

ANALYSIS OF LEAD (Pb) AND HEMOGLOBIN (Hb) OF GAS STATION'S OPERATOR IN PEKANBARU CITY AND ITS POTENTIAL AS A HANDOUT DESIGN ON TEACHING BIOLOGY IN SENIOR HIGH SCHOOL

Khairunisa¹, Yustina² dan Darmadi³

Email: khairunisa40@ymail.com, +6282383311169, hj_yustin@yahoo.com, darmadiahmad74@gmail.com

*Biology Education
Faculty of Teacher Training And Education
Riau University*

Abstract: *This research aims to know the levels of lead (Pb) and Hemoglobin (Hb) in gas station's operator in the city of Pekanbaru on May-July 2016. This research is descriptive research with cross sectional approach. This study consists of two phases i.e. phase analysis of the levels of lead (Pb) and Hemoglobin (Hb) in gas station operator in the laboratory and stage the draft Handout. Research samples taken with purposive sampling method with predetermined criteria. The sample of this research totalled 25 people consists of 18 men and seven women taken from a five gas station in the city of Pekanbaru.. Examination of the levels of lead (Pb) is done using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) and examination of the levels of Hemoglobin (Hb) using the Easy Touch GCHb. Research results obtained from the 25 people who examined 15 people (60%) have a high lead levels and low hemoglobin levels. Research results are then used as material enrichment on teaching biology in senior high school class X on the air pollution material in the form of a Handout design.*

Key Words: *Lead (Pb), Hemoglobin (Hb), Gas stasion's operator, Handout.*

ANALISIS KADAR TIMBAL (Pb) DAN HEMOGLOBIN (Hb) PADA OPERATOR SPBU DI KOTA PEKANBARU DAN POTENSINYA SEBAGAI RANCANGAN *HANDOUT* DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA

Khairunisa¹, Yustina² dan Darmadi³

Email: khairunisa40@ymail.com, +6282383311169, hj_yustin@yahoo.com, darmadiahmad74@gmail.com

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU di Kota Pekanbaru pada Mei-Juli 2016. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan *cross sectional*. Penelitian ini terdiri atas dua tahap yakni tahap analisis kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU di Laboratorium dan tahap rancangan *Handout*. Sampel penelitian diambil dengan metode *purposive sampling* dengan kriteria yang telah ditetapkan. Sampel penelitian ini berjumlah 25 orang terdiri dari 18 orang laki-laki dan 7 orang wanita yang diambil dari 5 SPBU di Kota Pekanbaru. Pemeriksaan kadar Timbal (Pb) dilakukan dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan pemeriksaan kadar Hemoglobin (Hb) dengan menggunakan *Easy Touch GCHb*. Hasil Penelitian didapatkan dari 25 orang yang diteliti 15 orang (60%) memiliki kadar timbal yang tinggi dan kadar hemoglobin yang rendah. Hasil penelitian kemudian dapat digunakan sebagai pengayaan materi pada mata pelajaran Biologi di SMA Kelas X materi pencemaran udara dalam bentuk rancangan *Handout*.

Kata Kunci: Timbal (Pb), Hemoglobin (Hb), Operator SPBU, *Handout*

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan akan kendaraan bermotor. Aktivitas kendaraan bermotor merupakan penyebab utama pencemaran udara di daerah perkotaan. Pekanbaru adalah salah satu wilayah perkotaan yang memiliki jumlah kendaraan bermotor yang meningkat setiap tahunnya. Tiga tahun terakhir Kota Pekanbaru mengalami peningkatan kendaraan bermotor yang cukup pesat. Pada tahun 2013 terjadi penambahan kendaraan bermotor sebesar 69.724 unit, tahun 2014 sebesar 79.622 unit, dan pada tahun 2015 terjadi penambahan sebesar 104.787 unit (Dispenda Pekanbaru, 2015)

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan berdampak terhadap peningkatan jumlah penggunaan bensin yang selama ini menjadi energi penggerak utama kendaraan-kendaraan tersebut. Pembakaran bensin yang tidak sempurna akan menghasilkan bahan yang tidak diinginkan dan dapat meningkatkan pencemaran udara (Sastrawijaya, 2000). Salah satu zat pencemar dalam asap kendaraan bermotor yang menyebabkan pencemaran udara adalah timbal.

Timbal (Pb) yang biasa dikenal dengan sebutan timah hitam digunakan sebagai zat aditif dalam bensin. Timbal biasanya digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin yang berfungsi untuk meningkatkan daya pelumasan, meningkatkan efisiensi pembakaran sehingga kinerja kendaraan bermotor meningkat. Bahan kimia ini bersama bensin dibakar dalam mesin. Sisanya $\pm 70\%$ keluar bersama emisi gas buang hasil pembakaran (Mifbakhuddin, 2007). Setiap liter bensin dalam angka oktan 88 mengandung 0,70 g senyawa Pb Tetraetil dan 0,84 g Tetrametil Pb. Setiap satu liter bensin yang dibakar jika dikonversi akan mengemisikan 0,56 g Pb yang dibuang ke udara (Librawati, 2005).

Ratih, *dkk* (2012) mengatakan bahwa penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan bensin yang mengandung Pb. Peningkatan penggunaan bensin sebagai bahan bakar kendaraan mengakibatkan makin tingginya pencemaran udara, karena sekitar 70% Pb yang ada dalam bahan bakar yang dibakar dalam mesin kendaraan akan diemisikan ke udara. Pencemaran Pb di udara akan berdampak negatif terhadap kesehatan.

