

STUDI BIOAKUMULASI ION LOGAM PB DALAM RAMBUT DAN DARAH OPERATOR STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM, JALAN SENTOSA, SAMARINDA

BIOACCUMULATION STUDY OF Pb METAL ION IN HAIR AND BLOOD OF OPERATOR OF GENERAL FUEL FILLING STATION, SENTOSA ROAD, SAMARINDA

Sukma Wiratama*, Saibun Sitorus, Rudi Kartika

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123

*E-mail: sukma.wiratama@gmail.com

Received: 18 August 2016, Accepted: 05 January 2018

ABSTRACT

A study about Bioaccumulation of Pb Metal Ion in Hair and Blood of Operator of General Fuel Filling Station, Sentosa Road Samarinda has been conducted. The aim of the study is to determine the accumulation of Pb metal ions levels and the association between the hours of work of gas station operator assumed to be positively correlated and the levels of Pb metal ions in hair as well as in blood. Hair and blood were homogenized and analyzed by Atomic Adsorption Spectrophotometer (AAS). The results displayed that the lowest and highest level of Pb metal ions contained in hair was 0.03 $\mu\text{g/g}$ and 0.07 $\mu\text{g/g}$, respectively. The highest number found in blood was similar to the level contained in hair, that is 0.07 $\mu\text{g/mL}$. However, the lowest level was marginally lower with a number 0.01 $\mu\text{g/mL}$. The coefficient correlation (r) obtained were 0.822 and 0.859 for hair and blood, respectively. These numbers indicate there was a strong positive relationship between working hours of gas station operator and levels of Pb metal ion in hair and blood. This inference was also supported by the results of t test, that is, 0.564. Furthermore, % determinants analysis was also undertaken which result in 82.2% and 85.9% for hair and blood, respectively to strengthen the test result that working hours of gas station operator in Sentosa Road Samarinda was positively associated with Pb metal ion levels in hair and in blood.

Keywords: *Hair, Blood, Bioaccumulation, Correlation Coefficient, Pb Metal Ion Levels*

PENDAHULUAN

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi dan umumnya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Manusia menggunakan bahan bakar pada proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Contoh lain dari proses pelepasan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir (reaksi fisi dan fusi). Hidrokarbon (bensin dan solar) merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan oleh manusia.

Timbal merupakan logam yang berwarna abu-abu kebiruan dan memiliki kerapatan yang tinggi (11,84 g/mL pada suhu kamar), timbal mudah larut dalam HNO_3 yang konsentrasi pekatnya 8M dan membentuk nitrogen oksida [1]. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IVA pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dan bobot atau berat atom (BA) 207,2.

Timbal yang merupakan salah satu unsur logam berat yang terdapat dalam bahan bakar minyak yaitu bensin yang dapat mencemari udara. Timbal umumnya dikenal sebagai timah hitam dan biasa digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin.

Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pencernaan (digesti) atau melalui saluran pernafasan (inhalasi). Proses masuknya ion logam Pb ke dalam tubuh dapat melalui berbagai cara dan akan terakumulasi dalam organ-organ tubuh. Meskipun tubuh manusia dapat mengekskresi timbal, namun hal itu tidak sebanding dengan absorpsinya sehingga dapat menimbulkan efek negatif baik akut maupun kronis. Ion logam Pb yang ada di dalam darah diikat oleh eritrosit yang dikirim ke jaringan lunak (sumsum tulang, sistem saraf, ginjal, hati) dan ke jaringan keras (tulang, kuku, rambut, gigi).

Pencemaran logam terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia, khususnya logam berat seperti timbal dapat menimbulkan bahaya pada makhluk hidup khususnya

bagi manusia. Logam tersebut sangat berbahaya jika ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi di lingkungan karena logam tersebut mempunyai sifat yang dapat merusak jaringan tubuh makhluk hidup.

Ion logam Pb merupakan suatu unsur yang paling banyak terakumulasi pada rambut manusia dibandingkan pada bagian organ tubuh yang lain. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian ini yang menggunakan sampel rambut dan darah yang berpeluang besar mengandung ion logam Pb cukup tinggi yaitu operator stasiun pengisian bahan bakar umum yang sering berinteraksi dengan sumber Pb. Untuk melihat dampaknya terhadap lingkungan sekitarnya digunakan sampel rambut dan darah orang biasa yang jauh dari sumber pencemaran dan digunakan sebagai pembanding untuk melihat bagaimana pengaruh pencemaran dengan sumber area [2].

