e. Produktivitas Kerja

Gangguan muskuloskeletal dapat menurunkan produktivitas dan kualitas produk dan jasa, pekerja yang mengalami sakit dan nyeri pada pekerjaannya tidak mungkin dapat melakukan pekerjaan yang berkualitas (Vink, 2000).

Hasil analisis memakai uji-t perbedaan rerata produktivitas kerja hasil panen antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol tidak signifikan  $p = 0,22$ . Sehingga hipotesis yang menyatakan bahwa jumlah produktivitas kerja pemanen yang menggunakan alat engrek baru lebih banyak dibandingkan yang menggunakan alat engrek lama tidak dapat diterima. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan : Surata (2001) dan Budiastira (2001)

perbaikan alat kerja dapat meningkatkan produktivitas kerja. Suputra (2003), pemakaian perlengkapan kerja (alat) sesuai dengan ukuran antropometri pekerja dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan produktivitas.

Penggunaan alat engrek dan posisi kerja baru, dalam penelitian ini tidak signifikan dengan produktivitas kerja, karena berbagai faktor :

- 1) Dikaji dari segi metode penelitian, jumlah hasil panen variasinya besar, yaitu:
  - a. Hasil panen kelompok perlakuan 33 s/d 64 tandan
  - b. Hasil panen kelompok kontrol 28 s/d 59 tandan

Sehingga hasil panen memiliki perbedaan rentang nilai 31 tandan antara hasil terbanyak dan hasil paling sedikit. Subyek penelitian kecil, sehingga hasilnya tidak signifikan. Saran penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan subyek penelitian yang lebih besar.

Walaupun perbedaan produktivitas antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan tidak signifikan, analisis multivariabel menunjukkan bahwa apabila angka gangguan muskuloskeletal naik 1 poin, maka akan terjadi penurunan hasil panen sebanyak 0,53 tandan. Sehingga penurunan produktivitas hasil panen akan terjadi 1 tandan, jika responden mengalami perubahan angka gangguan muskuloskeletal 2 poin.

Realita di memperlihatkan

perbedaan produktivitas hasil panen sebesar 2,65 tandan adalah sangat berarti. Karena kalau perbedaan yang ada ini dikalikan dengan jumlah kelompok perlakuan yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru saja, dalam satu hari perbedaan yang ada adalah (2,65 tandan x 30 orang) hasilnya 79,5 tandan. Sudah mencapai prestasi normal pemanen untuk 2 orang, artinya perusahaan bisa menghemat 2 orang tenaga pemanen.

## **2) Kondisi di Lapangan**

### **a) Kerapatan panen.**

Kerapatan panen adalah berapa banyak jumlah pohon kelapa sawit yang sudah siap untuk dipanen di dalam suatu areal. Saat penelitian dilakukan tingkat kerapatan panen tinggi. Hal ini menyebabkan hasil panen yang diperoleh lebih sedikit. Kerapatan panen untuk kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan adalah 1 : 6 s/d 1 : 10, artinya dari 6 s/d 10 pohon baru ada 1 buah kelapa sawit yang buahnya masak dan siap untuk dipanen. Sehingga hasil panen tidak bisa maksimal. Tingginya tingkat kerapatan buah sawit yang siap untuk dipanen karena umur pohon kelapa sawit sudah 23 tahun, 28 tahun dan 29 tahun yaitu dengan tahun tanam tahun 1983, tahun 1984 dan tahun 1989. Berdasarkan hasil penelitian Gunawan; Efrika dan Yawahar (2011), tingkat produktivitas tenaga kerja pemanen dipengaruhi antara lain oleh umur tanaman. Hasil penelitian

tanaman umur 3 tahun sampai dengan 20 tahun produksi buah terus meningkat. Tetapi tanaman dari umur 21 sampai dengan 25 tahun mulai mengalami penurunan produktivitas. Tanaman yang berumur 25 tahun perlu dilakukan “ replanting”, yaitu penanaman ulang atau peremajaan kelapa sawit yang sudah tidak ekonomis lagi (Sunarko, 2009).

### **b) Jumlah Pelepah yang Melindungi Tangkai Buah Sawit.**

Jumlah pelepah daun banyak mengakibatkan pemanen harus memotong banyak pelepah terlebih dahulu sebelum memanen. Pohon yang banyak pelepah biasanya dikenal dengan pohon sawit gondrong. Tanaman umur lebih dari 10 tahun, jumlah pelepah minimum 40 pelepah (Sunarko, 2009). Agar memudahkan penilaian kematangan buah dan pelaksanaan panen, sebaiknya dilakukan penunasan. Penunasan adalah kegiatan membuang pelepah daun kelapa sawit yang sudah tua dan kering.

### **c) Penyesuaian Alat**

Diperlukan waktu untuk penyesuaian terhadap alat, karena alat engrek yang baru dipakai masih kasar atau belum licin permukaan pisau engreknya, sehingga perlu waktu untuk menghaluskan alat tersebut. Usaha yang dilakukan adalah pisau engrek harus sering diasah dan dipakai terus untuk memanen. Karena diharapkan terjadinya pergesekan pisau dengan pelepah atau batang TBS menjadikan pisau cepat halus dan bertambah tajam

karena sebelum dipakai untuk panen diasah terlebih dahulu. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemanen dan mandor, umumnya alat engrek yang baru memerlukan waktu 2-3 minggu dipakai dan diasah terus sehingga menjadi alat engrek yang baik (tajam dan licin).

Peralatan kerja yang ergonomis merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi kenyamanan kerja seseorang (Granjean, 1993). Sehingga akan mengurangi angka gangguan muskuloskeletal, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas kerja.

## KESIMPULAN

1. Alat engrek baru lebih baik dibanding alat engrek lama secara teknis dan posisi kerja.
2. Angka gangguan muskuloskeletal pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih kecil dibandingkan yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama, perbedaan yang ada signifikan.
3. Produktivitas kerja pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru lebih banyak dibandingkan yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama, tapi perbedaan yang ada tidak signifikan.
4. Angka gangguan muskuloskeletal pemanen yang menggunakan alat engrek baru dan posisi kerja baru akan lebih kecil lagi dibandingkan yang menggunakan alat engrek lama dan posisi kerja lama apabila karakteristik tenaga kerja dalam hal ini umur dikendalikan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adiputra, N, Sutjana, D.P., His, S. & Tirtayasa, K. (2001) Gangguan Muskuloskeletal Karyawan beberapa Perusahaan Kecil di Bali. *Jurnal Ergonomi Indonesia*,2(1): 6-9.
- Arief, A. (2011) *Kesehatan Kerja Pemakai Bike Lift Buatan pada Bengkel Sepeda Motor Konvensional di Kotamadya Padang*. Disertasi. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Astuti, D.H. (2007) Analisis Pengaruh Aktivitas Kerja dan Beban Angkat Terhadap Kelelahan Muskuloskeletal. *Gema Teknik*. 2(X): 27-32.
- Azmi, N. & Maretani, M. (2001) Perbaikan Posisi Kerja Mengurangi Keluhan Subjektif Gangguan Muskuloskeletal pada Pekerja Helper di CV PM, Bogor. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 2(2): 67-74.
- Bhattacharya, A. & McGlothlin, J.D. (1996) *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Bridger, R.S. (1995) *Introduction To Ergonomics*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Bureau of Labor Statistics U.S Department of Labor (2010) Nonfatal Occupational injuries and Illnesses Requiring Days Away From Work. Tersedia di <http://www.bls.gov/iif/oshcdnew.htm>. Diakses 5 Mei 2012.
- Cahyani, W.D. (2008) *Sikap Kerja sebagai Faktor Gangguan Muskuloskeletal pada Pekerja bagian Sewing (jahit) di PT. Mataram Tunggal Garment Yogyakarta*. Tesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