Secara umum dampak negatif pencemaran Pb di udara sangat tinggi terhadap kelompok masyarakat yang sering dan memiliki waktu kontak terhadap sumber pencemaran Pb yang disebut sebagai kelompok masyarakat risiko tinggi (*High Risk*). Orang yang memiliki risiko tinggi terpapar Pb adalah pekerja yang aktivitasnya lebih banyak di pinggir jalan, sepanjang jalur padat lalu lintas dan orang yang berkaitan dengan kendaraan. Semakin lama seseorang terpapar Pb maka akan semakin tinggi kadar Pb di dalam darahnya.

SPBU merupakan salah satu tempat yang diperkirakan mempunyai tingkat pencemaran Pb yang cukup tinggi sebab sering dilintasi kendaraan bermotor sehingga asap dari kendaraan bermotor tersebut dapat menimbulkan kontaminasi terhadap tubuh pekerja SPBU. Operator SPBU berisiko memiliki kadar Pb yang tinggi di dalam darahnya. Hal ini disebabkan karena operator SPBU terpapar Pb selama 8 jam/hari dari emisi kendaraan bermotor dan juga dari uapan bensin ketika konsumen mengisi BBM. Selain itu sebagian besar operator SPBU juga tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) ketika bekerja.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Mifbakhuddin, *dkk* (2010) terhadap operator wanita SPBU di wilayah Semarang Selatan menunjukkan

bahwa, rata-rata kadar Pb dalam darah operator wanita SPBU adalah 35,6163 $\mu\text{g/dL}$ yang berarti bahwa kadar Pb dalam darah sudah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan WHO yaitu 25 $\mu\text{g/dL}$.

Masuknya Pb ke dalam tubuh operator SPBU dapat melalui saluran pernapasan (inhalasi). Emisi kendaraan yang mengandung Pb dan uapan bensin ketika konsumen mengisi BBM masuk ke tubuh operator SPBU kemudian didistribusikan oleh darah ke seluruh tubuh baik ke jaringan lunak (sistem saraf, ginjal, hati) dan juga jaringan keras (tulang, kuku, rambut, gigi). Sri, Suciani (2007) mengatakan bahwa Pb yang masuk ke dalam tubuh 90% akan disimpan dalam tulang dan hanya sebagian kecil tersimpan pada jaringan lainnya.

Tingginya kadar Pb dalam darah akan mengakibatkan tingginya kadar Pb pada bagian tubuh lainnya, khususnya pada tulang yang merupakan tempat pembentukan hemoglobin. Pada sumsum tulang terjadi proses pembentukan eritrosit yang didalamnya terdapat hemoglobin dengan melibatkan logam Fe yang terikat pada porphyrin dan globin. Fe berperan sebagai kofaktor pada reaksi enzimatik dalam proses pembentukan eritrosit dan hemoglobin dengan cara mengikat O_2 . Setiap satu molekul hemoglobin mengikat 4 molekul O_2 atau 8 atom oksigen. Karena Pb 90% tersimpan di tulang maka, dengan adanya Pb pada sumsum tulang akan bersifat inhibitor dalam reaksi enzimatik dengan menghambat enzim ALAD dan ferrokhelatase yang berperan dalam sintesis hemoglobin.

Tingginya kadar Pb dalam darah dapat menghambat proses pembentukan hemoglobin. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Riskiawati (2012), yang menunjukkan bahwa adanya hubungan antara Pb darah dengan kadar hemoglobin darah. Palar (2008) juga menyatakan bahwa konsentrasi Pb yang tinggi di darah dapat mengganggu pembentukan sel darah merah. Gejala dini mulai ditunjukkan dengan terganggunya fungsi enzim dalam pembentukan sel darah merah dan pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan kesehatan lainnya.

Hasil penelitian ini nantinya dapat dikembangkan sebagai rancangan *Handout* dalam pembelajaran biologi di SMA. Berdasarkan hasil survei, sekolah-sekolah di Pekanbaru pada umumnya belum menggunakan *Handout* dalam proses pembelajaran. Murid hanya diberikan bahan ajar berupa buku cetak atau buku teks dari sekolah yang belum tentu dapat memberikan informasi secara keseluruhan. Sehingga materi yang didapat tidaklah lengkap.

Handout merupakan salah satu sumber belajar yang digunakan untuk melengkapi kekurangan materi berupa informasi yang biasanya diambil dari beberapa literatur yang relevan dengan materi dan kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Buku teks atau buku cetak pelajaran di sekolah belum tentu memberikan informasi secara keseluruhan dan detail mengenai suatu konsep. Dengan adanya *Handout* maka, kekurangan dalam bahan ajar tersebut dapat dilengkapi. Melalui *Handout* ini juga diharapkan pembelajaran dapat berjalan dengan lancar dan peserta didik dapat menguasai konsep secara keseluruhan. Data-data hasil penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai sumber materi pembelajaran yang aktual serta dapat menambah referensi dan wawasan peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2016 di Laboratorium Pengujian dan Analisa Kimia, Teknik Kimia, Universitas Riau. Penelitian merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan *cross sectional* dimana pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode survei. Penelitian terdiri dari dua tahap yaitu tahap analisis kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU di Laboratorium dan tahap perancangan *Handout* dari hasil penelitian.