Samarinda memiliki 15 Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) yang tersebar di wilayah Samarinda. Di SPBU tersebut terdapat pula operator atau karyawan/karyawati yang sudah bekerja lama maupun yang merupakan pegawai baru. Salah satunya di SPBU di Jalan Sentosa ini memiliki total pegawai 20 orang yang bekerja secara shift. Umurnya pun bervariasi, antara 20–55 tahun. SPBU ini beroperasi dari jam 8 pagi hingga jam 10 malam. Sehingga umumnya pegawai–pegawai tersebut dapat terkontaminasi secara tidak langsung oleh ion logam Pb karena akumulasi bekerja SPBU. Oleh karena itu, analisa menggunakan rambut dan darah adalah cara yang baik untuk memperkirakan kandungan unsur-unsur logam berat dalam tubuh. Dengan menggunakan teknik analisis yang dikembangkan untuk mendeteksi unsur ion logam Pb dalam rambut dan darah tersebut digunakan cara *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) yang mampu melakukan pendeteksian unsur timbal (Pb) secara akurat.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui observasi lapangan yaitu berupa pendataan yang dilakukan dengan pengisian kuisioner untuk mendapatkan data pribadi diantaranya usia, lama bekerja, jenis kelamin serta gejala penyakit yang timbul pada para operator SPBU. Setelah itu dilakukan analisis kuantitatif sampel berupa rambut dan darah dengan cara di destruksi terlebih dahulu yaitu dengan destruksi kering dan basah dilanjutkan pengujian menggunakan alat instrumen AAS untuk mendapatkan hasil regresi linier.

Alat

Alat yang digunakan antara lain : Peralatan sampling, pipet gondok, pipet volume, labu ukur,

beaker glass, cawan porselen, seperangkat alat destruksi, timbangan digital dan neraca analitik, desikator vacum, tanur dan furnace, penangas listrik, hot plate, stirrer, lemari asam, pot salep, botol semprot, batang pengaduk dan penjepit tabung dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain rambut (sampel), Sampel darah operator SPBU, aquades, aseton, HNO₃, HCl, HClO_{4(p)} kertas saring larutan induk Pb 1000 mg/L dan larutan standar Pb.

Prosedur Penelitian

Teknik pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel dilakukan pada karyawan SPBU Jalan Sentosa Samarinda yang terdiri dari 10 orang yaitu secara acak. Setiap orang yang bersedia dijadikan responden diambil rambutnya kurang lebih 1,5 gr dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah diberi label atau kode sampel. Dilakukan juga pencatatan terhadap data pribadi responden berkaitan dengan nama, umur, pekerjaan, lama bekerja dan lokasi kerja.

Kemudian untuk sampel darahnya diambil menggunakan *sprit* (alat suntik). Sampel darah yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam masing-masing tabung darah yang sudah berisikan *Ethylene Diamine Tetra Acetic* (EDTA) sebagai antikoagulan sampel agar tidak terjadi penggumpalan darah, selanjutnya diberi label sesuai dengan nama, lamanya bekerja dan umur. Setelah dilakukan proses pengambilan sampel selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis menggunakan instrumen AAS.

Pembuatan larutan standar Pb 100 ppm (*Standard Methods 22nd edition*)

Diambil 10 mL larutan standar induk Pb 1000 ppm kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan dengan aquades menjadi 100 mL sampai tanda batas.

Pembuatan larutan standar Pb 10 ppm (*Standard Methods 22nd edition*)

Diambil 10 mL larutan standar induk Pb 100 ppm kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan dengan aquades menjadi 100 mL sampai tanda batas.

Preparasi sampel rambut

Sampel rambut yang terkumpul sesuai biodata terlebih dahulu dicuci. Sampel rambut dimasukan ke dalam gelas kimia 100 mL, direndam dengan 10 mL aseton teknis selama 15 menit sambil diaduk dengan

pengaduk kaca. Kemudian diikuti 3 kali pembilasan dengan aquades. Sampel selanjutnya dicuci kembali dengan 10 mL aseton pro analyse selama 15 menit sambil diaduk, kemudian ditiriskan. Selanjutnya sampel dikeringkan pada suhu kamar selama 3 atau 4 hari dalam desikator vacum agar rambut benar-benar kering dan siap didestruksi.

Preparasi sampel darah

Sampel darah operator SPBU diambil menggunakan jarum suntik. Sampel darah yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam masing-masing tabung darah yang sudah berisikan *Ethylene Diamine Tetra Acetic* (EDTA) sebagai antikoagulan sampel agar tidak terjadi penggumpalan darah, selanjutnya diberi label sesuai dengan nama, lamanya bekerja dan. Setelah dilakukan proses pengambilan sampel selanjutnya sampel darah tersebut dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk diawetkan.