- Cameron, J.R., Skofronick, J.G. & Grant, R.M. (2006) *Fisika Kedokteran, Fisika Tubuh Manusia*. Alih bahasa Sardy, L.I. Jakarta: CV Sagung Seto.
- CCOHS (2005) *Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)*. Tersedia di [www.ccohs.ca/oshaswers/diseases/rmirsi/html](http://www.ccohs.ca/oshaswers/diseases/rmirsi/html). Diakses 10 Maret 2012.
- Delleman, N.J., Haslegrave, C.M. & Chaffin, D.B. (2004) *Working Postures and Movements, Tool for Evaluation and Engineering*. New York: CRC Press.
- Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi (2008) *Pedoman Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkebunan dan Pabrik Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Pusat Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Djestawana, I.G.G., Tirtayasa, K., Diputra, I.N. & Supriadi (2002) Intervensi Ergonomi pada Proses Manggur Mengurangi Beban Sistem Kardiovaskular dan Keluhan Muskuloskeletal Perajin Gamelan Bali. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 3(2): 59-65.
- Ebben, J.M. (2003) Improved Ergonomics for Standing Work. *Occup Health Safe*, 72(4):72-76.
- Ekawati (2009) *Pengaruh Postur dan Stres Kerja Terhadap Terjadinya Nyeri Punggung Bawah*. Tesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Grandjean, E. (1993) *Fitting the Task to the Man: a Textbook of Occupational Ergonomics*. 4th Edition. Taylor and Francis.
- Gustiawan, I., Efrita, E. & Yawahar, J. (2011) Faktor-faktor penentu produktivitas Tenaga Kerja Pemanen sawit (Studi Kasus pada PT.Agro Muko Sei Kiang Estate Lalang Luas Kecamatan V Koto Kabupaten Mukomuko. *Jurnal Agribis*, IV(1).
- Harrianto, R. (2010) *Buku Ajar Kesehatan Kerja*. Jakarta: Penerbit buku Kedokteran EGC.
- Hedge, A. (2011) *Hand Tool Design*. Cornell University. Tersedia di [Http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA3250pdfs/Hand%20Tools.pdf](http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA3250pdfs/Hand%20Tools.pdf). Diakses 27 September 2012.
- Health and Safety Executive (HSE) (2010) *Ageing and Work-related musculoskeletal disorders: a Review of the recent literature*. Harpur Hill: HSE.
- Health and Safety Executive (HSE) (2012a) *Reducing awkward postures*. Tersedia di [www.hse.gov.uk/ahp/](http://www.hse.gov.uk/ahp/). Diakses 7 Oktober 2012.
- Hendra & Rahardjo, S. (2008) *Risiko ergonomik dan keluhan Muskuloskeletal Disorders pada pekerja panen kelapa sawit di Perusahaan Kelapa sawit PT.X di Sumatra Selatan*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Ergonomi IX Semarang, 17-18 November 2009.
- Industrial Accident Prevention Association (IAPA) (2007) *Ergonomic Risk Assessment*. Tersedia di [Assessment.pdf](http://www.iapa.org/assessment.pdf). Diakses 23 Mei 2012.
- Kurniawidjaja, L.M. (2012) *Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja*. Jakarta: UI Press.
- Kusumaharta, L.S. (1994) *Hubungan Perasaan Kelelahan Kerja dan Waktu Reaksi dengan Produktivitas Kerja*. Disertasi. Yogyakarta: Fakultas

- Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Labour Occupational Health Program (2000) *Modul Pelatihan Bagi Pelatih K3*. Jakarta: Program Kerja University of California Berkeley & Maquiladora, Health and Safety Support Network.
- Liberty Mutual (2004) *Principles of Hand Tool Selection*. USA: Liberty Mutual Group.
- Manuaba (2003) Holistic Design is a Must to Attain Sustainable Product . *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 4(2): 45-49.
- NIOSH (1981) *Work Practices Guide for Manual Lifting*. Ohio: Department of Health and Human Service.
- Nurmianto, E. (1996) *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Guna Widya.
- Octarisya, M. (2009) *Tinjauan Faktor Risiko Ergonomi Terhadap Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Aktivitas Manual Handling di Departemen Operasional HLP A Station PT.REPEX*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Oborne, D.J. (1982) *Ergonomics At Work*. Chichester: John Wiley & Sons LTD.
- OSHA Consultation Service (1999) *Easy Ergonomics: a Practical Approach for improving the Workplace*. California Departement of Industrial Relations.
- Purnawati, S. (2002) Keluhan Musculoskeletal Karyawan pada CV.Ds di Desa Mas. *Jurnal Ergonomi Indonesia*,3(1): 41-47.
- Punnett, L. & Wegman, D.H. (2004) Work-Related Musculoskeletal Disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14: 13-23.
- Rachmawati, M.R., Samara, D., Tjhin, P. & Wartono, M. (2006) Nyeri Muskuloskeletal & Hubungannya dengan Kemampuan Fungsional Fisik pada Lanjut Usia. *Universa Medicina*, 25(4):179-185.
- Samara, D. (2007) Nyeri muskuloskeletal pada leher pekerja dengan posisi kerja yang statis. *Universa Medicina*, 26(3):137-142.
- Santoso, T.B. (2004) Pengaruh Posisi Kerja terhadap Timbulnya Nyeri Punggung pada pengrajin rotan di Desa Trangsan Kabupaten Sokoharjo. *Infokes*, 8(1): 1-15.
- Soedirman (2011) *Higiene Perusahaan*. Cetakan 1. Magelang: Justisia Teknika.
- Soleman, S.R. (2012) *Kualitas Fisik, Beban Kerja Fisik dan Keluhan Muskuloskeletal pada Pekerja di Balai Yasa Yogyakarta*. Tesis. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Suma'mur (1989) *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta: CV. Haji Mas Agung.
- Suma'mur (1995) *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: PT.Toko Gunung Agung.
- Suma'mur (1999) *Ergonomi untuk Produktivitas*. Jakarta: CV. Haji Mas Agung.
- Sunarko (2009) *Budidaya dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit dengan Sistem Kemitraan*. Jakarta: PT.Agro Media Pustaka.
- Suputra, I.G.N.B. (2003) Pemakaian Tempat Duduk dan Meja Kerja m e n g u r a n g i K e l u h a n

- Muskuloskeletal dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Pemahat Roster Batu Padas Palimanan di Perusahaan Mahkota Bali. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 4(2): 50- 56.
- Surata, I.W. (2001) Penggunaan Roda Tanggan berhendel pada Alat Pres Parutan Kelapa mengurangi Keluhan Sistem Muskuloskeletal dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Pembuat Minyak Kelapa Tradisional. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 2,54-62.
- Susetyo, J., Oes,T.I. & Indonesiani, S.H. (2008) Prevalensi Keluhan Subjektif atau Kelelahan karena Sikap Kerja yang tidak Ergonomis pada Pengrajin Perak. *Jurnal Teknologi*, 1(2):141-149.
- Tarwaka, Bakri, S. & Sudiajeng, L. (2004) *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan kerja dan Produktifitas*. Surakarta: UNIBAPRESS.

