

# KARAKTERISTIK, KADAR TIMBAL (Pb) DALAM DARAH, DAN HIPERTENSI PEKERJA *HOME INDUSTRY* AKI BEKAS DI DESA TALUN KECAMATAN SUKODADI KABUPATEN LAMONGAN

## *Characteristic, Levels of lead in the blood, and hypertension of Workers Batteries Home Industry at Talun Village Sukodadi District Lamongan Regency*

Lian Dwi Fibrianti dan R. Azizah

Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga  
leean.de.ef@gmail.com

**Abstrak:** Timbal (Pb) adalah salah satu pencemar yang bisa menyebabkan hipertensi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik, kadar timbal (Pb) dalam darah dan hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas. Penelitian ini termasuk penelitian observasional deskriptif dengan menggunakan pendekatan *cross-sectional*. Data diperoleh dari wawancara, kuesioner, dan observasi. Pengukuran Pb darah menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometer dan pengukuran tekanan darah menggunakan alat tensimeter. Sampel diambil dari populasi dengan menggunakan metode total populasi sebanyak 10 orang pekerja *home industry* aki bekas. Hasil dari penelitian yaitu usia pekerja paling banyak adalah kurang dari 30 tahun sebesar 50%, pekerja paling banyak berjenis kelamin laki-laki sebesar 60%, pekerja yang mempunyai kebiasaan merokok sebesar 30%, kadar Pb dalam darah pekerja 30% di atas standar yang telah ditetapkan oleh ATSDR (1999) yaitu  $< 10 \mu\text{g/dL}$ , serta 40% pekerja mengalami hipertensi. Hasil tabulasi silang diperoleh bahwa pekerja yang mengalami hipertensi yaitu pekerja yang berusia 31–40 tahun (50%), pekerja yang mempunyai masa kerja  $\leq 5$  tahun (40%), pekerja laki-laki (66,7%), pekerja yang merokok (100%), pekerja yang tidak mempunyai riwayat hipertensi dan diabetes (40%) dan pekerja dengan kadar timbal (Pb) darah  $> 10 \mu\text{g/dL}$  (100%). Disarankan pekerja mengurangi konsumsi rokok, dan memakai alat pelindung diri seperti masker, sarung tangan dan sepatu boot pada saat bekerja untuk mengurangi paparan timbal (Pb).

**Kata kunci:** karakteristik pekerja, kadar timbal (Pb) dalam darah, hipertensi, pekerja *home industry* aki bekas

**Abstract:** Lead (Pb) is one of the pollutants that can cause hypertension. The objectives of this study were to analyze characteristic, levels of Lead (Pb) in blood and hypertension at home industry workers batteries. This research was an observational descriptive studies and used *cross-sectional* approach. Data obtained from interviews, questionnaires, and observation. Measurement of blood lead used Atomic Absorption Spectrophotometer and blood pressure measurements used a tensimeter. Samples were selected by total population of 10 workers batteries home industry. The results of the research that most workers age is less than 30 years was 50%, the worker men was 60%, workers who have a habit of smoke was 30%, Pb levels in the blood of workers 30% above the standards set by ATSDR (1999)  $< 10 \mu\text{g/dL}$ , and 40% of workers have hypertension. Cross-tabulation showed that workers who have hypertension that workers aged 31–40 years (50%), workers with employment  $\leq 5$  year period (40%), male workers (66.7%), workers who was smoke (100%), workers with no history of hypertension and diabetes (40%) and workers who have levels of lead (Pb) in the blood  $> 10 \mu\text{g/dL}$  (100%). Advise the workers to reduce cigarette consumption and wear personal protective equipment such as masks, gloves and boots while they work to reduce exposure of lead (Pb).

**Keywords:** characteristic of workers, levels of lead (Pb) in the blood, hypertension, workers home industry batteries

## PENDAHULUAN

Aki merupakan komponen yang penting pada kendaraan bermotor. Komponen utama dari aki terbuat dari logam timbal (Pb). Banyak yang dapat dimanfaatkan dari limbah aki bekas, yakni dengan mengambil sel aki bekas yang akan didaur-ulang menjadi bahan baku timah.

Wiharja (2004) menjelaskan pengolahan aki bekas telah banyak dilakukan oleh industri rumah tangga kecil tersebar di berbagai tempat,

biasanya tempat yang terpencil. Industri rumah tangga pengolahan aki bekas jarang dilakukan oleh industri skala menengah dan besar, hal ini dikarenakan usaha *home industry* aki bekas memerlukan biaya mobilisasi pengumpulan aki bekas yang besar untuk memenuhi kapasitasnya sehingga dirasakan lebih menguntungkan menerima hasil daur ulang setengah jadi industri kecil, untuk diproses lebih lanjut menjadi produk murni, karena bahan baku impor saat ini dilarang.

Industri aki bekas berpotensi menjadi penyebab pencemaran timbal (Pb). Pencemaran timbal (Pb) dapat dirasakan oleh penduduk secara langsung dan tidak langsung. Purnawan (2012) menjelaskan bahwa pencemaran dari usaha daur ulang aki bekas ini antara lain dari pencemaran yang berasal dari zat aki yang mengandung logam berat timbal (Pb), bau sulfur yang spesifik, limbah cair yang mengandung asam sulfat. Pemaparan timbal (Pb) merupakan hal yang sangat berbahaya. Menurut Deroos (1997) dalam Ardyanto (2005) pemaparan timbal (Pb) dapat berasal dari makanan, minuman, udara, lingkungan umum, dan lingkungan kerja yang tercemar timbal (Pb). Pemaparan non okupasional biasanya melalui sentuhan kulit dan tertelannya makanan dan minuman yang tercemar timbal (Pb). Pemaparan okupasional melalui saluran pernapasan dan saluran pencernaan terutama oleh timbal (Pb) karbonat dan timbal (Pb) sulfat. Menurut Palar (1994) dalam Ardyanto (2005) sebagian timbal (Pb) akan masuk kedalam jaringan lunak (sumsum tulang, sistim saraf, ginjal, hati) dan ke jaringan keras (tulang, kuku, rambut, dan gigi). Gigi dan tulang panjang mengandung timbal (Pb) yang lebih banyak dibandingkan tulang lainnya. Pada gusi dapat terlihat *lead line* yaitu pigmen berwarna abu-abu pada perbatasan antara gigi dan gusi. Hal itu merupakan ciri khas keracunan timbal (Pb). Pada jaringan lunak sebagian timbal (Pb) disimpan dalam aorta, hati, ginjal, otak, dan kulit. Timbal (Pb) yang terdapat di jaringan lunak bersifat toksik. Menurut Suciani (2007) pada sistem pencernaan timbal (Pb) menyebabkan kolik, konstipasi, mual, muntah, nafsu makan berkurang, timbal (Pb) juga bisa menyebabkan kerusakan sistem saraf pusat dan saraf tepi seperti tremor, sakit kepala, leher terasa kaku, demam, menurunnya kecerdasan, kejang, akumulasi cairan cerebrospinal dalam otak, dan kebutaan karena *atrofi* syaraf penglihatan. Pada sistem ginjal, timbal (Pb) menyebabkan *aminoasiduria*, *fosfaturia*, *glukosuria*, *nefropati*, *fibrosis*, dan *atrofi glomerular*, pada sistem reproduksi menyebabkan kematian janin dan teratospermia pada laki-laki. Keracunan kronik timbal (Pb) yang paling sering adalah kelemahan, anoreksia, keguguran, tremor, turunnya berat badan, sakit kepala, dan gejala saluran pencernaan. Gejala neurologik paling khas yang ditemukan pada keracunan kronik timbal (Pb) adalah *wristdrop* (pergelangan tangan terkulai). Kurniawan (2008) menjelaskan diagnosis keracunan timbal (Pb) yaitu dengan