Sampel penelitian ini adalah 25 orang operator SPBU dari 5 SPBU di Kota Pekanbaru yang terdiri dari 18 orang laki-laki dan 7 orang wanita. Pengambilan sampel dilakukan secara *Purposive Sampling* berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan peneliti yaitu lokasi pengambilan sampel adalah SPBU yang memiliki pasokan bahan bakar terbanyak, jumlah pengeluaran BBM ± 20.000 liter per hari dan berdasarkan jumlah konsumen kendaraan bermotor yang ramai. Pengambilan sampel darah operator SPBU diambil secara acak berdasarkan shift/waktu kerja dan diambil dari orang yang bersedia memberikan darahnya.

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini berupa kadar Pb sebagai variabel bebas dan kadar hemoglobin sebagai variabel terikat. Parameter pendukung berupa lama kerja, usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, penggunaan APD (Alat Pelindung Diri), keluhan pusing, dan riwayat sakit responden. Pengambilan data responden dilakukan dengan wawancara menggunakan kuisioner.

Kadar Pb dalam darah diukur dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS). Sampel darah yang telah diambil sebelum dianalisis menggunakan AAS terlebih dahulu diabukan dan didestruksi dengan cara yaitu, sampel darah dari tabung antikoagulan (tabung EDTA) dimasukkan ke dalam cawan porselen, kemudian sampel dimasukkan ke dalam oven untuk proses pengeringan dengan suhu 105°C selama 4 jam. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam furnace dengan suhu 150°C hingga diperoleh serbuk yang sudah tidak mengandung karbon. Sampel dimasukkan ke dalam gelas piala dan diberi asam nitrat (HNO_3) sebanyak 5 mL kemudian dipanaskan di atas hot plate hingga asam nitratnya habis. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam tabung erlemeyer, dan ditambahkan aquades sebanyak 5 mL hingga diperoleh larutan sebanyak 10 mL. Kandungan Timbal dalam darah dapat dibaca dengan menggunakan ASS.

Kadar Hemoglobin (Hb) diukur dengan menggunakan alat pengukur kadar hemoglobin (Easy Touch GCHb). Darah yang telah diambil dari operator SPBU dimasukkan ke dalam test strips hemoglobin. Easy Touch GCHb akan membaca secara langsung kadar Hb dalam darah.

Data hasil penelitian analisis kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU di Kota Pekanbaru dapat dijadikan sebagai rancangan *Handout*. Rancangan *Handout* dilakukan melalui dua tahap yakni tahap analisis dan desain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Dalam penelitian ini responden berjumlah 25 orang yang terdiri dari 28% wanita (7 orang) dan 72% laki-laki (18 orang). Kriteria umur responden dikategorikan menjadi tiga yaitu, 20 – 25 tahun sebanyak 40% (10 orang), 26 – 30 tahun sebanyak 40% (10 orang), dan >30 tahun sebanyak 20% (5 orang). Lama kerja responden dikategorikan menjadi 0 – 18 bulan sebanyak 48% (12 orang), 19 – 36 bulan sebanyak 36% (9 orang), dan >36 bulan sebanyak 16% (4 orang). Responden yang menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) ketika bekerja sebanyak 28% (7 orang), dan yang tidak menggunakan APD sebanyak 72% (18 orang). Responden yang memiliki kebiasaan merokok sebanyak 24% (6 orang), dan yang tidak memiliki kebiasaan merokok sebanyak 76% (19 orang). Berdasarkan kebiasaan mengkonsumsi alkohol, responden yang mengkonsumsi alkohol sebanyak 8% (2 orang) dan yang tidak mengkonsumsi alkohol sebanyak 92% (23 orang). Berdasarkan keluhan pusing yang diderita responden, sebanyak 60% responden (15 orang) mengalami keluhan pusing ketika bekerja, dan sebanyak 40% (10 orang) tidak mengalami keluhan pusing. Semua responden tidak memiliki riwayat sakit.

Analisis Kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb)

Tabel 1. Hasil pemeriksaan rerata kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb) dalam darah operator SPBU di Kota Pekanbaru

Variabel	Min	Max	Rerata	NAB	Frekuensi	
					Normal	Tinggi
Pb ($\mu\text{g/dL}$)`	16,2	39,5	29,3	25	10	15
Hb (g/dL)						
a. Wanita	11	14,6	12	12	2	5
b. Laki-laki	11,3	16,8	14,3	14	8	10

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan kadar Timbal (Pb) dengan kadar terendah 16,2 $\mu\text{g/dL}$ dan tertinggi 39,5 $\mu\text{g/dL}$ dengan rata-rata 29,3 $\mu\text{g/dL}$. Rerata kadar Timbal (Pb) telah melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan. Menurut WHO (1995), batas maksimal kadar timbal dalam darah adalah 25 $\mu\text{g/dL}$.

Hasil pemeriksaan Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU wanita didapatkan kadar terendah 11 g/dL dan tertinggi 14,6 g/dL dengan rerata 12 g/dL. Sedangkan kadar Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU laki-laki didapatkan kadar terendah 11,3 g/dL dan kadar tertinggi 16,8 g/dL dengan rerata 14 g/dL. Rerata kadar Hemoglobin (Hb) masih dikategorikan normal. Menurut WHO (2011) kadar hemoglobin normal pada wanita dewasa adalah 12 – 16 g/dL dan pada laki-laki dewasa 14 – 18 g/dL.