# MONITORING AIR MINUM DI PDAM TIRTA HANDAYANI KABUPATEN GUNUNGKIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Rinisih Winarti<sup>1</sup>, Nur Basuki<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit

---

## INTISARI

Telah dilakukan kajian pemantauan kualitas air minum PDAM Tirta Panguripan Kabupaten Gunungkidul, yang dilakukan pada bulan Pebruari-Maret 2012. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kualitas air PDAM di Kabupaten Gunungkidul, terutama kualitas air secara fisik, kimia dan bakteriologi melalui kegiatan inspeksi sanitasi dan observasi lapangan.

Kajian ini merupakan kajian survei, dengan desain *cross sectional*, yang diharapkan dapat memotret kualitas air baku yang digunakan serta air minum hasil produksi PDAM Kabupaten Gunungkidul. Unit produksi yang dipantau meliputi unit produksi yang menggunakan air baku Sebatang, Sekopek, Tlahap, Tlogomili dan Pageruyung. Baku mutu mengacu pada Permenkes 416/Per/IX/1990 tentang Syarat Air Bersih dan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan air minum.

Diperoleh gambaran umum kualitas air baku yang digunakan telah memenuhi baku mutu sesuai Permenkes 416/Per/IX/1990 sehingga layak digunakan sebagai sumber air baku. Kualitas air baku dan air produksi, masih belum memenuhi syarat fisik dan bakteriologi, seperti yang disyaratkan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010.

Kesimpulan yang didapat dari hasil kajian ini, (1). Kualitas air baku dan air produksi setelah masuk jaringan distribusi, secara fisik telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, namun secara kimia dan bakteriologi belum memenuhi baku mutu, terutama parameter fluorida, sisa khlor, koliform dan koli tinja, (2). Kualitas air baku dan air produksi di jaringan perpipaan, tidak terdistribusi secara merata, terdapat beberapa parameter yang mengalami perubahan jumlah dan konsentrasi, antara lain kekeruhan, fluorida, amonia, nitrit, zat organik, koliform dan koli tinja. Sebagai saran dan masukan kepada PDAM Kabupaten Gunungkidul, perlu dilakukan pemantauan kualitas air baku secara periodik, perlu pemantauan terhadap kualitas air baku dan air produksi sebelum masuk jaringan distribusi, di dalam jaringan distribusi, di dalam reservoir dan titik sambungan ataupun percabangan dengan unit produksi lain, agar kualitas air baku dan air minum tetap terpantau dari waktu ke waktu.

**Kata kunci:** Pemantauan, kualitas, air minum, PDAM, Gunungkidul

---

## PENDAHULUAN

Air sebagai komponen lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan (Azwar, 1990). Penyakit yang ditularkan melalui air yang tidak saniter disebut sebagai *water borne disease* diantaranya adalah diare, penyakit kulit, dan konjungtivitis (Djohari, 1998; Forrest, 1997). Akibat penggunaan air minum yang tidak memenuhi syarat kesehatan, tiap tahun diperkirakan lebih dari 3,5 juta anak di bawah usia tiga tahun terserang penyakit saluran pencernaan dan diare dengan jumlah kematian 3% atau 105.000 jiwa. Adanya senyawa kimia berbahaya yang terlarut dalam air dapat berakibat fatal jika kadarnya sangat berlebih atau bila hanya sedikit berlebih pada penggunaan jangka panjang mungkin tertimbun dan menimbulkan efek merugikan kesehatan.

Pemenuhan kebutuhan air bersih saat ini sudah mulai berkurang, karena penurunan kualitas maupun kuantitas air di lingkungan. Penurunan kualitas air dapat disebabkan karena pencemaran air. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran air menjadi masalah yang besar. Dampak langsung dari pencemaran air adalah terjadi degradasi air di mana-mana, baik itu di air tanah, air sungai, maupun air laut (Achmad, 2004).

Penyediaan air yang memenuhi syarat-syarat kesehatan memegang peranan penting dalam menurunkan angka kejadian berbagai jenis-jenis penyakit yang ditularkan melalui air atau terkait dengan air. Menurut laporan komisi WHO mengenai kesehatan dan lingkungan, ada tiga hal yang berkaitan dengan air dan

kesehatan. Pertama, adalah keterbatasan yang dihadapi oleh Negara-negara miskin air dan dampaknya terhadap kegiatan manusia. Kedua, adalah pemeliharaan mutu air dalam menghadapi permintaan yang semakin bertambah. Ketiga, menyangkut hubungan langsung antara kesehatan dan air, khususnya kepada penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh air dengan jumlah dan mutu yang kurang memenuhi syarat-syarat kesehatan.

Pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada. Di daerah perkotaan, sistem penyediaan air bersih dilakukan dengan sistem perpipaan dan non perpipaan. Sistem perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sistem non perpipaan dikelola oleh masyarakat baik secara individu maupun kelompok. Kehadiran PDAM dimungkinkan melalui Undang-undang No. 5 tahun 1962 sebagai kesatuan usaha milik Pemda yang memberikan jasa pelayanan dan menyelenggarakan kemanfaatan umum di bidang air minum. PDAM dibutuhkan masyarakat perkotaan untuk mencukupi kebutuhan air bersih yang layak dikonsumsi. Secara nasional, sampai tahun 2010, tingkat pelayanan produksi air PDAM diperkirakan mampu melayani 56,6 juta jiwa, berdasarkan kriteria pelayanan untuk 4.748.000 unit sambungan rumah dan 85.700 unit hidran umum yang berhasil dibangun sampai saat ini.

Kabupaten Gunungkidul adalah salah satu kabupaten yang ada di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan Ibukotanya Wonosari. Luas wilayah Kabupaten Gunungkidul 1.485,36 km<sup>2</sup> atau sekitar 46,63 % dari luas wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kota Wonosari terletak di sebelah tenggara

kota Yogyakarta (Ibukota Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta), dengan jarak  $\pm$  39 km. Wilayah Kabupaten Gunungkidul dibagi menjadi 18 Kecamatan dan 144 desa. Secara geografis, kabupaten Gunungkidul terletak diantara:  $110^{\circ}21'$  sampai  $110^{\circ}50'$  bujur Timur  $7^{\circ}46'$  sampai  $8^{\circ}09'$  lintang Selatan. Secara administratif, Kabupaten Gunungkidul berbatasan dengan : 1). sebelah Barat : Kabupaten Bantul dan Sleman. 2). sebelah Utara: Kabupaten Klaten dan Sukoharjo (Propinsi Jawa Tengah). 3). sebelah Timur : Kabupaten Wonogiri (Propinsi Jawa Tengah), dan 4). sebelah Selatan : Samudera Hindia.

Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul, (2010), jumlah penduduk di Kabupaten Gunungkidul hingga tahun 2010 tercatat sebanyak 685.210 jiwa, tinggal di 18 kecamatan dan 144 desa atau kelurahan. Tingkat kepadatan penduduk di Kabupaten Gunungkidul sebesar  $461$  jiwa/km<sup>2</sup>.

Menurut profil kesehatan kabupaten Gunungkidul (2010), akses masyarakat terhadap air bersih terjadi kenaikan sebesar 4,47% dari 40% di tahun 2008 menjadi 54,87% di tahun 2009. Sebanyak 57,44% rumah tangga telah tercatat sebagai rumah tangga yang mempunyai akses terhadap air bersih. Jumlah rumah tangga yang menggunakan air bersih dari sarana perpipaan (PDAM) sebanyak 34,44%, yang menggunakan sumur pompa tangan sebanyak 1,6%, sumur gali 8,1%, dan sumber lainnya sebanyak 54,5%.