mengukur kadar timbal (Pb) dalam darah dan mengidentifikasi kelainan metabolisme *porfirin*. Darah merupakan spesimen terpenting dalam penentuan tinggi rendahnya pencemaran timbal (Pb).

Timbal (Pb) juga menyebabkan hipertensi. Menurut Rosyida dan Siti (2010) hipertensi sering disebut *the silent killer* dan bersifat *heterogenous group of disease* karena dapat menyerang siapa saja dan semua kelompok. Hipertensi menimbulkan angka morbiditas (kesakitan) dan mortalitas (kematian). Menurut data Lancet (2008) dalam Zuraidah *et al.* (2012) jumlah penderita hipertensi di seluruh dunia terus meningkat. Di India jumlah penderita hipertensi mencapai 60,4 juta pada tahun 2002 dan diperkirakan 107,3 juta orang pada tahun 2025. Di Cina sebanyak 98,5 juta orang mengalami hipertensi dan menjadi 151,7 pada tahun 2025. Di bagian Asia tercatat 38,4 juta penderita hipertensi pada tahun 2000 dan diprediksi akan menjadi 67,4 juta orang pada tahun 2025. Menurut profil kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2010 dalam Wahyuni (2013) jumlah penderita hipertensi di Jawa Timur 275.000 orang. Pasorong *et al.* (2007) memperkirakan dampak polusi sudah tinggi hampir di seluruh belahan dunia, di Bangkok tingginya kadar timbal menyebabkan terjadinya 200.000–500.000 kasus hipertensi dan menyebabkan 400 kematian setiap tahun atau 0,08–0,2%. Kasus hipertensi juga dapat ditemui dari penelitian Suparwoko dan Firdaus (2007) bahwa timbal (Pb) juga telah menyebabkan hipertensi pada 20% orang dewasa, dan juga pada 29% anak-anak, timbal (Pb) terakumulasi dalam darahnya. Pencemaran timbal (Pb) harus mendapatkan penanggulangan, karena melihat dampak timbal (Pb) yang bisa memicu timbulnya gangguan kesehatan seperti penurunan kecerdasan anak dan kemampuan akademik dan bisa mempengaruhi kualitas bangsa di masa depan.

Pasorong *et al.* (2007) menjelaskan bahwa ada hubungan antara kadar timbal (Pb) dalam darah dengan terjadinya hipertensi, setelah mengendalikan lama kerja, lama dinas, riwayat keluarga yang hipertensi, aktivitas olahraga dan merokok. Hal ini erat kaitannya dengan adanya polutan timbal (Pb) sebagai akibat dari meningkatnya kepadatan kendaraan bermotor dan penggunaan APD oleh populasi yang berisiko tinggi terpapar polutan timbal (Pb) masih rendah. Setelah mengendalikan lama dinas dan lama kerja, hubungan antara kadar timbal (Pb)

dalam darah dengan kejadian hipertensi tidak menunjukkan adanya hubungan, akan tetapi dengan melihat nilai *odds ratio* maka orang yang terpapar polutan timbal (Pb) dengan konsentrasi tinggi dalam waktu yang lama memiliki risiko lebih tinggi untuk menderita hipertensi dibandingkan dengan orang yang terpapar polutan timbal (Pb) dengan konsentrasi rendah.

Suhendro *et al.* (2007) menjelaskan hasil analisis statistik uji korelasi *pearson* pada pengemudi bus kota AC dan non AC kota Surabaya diperoleh nilai  $p=0,000$ , hal ini berarti ada hubungan antara timbal (Pb) dalam darah dengan tekanan darah sistole. Koefisien korelasi yang diperoleh pada uji ini adalah sebesar 0,607. Hal ini berarti hubungan tersebut tergolong sedang dan nilai positif menunjukkan arah hubungan dimana bila kandungan timbal (Pb) dalam darah meningkat maka tekanan darah sistole akan meningkat pula.

Salah satu *home industry* aki bekas di Jawa Timur terdapat di Kabupaten Lamongan. *Home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan bekerja dalam pembuatan timah mentah, timah dibuat dari hasil pengambilan sel dari aki bekas. Dalam sel tersebut terdapat timbal (Pb). Proses pengolahan aki ini membutuhkan proses yang cukup lama. Hal ini paparan timbal (Pb) dapat secara langsung masuk dalam tubuh pekerja *home industry* aki bekas melalui inhalasi dan kulit.

Salah satu indikator adanya paparan timbal (Pb) yaitu dengan melakukan penelitian terhadap tinggi rendahnya kadar timbal (Pb) dalam darah. Menurut ATSDR (1999) kadar timbal (Pb) dalam darah normal yaitu  $< 10 \mu\text{g/dL}$ . Meskipun kadar timbal (Pb) dalam darah lebih rendah dari batas maksimum yang masih diperbolehkan, akan tetapi timbal (Pb) dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Pengukuran tekanan darah berfungsi untuk mengetahui adanya hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas. Standar yang digunakan adalah ESH-2007 dalam Bandiara (2008) dikategorikan tekanan darah tinggi apabila tekanan darah sistolik  $> 129 \text{ mmHg}$  dan diastolik  $> 84 \text{ mmHg}$ . Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik, kadar timbal (Pb) dalam darah dan hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian observasional dengan menggunakan pendekatan *cross-sectional* yaitu pengukuran hanya dilakukan sekali saja sesuai waktu yang ditentukan oleh peneliti. Berdasarkan analisis masalah, penelitian ini termasuk penelitian deskriptif.