Destruksi sampel rambut

Disiapkan cawan porselen yang sudah bersih sesuai banyaknya sampel. Sampel rambut yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak ±1 gr dan dimasukkan ke dalam cawan porselen. Kemudian dipanaskan dalam *furnace* sampai suhu 600 °C selama 85 menit sehingga terjadi proses pengabuan. Sampel yang telah menjadi abu kemudian dilarutkan dengan menggunakan larutan HNO₃ 5,0 mL hingga larut. Abu yang telah menjadi larutan hitam dipindahkan dalam labu takar dan diencerkan hingga tanda tera dengan aquades. Cairan dikocok hingga homogen dan dimasukkan ke dalam botol sampel yang disediakan. Larutan siap untuk dilakukan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Destruksi sampel darah

Sampel darah Operator SPBU sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam cawan porselen. Kemudian dilarutkan dengan penambahan 5 mL larutan dengan HNO_{3(P)}. Lalu sampel didestruksi dengan alat destruksi pada suhu 95°C selama 3 menit sehingga larutan berubah menjadi kuning jernih. Selanjutnya cawan porselen diangkat dan didinginkan pada suhu kamar selama 1 jam. Setiap larutan sampel tersebut kemudian diencerkan dengan aquadest menggunakan labu ukur 50 mL hingga tanda batas.

Optimasi pengukuran kadar timbal

Diatur *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan optimalkan, dimana optimasi alat AAS yang dilakukan adalah dengan cara alat dihidupkan dan dipanaskan selama kurang lebih 5 sampai 10 menit. Setelah itu dimasukkan larutan sampel standar

ke dalam alat AAS untuk dianalisis. Kemudian masukkan larutan sampel rambut dan darah yang siap dianalisis. Diukur absorbansinya dengan panjang gelombang resonansi yang dapat dipakai pada penentuan timbal 217,0 nm. Masing-masing sampel dilakukan pengulangan 3 kali.

Perhitungan konsentrasi kadar ion logam Pb pada rambut dan darah

Perhitungan konsentrasi kadar ion logam Pb pada sampel rambut menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Kadar Ion Logam Pb} = \frac{\text{Konsentrasi AAS} \times \frac{\text{Volume sampel}}{1000}}{\text{gr sampel}} \quad (1)$$

Sedangkan perhitungan konsentrasi kadar ion logam Pb pada sampel darah menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Kadar Ion Logam Pb} = \frac{\text{Konsentrasi AAS} \times \frac{\text{Volume sampel}}{1000}}{\text{mL sampel}} \quad (2)$$

Teknik analisis data

Pada penelitian studi keterpaparan ion logam Pb pada rambut dan darah para operator SPBU dilakukan untuk mengetahui berapa kadar ion logam Pb pada tubuh pekerja bengkel. Metode yang digunakan adalah destruksi sampel yang kemudian diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk menentukan logam. Data yang diperoleh di analisis dengan menggunakan uji koefisien korelasi, uji T_{tabel}, dan uji % determinan.

- Uji Koefisien Korelasi

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n\sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (3)$$

Keterangan :

- r = Koefisien korelasi
- x = Lama bekerja
- y = Kadar sampel
- n = Jumlah sampel

Tabel 1. Kriteria hubungan pada uji koefisien korelasi

R	Kriteria Hubungan
0	Tidak Ada Korelasi
>0-0,25	Korelasi Sangat Lemah
>0,25-0,5	Korelasi Cukup
>0,5-0,75	Korelasi Kuat/Erat
>0,75-0,99	Korelasi Sangat Kuat
1	Korelasi Sempurna

- Uji T_{tabel}
r hitung ≤ r tabel maka Ho diterima Ha ditolak

r hitung $\geq r$ tabel maka H_a diterima
 H_0 ditolak

- Uji % Determinan

$$D = r^2 \times 100 \%$$

Dimana r^2 mempunyai arti bahwa nilai r^2 merupakan hasil dari variabel Y (variabel terikat/*response*) dapat diterangkan dengan variabel X (variabel bebas/*explanatory*), sedang sisanya dari nilai r^2 dipengaruhi oleh variabel-variabel yang tidak diketahui atau variabilitas yang inheren.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Ion Logam Pb Pada Rambut Dan Darah Operator SPBU

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah diawali dengan pembuatan kurva kalibrasi dengan membuat variasi larutan standar timbal. Dengan adanya kurva standar tersebut maka dapat ditentukan besarnya konsentrasi berdasarkan absorbansi yang telah ditentukan.

Sampel yang diamati pada penelitian ini adalah rambut dan darah operator SPBU Jalan Sentosa di kota Samarinda. Sampel rambut dan darah yang diambil dari operator SPBU yaitu lama bekerja dari rentang waktu 5 bulan sampai 10 tahun dan setiap harinya kerja dari pukul 8 pagi hingga pukul 10 malam. Setelah melakukan penelitian pada rambut dan darah didapatkan kadar ion logam Pb dalam rambut dan darah pekerja SPBU diperoleh data pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Data kadar ion logam Pb pada rambut pekerja SPBU

Sampel	Lama bekerja (tahun)	Abs	Kadar ion logam Pb dalam rambut ($\mu\text{g/g}$)
S 001	1	0,88	0,04
S 004	3	0,77	0,03
S 005	3	0,81	0,04
S 006	4	0,93	0,04
S 007	4	0,82	0,04
S 008	5	0,92	0,04
S 002	6	0,96	0,04
S 010	7	1,47	0,07
S 009	9	1,29	0,06
S 003	10	1,50	0,07

Dari tabel 2 didapatkan hasil kadar ion logam Pb pada rambut operator SPBU yang terendah adalah 0,03 dan tertinggi 0,07 ($\mu\text{g/g}$), kadar ini merupakan konsentrasi yang rendah bila dibandingkan dengan kisaran normal kadar ion Pb dalam rambut yaitu berkisar 0,007-1,17 ($\mu\text{g/g}$) [5].