Masalah pokok yang dihadapi oleh PDAM secara umum, adalah kelemahan pada perencanaan penyediaan, kelemahan teknis, dan kelemahan manajerial. Perencanaan pelayanan sampai saat ini diakui masih sangat berorientasi pasokan (supply), sehingga sering terjadi

kesenjangan antara kebutuhan masyarakat dan pasokan air minum. Masalah klasik yang banyak dihadapi oleh PDAM adalah rendahnya kualitas air produksi yang dihasilkan, disamping kurangnya pengawasan kualitas sumber air bersih yang digunakan sebagai sumber air baku.

Rendahnya kualitas sumber air bersih yang digunakan, akibat dari penurunan kualitas air permukaan yang disebabkan oleh masuk atau dimasukkannya bahan pencemar ke dalam sumber air bersih. Peran aktifitas manusia dalam posisinya sebagai elemen ekologi lingkungan, sangat berpengaruh terhadap munculnya bahan pencemar di sumber-sumber air bersih yang digunakan sebagai sumber air baku bagi PDAM. Hadirnya bahan pencemar sekecil apapun di dalam sumber air minum, tentu mempunyai efek yang spesifik terhadap kesehatan. Beberapa parameter kimia, dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh sebagai sumber asupan mineral yang berfungsi untuk pertumbuhan jaringan tubuh, misalnya fluorida, kalsium, magnesium, besi, natrium, kalium dan sebagainya. Dalam jumlah yang berlebihan, keberadaan beberapa parameter kimia dalam air minum juga berdampak bagi kesehatan. Berkaitan dengan hal ini, baku mutu air telah mensyaratkan jumlah dan konsentrasi parameter kimia, melalui studi toksikologi bertahun-tahun untuk menetapkan nilai ambang batas parameter kimia yang bersangkutan.

Dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan pengawasan kualitas air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat, sehingga masyarakat terhindar dari gangguan kesehatan yang tidak diinginkan. Standar kualitas air minum di Indonesia telah ditetapkan melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor

907/KepMenkes/Per/IX/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dan diperbaharui dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 267/Men.Kes/SK/III/2004 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Bidang Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Lingkungan, Bidang ADKL BBTCL PP Yogyakarta membentuk tim kajian untuk melakukan pemantauan kualitas air minum hasil pengolahan PDAM, melalui identifikasi terhadap kualitas sumber air baku yang digunakan, kualitas produk yang dihasilkan meliputi kualitas air di titik distribusi terdekat, tengah dan terjauh. Dengan kegiatan ini, diharapkan dapat diperoleh data kualitas air minum yang terpantau di beberapa titik, untuk dapat dilakukan analisis risiko terhadap parameter yang mempunyai kecenderungan menyimpang dari baku mutu, sehingga dengan kegiatan pemantauan ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan kualitas air PDAM di Kabupaten Gunungkidul.

## **METODE KAJIAN**

### **Jenis Kajian**

Jenis kajian yang digunakan dalam kajian ini adalah kajian survei dengan pendekatan *cross sectional*. Data berasal dari dokumen, laporan, hasil pemeriksaan laboratorium dan pengamatan langsung di lokasi kajian.

### **Sumber Data**

#### **1. Lokasi Kajian**

Kajian dilaksanakan di Kabupaten

Gunungkidul, Propinsi DI Yogyakarta.

#### **2. Populasi Kajian**

Subyek dalam kajian ini adalah perangkat produksi air minum PDAM meliputi sumber air baku, air minum hasil produksi pada titik distribusi terdekat, tengah dan terjauh serta komunitas pelanggan air PDAM.

#### **3. Jenis dan Jumlah Sampel**

Contoh uji yang diambil pada kajian ini adalah air PDAM yang diuji sebagai air minum. Adapun air PDAM yang diambil pada kajian ini sejumlah 30 contoh uji dari 4 cabang yang ada di PDAM Kabupaten Gunungkidul, antara lain air PDAM sebelum pengolahan, air PDAM setelah pengolahan, dan air PDAM yang telah didistribusikan ke pelanggan.

## **HASIL**

### **1. Kualitas air baku PDAM Kabupaten Gunungkidul**

Kajian monitoring Air Minum PDAM Kabupaten Gunungkidul mencakup kegiatan inspeksi sanitasi di sumber air baku dengan checklist inspeksi mengacu pada Permenkes RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Inspeksi sanitasi bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kualitas air secara fisik dan tingkat risiko pencemaran dari sumber air tersebut.

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 Gunungkidul dapat dilihat pada tabel berikut:

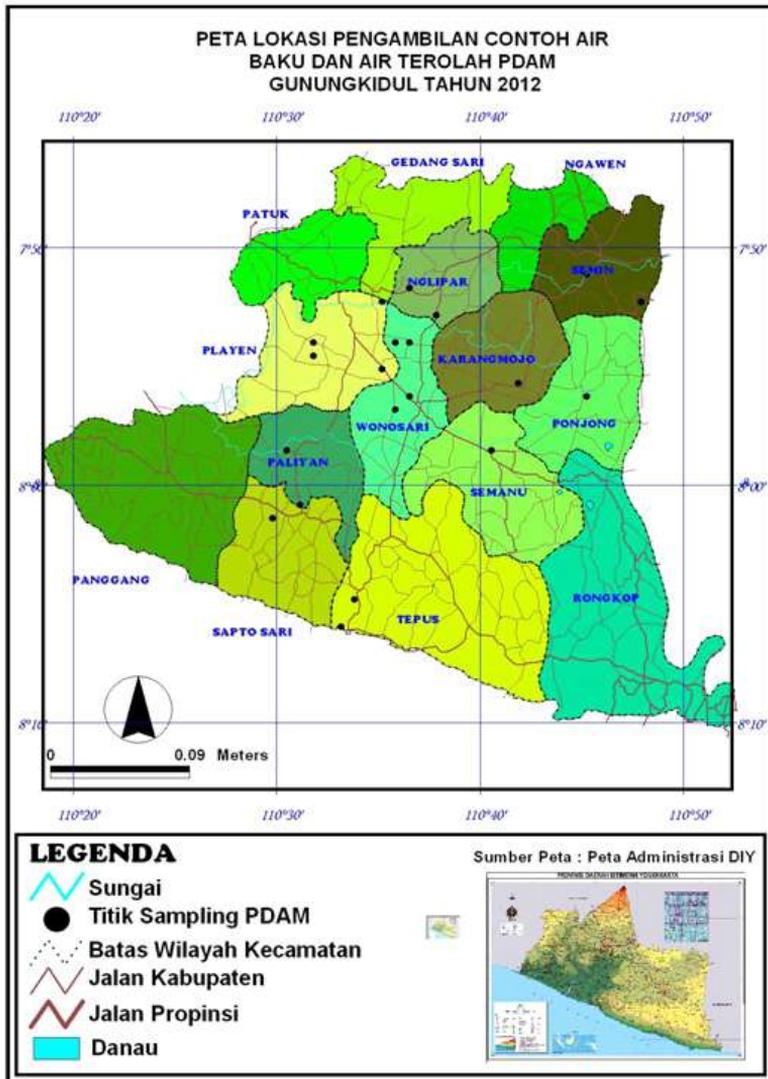
Tabel 1. Hasil inspeksi sanitasi sumber air PDAM Kabupaten Gunungkidul

No	Sumber	Cabang PDAM	Hasil Inspeksi sanitasi	
			kualitas fisik air	Tingkat risiko pencemaran
1	Air Sungai Sinaga	Baron	Baik	Rendah
2	ASD Punthuk Wetan	Playen	Baik	Rendah
3	Mata Air Ngembel	Nglipar	Baik	Rendah
4	Mata Air	Wonosari	Baik	Rendah
5	Air Dalam	Ponjong	Baik	Rendah
6	Air Dalam	Semanu	Baik	Rendah

Tingkat risiko pencemaran di empat unit produksi PDAM Tirta Handayani tercatat dalam kondisi baik, dengan tingkat risiko pencemaran rendah, sedangkan satu unit produksi, namun untuk melihat lebih lanjut kualitas air baku dan air terolah secara kimia dan bakteriologi, dilakukan pengambilan dan pemeriksaan contoh seperti pada uraian berikut.