Penelitian ini dilaksanakan di *home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2013- Mei 2014.

Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja *home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan sebanyak 10 orang. Pengambilan sampel dengan menggunakan total populasi yaitu sebanyak 10 orang pekerja *home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan. Pengukuran kadar timbal (Pb) dalam darah yaitu menggunakan tabung EDTA, yang kemudian hasilnya akan dianalisis dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer*, kadar timbal (Pb) dalam darah normal menurut ATSDR (1999) yaitu  $< 10 \mu\text{g/dL}$ . Pengukuran tekanan darah dengan menggunakan tensimeter, standar yang digunakan adalah ESH-2007 dikategorikan tekanan darah tinggi apabila tekanan darah sistolik  $> 129 \text{ mmHg}$  diastolik  $> 84 \text{ mmHg}$ .

Variabel bebas pada penelitian ini adalah karakteristik pekerja meliputi usia, jenis kelamin, masa kerja, kebiasaan merokok, dan riwayat penyakit. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar timbal (Pb) dalam darah dan hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas. Variabel usia yaitu jumlah tahun dari kelahiran pekerja hingga saat penelitian berlangsung dan dikategorikan menjadi  $< 30$  tahun, 31–40 tahun, 41–50 tahun. Jenis kelamin yaitu jenis kelamin pekerja laki-laki atau perempuan. Masa kerja yaitu lama bekerja di *home industry* aki bekas dalam hitungan tahun yang dikelompokkan menjadi  $\leq 5$  tahun dan  $> 5$  tahun. Kebiasaan merokok yaitu kebiasaan pekerja pernah merokok atau tidak. Riwayat penyakit yaitu meliputi pernah menderita hipertensi atau tidak (atau keturunan dari keluarga) dan diabetes.

Pengumpulan data dalam penelitian diperoleh dari data primer. Data primer diperoleh dari observasi, lembar kuesioner untuk mengetahui karakteristik pekerja, serta pemeriksaan laboratorium.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif dengan menggunakan tabel tabulasi silang mengenai karakteristik pekerja, kadar timbal (Pb) dalam darah dan hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan.

Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan nomor sertifikat kaji etik 184-KEPK.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum *Home Industry* Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan

*Home industry* di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan ini didirikan pada tahun 1997. Pembuatan timah memerlukan bahan baku aki bekas 8–10 ton aki bekas. Bahan diperoleh dari berbagai daerah seperti Jawa, Sumatra, dan Kalimantan. Proses pengolahan aki bekas menggunakan cara yang sangat sederhana yakni melalui beberapa proses yaitu aki bekas dibelah/dipecah sehingga dapat diambil sel akinya. Aki yang setelah diambil selnya dibiarkan selama 2 hari. Sedangkan pecahan plastik dijual ke pengepul plastik yang belum mempunyai sertifikat B3, sel aki yang telah dipecah selanjutnya diproses (dimasak) dalam tungku dengan ukuran panjang 2 m, lebar 1,5 meter dan tinggi 1,5 meter. Penggunaan bahan bakar pada proses pemasakan menggunakan arang/serbuk gergaji dengan bantuan blower dengan waktu pemasakan  $\pm 4$  jam. Adapun tahapan dalam proses pemasakan sel aki ini adalah dengan mencampur arang dan sel aki kemudian arang/serbuk gergaji dinyalakan dengan menambah udara dari blower dengan panas  $\pm 500^{\circ}\text{C}$ , setelah sel timah mencair kemudian dipisahkan untuk dicetak, pendinginan saat timah dicetak menggunakan cara membiarkan dingin oleh udara  $\pm 30$  menit, debu yang dihasilkan pada proses pemasakan ini dialirkan ke cerobong dan ditangkap *bag filter*. Proses pengolahan aki bekas pada *home industry* di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan ini sesuai dengan metode pengolahan timah yang dilakukan oleh Bayuseno *et al.* (2008) yang menjelaskan metode redoks yakni proses menggunakan karbon/arang serta udara sebagai reduktor dan oksidator untuk melelehkan sel aki menjadi timah cair. Suhu diperlukan untuk

melelehkan timah sehingga akan terpisah antara timah dan pengotor diantaranya sulfur. Suhu operasi terjadi  $\pm 500^{\circ}\text{C}$ . Proses ini banyak dilakukan di Indonesia, baik dengan teknologi yang sangat sederhana maupun yang sudah maju. Proses pengolahan aki bekas pada *home industry* menggunakan *bag filter* yang berfungsi untuk menyaring debu yang dihasilkan dalam proses pengolahan aki bekas, sehingga dapat mengurangi paparan timbal (Pb) udara di sekitar *home industry*. Kegiatan daur ulang aki bekas akan menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan karena mengandung bahan berbahaya dan beracun karena mengandung logam timbal (Pb) (Purnawan, 2012).

### Karakteristik Pekerja *Home Industry* Aki Bekas

Karakteristik pekerja meliputi usia, jenis kelamin, masa kerja, kebiasaan merokok dan riwayat penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk distribusi usia pekerja paling banyak adalah usia  $< 30$  tahun sebesar 50%. Jenis kelamin paling banyak yaitu laki-laki sebesar 60%.

Seluruh pekerja mempunyai masa kerja  $\leq 5$  tahun. Meskipun *home industry* pengolahan aki bekas sudah berdiri sejak tahun 1997 akan tetapi pekerja mempunyai masa kerja  $\leq 5$  tahun, dikarenakan mayoritas penduduk di Lamongan yaitu petani, jadi pada saat bercocok tanam mereka lebih memilih bertani daripada bekerja di *home industry*. Untuk kebiasaan merokok, sebesar 70% pekerja tidak merokok, karena sebagian pekerja adalah perempuan sebesar 40%, sehingga jumlah yang merokok sedikit. Seluruh pekerja sebelumnya tidak pernah menderita hipertensi dan diabetes.

### Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Pekerja

Pengukuran timbal (Pb) dalam darah pekerja *home industry* aki bekas berdasarkan standar ATSDR (*Agency for Toxic Substance and Disease Registry*) 1999 yaitu  $< 10 \mu\text{g/dL}$ .

Dari hasil penelitian diperoleh kadar timbal (Pb) darah pekerja *home industry* aki bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan hanya 30% yang tidak normal, sedangkan 70% kadar timbal (Pb) dalam darah pekerja adalah normal.

Menurut WHO (1995) dalam Suciani (2007) pajanan timbal (Pb) dalam darah yang diperkenankan untuk pekerja laki-laki yaitu 40

**Tabel 1.**

Karakteristik Pekerja *Home Industry* Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan Tahun 2014.