Dari total 25 responden operator SPBU di Kota Pekanbaru yang diteliti diperoleh bahwa 60% (15 orang) memiliki kadar Timbal (Pb) $\geq 25 \mu\text{g/dL}$ yang dikategorikan tinggi karena telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan. Responden yang memiliki kadar Timbal (Pb) $\leq 25 \mu\text{g/dL}$ hanya 40% (10 orang) dan masih dikategorikan normal. Banyaknya responden yang memiliki kadar timbal tinggi dikarenakan responden (operator SPBU) terpapar emisi kendaraan bermotor dan

terpapar uapan bensin ketika konsumen mengisi BBM selama ± 8 jam setiap harinya dan terjadi secara terus menerus. Menurut Widmann (1995), bahwa lama paparan, dosis paparan, dan cara masuk timbal ke dalam tubuh juga mempengaruhi kadar timbal dalam darah. Heryanto Palar (1999) mengatakan bahwa, semakin lama seseorang bekerja akan semakin besar terpapar gas buang kendaraan bermotor, sehingga akan mencerminkan kadar timbalnya.

Peningkatan kadar Timbal (Pb) di udara ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor dan diantaranya adalah suhu, kelembaban, dan arah angin. Paparan Timbal (Pb) pada pekerja masuk melalui saluran pernapasan berasal dari debu atau asap kendaraan bermotor di udara (Santi, 2001). Menurut Ardyanto (2005), logam timbal yang terhirup masuk ke paru-paru dan akan berikatan dengan darah paru-paru serta diedarkan ke seluruh jaringan organ tubuh. Lebih dari 90 % logam Pb yang terserap dalam darah berikatan dengan sel darah merah. Dengan demikian, semakin banyak timbal yang masuk ke dalam tubuh maka, semakin tinggi kadar timbal yang dijumpai pada darah.

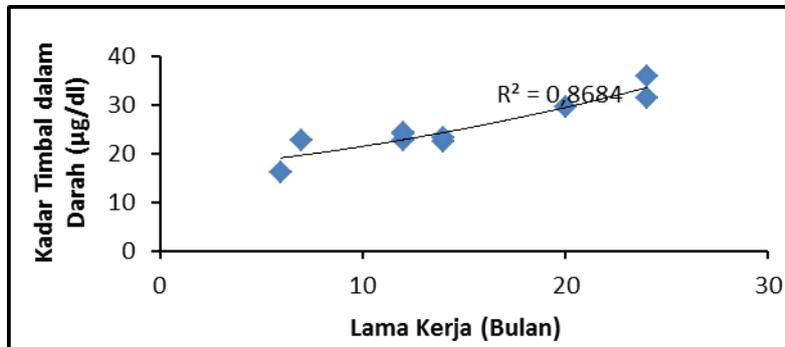
Dari seluruh responden yang diteliti juga diperoleh bahwa 60% (15 orang) memiliki kadar hemoglobin yang rendah yaitu ≤ 12 g/dL pada wanita dan ≤ 14 g/dL pada laki-laki. Rerata kadar hemoglobin dikategorikan rendah karena berada dibawah nilai ambang batas yang ditetapkan. Adapun responden yang memiliki kadar hemoglobin ≥ 12 g/dL pada wanita dan ≥ 14 g/dL pada laki-laki hanya 40% (10 orang) yang masih termasuk kedalam kategori normal.

Tabel 2. Rerata kadar Timbal (Pb) menurut kategori lama kerja dan umur

No.	Variabel	Kadar Pb ($\mu\text{g/dL}$)
Lama Kerja		
1.	a. 0 – 18 bulan	25,25
	b. 19 – 36 bulan	32,61
	c. ≥ 36 bulan	37,87
Umur		
2.	a. 20 – 25 tahun	25,29
	b. 26 – 30 tahun	30,89
	c. ≥ 30 tahun	34,3

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa rerata kadar timbal responden yang bekerja 0 – 18 bulan adalah 25,25 $\mu\text{g/dL}$. Kadar timbal yang dimiliki responden yang bekerja 19 – 36 bulan sebanyak 32,61 $\mu\text{g/dL}$ dan yang bekerja di atas 36 bulan memiliki kadar timbal yang paling tinggi yaitu 37,87 $\mu\text{g/dL}$. Dari rerata kadar timbal dalam darah menurut kategori lama kerja tampak adanya kecenderungan bahwa semakin lama bekerja, kadar timbal darah akan makin tinggi pula. Hal ini disebabkan karena semakin lama responden bekerja maka, semakin banyak terpapar udara yang mengandung timbal, sehingga kadar timbal akan terakumulasi secara terus menerus di dalam tubuh.

Hubungan Lama Kerja terhadap Kadar Timbal (Pb) dalam Darah pada Operator SPBU di Kota Pekanbaru Berdasarkan Umur



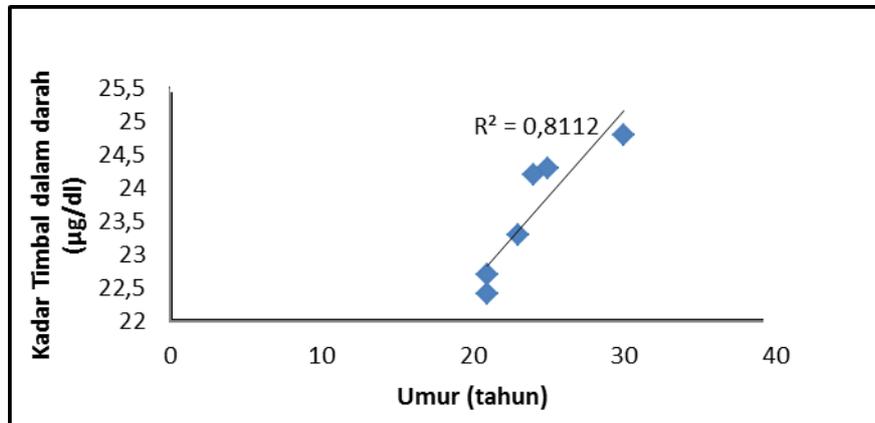
Gambar 1. Hubungan Lama Kerja terhadap Kadar Timbal (Pb) dalam darah