Dari tabel 3 didapatkan hasil kadar ion logam Pb pada darah operator SPBU yang terendah yaitu

0,01 dan tertinggi 0,07 ($\mu\text{g/mL}$), dimana kadar tersebut merupakan konsentrasi yang rendah bila dibandingkan dengan kisaran normal kadar ion Pb dalam darah.

Tabel 3. Data kadar ion logam Pb pada darah pekerja SPBU

Sampel	Lama bekerja (tahun)	Abs	Kadar ion logam Pb dalam darah ($\mu\text{g/mL}$)
S 001	1	0,79	0,01
S 004	3	0,92	0,02
S 005	3	1,00	0,02
S 006	4	0,91	0,02
S 007	4	0,89	0,02
S 008	5	0,89	0,02
S 002	6	0,94	0,02
S 010	7	0,93	0,02
S 009	9	2,77	0,06
S 003	10	3,1	0,07

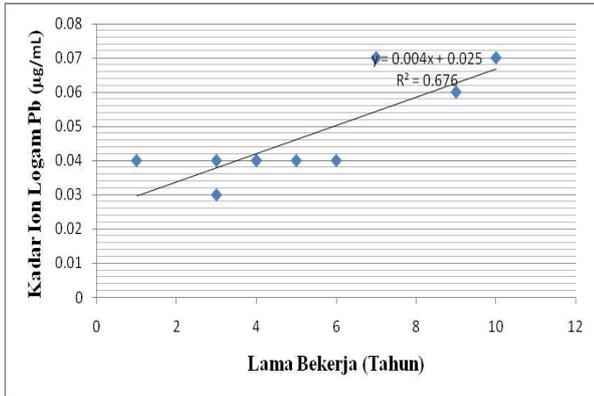
Hubungan Lama Bekerja Terhadap Kadar Ion Logam Pb Pada Rambut dan Darah Operator SPBU Jalan Sentosa Samarinda

Logam berat timbal bersifat racun untuk makhluk hidup bila melebihi batas cemaran. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan bahwa dalam rambut dan darah operator SPBU terbukti mengandung ion logam Pb, dapat dilihat dari hasil analisis laboratorium pada tabel 2 dan 3. Pada tabel 2 untuk hasil analisis rambut didapatkan kadar ion logam Pb dalam rambut operator SPBU terendah adalah 0,03 $\mu\text{g/mL}$ dan tertinggi 0,07 $\mu\text{g/mL}$. Selanjutnya pada tabel 3 untuk hasil analisis darah didapatkan kadar ion logam Pb dalam darah operator SPBU terendah adalah 0,01 $\mu\text{g/mL}$ dan tertinggi 0,07 $\mu\text{g/mL}$. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam rambut dan darah operator SPBU mengandung ion logam Pb. Adanya kandungan ion logam Pb dalam rambut dan darah operator SPBU tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui beberapa jalur, timbal (Pb^{2+}) masuk ke dalam tubuh dapat melalui jalur pernafasan dan jalur pencernaan. Timbal (Pb^{2+}) yang masuk ke dalam tubuh dapat terakumulasi dan bersifat toksik dengan menimbulkan kerusakan organ dan sistem di dalam tubuh.

Hubungan Antara Lama Bekerja Terhadap Kadar Ion Logam Pb Dalam Rambut Operator SPBU Jalan Sentosa Samarinda

Kadar ion logam Pb yang terdapat dalam rambut terendah 0,03 $\mu\text{g/g}$ hingga tertinggi 0,07 $\mu\text{g/g}$. 0,07 $\mu\text{g/g}$ merupakan nilai konsentrasi yang rendah jika di bandingkan dengan kisaran normal timbal (Pb^{2+}) dalam rambut yaitu berkisar 0,007–

1,17 µg/g jaringan rambut. Kondisi lingkungan para operator SPBU dengan lingkungan yang juga mengandung Pb [5]. Dari hasil pengukuran kadar ion logam Pb dalam jaringan rambut operator SPBU pada tabel 2 kemudian data tersebut diplot ke dalam bentuk grafik berupa kurva regresi linier dan didapatkan bentuk kurva regresi linier seperti yang ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva regresi linier hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb dalam rambut operator SPBU