Variabel	Pekerja	
	n	(%)
<b>Usia</b>		
≤ 30 tahun	5	50%
31–40 tahun	4	40%
41–50 tahun	1	10%
<b>Jenis kelamin</b>		
Laki-laki	6	60%
Perempuan	4	40%
<b>Masa Kerja</b>		
≤ 5 tahun	10	100%
> 5 tahun	-	-
<b>Kebiasaan Merokok</b>		
Merokok	3	30%
Tidak merokok	7	70%
<b>Hipertensi</b>		
Pernah menderita	0	0
Tidak pernah	10	100%
<b>Diabetes</b>		
Pernah menderita	0	0
Tidak pernah	10	100

**Tabel 2.**

Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Pekerja *Home Industry* Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan Tahun 2014.

Nama	Pb dalam Darah Normal		Status
	< 10 µg/ dL (ATSDR, 1999)		
	µg/ L	µg/ dL	
R1	72,86	7,286	Normal
R2	101,57	10,157	Tidak Normal
R3	96,84	9,684	Normal
R4	122,59	12,259	Tidak Normal
R5	88,72	8,872	Normal
R6	99,82	9,982	Normal
R7	113,55	11,355	Tidak Normal
R8	84,93	8,493	Normal
R9	86,75	8,675	Normal
R10	92,38	9,238	Normal

µg/dL dan pekerja perempuan 30 µg/dL. Nilai ambang batas kadar timbal (Pb) darah yang ditetapkan oleh WHO (1995) sebesar 40 µg/dL merupakan suatu kebijakan di mana jika seorang tenaga kerja melewati kadar tersebut diduga pada lingkungan kerja terdapat sumber paparan timbal (Pb) yang berpotensi mengganggu kesehatan, akan tetapi menurut Girsang (2008) adanya standar yang disarankan oleh *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) US tahun 1991 kadar timbal (Pb) dalam darah 10 µg/dL adalah agar pekerja lebih mewaspadaai terhadap kadar timbal (Pb) darah dan segera dilakukan tindakan pengendalian sumber paparan supaya tidak lebih membahayakan kesehatan karena kadar timbal (Pb) darah < 10 µg/dL juga memberikan dampak terhadap peningkatan enzim *delta aminolevulinik acid dehidratase* (ALAD) dalam sel darah merah dan akan menyebabkan turunnya jumlah sel darah merah.

Kadar timbal (Pb) dalam darah dapat masuk dalam tubuh melalui jalur absorpsi sebagai berikut.

#### Kulit

Proses absorpsi timbal (Pb) melalui sentuhan kulit yaitu apabila kulit menyentuh timbal (Pb). Absorpsi Pb pada kulit sangatlah kecil. Masuknya timbal (Pb) ke dalam darah tergantung ukuran partikel daya larut (Palar, 1994 dalam Ardyanto, 2005).

#### Inhalasi

Absorpsi timbal (Pb) melalui inhalasi/saluran pernapasan dipengaruhi oleh tiga proses yaitu deposisi, pembersihan mukosial, dan pembersihan aveolar. Deposisi terjadi di masofaring, saluran trakeobronkial, dan alveolus. Deposisi tergantung pada ukuran partikel timbal (Pb) dalam pernapasan dan daya larut. Partikel yang lebih besar banyak dideposit pada saluran pernapasan bagian atas dibandingkan dengan partikel yang lebih kecil (OSHA, 2005 dalam Ardyanto, 2005).

Baselt (1988) menjelaskan persentase timbal (Pb) udara yang terhirup akan mencapai darah diperkirakan sekitar 30% sampai 40% (rata-rata 37%) tergantung pada ukuran partikel, daya larut, volume pernapasan, variasi psikologis individu, dan kondisi psikologis yang mempengaruhi penyerapan paru.

### Saluran Pencernaan

Zat kimia yang ditelan dalam tubuh akan diabsorpsi dalam saluran gastrointestinal. Absorpsi dapat berlangsung dalam saluran pencernaan, melalui mulut sampai rektum. Lokasi utama absorpsi berada di usus halus (WHO, 2000).

Masuknya timbal (Pb) dalam saluran pencernaan diakibatkan karena masuknya timbal (Pb) dalam makanan. Menurut Astawan (2005) dalam Widaningrum *et al.* (2007) menjelaskan apabila logam berat timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh melalui makanan akan terakumulasi secara terus-menerus dan dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan gangguan sistem syaraf, kelumpuhan, kematian dini serta penurunan tingkat kecerdasan anak. Tinggi rendahnya timbal (Pb) dalam darah merupakan salah satu indikator biologis adanya paparan timbal (Pb). Kadar timbal (Pb) darah merupakan indikator yang paling baik yang menunjukkan paparan sekarang. Sehingga kadar timbal (Pb) dalam darah harus selalu dijaga agar tidak berpotensi mengganggu kesehatan.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa hanya 30% pekerja yang mempunyai kadar timbal (Pb) dalam darah pekerja di atas nilai ambang batas standar ATSDR (1999) < 10 µg/ dL, akan tetapi meskipun timbal (Pb) dalam darah hanya sedikit akan tetap berpengaruh terhadap kesehatan pekerja *home industry* aki bekas.

### Tekanan Darah Pekerja

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pekerja yang mengalami tekanan darah tinggi (hipertensi) sebesar 40%, sedangkan pekerja yang mempunyai tekanan darah normal yaitu sebesar 60%.

Menurut ESH-2007 dalam Bandiara (2008) tekanan darah normal yaitu apabila tekanan darah sistolik 120–129 mmHg, sedangkan tekanan darah diastolik 80–84 mmHg. Hipertensi disebut *the silent killer* dan bersifat *Heterogenous Group of Disease* karena dapat menyerang siapa saja dari berbagai kelompok sosial ekonomi. Hipertensi menimbulkan angka morbiditas (kesakitan) dan mortalitas (kematian) yang tinggi. Menurut penyebabnya hipertensi dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu hipertensi esensial atau primer yang tidak diketahui sebabnya, serta hipertensi renal atau sekunder yang diketahui sebabnya seperti penyakit ginjal, gangguan hormon,

diabetes dan sebagainya. Hipertensi esensial mempunyai prevalensi 90% sedangkan hipertensi sekunder hanya 10% dari keseluruhan penyakit hipertensi yang ada. Untuk itu hipertensi esensial lebih utama untuk mendapatkan perhatian dalam upaya pencegahan dan pengobatannya, karena penderita hipertensi esensial pada umumnya tidak merasakan adanya gejala (Rosyidah dan Siti, 2010).

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa hipertensi yang dialami oleh pekerja merupakan hipertensi esensial dikarenakan hipertensi belum diketahui penyebabnya.