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin lama masa kerja maka semakin tinggi kadar timbal di dalam darah. Hal ini disebabkan karena semakin lama bekerja, maka semakin besar pula tubuh akan terpapar oleh timbal. Menurut Sam Sam Eka, dkk (2013), responden dengan masa kerja yang lama dapat berujung dengan tingginya keterpaparan tubuh terhadap timbal, sehingga tingginya jumlah timbunan timbal dalam tubuh. Timbal yang diserap akan diendapkan dalam tulang bergabung dengan matriks tulang yang mirip dengan kalsium (Ca). Timbal yang bergerak lambat akan meningkat jumlahnya bersamaan dengan waktu terpapar.

Laila (2013) mengatakan bahwa penyimpanan timbal dalam tulang menyebabkan kenaikan katabolisme tulang yang memungkinkan meningkatnya konsentrasi timbal dalam sirkulasi darah. Lama kerja bertahun-tahun terpapar timbal menyebabkan tubuh tidak dapat mengabsorpsi timbal dalam darah sehingga timbal dalam darah terus-menerus terakumulasi menjadi banyak dan mengendap menjadi racun.

Menurut Heryanto Palar (1994), timbal mempunyai waktu paruh dalam darah yang sangat lambat yaitu sekitar 25 hari, pada jaringan lunak sekitar 40 hari, dan pada tulang 25 tahun. Dengan sifat ekskresi yang sangat lambat ini maka, timbal mudah terakumulasi di dalam tubuh. Jadi dapat disimpulkan bahwa, semakin lama masa kerja maka semakin tinggi kadar timbal di dalam darah.

Hubungan Umur terhadap Kadar Timbal (Pb) dalam Darah pada Operator SPBU di Kota Pekanbaru Berdasarkan Lama Kerja

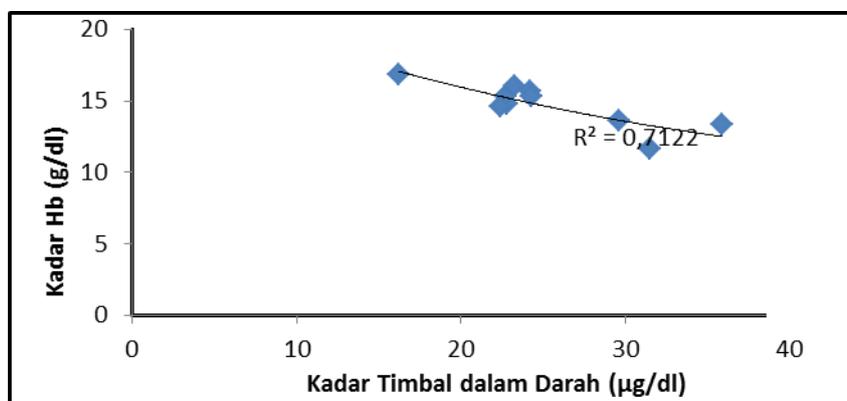


Gambar 2. Hubungan Umur terhadap Kadar Timbal dalam Darah

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tua umur maka semakin tinggi kadar timbal dalam darah. Tingginya kadar timbal dalam darah pada usia yang tua disebabkan karena semakin tua seseorang maka fungsi fisiologis tubuhnya akan menurun sehingga semakin rentan terhadap timbal. Menurut Joko, S (1995), semakin tua umur seseorang maka kepekaan terhadap timbal akan menurun. Bertambahnya umur menyebabkan aktivitas enzim biotransformasi berkurang dan daya tahan organ tertentu menurun terhadap efek timbal. Semakin tua umur seseorang, akan semakin tinggi pula konsentrasi timbal yang terakumulasi pada jaringan tubuh.

Dengan bertambahnya umur, maka terjadi penurunan fungsi dari berbagai organ tubuh termasuk fungsi paru-paru. Penurunan fungsi paru-paru mempermudah timbal yang masuk melalui sistem saluran pernapasan untuk masuk ke dalam jaringan paru-paru selanjutnya masuk ke dalam pembuluh darah (Supariasa, 2002)

Hubungan Kadar Timbal (Pb) dalam Darah terhadap Kadar Hemoglobin (Hb) pada Operator SPBU di Kota Pekanbaru



Gambar 3. Hubungan Kadar Timbal dalam Darah terhadap Kadar Hemoglobin

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa adanya kecenderungan semakin tinggi kadar timbal dalam darah maka, semakin rendah kadar hemoglobin. Tingginya kadar timbal dalam darah dapat menghambat reaksi enzimatik dalam proses pembentukan hemoglobin. Timbal yang melebihi ambang batas normal akan bersifat toksik dan berpengaruh terhadap sintesis hemoglobin. Keberadaan timbal dalam tubuh dapat mengganggu sistem hemopoetik pada sintesis heme melalui tiga mekanisme, yakni mengganggu penyatuan Glycine dan Succinyl Co-enzyme A, melalui depresi terhadap delta- ALAD, dan melalui gangguan terhadap enzim Ferrokhelatase yang berfungsi melekatkan besi (Fe) terhadap protoporphyrin yang kemudian menjadi heme sebagai bagian dari hemoglobin (Malaka, 2012).