Dari gambar 1 kurva regresi linier, didapatkan nilai regresi linier ion logam Pb yaitu $R^2=0,676$ yang dapat disimpulkan bahwa hubungan antara lama bekerja terhadap kadar ion logam Pb pada rambut operator SPBU didapatkan hubungan yang kuat dimana semakin lama bekerja maka akan semakin besar pula kadar ion Pb pada rambut operator SPBU. Setelah didapatkan hasil analisa di laboratorium, kemudian data dari hasil penelitian dianalisis dengan koefisien korelasi pada ion logam Pb yang didapatkan nilai $(r)=0,822$ dimana $r \text{ hitung}=0,822 \geq r \text{ table}=0,564$, (terdapat hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb dalam rambut).

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa terdapat hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb pada rambut operator SPBU dimana semakin lama bekerja pada lingkungan yang banyak terpapar timbal, maka potensi kadar ion logam Pb didalam kuku, rambut, darah dan bagian lainnya juga akan semakin besar. Besarnya kadar ion logam Pb berdasarkan hubungan lama bekerja dengan menghitung koefisien determinan $\%D= 0,822 \times 100= 82,2\%$ pengaruh variabel X terhadap Y adalah sebesar 82,2%, sedang sisanya 17,8% dipengaruhi oleh faktor lain.

Pada tabel 2 menunjukkan terdapat beberapa sampel yang nilai konsentrasi ion logam Pb dalam rambut tidak sesuai dengan regresi linier yang diharapkan yaitu dimana semakin lama rentang masa bekerja dari para operator maka semakin tinggi pula

nilai konsentrasi ion logam Pb yang terkandung dalam rambut operator SPBU. Seperti yang terjadi pada sampel 001, 002, 005, 006, 007, 008.

Pada sampel 006 dan 007 dengan rentang bekerja yang sama yaitu 4 tahun didapatkan konsentrasi ion logam Pb sebesar 0,004 µg/g, sedangkan untuk sampel 001 dengan rentang bekerja yang baru 1 tahun didapatkan konsentrasi 0,004 µg/g dimana konsentrasi itu sama dengan sampel 006 µg/g dan 007 µg/g. Begitu juga yang terjadi pada sampel 002 µg/g dengan rentang bekerja yang lebih lama yaitu 6 tahun kemudian sampel 005 µg/g dengan rentang bekerja 3 tahun serta sampel 008 dengan rentang bekerja 5 tahun juga memiliki nilai konsentrasi yang sama yaitu 0,004 µg/g. Selanjutnya pada sampel 009 dengan rentang bekerja 9 tahun memiliki konsentrasi 0,06 µg/g lebih rendah dari sampel 010 dengan rentang bekerja 7 tahun dimana didapatkan konsentrasi 0,07 µg/g. Hal yang sedikit berbeda terjadi pada sampel 003 dengan rentang bekerja 10 tahun memiliki konsentrasi 0,07 µg/g dimana konsentrasi tersebut sama dengan sampel 010 yang memiliki rentang bekerja yang lebih sedikit.

Terjadinya perbedaan dan kesamaan nilai konsentrasi di antara beberapa sampel di atas tidak hanya dipengaruhi oleh rentang masa bekerja saja namun pola hidup, keadaan lingkungan dan kebiasaan memakai alat pelindung diri (APD) yang berbeda-beda diantara setiap operator SPBU selama rentang masa bekerja tersebut dapat menjadi faktor yang mempengaruhi nilai konsentrasi ion logam Pb yang tidak signifikan terhadap rentang masa bekerja. Semakin lama bekerja pada tempat yang terpapar Pb maka potensi terakumulasi kadar ion logam Pb dalam rambut, darah dan bagian lain juga semakin besar. Penelitian ini memberi gambaran bahwa lama bekerja sangat mempengaruhi kandungan ion logam Pb dalam rambut pekerja dan lingkungan yang berpotensi terpolusi Pb kemungkinan yang sangat besar untuk mengabsorpsi timbal ke dalam tubuh pekerja [2]. Hal itu ditunjukkan dengan hasil dan pengukuran serta analisis sehingga diperoleh kadar ion Pb^{2+} dalam rambut Pekerja Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) maksimum 10,5612 ppm. Hasil tersebut sangatlah tinggi bila dibandingkan dengan hasil yang saya dapatkan yaitu maksimum 0,07 µg/g. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa kadar ion logam Pb dalam rambut dan darah para operator SPBU Jalan Sentosa Samarinda masih dalam ambang batas normal dan tetap harus dilakukan pengecekan 1 tahun sekali.

Ion logam Pb berbentuk partikulat yang terdapat di udara hasil pembakaran kendaraan bermotor perlahan akan dimasuk kedalam jaringan rambut dan diikat oleh gugus sulfhidrid yang berada

pada rambut sehingga ion logam Pb akan mengendap didalam jaringan rambut dan beredar masuk ke dalam darah pada batas waktu tertentu.