**Tabel 3.**

Tekanan Darah Pekerja Home Industry Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan Tahun 2014

Nama	Tekanan Darah		Status Tekanan Darah
	Sistolik (ESH-2007 120-129 mmHg)	Diastolik (ESH-2007 80-84 mmHg)	
R1	100	80	-
R2	140	100	Hipertensi
R3	120	90	-
R4	140	100	Hipertensi
R5	100	70	-
R6	120	80	-
R7	140	100	Hipertensi
R8	120	80	-
R9	100	80	-
R10	130	90	Hipertensi

### Analisis Karakteristik terhadap Hipertensi Pekerja

Dari hasil penelitian menunjukkan hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja usia 31-40 tahun sebesar 50%. Hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja berjenis kelamin laki-laki sebesar 66,7%. Seluruh pekerja kurang dari 5 tahun mengalami hipertensi sebesar 40%. Hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja yang merokok sebesar 100%. Hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja yang tidak mempunyai riwayat hipertensi sebesar 40%. Hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja tidak menderita penyakit diabetes sebesar 40%. Dilihat dari hasil tabulasi silang antara karakteristik pekerja terhadap hipertensi, secara deskriptif hipertensi pada

Tabel 4.

Tabulasi Silang Karakteristik terhadap Hipertensi Pekerja *Home Industry* Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan Tahun 2014

Variabel	Tekanan Darah				Total	
	Normal		Hipertensi		n	%
	n	%	n	%		
<b>Usia</b>						
< 30	4	80	1	20	5	100
31–40	2	50	2	50	4	100
41–50	0	0	1	100	1	100
<b>Jenis kelamin</b>						
Laki-laki	2	33,3	4	66,7	6	100
Perempuan	4	100	0	0	0	100
<b>Masa kerja</b>						
≤ 5 tahun	6	60	4	40	10	100
> 5 tahun	0	0	0	0	0	0
<b>Kebiasaan merokok</b>						
Merokok	0	0	3	100	3	100
Tidak merokok	6	85,7	1	14,3	7	100
<b>Hipertensi</b>						
Pernah menderita	0	0	0	0	0	100
Tidak pernah	6	60	4	40	10	100
<b>Diabetes</b>						
Pernah menderita	0	0	0	0	0	0
Tidak pernah	6	60	4	40	10	100

pekerja di *home industry* pengolahan aki bekas dapat disebabkan karena usia, jenis kelamin, dan kebiasaan merokok dikarenakan seluruh pekerja tidak mempunyai riwayat penyakit yang dapat menyebabkan terjadinya hipertensi.

Berdasarkan hasil tabulasi silang, hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja yang berusia 31–40 tahun (50%). Hal ini sesuai dengan penelitian Zuraidah *et al.* (2012) bahwa ada hubungan antara umur dengan kejadian hipertensi ( $p = 0,001$ ). Lawrence *et al.* (2002) juga menjelaskan bahwa semakin bertambah usia seseorang semakin meningkat risiko terkena hipertensi. Penelitian Darmojo (2001) menjelaskan bahwa penduduk Indonesia yang berusia 20 tahun adalah penderita hipertensi sebesar 1,8–17,8%. Usia merupakan faktor risiko hipertensi yang kuat dan tidak dapat dimodifikasi. Arteri mengalami kehilangan kelenturan atau daya elastisitasnya seiring dengan bertambahnya usia, begitu juga dengan daya kerja jantung dan aktivitas hormon yang mengalami penurunan (Staessen *et al.*, 2003).

Dari hasil tabulasi silang antara jenis kelamin terhadap hipertensi diperoleh bahwa hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja laki-laki sebesar 66,7%. Sesuai dengan penelitian Kurniasari *et al.* (2013) bahwa ada hubungan antara jenis kelamin dengan kejadian hipertensi ( $p = 0,041$ ). Marice (2010) dalam Sarasaty (2011) juga menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dengan hipertensi. Sarastini dan Ni Made (2008) dalam Zuraidah *et al.* (2012) juga menyatakan adanya hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dengan hipertensi. Penderita hipertensi memang lebih banyak pada laki-laki daripada perempuan karena perempuan lebih tahan daripada laki-laki tanpa kerusakan jantung dan pembuluh darah. Laki-laki lebih banyak mengalami kemungkinan menderita hipertensi daripada perempuan. Pada laki-laki hipertensi juga dapat disebabkan karena pekerjaan, seperti perasaan kurang nyaman terhadap pekerjaan. Sampai dengan usia 55 tahun laki-laki berisiko lebih tinggi terkena hipertensi dibandingkan perempuan.

*American Heart Association* 2013 dalam Deyot (2013) menjelaskan bahwa sebelum usia 45 tahun, rata-rata tekanan darah pada laki-laki cenderung lebih tinggi dibandingkan pada perempuan. Pada usia 45–64 tahun, rata-rata tekanan darah laki-laki dan perempuan cenderung sama. Setelah usia 64 tahun, rata-rata tekanan darah perempuan cenderung lebih tinggi dibandingkan pada laki-laki. Pada usia dini tidak terdapat bukti nyata tentang adanya perbedaan tekanan darah antara laki-laki dan perempuan, akan tetapi mulai pada masa remaja, pria cenderung menunjukkan rata-rata yang lebih tinggi. Perbedaan ini lebih jelas pada orang dewasa muda dan orang setengah baya. Perubahan pada masa tua antara lain dapat dijelaskan dengan tingkat kematian awal yang lebih tinggi pada pria pengidap hipertensi (Deyot, 2013). Menurut Susanto (2010) terdapat faktor lain yang dapat menyebabkan hipertensi yaitu faktor psikologis. Salah satu contohnya adalah baik laki-laki maupun perempuan ketika memasuki usia lansia, mereka cenderung mengalami depresi atau stres, disebabkan oleh status pekerjaan ataupun sudah tidak bekerja lagi (pengangguran). Selain itu, seseorang yang pendapatannya rendah kurang memanfaatkan pelayanan kesehatan yang ada, sehingga kurang mendapatkan pengobatan yang baik ketika seseorang menderita hipertensi.

Berdasarkan tabulasi silang antara masa kerja terhadap hipertensi diperoleh bahwa seluruh pekerja masa kerjanya  $\leq 5$  tahun dan 40% mengalami hipertensi. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Hastuti (2005) bahwa ada hubungan yang signifikan antara masa kerja  $> 10$  tahun dengan kenaikan tekanan darah sistolik ( $p = 0,013$ ). Deyot (2013) juga menjelaskan bahwa tidak terdapat hubungan bermakna antara masa kerja dengan kadar Pb darah ( $p = 0,453$ ,  $r = -0,105$ ).