## 2. Hasil Pemantauan Kualitas Air Baku dan Produk PDAM Tirta Handayani

Pemantauan kualitas air yang dilakukan meliputi kualitas air baku dan produk air minum yang diolah di masing-masing cabang produksi, antara lain : Unit produksi Baron, Playen, Nglipar, Wonosari, Ponjong dan Unit produksi Semanu.



Gambar 1. Lokasi Pemantauan di Unit Produksi PDAM Kabupaten Gunungkidul.

a. Kualitas air Baku dan Air Produksi di unit Baron

Kualitas air baku di unit produksi Baron, semua parameter telah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih, parameter fisika telah memenuhi baku mutu.

Parameter kimia yang tidak memenuhi baku mutu adalah parameter sisa klor. Parameter bakteriologi juga tidak memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, khususnya parameter total koliform dan fecal coli, semua contoh yang diambil di

jaringan distribusi tidak memenuhi baku mutu.

b. Kualitas air Baku dan Air Produksi di unit Playen.

Kualitas air baku di unit produksi Playen, semua parameter telah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih. Kualitas air produksi di unit Playen, semua parameter fisika telah memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kecuali parameter sisa khlor. Parameter bakteriologi ditemukan jumlah coliform yang melebihi baku mutu pada titik pengambilan contoh terdekat, dengan jumlah coliform tercatat sebesar 7,8 /100 ml contoh, sedangkan di titik distribusi terjauh jumlah koliform sudah memenuhi baku mutu. Parameter Fecal coli tidak ditemukan di contoh air di jaringan distribusi terdekat dan terjauh.

c. Kualitas air Baku dan Air Produksi di unit Nglipar

Kualitas air baku di unit produksi Nglipar, semua parameter fisika dan kimia telah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih. Kualitas air produksi di unit Nglipar, semua parameter fisika telah memenuhi baku mutu. Parameter kimia juga telah memenuhi baku mutu, kecuali parameter besi dan sisa khlor. Secara bakteriologi, ditemukan jumlah coliform yang melebihi baku mutu pada titik pengambilan contoh terdekat, dan contoh yang diambil pada titik tengah jaringan distribusi. Jumlah coliform tercatat masing-masing sebesar 14 dan 9,2 /100 ml contoh. Parameter Fecal coli, ditemukan angka kuman sebesar 7,8 /100

ml di titik distribusi terdekat, dan 4 /100 ml di titik distribusi tengah.

Jumlah coliform dan Fecal coli yang ada di air terolah di unit produksi Nglipar, menunjukkan rendahnya efektifitas khlorinasi, sebagaimana ditunjukkan pada tabel di atas., sisa khlor kurang dari 0,2 ppm. Berkaitan dengan hal ini, dapat dikaitkan bahwa keberadaan jumlah coliform dan Fecal Coli yang ditemukan disebabkan oleh proses khlorinasi yang kurang efektif.

d. Kualitas air Baku dan Air Produksi di unit Wonosari

Kualitas air baku di unit produksi Wonosari, semua parameter telah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih. Kualitas air produksi di unit produksi Wonosari, semua parameter fisika, kimia dan bakteriologi juga telah memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

e. Kualitas air Baku dan Air Produksi di unit Ponjong

Kualitas air baku di unit produksi Ponjong, semua parameter telah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih. Kualitas air produksi di unit produksi Ponjong, semua parameter fisika, kimia dan bakteriologi juga telah memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

f. Kualitas air Baku dan Air Produksi di unit Semanu

Kualitas air baku di unit produksi Semanu, mewakili kelompok unit

produksi wilayah tengah, semua parameter telah memenuhi baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih. Data pemantauan kualitas air baku pada Maret 2011 menunjukkan bahwa tidak terdapat parameter yang melebihi baku mutu. Kualitas air produksi di unit Semanu, semua parameter fisika, kimia dan bakteriologi juga telah memenuhi baku

mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Tetapi, dari parameter bakteriologi ditemukan jumlah coliform yang melebihi baku mutu pada titik pengambilan contoh terdekat, dan contoh yang diambil pada titik terjauh. Jumlah coliform tercatat berada di titik distribusi terdekat 1, titik distribusi tengah 1,2 dan titik distribusi terjauh 1,2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Parameter Fisik, Kimia dan Bakteriologi di PDAM Kabupaten Gunung Kidul

Unit Produksi	KUALITAS AIR MINUM PDAM (JALUR DISTRIBUSI)								
	KUALITAS MIKROBIOLOGI			KUALITAS FISIK			KUALITAS KIMIA		
	JML SAMPEL	MS	% MS	JML SAMPEL	MS	% MS	JML SAMPEL	MS	% MS
Baron	5	0	0,00	5	3	60,00	5	3	60,00
Playen	3	0	0,00	3	3	100,00	3	3	100,00
Nglipar	2	1	50,00	2	2	100,00	2	2	100,00
Wonosari	5	3	60,00	5	4	80,00	5	3	60,00
Ponjong	4	0	0,00	4	3	75,00	4	3	75,00
Semanu	4	0	0,00	4	3	75,00	4	3	75,00
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>78</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>73,9</b>

Rekapitulasi parameter fisika, kimia dan bakteriologi di jaringan distribusi PDAM Gunungkidul adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Jumlah Contoh Air Terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul yang tidak memenuhi Baku Mutu Parameter Fisik, Kimia dan Bakteriologi

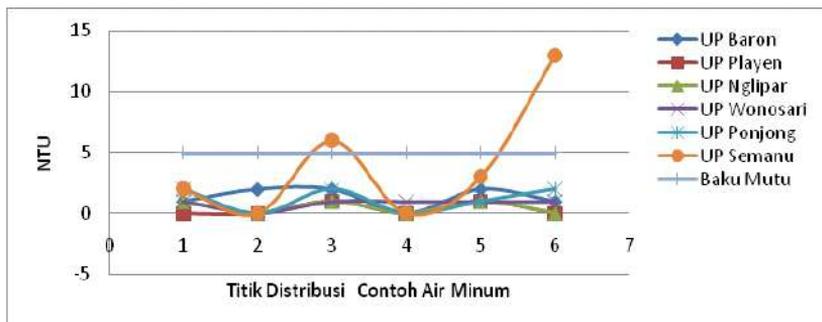
Unit Produksi	KUALITAS AIR MINUM/ PDAM (JALUR DISTRIBUSI)											
	KUALITAS MIKROBIOLOGI				KUALITAS FISIK				KUALITAS KIMIA			
	JML SAMPEL	TMS	PAR	% TMS	JML SAMPEL	TMS	PAR	% TMS	JML SAMPEL	TMS	PAR	% TMS
Baron	5	5		100	5	2		40	5			
		5	CT	100		2	bau	40		2	Besi	40
		5	E Coli	100						5	sisa klor	100
Nglipar	3	3		100	3	0		0	3			
		3	CT	100						3	sisa klor	100
		3	CF	100								
Playen	2	1		50	2	0		0	2			
		1	CT	50		0		0		2	sisa klor	100
Wonosari	5	4			5	1		0	5			
		2	CT			1	Bau	20		2	Besi	40
		2	E Coli							5	sisa klor	100
Ponjong	4	4		100	4	1		25	4	1		25
		4	CT	100		1	Bau	25		1	Besi	25
		4	E Coli	100						4	sisa klor	100
Semanu	4	4		100	4	1	Kekeruhan	25	4			
		4	CT			1	Kekeruhan	25		1	Besi	25
		4	E.Coli							4	sisa klor	100
<b>TOTAL</b>	23	19	CT	83,00	23	4	Bau	17,00	23	6	Besi	26,09
		18	E.Coli	73,00		3	Kekeruhan	8,70		23	sisa klor	100