Setiawan (2014) mengatakan bahwa, adanya timbal dalam tubuh akan menyebabkan gangguan pada kerja enzim ALAD. Enzim ALAD adalah enzim jenis sitoplasma yang akan bereaksi pada tahap awal sintesa pembentukan hemoglobin. Timbal merupakan inhibitor enzim dengan mekanisme biomolekular yang ekstrem, yaitu mendesak logam Zn pada enzim ALAD keluar dan digantikan oleh timbal (kompetitif). Menurut Darmono (2006), enzim ferrokhelatase termasuk ke dalam golongan enzim mitokondria yang berfungsi aktif pada akhir proses sintesa, yaitu mengkatalisasi pembentukan kompleks khelat hemoglobin. Jadi, dengan adanya intervensi timbal pada enzim dalam pembentukan hemoglobin, akan menghambat proses pembentukan hemoglobin yang menyebabkan kadar hemoglobin menurun.

Distribusi Responden tentang Pemakaian APD, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, keluhan pusing, dan riwayat sakit pada Operator SPBU di Kota Pekanbaru.

Tabel 3. Deskripsi kadar timbal berdasarkan kategori pemakaian APD, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, keluhan pusing, dan riwayat sakit.

Variabel	Kadar Timbal				Kadar Hemoglobin			
	Normal		Tinggi		Normal		Rendah	
	n	%	n	%	n	%	n	%
APD (Masker)								
a. Ya	6	85,7	1	14,3	7	100	-	-
b. Tidak	4	22,2	14	77,8	4	22,2	14	77,8
Kebiasaan merokok								
a. Ya	6	100	-	-	6	100	-	-
b. Tidak	4	21,1	15	78,9	5	26,3	14	73,7
Konsumsi Alkohol								
a. Ya	2	100	-	-	2	100	-	-
b. Tidak	4	17,4	19	82,6	9	45	11	55
Keluhan pusing								
a. Ya	-	-	15	100	1	6,7	14	93,3
b. Tidak	10	100	-	-	10	100	-	-
Riwayat sakit								
a. Ya	-	-	-	-	-	-	-	-
b. Tidak	10	40	15	60	11	44	14	56

Dari 25 responden, berdasarkan pemakaian APD (masker) responden yang menggunakan APD saat bekerja sebanyak 85,7% memiliki kadar timbal yang normal,

14,3% memiliki kadar timbal yang tinggi, dan 100% memiliki kadar hemoglobin yang normal. Responden yang tidak menggunakan APD (masker), 22,2% memiliki kadar timbal dan hemoglobin yang normal, 77,8% memiliki kadar timbal yang tinggi dan kadar hemoglobin yang rendah.

Dari hasil penelitian rerata responden yang menggunakan APD saat bekerja memiliki kadar timbal dan kadar hemoglobin yang normal, sedangkan responden yang tidak menggunakan APD memiliki kadar timbal yang tinggi serta kadar hemoglobin yang rendah. Penggunaan APD berupa masker sangat berperan untuk meminimalisir masuknya timbal dari udara yang tercemar ke dalam tubuh. Ramadhani (2014) menyatakan bahwa pemakaian APD sangat penting sebagai garis pertahanan untuk melindungi pemakai sebagai akibat dari kelalaian atau kondisi yang tidak diperkirakan. APD ini tidaklah secara sempurna dapat melindungi tubuhnya tetapi akan dapat mengurangi tingkat keparahan yang mungkin terjadi. Dengan pemakaian APD maka dapat memperkecil kadar timbal yang masuk ke dalam tubuh.

Menurut kebiasaan merokok, 100% responden yang merokok memiliki kadar timbal dan hemoglobin yang normal, akan tetapi dari responden yang tidak memiliki kebiasaan merokok 21,1% memiliki kadar timbal yang normal dan 78,9% memiliki kadar timbal yang tinggi. Sebanyak 26,3% responden yang tidak memiliki kebiasaan merokok memiliki kadar hemoglobin yang normal, dan 73,7% responden memiliki kadar hemoglobin yang rendah. Penelitian dari Hense HW et al (1992) menyimpulkan bahwa, kebiasaan merokok mempunyai hubungan kuat dengan peningkatan kadar timbal dalam darah dan lebih lanjut akan menambah risiko kesehatan. Pada penelitian Einbensteiner L (2005) juga menyimpulkan bahwa adanya hubungan antara kadar timbal dalam darah dengan kebiasaan merokok. Effendi (1980) menjelaskan bahwa kebiasaan merokok juga membantu absorpsi timbal melalui saluran pernapasan.

Responden yang memiliki kebiasaan merokok memiliki kadar hemoglobin yang normal, akan tetapi responden yang tidak memiliki kebiasaan merokok memiliki kadar hemoglobin yang rendah. Menurut Soraya (2014), asap rokok mengandung radikal bebas yang reaksinya dapat merusak dinding eritrosit dan mengakibatkan fragilitas eritrosit sehingga eritrosit mudah pecah. Banyaknya eritrosit yang pecah berakibatkan terjadinya penurunan kadar eritrosit di dalam tubuh dan juga penurunan kadar hemoglobin.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa kebiasaan merokok tidak mempunyai hubungan yang erat dengan kadar timbal dalam darah. Hal ini disebabkan karena sebagian besar responden yang merokok bukanlah merupakan perokok yang berat. Hal ini berkaitan juga dengan pekerjaan mereka yang mengharuskan bekerja selama 8 jam di area bebas rokok.