Berdasarkan tabulasi silang kebiasaan merokok terhadap kejadian hipertensi diperoleh bahwa hipertensi lebih banyak pada pekerja yang mempunyai kebiasaan merokok sebesar 100%, sedangkan pada pekerja yang tidak merokok dan mengalami hipertensi sebesar 14,3%. Hal ini sesuai dengan penelitian Sanusi (2002) bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara merokok dengan kejadian hipertensi. Namun penelitian Hasirungan (2002) menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara merokok dengan kejadian hipertensi. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa merokok dapat meningkatkan tekanan darah. Tekanan

darah pada perokok lebih tinggi daripada bukan perokok. Penelitian Kurniawan (2008) menjelaskan setiap asap rokok yang dihisap mengandung  $0,5 \mu\text{g}$  timbal (Pb), sehingga apabila seseorang merupakan perokok maka paparan timbal (Pb) dalam tubuh sangatlah besar. Menurut Lawrence *et al.* (2002) rokok merupakan penyebab terpenting morbiditas dan kematian dini di negara berkembang yang dapat dicegah. Merokok meningkatkan risiko penyakit jantung 2 kali lipat, sehingga kebiasaan merokok juga dapat mengakibatkan tekanan darah meningkat. Menurut Gunawan (2001) merokok merupakan salah satu kebiasaan buruk yang dapat memicu terjadinya hipertensi. Ini dikarenakan, merokok dapat merangsang sistem adrenergik dan menyebabkan meningkatnya tekanan darah. Rokok mempunyai pengaruh langsung yang membahayakan jantung.

Hipertensi dirangsang oleh adanya nikotin dalam batang rokok yang dihisap oleh seseorang. Penelitian yang dilakukan Pasorong *et al.* (2007) menjelaskan bahwa merokok mampu menyebabkan hipertensi sebesar 42,2%. Winniford (1990) berpendapat bahwa peningkatan denyut jantung pada perokok terjadi pada menit pertama merokok dan sesudah 10 menit peningkatan mencapai 30%. Jadi dapat disimpulkan bahwa dengan mengonsumsi satu batang rokok saja seseorang memiliki risiko meningkatnya tekanan darah.

Berdasarkan tabulasi silang riwayat penyakit terhadap kejadian hipertensi yaitu 100% pekerja tidak mempunyai riwayat hipertensi dan diabetes. Dalam Zuraidah *et al.* (2012) menjelaskan bahwa apabila terdapat riwayat hipertensi pada orang tua atau keluarga yang memiliki riwayat hipertensi maka dapat meningkatkan risiko hipertensi sebesar 4 kali.

Dapat disimpulkan bahwa usia, jenis kelamin, dan kebiasaan merokok bisa menjadi faktor pemicu terjadinya hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas.

### **Analisis Kadar Timbal (Pb) dalam Darah terhadap Hipertensi**

Berdasarkan tabulasi silang kadar timbal (Pb) dalam darah terhadap hipertensi diperoleh bahwa hipertensi lebih banyak terjadi pada pekerja yang mempunyai kadar Pb dalam darah  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  sebesar 100%, pekerja dengan kadar timbal (Pb) dalam darah  $< 10 \mu\text{g/dL}$  mengalami hipertensi sebesar 14,3%.

Menurut Sunu (2001) kadar timbal (Pb) dalam darah berperan penting terhadap terjadinya hipertensi dikarenakan timbal (Pb) dalam darah merupakan prediktor terteminan terhadap terjadinya hipertensi.

Penelitian yang dilakukan oleh Pasorong *et al.* (2007) menjelaskan risiko hipertensi yang diakibatkan oleh penambahan timbal (Pb) dalam darah menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) dalam darah secara signifikan mempunyai hubungan dengan terjadinya hipertensi, dengan nilai OR = 6,50 artinya polisi yang mempunyai kadar Pb dalam darah > 6,27  $\mu\text{g/dL}$  mempunyai risiko untuk menderita hipertensi 6,5 kali lebih besar dibandingkan dengan polisi yang kadar timbal (Pb) dalam darah  $\leq 6,27 \mu\text{g/dL}$ . Hal ini dikarenakan adanya timbal (Pb) dalam darah dapat menurunkan kemampuan darah mengikat oksigen, mengakibatkan besarnya curah jantung sehingga terjadi peningkatan tekanan darah sistolik, serta besarnya resistensi (tahanan) perifer yang menyebabkan peningkatan tekanan darah diastolik, dan pada akhirnya mengakibatkan timbulnya hipertensi. Nurmaini (2004) juga menjelaskan bahwa ada hubungan antara kadar timbal (Pb) dalam darah dengan tekanan darah pada polisi lalu lintas di Kota Medan.

Menurut Rossi (2008) dampak buruk dari timbal (Pb) tidak dapat dilihat dari nilai ambang batas kadar timbal (Pb) darah, secara tidak langsung tidak ada batas aman untuk paparan timbal (Pb), walaupun sejak tahun 1980 kadar timbal (Pb) darah pada orang dewasa menurun, akan tetapi sekecil apapun paparan timbal (Pb) pada lingkungan tetap memiliki hubungan signifikan dengan kesehatan masyarakat. Selain itu pada remaja kadar timbal (Pb) darah < 10  $\mu\text{g/dL}$  juga memiliki hubungan dengan peningkatan kasus kematian akibat sistem pembuluh darah.

Hasan (2012) menjelaskan hubungan antara paparan polusi timbal (Pb) dengan kesehatan manusia, dalam penelitiannya mengenai hubungan kadar timbal (Pb) dalam darah dengan tekanan darah tinggi pada pengemudi bus. Penelitian tersebut menghasilkan adanya hubungan antara terjadinya hipertensi pada pengemudi bus dengan kadar timbal (Pb) dalam darah. Martin *et al.* (2006) melakukan penelitian di Amerika, dan mendapatkan hasil bahwa timbal (Pb) mempunyai efek akut terhadap tekanan darah.

Dalam kaitannya dengan hipertensi, *reactive oxygen species* (ROS) dapat meningkatkan

tekanan darah secara langsung dan memengaruhi perubahan *atherosclerotic* dalam darah yang menyebabkan meningkatnya tekanan pembuluh darah arteri dan gangguan jantung (Farmand *et al.*, 2005).