Helai rambut terdiri dari zat tanduk yang berisi protein kreatin. Zat ini juga terdapat pada kuku, bulu dan tanduk hewan menyusui [2]. Fungsi rambut adalah untuk melindungi dari pengaruh panas dan dingin. Pada daerah panas, bulu yang halus dan tipis akan melindungi sengatan matahari. Sedangkan pada daerah dingin, bulu yang tebal dapat menahan panas badan.

Gugusan-gugusan sulfhidril (-SH) dan sulfida sistin (-S-S-) dalam rambut mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh dan terikat di dalam rambut [3]. Mengingat senyawa sulfida mudah terikat oleh logam berat, maka bila logam berat masuk ke dalam tubuh, logam-logam tersebut akan terikat oleh senyawa sulfida dalam rambut.

Analisis ini memiliki tujuan yaitu dapat mendiagnosa kekurangan nutrisi yang penting bagi tubuh atau mendeteksi kelebihan kontaminan lingkungan. Rambut merupakan faktor penting dalam penentuan identitas karena tahan terhadap pembusukan, perwanaan, pembilasan merupakan bagian tubuh yang paling stabil dan bermakna untuk proses identifikasi. Sedangkan darah dan urin tidak dapat mencerminkan banyaknya level keracunan dan logam berat. Hal ini disebabkan tidak panjangnya masa tinggal logam berat ini dalam darah atau urin [4].

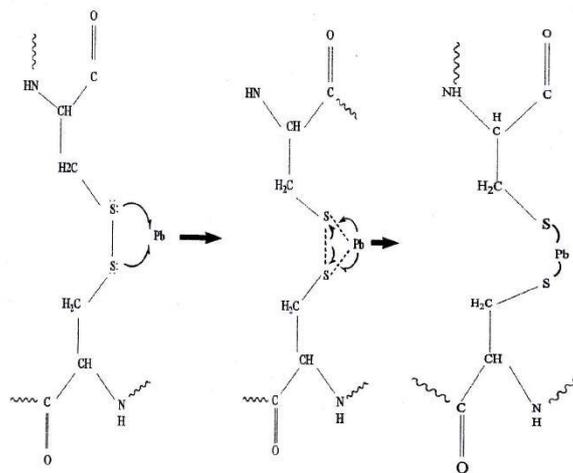
Rambut mempunyai keuntungan karena memiliki jangka waktu memori yang cukup panjang bahkan hasil yang permanen. Rambut kepala tumbuh dengan kecepatan rata-rata setengah inchi per bulan. Oleh karena itu, tiga inchi dan rambut manusia dapat menceritakan sejarah yang terjadi pada tubuh manusia selama enam bulan.

Jumlah logam pada rambut berkorelasi dengan jumlah logam yang diabsorpsi oleh tubuh. Oleh karena itu rambut dapat dipakai sebagai bahan biopsi. Dan studi terhadap senyawa metil timbal menunjukkan bahwa senyawa itu dalam rambut berhubungan dengan metil timbal di daerah sekitar rambut itu tumbuh [2]. Mekanisme terikatnya ion logam Pb pada gugus sulfhidrin disajikan pada gambar 2.

Secara kimia, reaksi yang terjadi antara logam Pb yang berikatan pada gugus sulfhidrin (-SH) pada disulfida sistin (-S-S-) disebut juga reaksi asam basa lunak. Logam dan ligan dikelompokkan menurut sifat keras dan lunaknya berdasarkan pada polarisabilitas unsur yang pada akhirnya dikemukakanlah suatu prinsip yang disebut *Hard and Soft Acid Base* (HSAB). Ligan-ligan dengan atom yang sangat elektronegatif dan memiliki ukuran kecil merupakan basa keras, sebaliknya ligan-ligan dengan atom yang

elektron terluarnya mudah terpolarisasi akibat pengaruh ion dari luar merupakan basa lemah.

Dari uraian tersebut dapat diketahui bahwa logam Pb yang berikatan dengan gugus sulfhidrin (-SH) pada disulfida sistin (-S-S-) disebut juga reaksi asam basa lunak. Logam Pb merupakan logam yang sukar mengalami oksidasi karena masuk dalam deret volta, mempunyai jari-jari atom besar, polaritasnya tinggi, elektronegatifitasnya rendah, mempunyai syarat-syarat asam basa lunak seperti yang dipaparkan pada penjelasan diatas.



Gambar 2. Struktur logam Pb yang terikat pada gugus sulfhidrin

Secara kimia, logam Pb dan Cr dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan (inhalasi) dan saluran pencernaan (digestif). Logam berat yang telah diabsorpsi oleh tubuh dan kemudian bercampur dengan darah kemudian diedarkan ke seluruh tubuh. Logam berat dalam tubuh manusia biasanya terakumulasi pada beberapa organ tubuh seperti ginjal, hati, dan jaringan adiposa. Hasil dari metabolisme logam berat tersebut dibuang melalui urine dan mengendap di rambut, kuku dan gigi.