Berdasarkan kebiasaan mengkonsumsi alkohol, responden yang mengkonsumsi alkohol 100% memiliki kadar timbal yang normal dan juga kadar hemoglobin yang normal. Responden yang tidak memiliki kebiasaan mengkonsumsi alkohol 17,4% memiliki kadar timbal yang normal dan 82,6% memiliki kadar timbal yang tinggi. Kadar hemoglobin responden yang tidak memiliki kebiasaan mengkonsumsi alkohol memiliki 45% kadar hemoglobin yang normal dan 55% memiliki kadar hemoglobin yang rendah.

Firdaus, dkk (2015) mengatakan bahwa, konsumsi alkohol secara sinergis menghambat aktivitas enzim δ aminolevulinic acid dehidratase (ALAD) dalam eritrosit sumbu tulang dan eritrosit pada sintesis heme. Produksi heme dihambat oleh ethanol (alkohol) yang ditandai dengan meningkatnya aktivitas inhibitor translasi globin

yang diatur hemin. Namun pada penelitian ini tidak terlihat adanya pengaruh konsumsi alkohol terhadap kadar timbal dan kadar hemoglobin pada operator SPBU. Hal ini disebabkan karena responden yang mengkonsumsi alkohol bukan merupakan pecandu alkohol dan hanya mengkonsumsi alkohol sesekali saja.

Dilihat dari keluhan pusing yang dirasakan responden, 100% responden yang mengalami keluhan pusing memiliki kadar timbal yang tinggi. Sebanyak 6,7% responden memiliki kadar hemoglobin yang normal, dan 93,3% memiliki kadar hemoglobin yang rendah. Responden yang tidak memiliki keluhan pusing 100% memiliki kadar timbal dan hemoglobin yang normal. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa tingginya kadar timbal dalam tubuh mengakibatkan rendahnya kadar hemoglobin. Hemoglobin yang rendah dapat mengakibatkan terjadi gangguan kesehatan salah satunya keluhan pusing.

Menurut Firdaus, dkk (2015) terhambatnya aktivitas enzim δ -aminolevulinic acid dehidratase (ALAD) dalam eritoblas sumsum tulang dan eritrosit pada sintesis heme yang dapat menghambat produksi hormon erythropoietin sehingga menyebabkan pematangan sel darah merah tidak memadai yang kemudian menyebabkan terjadinya anemia. Salah satu ciri-ciri dari anemia yaitu adanya keluhan pusing yang dirasakan oleh penderitanya.

Jika dilihat dari riwayat sakit yang diderita oleh responden, semua responden tidak memiliki riwayat sakit dalam 6 bulan terakhir. Responden yang tidak memiliki riwayat sakit 60% memiliki kadar timbal yang tinggi dan sisanya 40% memiliki kadar timbal yang masih dikategorikan normal. Sebanyak 44% responden masih memiliki kadar hemoglobin yang normal dan 56% memiliki kadar hemoglobin yang rendah. Data riwayat sakit responden diambil guna untuk pengendalian adanya variabel pengganggu dalam penelitian berupa riwayat sakit yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin.

Integrasi Hasil Penelitian sebagai Rancangan Lembar Kerja Siswa

Hasil penelitian analisis kadar Timbal (Pb) dan Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU di Kota Pekanbaru dapat dijadikan sebagai salah satu bahan ajar berupa rancangan *Handout* pada konsep Pencemaran Udara dengan judul “Handout Pencemaran Udara” di SMA Kelas X. Untuk mengintegrasikan hasil penelitian sebagai rancangan LKS menggunakan dua tahapan, yakni tahap analisis dan desain.

Pada tahap analisis peneliti melakukan analisis terhadap kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) pada kurikulum 2013, analisis silabus, dan analisis RPP. Berdasarkan Analisis terhadap Kurikulum 2013, didapatkan KD yang sesuai dijadikan sebagai pengayaan konsep materi pada pembelajaran biologi di SMA berdasarkan data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis KD SMA

	KOMPETENSI DASAR	KELAS
KD 3.10:	Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan.	X
KD 3.6 :	Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem sirkulasi dan mengaitkannya dengan bioprosesnya sehingga dapat menjelaskan mekanisme peredaran darah serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem sirkulasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.	XI

KD-KD diatas dianalisis kembali untuk menentukan KD yang paling berpotensi dijadikan sebagai rancangan *Handout*. Berdasarkan hasil analisis didapatkan KD. 3.10 pada kelas X yang paling sesuai dijadikan sebagai rancangan *Handout* berdasarkan hasil penelitian. Selanjutnya dilakukan analisis dan rekonstruksi terhadap silabus yang telah dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan Nasional pada KD yang dipilih. Berdasarkan dari analisis tersebut, diperoleh spesifikasi indikator pencapaian yang digunakan untuk merancang *Handout* pada konsep pencemaran udara sebagai berikut :

1. Mendefinisikan pengertian pencemaran udara
2. Mengidentifikasi penyebab pencemaran udara
3. Menjelaskan penyebab pencemaran udara oleh Timbal (Pb)
4. Memprediksi dampak negatif pencemaran udara bagi makhluk hidup (khususnya dampak negatif pencemaran Timbal (Pb) pada kesehatan)
5. Menjelaskan pengaruh nyata Timbal (Pb) terhadap kesehatan berdasarkan data hasil penelitian