**Tabel 5.**

Tabulasi Silang Kadar Timbal (Pb) dalam Darah dan Hipertensi Pekerja *Home Industry* Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan Tahun 2014

Kadar Pb dalam Darah	Tekanan Darah Pekerja		Total
	Normal	Hipertensi	
< 10 $\mu\text{g/dL}$	6 (85,7%)	1 (14,3%)	7 (100%)
$\geq 10 \mu\text{g/dL}$	0(0%)	3 (100%)	3 (100%)

Menurut Vaziri dan Khan (2007) dalam Alghasham (2011) paparan timbal (Pb) kronis juga dapat menyebabkan *oxidative stress* meningkat, sehingga mengakibatkan inflamasi dan mengganggu kerja *nitric oxide* (NO) yang berfungsi untuk memperlebar arteri dan mengatur tekanan darah. Kemudian akibatnya yaitu terganggunya kerja dari NO, pada akhirnya memicu proses terjadinya hipertensi pada keracunan kronis karena adanya akumulasi timbal (Pb) dalam darah pada orang dewasa.

Efek paparan timbal (Pb) terhadap tekanan darah lebih jelas ditunjukkan dengan paparan secara kronis dibanding paparan secara akut. Pada kadar timbal (Pb) dalam darah relatif rendah (5–35  $\mu\text{g/dl}$ ) telah menimbulkan efek terhadap tekanan darah. Moller dan Kristensen (2002) dalam Rosyidah dan Siti (2010) menyatakan bahwa timbal (Pb) berperan dalam patofisiologi hipertensi. Secara biokimiawi timbal (Pb) mempengaruhi metabolisme kalsium (Ca) pada kontraksi otot pembuluh darah vaskuler dan sistem *rennin-angiotensin*.

Pb dalam darah juga berhubungan terhadap risiko hipertensi sesuai dengan penelitian Riyadina (2001) menjelaskan bahwa pekerja yang terpapar Pb > 5  $\mu\text{g/dL}$  akan berisiko menderita hipertensi 6 kali lebih besar dibandingkan dengan kadar timbal (Pb) darah  $\leq 5 \mu\text{g/dL}$ .

Hasil penelitian lain yang mendukung adalah penelitian yang dilakukan oleh Fenga *et al.* (2006) bahwa ada hubungan yang signifikan antara peningkatan tekanan darah sistolik dan

diastolik pada pekerja pembuatan baterai dengan paparan timbal (Pb) pada konsentrasi yang tinggi menyebabkan meningkatnya tekanan darah dan penyakit kardiovaskuler, sehingga mengakibatkan terjadinya hipertensi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pekerja yang mempunyai kadar timbal (Pb) dalam darah  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  mengalami hipertensi. Penambahan timbal (Pb) dalam darah mempunyai hubungan dengan terjadinya hipertensi. Kadar timbal (Pb)  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  akan berisiko menderita hipertensi lebih besar dibandingkan dengan kadar timbal (Pb) darah  $< 10 \mu\text{g/dL}$ . Sehingga semakin tinggi kadar timbal (Pb) dalam darah juga semakin berisiko terkena hipertensi.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik pekerja *home industry* aki bekas meliputi usia, jenis kelamin, masa kerja, kebiasaan merokok, serta riwayat penyakit hipertensi dan diabetes. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa usia pekerja yang paling banyak yaitu usia 31–40 tahun sebesar 50%, pekerja paling banyak yaitu laki-laki sebesar 60%, seluruh pekerja mempunyai masa kerja  $\leq 5$  tahun, pekerja yang mempunyai kebiasaan merokok sebesar 30%, dan seluruh pekerja tidak mempunyai riwayat penyakit hipertensi dan diabetes. Pekerja yang mempunyai kadar timbal (Pb) dalam darah di atas standar ATSDR (1999) yaitu  $< 10 \mu\text{g/dL}$  hanya sebesar 30%. Pekerja yang mengalami hipertensi sebesar 40%. Hasil tabulasi silang diperoleh bahwa pekerja yang mengalami hipertensi yaitu pekerja yang berusia 31–40 tahun sebesar 50%, pekerja laki-laki sebesar 66,7%, pekerja yang merokok sebesar 100%, pekerja yang mempunyai masa kerja  $\leq 5$  tahun sebesar 40%, pekerja yang tidak mempunyai riwayat penyakit hipertensi dan diabetes sebesar 40%, dan pekerja dengan kadar timbal (Pb) darah  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  sebesar 100%.

Saran yang dapat diberikan untuk mencegah terjadinya hipertensi pada pekerja *home industry* aki bekas yaitu dengan mengurangi konsumsi rokok, sering berolahraga, dan memakai APD seperti masker, sarung tangan, dan sepatu boot pada saat bekerja untuk mengurangi paparan timbal (Pb). Perlu melakukan pemeriksaan secara rutin bagi pekerja yang mempunyai kadar timbal (Pb) dalam darah  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  paling sedikit 1 kali dalam setahun sehingga dapat mengontrol efek timbal (Pb) terhadap tubuh pekerja *home*

*industry* aki bekas. Selain itu, pada pekerja yang mengalami hipertensi sebaiknya juga segera melakukan pemeriksaan kesehatan di tempat pelayanan kesehatan yang menyediakan program penanganan hipertensi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alghasham, A.A, Meki, A.R, Ismail, H.A. 2011. Association of Blood Lead Level with Elevated Blood Pressure in Hypertensive Patients. *International Journal of Health Sciences, Qassim University, Saudi Arabia*: Vol. 5, No. 1, p: 17–21.
- Ardyanto, D. 2005. *Deteksi Pencemaran Timah Hitam (Pb) dalam Darah Masyarakat yang Terpajan Timbal (Plumbum)*. Surabaya: Bagian Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3) FKM Universitas Airlangga. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* Vol. 2, No. 1, Juli 2005: 67–76.
- ATSDR, 1999. *Lead Toxicity Physiologic Effect*. [http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CESM/Lead/Physiologic\\_effect.html](http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CESM/Lead/Physiologic_effect.html).
- Bandiara, R. 2008. *An Update Management Concept in Hypertension*. Bandung: Sub Bagian Ginjal Hipertensi Bag. Ilmu Penyakit Dalam FK UNPAD/RS Dr. Hasan Sadikin.
- Baselt Re. 1988. *Biological Monitoring Methods for Industrial Chemical*, Second Edition. Litteton Ma: Psg Publishing Co
- Bayuseno, A.P, Yusuf U, Demas Y.P. 2008. Daur Ulang Timbal (Pb) dari Aki Bekas dengan Menggunakan Metode Redoks. *Skripsi*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Darmojo, B. 2001. *Mengamati Perjalanan Epidemiologi Hipertensi di Indonesia*. Jakarta: Medika
- Deyot, Y.K. 2013. Masa Kerja, Kadar Timbal Darah dan Kejadian Hipertensi pada Petugas Parkir di Jl. Malioboro Yogyakarta. *Tesis*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Farmand, F, Ehdai, A, Roberts, C.H.K, Sindhu, R.K. 2005. Lead-Induced Dysregulation of Superoxide Dismutases, Catalase, Glutathione Peroxidase and Guanylate. *Environmental Research, USA*, 981 (2005) p: 33–39.
- Fenga, C, Cacciola, A, Martino, L.B, Calderaro, S.R, Di Nola, C, Verzera, A, Trimarchi, G, Germano, D, 2006. Relationship of Blood Lead Levels to Blood Pressure in Exhaust Battery Workers. *Industrial Health*. 44: 304–309.
- Girsang, E. 2008. Hubungan Kadar Timbal di Udara Ambien dengan Timbal dalam Darah pada Pegawai Dinas Perhubungan Terminal Antar Kota Medan. *Tesis*. Medan; Universitas Sumatra Utara Medan.
- Gunawan, L. 2001. *Hipertensi (Tekanan Darah Tinggi)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hasan, W. 2012. Pencegahan Keracunan Timbal Kronis pada Pekerja Dewasa dengan Suplemen Kalsium. Sumatera Utara: Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. *MAKARA, KESEHATAN*, Vol. 16, No. 1, Juni 2012: 1–8.