Kualitas air baku dan air produksi yang terindikasi tidak memenuhi baku mutu di masing-masing unit produksi, diuraikan berdasarkan parameter sebagai berikut:

a. Kekeruhan

Angka kekeruhan yang tidak memenuhi baku mutu ditemukan di air produksi, unit Semanu. Konsentrasi kekeruhan pada air minum yang dihasilkan oleh PDAM Kabupaten Gunungkidul di beberapa unit produksi seperti terlihat pada gambar berikut:

Gambar 2. Trend Konsentrasi Kekeruhan di Air Terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul berdasarkan jarak distribusi



Keterangan

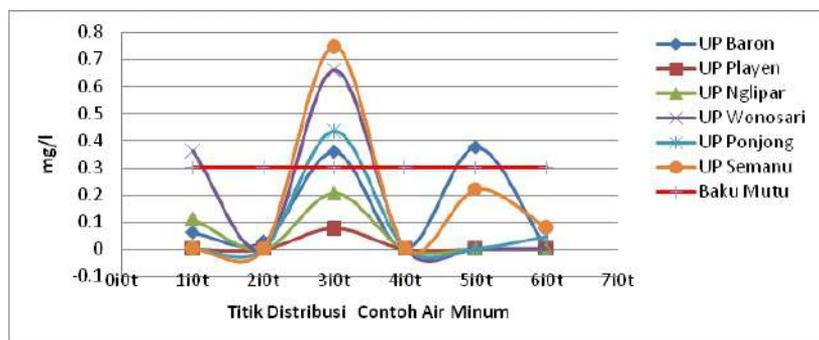
- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 : distribusi terdekat1 | 2 : distribusi terdekat2 |
| 3 : distribusi tengah 1  | 4 : distribusi tengah 2  |
| 5 : distribusi terjauh 1 | 6 : distribusi terjauh 2 |

Seperti terlihat pada gambar di atas, konsentrasi kekeruhan air PDAM terolah di masing-masing unit produksi telah memenuhi baku mutu, kecuali di unit produksi Semanu yang bersumber pada air bawah tanah. Konsentrasi kekeruhan terkecil diketahui sebesar 1 skala NTU dan terbesar (13 NTU) di unit produksi Semanu. Jumlah air terolah yang tidak memenuhi baku mutu kekeruhan sebanyak 2 contoh (8,70%), seperti terlihat pada gambar berikut:

b. Besi

Konsentrasi parameter besi di air terolah di masing-masing unit produksi, seperti pada gambar berikut:

Gambar 3. Trend Konsentrasi Besi di Air Terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul berdasarkan jarak distribusi



Keterangan

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 : distribusi terdekat1 | 2 : distribusi terdekat2 |
| 3 : distribusi tengah 1  | 4 : distribusi tengah 2  |
| 5 : distribusi terjauh 1 | 6 : distribusi terjauh 2 |

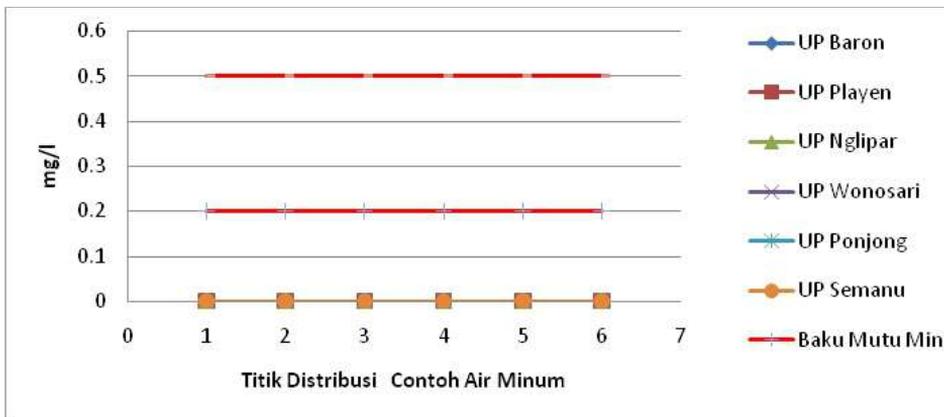
Konsentrasi besi yang melebihi baku mutu, ditemukan di unit produksi (UP)Baron, UP Ponjong, UP Wonosari dan UP Semanu. Konsentrasi besi terbesar (0,747 mg/l) di unit produksi Semanu. Tingginya konsentrasi besi di air produksi disebabkan karena lima unit produksi tersebut menggunakan air bawah tanah sebagai sumber air baku. Persentase air terolah PDAM Gunungkidul yang tidak memenuhi baku mutu parameter besi sebesar 26,09%, dengan lokasi

pengambilan seperti terlihat pada gambar berikut :

c. Sisa khlor

Parameter sisa khlor merupakan gambaran efektifitas desinfeksi yang dilakukan oleh unit pengolahan. Baku mutu mensyaratkan sisa khlor terendah sebesar 0,2, dan tertinggi sebesar 0,5. Sisa khlor pada air minum yang dihasilkan oleh PDAM Kabupaten Gunungkidul di beberapa unit produksi seperti terlihat pada gambar berikut:

Gambar 4. Trend Konsentrasi Sisa Chlor di Air Terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul berdasarkan jarak distribusi



Keterangan

- 1 : distribusi terdekat 1      2 : distribusi terdekat 2
- 3 : distribusi tengah 1      4 : distribusi tengah 2
- 5 : distribusi terjauh 1      6 : distribusi terjauh 2

Seperti terlihat pada gambar di atas, sisa khlor di air minum yang ada di masing-masing unit produksi di semua jaringan distribusi **tidak** ada yang memenuhi baku mutu, artinya efektifitas proses desinfeksi belum memenuhi persyaratan. Hal ini disebabkan karena Instalasi Pengolah Air (IPA) di masing-masing unit produksi tidak dilengkapi dengan unit desinfeksi, ataupun kalau di