Selanjutnya dilakukan analisis RPP untuk mengetahui alokasi waktu pada materi pencemaran udara sehingga dapat dirancang *Handout* yang sesuai dengan kebutuhan. Adapun alokasi waktu pada materi pencemaran udara adalah 2 x 45 menit. Setelah melakukan analisis dilanjutkan tahap kedua yakni desain rancangan *Handout*. Berikut merupakan deskripsi rancangan *Handout*:

1. Judul
2. Identitas
3. Kompetensi Inti (KI)
4. Kompetensi Dasar (KD)
5. Indikator Pencapaian Kompetensi
6. Materi
7. Kegiatan
8. Daftar Pustaka
9. Penilaian

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Rerata kadar Timbal (Pb) dalam darah operator SPBU di Kota Pekanbaru adalah 29,3 µg/dL dengan kadar terendah 16,2 µg/dL dan tertinggi 39,5 µg/dL. Rerata kadar Timbal (Pb) telah melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 25 µg/dL. Rerata kadar Hemoglobin (Hb) pada operator SPBU masih dikategorikan normal. Meskipun masih dikategorikan normal, akan tetapi sebagian besar responden

yang memiliki kadar hemoglobin yang rendah. Semakin lama masa kerja dan semakin tua umur maka, semakin tinggi kadar timbal di dalam darah. Hasil penelitian berpotensi untuk dijadikan sebagai rancangan *Handout* dalam pembelajaran Biologi di SMA pada materi pencemaran udara kelas di kelas X.

Disarankan kepada operator SPBU untuk menggunakan APD (masker) dalam bekerja untuk meminimalisir masuknya timbal ke dalam tubuh. Perlu dilakukannya pemeriksaan kadar timbal dalam darah pada operator SPBU setiap 6 bulan sekali untuk pencegahan dan penanggulangan dampak timbal terhadap kesehatan. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap *Development, Implementation, dan Evaluation* sesuai dengan model pembelajaran ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implemetation, Evaluation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardyanto, Denny. 2005. Deteksi Pencemaran Timah Hitam (Pb) Dalam Darah Masyarakat yang Terpajan Timbal (Plumbum). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 2(1).
- Darmono. 2006. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-Press. Jakarta.
- Dispenda Kota Pekanbaru. 2015. *Pertumbuhan Kendaraan Bermotor*. Dispenda.pekanbaru.go.id (Diakses 27 Februari 2016).
- Effendi, Hasyim, Yasir Y. 1980. *Fisiologi Pernafasan dan Patofisiologinya*. Yayasan Alumni. Bandung.
- Eibensteiner L, Sanz ADC, Frumkin H, Gonzales C, Gonzales GF. 2005. Lead exposure and semen quality among traffic police in Arequipa Peru. *International Journal of Occupational and Environmental Health*. Vol 11 (2).
- Firdaus,dkk, 2015. Hubungan Karakteristik Responden dan Kadar Timbal (Pb) dalam Darah dengan Kelelahan Kerja pada Operator SPBU (Studi di SPBU Sempolan dan SPBU Arjasa Kabupaten Jember). Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Hafsari, Ratih dkk (2012). Hubungan Kadar Timah Hitam (Pb) Dalam Darah Dengan Profil Darah Studi pada Petugas Pengujian Emisi Gas Buang Dinas Perhubungan Kabupaten Purbalingga dan Banjarnegara. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia 11 (1)*.
- Haryanto. 2014. Oktan dalam Bensin. www.hariyantolike.blogspot.co.id. Diakses pada 29 April 2016

- Joko Suyono. 1995. *Deteksi dini penyakit akibat kerja (World Health Organization)*. Editor : Caroline Wijaya. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Laila, dkk. 2013. Kadar Timbal Darah dan Keluhan Kesehatan pada Operator Wanita SPBU. *Jurnal Kesehatan Reproduksi* Vol. 4(1).
- Malaka, Iryani., 2012. Hubungan kadar timbeldalam darah dengan kadar hemoglobin dan hematokrit pada petugas pintu tol jagorawi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 6(1).
- Mifbakhuddin, dkk (2010). Hubungan Antara Paparan Gas Buang Kendaraan (Pb) dengan Kadar Haemoglobin dan Eritrosit Berdasarkan Lama Kerja pada Petugas Operator Wanita SPBU di Wilayah Semarang Selatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol 6 (2).
- Mifbakhuddin. 2007. Hubungan Kadar Pb Dalam Darah Dengan Profil Darah pada Petugas Operator Sampel Pengisian Bahan Bakar Umum di Kota Semarang Timur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol 4 (2).
- Palar, Heryando. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Palar. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Ramadhani, Arni (2014). Hubungan masa kerja dan kesadaran penggunaan Alat pelindung diri (masker) terhadap Kapasitas vital paru operator spbu Jalan sultan agung semarang. Jurusan Keshatan Masyarakat. Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang.
- Rizkiawati. 2012. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kadar Hemoglobin dalam Darah pada Tukang Becak di Pasar Mranggen Demak. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 2 (1).
- Robbins, Stanley L., Cotran, Ramzi S.,and Kumar, Vinay. 2004. *Patalogi*. Terjemahan Muhammad Asrorudin, dkk. Buku Kedokteran EGC.
- Sam Sam Eka, dkk. 2013. Faktor yang Berhubungan dengan Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Sopir Koperasi Angkutan Kota Mahasiswa dan Umum (KAKMU) Trayek 05 Kota Makassar. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin.
- Santi, N. D. 2002. *Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) serta Penanggulangannya*. Universitas Sumatera Utara digital library. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/3542>.