- Hasirungan, J. 2002. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Hipertensi pada Lansia di Kota Depok Tahun 2002. *Tesis*. Depok: Program Pascasarjana FKM UI.
- Hastuti, E. 2005. Faktor-Faktor Risiko Kenaikan Tekanan Darah pada Pekerja yang Terpajan Kebisingan di Bandara Ahmad Yani Semarang. *Tesis*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang, Magister Kesehatan Lingkungan.
- Kurniasari, E, Dessy, H, Zaenal, A. 2013. Hubungan Konsumsi Tembakau, Jenis Kelamin, dan Riwayat Keluarga dengan Kejadian Hipertensi Pada Usia Lanjut di Wilayah Kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Dunia KesMas*. Vol.3, No.1 Januari 2014.
- Kurniawan, W. 2008. Hubungan Kadar Pb dalam Darah dengan Profil Darah pada Mekanik Kendaraan Bermotor di Kota Pontianak. *Tesis*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Lawrence, M, Tierney, Jr. Mcphe, S.J. Papadahlia. 2002. *Diagnosis dan Terapi Kedokteran "Ilmu Penyakit Dalam"* jilid 1 (terjemahan Abdul Gofur). Jakarta: Salemba Medika.
- Martin, D, Glass, TA, Bandeen, R.A, Todd, A.C, She, W, Schwartz, B.S. 2006. Association of Blood Lead and Tibia Lead with Blood Pressure and Hypertension in a Community Sample of Older Adults. *American Journal of Epidemiology*. 163 (5): 467–478.
- Nurmaini. 2004. *Hubungan Tekanan Darah dengan Kadar Timbal pada Polisi Lalu Lintas di Kota Medan Tahun 2004*. Sumatera Utara: Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Pasorong, Mery B, Haripurnomo K, Nawi Ng, Vitalis P. 2007. Hubungan antara Kadar Plumbum (Pb) dan Hipertensi pada Polisi Lalu Lintas di Kota Manado. *Berita Kedokteran Masyarakat*. Vol. 23, No. 2, Juni 2007.
- Purnawan. 2012. Analisis Kuat Tekan dan Pelindian pada Pemanfaatan Limbah Slag Daur Ulang Aki Bekas Sebagai Bahan Substitusi Material Pasir Semen. *Skripsi*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains Terapan IST AKPRIND.
- Riyadina, W. 2001. *Hubungan Antara Hipertensi dengan Kadar Plumbum (Pb) Udara dalam Darah*. Laporan Tahunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemberantasan Penyakit Tahun 2001.
- Rossi, E. 2008. Low Level Environmental Lead Exposure A Continuing Challenge. *Clin Biochem*. Vol. 29 Mei 2008.
- Rosyidah H & Sitti N.D. 2010. Hubungan antara Kadar Pb dalam Darah dengan Kejadian Hipertensi pada Operator SPBU di Kota Yogyakarta. Yogyakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan. *KESMAS*. ISSN: 1978-0575.
- Sanusi, A. 2002. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Hipertensi pada Pos Lansia Rawat Jalan di Poli Klinik Geriatri RSUPN Cipto Mangunkusumo Tahun 2002 (Analisis Data Rekam medik Tahun 2002). *Skripsi*. Depok: FKM UI.
- Sarasaty, R.F. 2011. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Hipertensi pada Kelompok Lanjut Usia di Kelurahan Sawah Baru Kecamatan Ciputat Kota Tangerang Selatan. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Staessen, J.A, Jiguang, W, Bianchi, G, Birkenhäger, W.H. 2003. Essential Hypertension. *The Lancet*. Vol. 361, p: 1629–1641.
- Suciani, S. 2007. Kadar Timbal dalam Darah Polisi Lalu Lintas dan Hubungannya dengan Kadar Hemoglobin (Studi pada Polisi Lalu Lintas yang Bertugas di Jalan Raya Kota Semarang). *Tesis*. Semarang: Magister Gizi Masyarakat Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Suhendro, Windhu P, Soedibyo H.P. 2007. Kandungan Timbal dalam Darah dan Dampak Kesehatan pada Pengemudi Bus Kota AC dan Non AC di Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 3, No. 2, Januari 2007; 127–136.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Suparwoko & Firdaus F. 2007. Profil Pencemaran Udara Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Studi Kasus di Kawasan Malioboro, Kridosono, dan UGM Yogyakarta. *LOGIKA*. Vol. 4, No. 2, Juli 2007 ISSN: 1410-2315.
- Susanto., 2010. *Cekal (Cegah dan Tangkal) Penyakit Modern*. Yogyakarta: CV. Andi.
- WHO. 2000. *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan Manusia*. Geneva: WHO.
- Wahyuni, I.P. 2013. *Faktor Risiko Penyakit Hipertensi pada Laki-Laki di Wilayah Kerja Puskesmas Tawangrejo Kecamatan Kartoharjo Kota Madiun*. Ponorogo: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- Widaningrum, Miskiyah, Suismono. 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Wiharja. 2004. *Kajian Teknologi Daur Ulang Timah dari Aki Bekas*. Jakarta: Penelitian Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Winniford, M.D. 1990. Smoking and Cardiovascular Function. *Jurnal of Hypertension*. 9 (Suppl 5): S17-S23.
- Zuraidah, Maksuk, Nadi, A. 2012. Analisis Faktor Risiko Penyakit Hipertensi pada Masyarakat di Kecamatan Kemuning Kota Palembang 2012. Palembang: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Palembang Prodi Keperawatan Lubuklinggau.