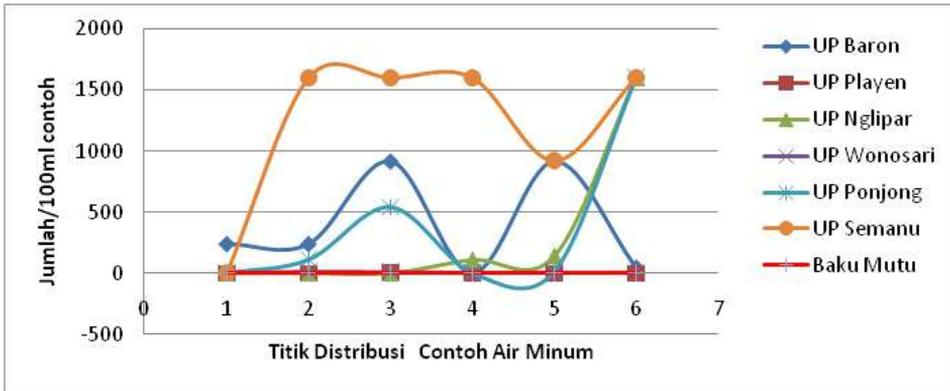
unit produksi sudah tersedia unit desinfeksi, tidak dilakukan dengan baik. Hal ini cukup riskan bagi produksi air minum, terlebih bagi PDAM. Akibat dari tidak terpenuhinya sisa khlor di jaringan distribusi adalah tingginya jumlah kuman yang ada di jaringan distribusi. Sebaran air minum PDAM yang tidak memenuhi baku mutu parameter sisa khlor, tampak pada gambar berikut:

d. Total Coliform

Coliform mewakili parameter biologi yang sangat penting untuk diketahui bagi PDAM. Sumber air bawah tanah dan air sumur dalam, kebanyakan belum terkontaminasi oleh pencemar bakteriologis. Dalam hal ini, indikator pencemar bakteriologi sudah ditemukan di

air baku yang digunakan PDAM Tirta Handayani. Selanjutnya, oleh karena rendahnya efektifitas desinfeksi atau tidak adanya proses desinfeksi di semua unit produksi, maka di semua jaringan distribusi ditemukan keberadaan coliform dan fecal coli, seperti terlihat pada gambar berikut:

Gambar 5. Trend Jumlah Total Coliform di Air Terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul berdasarkan jarak distribusi



Keterangan

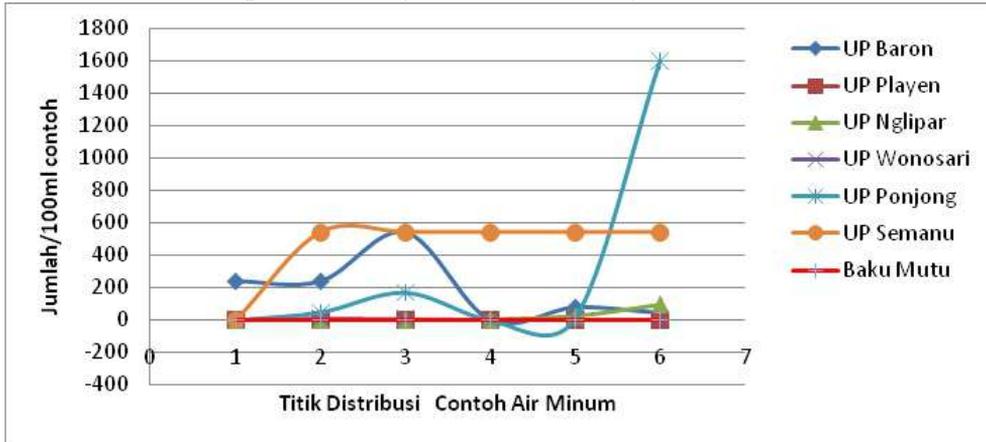
- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 : distribusi terdekat1 | 2 : distribusi terdekat2 |
| 3 : distribusi tengah 1  | 4 : distribusi tengah 2  |
| 5 : distribusi terjauh 1 | 6 : distribusi terjauh 2 |

Jumlah coliform di air minum di masing-masing unit produksi belum memenuhi baku mutu. Rerata jumlah kolitinja: 394/100 ml (UP Baron) 1,3/100 ml (UP Playen), 308/100 ml (UP Nglipar), 3,9/100 ml (UP Wonosari), 377/100ml di UP Ponjong dan 1220/100 ml (UP Semanu). Jumlah kolitinja minimal diketahui terbanyak (>1600/100 ml) berada di UP Semanu, Ponjong dan Nglipar.

e. Fecal Coli

Jumlah fecal coli di jaringan distribusi, mempunyai kecenderungan jumlah yang hampir sama dengan jumlah total Coliform. Jumlah fecal coli di air terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul di beberapa unit produksi seperti terlihat pada gambar berikut:

Gambar 6. Trend Jumlah Fecal di Air Terolah PDAM Kabupaten Gunungkidul berdasarkan jarak distribusi



Keterangan

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 : distribusi terdekat 1 | 2 : distribusi terdekat 2 |
| 3 : distribusi tengah 1   | 4 : distribusi tengah 2   |
| 5 : distribusi terjauh 1  | 6 : distribusi terjauh 2  |

Keberadaan coliform dan fecal coli di air terolah, diakibatkan karena rendahnya efektifitas desinfeksi atau tidak dilakukannya desinfeksi di unit pengolahan air baku (IPA), terbukti bahwa tidak ditemukan sisa khlor di semua jaringan distribusi di enam unit produksi yang terpilih sebagai obyek kajian. Dalam hal rendahnya efektifitas khlorinasi, hal itu berhubungan dengan jumlah koliform yang ada di jaringan distribusi. Persentase air terolah yang tidak memenuhi baku mutu parameter fecal coli sebesar 82,61, tersebar di enam unit produksi.

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air bersih dan air minum yang dilakukan, diperoleh data kualitas air bersih dan air minum yang dapat diuraikan seperti beberapa hal berikut ini:

1. Kualitas air baku, di semua unit produksi telah memenuhi syarat kualitas air bersih, berdasarkan Permenkes 416/Per/IX/1990 tentang

kualitas air bersih

2. Frekwensi pemantauan kualitas air bersih di beberapa sumber tidak terdata dan tidak terdokumentasi secara baik, besar kemungkinan air bersih di beberapa sumber tidak terpantau secara periodik. Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum mensyaratkan frekwensi pemantauan kualitas air bersih minimal dilakukan dua kali setahun.
3. Kualitas fisik air produksi PDAM Kabupaten Gunungkidul secara keseluruhan telah memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kecuali parameter kekeruhan, ditemukan dua contoh tidak memenuhi baku mutu, sehingga secara fisik air PDAM

Kabupaten Gunungkidul belum layak dikonsumsi secara langsung dari pipa distribusi.

4. Kualitas kimia air produksi PDAM Kabupaten Gunungkidul, belum semua parameter memenuhi baku mutu. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, diketahui air produksi mengandung logam besi dengan konsentrasi melebihi baku mutu (21,74% tidak memenuhi baku mutu). Parameter lain yang tidak memenuhi baku mutu adalah parameter sisa khlor. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, konsentrasi minimal sisa khlor adalah 0,2 ppm, di titik distribusi terjauh. Hasil pemantauan konsentrasi sisa khlor di semua titik distribusi di semua unit produksi menunjukkan data bahwa semua air produksi mengandung sisa khlor dalam konsentrasi di bawah konsentrasi yang disyaratkan. Konsentrasi sisa khlor yang tidak memenuhi baku mutu berakibat munculnya angka kuman dan menunjukkan efektifitas unit desinfeksi yang kurang baik.
5. Kualitas air produksi PDAM Kabupaten Gunungkidul secara bakteriologi, belum semua parameter yang disyaratkan memenuhi baku mutu. Menurut Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, jumlah kuman pada air yang akan masuk ke jaringan distribusi ataupun air yang berada di jaringan distribusi disyaratkan 0 /100 ml contoh. disemua jaringan distribusi ditemukan coliform dan fecal coli, sehingga secara bakteriologis, air

produksi yang berada di jaringan distribusi, harus dilakukan pengolahan lanjutan untuk dapat dikonsumsi sebagai air minum.