Gugusan-gugusan sulfhidril (-SH) dan sulfida sistin (-S-S-) dalam rambut mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh dan terikat di dalam rambut. Mengingat senyawa sulfida mudah terikat oleh logam berat, maka bila logam berat masuk ke dalam tubuh, logam-logam tersebut akan terikat oleh senyawa sulfida dalam rambut [2].

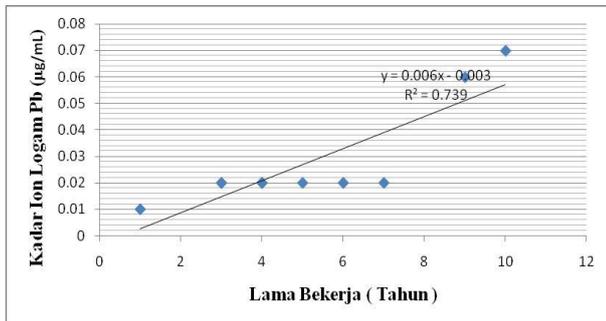
Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kerentanan tubuh terhadap logam berat, khususnya Pb adalah nutrisi, kehamilan dan umur. Kekurangan gizi akan meningkatkan kadar Pb yang bebas dalam darah. Kadar Ca dan Fe yang tinggi dalam makanan akan menurunkan penyerapan Pb dan sebaliknya bila kekurangan Ca dan Fe, penyerapan Pb akan meningkat. Dinyatakan juga bahwa defisiensi Fe dan P akan mengakibatkan gangguan ekskresi Pb dari

tulang sehingga meningkatkan kadarnya pada jaringan lunak dan menyebabkan hemotoksitas.

Hubungan Antara Lama Bekerja Terhadap Kadar Ion Logam Pb Dalam Darah Operator SPBU Jalan Sentosa Samarinda

Dari hasil analisa kadar ion logam Pb dalam darah operator SPBU didapatkan hasil yang dapat membuktikan bahwa pada operator SPBU mengandung ion logam Pb. Hasil analisa kadar ion logam Pb dalam darah terendah 0,01 µg/mL dan tertinggi 0,07 µg/mL. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb dalam darah operator SPBU. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kadar Pb²⁺ pada kuku dengan lama waktu bekerja, lokasi lingkungan tempat kerja dan juga gaya hidup dari responden.

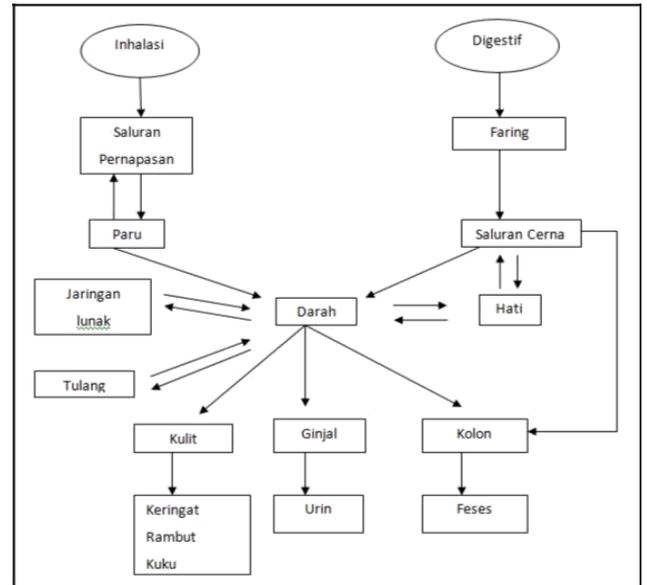
Pada tabel 3 merupakan data yang menyajikan lama waktu bekerja dan kadar ion logam Pb dalam darah operator SPBU. Kurva regresi linier yang menunjukkan hubungan antara lama waktu bekerja dengan kadar ion logam Pb yang ada dalam darah operator SPBU seperti pada gambar berikut dibawah ini.



Gambar 3. Kurva regresi linier hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb dalam darah operator SPBU

Dari gambar 3 kurva regresi linier, didapatkan nilai regresi linier ion logam Pb yaitu R²=0,739 yang dapat disimpulkan bahwa hubungan antara lama bekerja terhadap kadar ion Pb pada darah operator SPBU didapatkan hubungan yang kuat dimana semakin lama bekerja maka akan semakin besar pula kadar ion Pb pada darah operator SPBU. Setelah didapatkan hasil analisa di laboratorium, kemudian data dari hasil penelitian dianalisis dengan koefisien korelasi pada ion logam Pb yang didapatkan nilai (r) =0,859 dimana r hitung = 0,859 ≥ r table = 0,564, Ha diterima (terdapat hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb dalam darah). Penelitian ini memberikan gambaran bahwa terdapat hubungan antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb pada

darah operator SPBU dimana semakin lama bekerja pada lingkungan yang banyak terpapar timbal, maka potensi kadar ion logam Pb didalam kuku, rambut, darah dan bagian lainnya juga akan semakin besar. Besarnya kadar ion logam Pb berdasarkan hubungan lama bekerja didukung dengan hasil uji t dan diperkuat dengan menghitung koefisien determinan % D = 0,859 × 100% = 85,9% pengaruh variabel X terhadap Y adalah sebesar 85,9%, sedang sisanya 14,1% dipengaruhi oleh faktor lain.



Gambar 4. Proses transformasi ion logam Pb dalam tubuh manusia [6]

Berdasarkan gambar 4 mengenai proses tranformasi ion logam Pb dalam tubuh manusia ion logam Pb masuk dalam bagian tubuh yang paling luar dahulu seperti rambut dan juga bisa masuk dalam tubuh melalui saluran pernafasan sehingga berakhir dalam darah. Darah kemudian akan menyebarkan kembali ke seluruh tubuh melalui sel darah. Di dalam sel darah terdapat eritrosit yang berfungsi untuk transport gas respirasi utama seperti oksigen dan karbon dioksida. Eritrosit itu sendiri memiliki waktu hidup yang relatif pendek jika terjadi gangguan mekanis yang disebabkan gangguan internal eritrosit sendiri salah satunya karena keracunan yang terjadi akibat kontaminasi dari logam berat timbal. Gangguan tersebut adalah gangguan pada sistem hematopoetik yaitu terhambatnya aktifitas enzim *Aminilevulinic Acid Dehydratase* (ALAD) sehingga meningkatnya kadar protoporphirin dalam sel darah merah dan dapat menurunkan jumlah sel darah merah sehingga eritrosit itu sendiri lebih cepat rusak.

Apabila dihubungkan dengan hasil penelitian yang dilakukan pada tabel 3 nilai ion logam Pb dalam darah masih dalam ambang batas normal seperti nilai ion logam Pb yang terdapat dalam rambut tetapi

untuk mencegah nilai paparan yang lebih tinggi perlu dilakukan pemeriksaan 1 tahun sekali agar tidak terjadi gangguan dalam sistem metabolisme tubuh.

Kadar ion logam Pb dalam darah dan rambut sangat terkait dengan banyak hal seperti pola hidup, keadaan lingkungan tempat tinggal serta penggunaan alat pelindung diri (APD) saat bekerja. Dari keterangan responden dan hasil pengamatan di SPBU ternyata para operator tersebut umumnya tidak menggunakan alat pelindung diri yang lengkap saat bekerja seperti alat pelindung pernafasan atau masker dan topi untuk melindungi kepala. Inilah yang mempengaruhi tingginya kadar ion logam Pb dalam rambut dan darah operator SPBU karena timbal (Pb^{2+}) dari gas pembakaran kendaraan roda 2 dan 4 menjadi lebih mudah masuk dalam tubuh operator.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Hasil akumulasi pada rambut operator SPBU didapatkan kadar ion logam Pb yang terendah 0,04 ppm hingga tertinggi 0,07 ppm dan pada darah operator SPBU didapatkan kadar ion logam Pb yang terendah 0,01 ppm hingga tertinggi 0,07 ppm.

Berdasarkan uji koefisien korelasi (r), uji t dan uji % determinan didapatkan adanya hubungan yang berkorelasi positif antara lama bekerja dengan kadar ion logam Pb dalam rambut dan darah operator SPBU ditunjukkan dengan nilai uji koefisien korelasi untuk rambut sebesar 0,822, hasil uji t 0,564 dan % determinan 82,2% serta uji koefisien korelasi untuk darah 0,859, hasil uji t 0,564 dan % determinan 85,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayati, N. V. 2013. Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb Dalam Rambut Dengan AAS. Semarang: Skripsi FMIPA Universitas Semarang.
- [2] Subagiada, K. 2006. *Penentuan Kadar Timbal (Pb) Dengan Bioindikator Rambut Pada Pekerja SPBU Di Kota Samarinda*. Samarinda: Tesis Universitas Mulawarman.
- [3] Pettruci, R. H. 1992. *General Chemistry*. New York: McMillan Publishing Co. Inc.
- [4] Riany, F dan Anggi M. 2006. *Analisis Rambut Untuk Mendeteksi Kandungan Logam Berat Dalam Tubuh*. Bandung: Insitut Teknologi Bandung.
- [5] Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit PT. Rineka Cipta. Jakarta: Cetakan Pertama.
- [6] Saryan, L. A. dan Zenz, C. 1994. *Lead And Its Compounds*. New York: Occupational Medicine.