6. Kualitas air produksi di beberapa titik distribusi, tidak tersebar secara merata, beberapa parameter yang diketahui terjadi fluktuasi konsentrasi di dalam jaringan distribusi adalah kekeruhan, besi, amonia, nitrit dan zat organik. Hal ini perlu dikaji secara lebih cermat untuk mendapatkan sumber penyebab dan cara perbaikan.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil inspeksi sanitasi, empat sumber air bersih di enam unit produksi PDAM Tirta Handayani dalam kategori sanitasi yang baik dengan tingkat risiko pencemaran kategori rendah (67%), sedang 17% dan tinggi 17%.
2. Kualitas air baku yang terpantau di enam unit produksi sudah memenuhi baku mutu sesuai syarat fisika, kimia dan bakteriologi seperti yang disyaratkan oleh Permenkes 416/Per/IX/1990, sehingga layak untuk digunakan sebagai sumber air baku.
3. Kualitas air produksi setelah masuk jaringan distribusi, menurut baku mutu sesuai dengan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, secara fisik belum memenuhi syarat (7,09%), secara kimia tidak memenuhi syarat (26,08% parameter besi dan 100% untuk sisa khlor), secara bakteriologi belum memenuhi baku mutu, terutama parameter koliform (83% tidak memenuhi syarat) , fecal coli (78% tidak memenuhi syarat)

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Rukaesih, 2004, *Kimia Lingkungan*, Andi:Yogyakarta
- Alaerts G. , Santika,S.S., 1984, *Metoda Penelitian Air, Usaha Nasional*, Surabaya, Indonesia
- Al – Layla,1980, *Water Supply Engineering Design*, Ann Arbor Science.
- Anonim, 2010, *Manajemen Risiko Lingkungan* , tersedia dalam [www.scribd.com/doc/51132548/3/Konstruksi](http://www.scribd.com/doc/51132548/3/Konstruksi), diunduh pada 5/11/2011 11:40:28 AM
- Azwar, A. 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Badan POM. 2001. *Prinsip-prinsip Analisis Risiko*. Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. Jakarta
- BPKP, 2012, *Profil Kabupaten Gunung Kidul*, Artikel, Internet, tersedia di <http://www.bpkp.go.id/diy/konten/835/Profil-Kabupaten-Gunungkidul> [diunduh pada 12 Juli 2012]
- Culp R.L.,Wesner G.M.,Culp G.L ,198, *Handbook of Advanced Waste Water Treatment*, fourth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York
- Damanhuri, Enri, 1989, *Pendekatan Sistem Dalam Pengendalian dan Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum*, Bandung, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITB.
- Djohari. 1998. *Peran Air Bersih Dalam Penanggulangan Diare Pada Masyarakat*. *Majalah Kedokteran Indonesia*, Vol. XI :213.
- DepKes RI, 1990, *Kep MenKes RI No.416/Men.Kes/Per/XI/1990 tentang Daftar Persyaratan Air Bersih*
- DepKes RI, 2010, *Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*
- DepKes RI, 2002, *Permenkes 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan*
- Depkes RI, 2001, *Kepmenkes RI No876/Menkes/SK/VIII/2001, tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan*, Depkes RI
- Dinas Kesehatan Kabupaten Gunungkidul, 2009, *Profil Kesehatan Kabupaten Gunungkidul*, DKK Gunungkidul
- Ibnu, Heriyanti,1997, *Rekayasa Lingkungan*, Jakarta, Universitas Gunadarma
- IRIS, 2011, *A-Z substance List for RfD*, tersedia dalam [http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.howSubstanceList&list\\_type=alpha&view](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.howSubstanceList&list_type=alpha&view), diunduh pada 5/12/2011 1:08:47 AM
- JICA,1978, *Design Criteria For Waterworks and Facilities*, Japan Water Works Assosiation.
- Kanth Rao, Kamala, 1999, *Environmental Engineering : Water Supply sanitary Engineering and Pollution*, McGraw Hill publishing Company Ltd
- Kodoatie, Robert, 2001, *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- Kodoatie, Robert, 2003, *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*, Yogyakarta, Pustaka Pelajar.
- Lewis A. Rossman, 2000, *Epanet 2 User Manual*, National Risk Management

- Laboratory U.S Environmental Protection Agency
- LaGrega, Michael D, Buckingham, Phillip L, Evans, Jeffrey C, 2001, *Hazardous Waste Management : Environmental Resources Management*, Mc Graw Hill Int
- Mays, Larry, *Urban Water Supply Handbook*, New Delhi India, McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Modul Pelatihan “Water Quality Analysis”, *Gambaran Umum Pengolahan Air* N. Trifunovic, 1999, *Water Transport & Distribution*, NederlandI, IHE-Delft.
- Mukono, 2000, Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan, Airlangga University, Surabaya
- Notoatmodjo S, 1998, Metodologi Penelitian Kesehatan, Edisi Revisi, Rineka Cipta Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, tentang Persyaratan kualitas air minum
- Peavy, Howard.1985, *Environmental Engineering*, New Delhi, McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Pemkab Gunungkidul,2012, Profil Kabupaten Gunung Kidul , Artikel, Internet , tersedia di [http://www.gunungkidulkab.go.id/pustaka/profil\\_2010.pdf](http://www.gunungkidulkab.go.id/pustaka/profil_2010.pdf), [diunduh pada 13 Juli 2012]
- Rahayu, W. P., Harsi, D. K., dan Roy A. S. 2004. *Prinsip-Prinsip Analisis Risiko*. Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan, Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. Jakarta. ISBN 979-3446-34-X.
- Rahman,A.,2005, *Prinsip-Prinsip Dasar, Metode, Teknik dan Prosedur Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*, Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri, FKMUI, Depok
- RAIS, 2012, Media Concentration, Resident Exposure to TapWater, Artikel, Internet , tersedia di [http://rais.ornl.gov/cgi-bin/prg/RISK\\_search](http://rais.ornl.gov/cgi-bin/prg/RISK_search) [diunduh pada 2 September 2012; 23.00]
- Reynold, Tom D, 1982, *Unit Operation & Processes in Environmental Engineering*, new Delhi India, McGraw Hill Publishing Company
- Ronny, Muntu, 2003 *Air dan Kesehatan*, Depkes RI Politeknik Kesehatan Lingkungan, Makassar
- Rukaesih A, 2004, Kimia Lingkungan, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Syahri, Alhusin, 2000, *Aplikasi Statistik Praktis dengan SPSS*, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama
- Slamet, JS. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sutrisno, C Totok, 2000. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta :Rineka Cipta.
- Suyono, 1993. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fakultas Geografi Universitas
- Tjokrokusumo, Dasar-Dasar Pengolahan Air Buangan, Yogyakarta, <http://rabiyaatuladawiah.blogspot.com/2008/01/kurangnya-ketersediaan-air-bersih.html>
- <http://uripsantoso.wordpress.com/2010/01/18/kualitas-dan-kuantitas-air-bersih-untuk-pemenuhan-kebutuhan-manusia-2/>
- Soedibyo Aries B, 2022, Profil Kabupaten Kedal, tersedia dalam , diunduh pada 10 Mei 2011 10.15
- Tjiptono, Fandi, 2003, *Prinsip-prinsip*

*Total Quality Service*, Yogyakarta,  
Beta Offset.

Triatmojo, Bambang, 1997, *Hidraulika II*,  
Yogyakarta, Beta Offset.

Wardhana, 1995, *Dampak Pencemaran  
Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta

Walsky, Thomas, M., 2006. A History of  
Water Distribution. ProQuest Science  
Journals. Pg.110