

# EFEKTIFITAS PASIR DAN KARBON AKTIF DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN TIMBAL PADA AIR HUJAN

Khayan dan Taufik Anwar

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Pontianak,  
Jl. 28 Oktober, Siantan Hulu Pontianak  
*e-mail* : mkayan@yahoo.co.id

**Abstract: The Effectiveness in Sand And Activated Carbon For Lowering Turbidity Tubes And Pumbum On Roof Rain Water.** This research was aimed to make filtration tube by using sand, shells and coconut shell activate carbon, also analyze its effectiveness in reducing Pb and turbidity of rain water. This experimental research uses pre and post-test design with control. The results show that level of lead (Pb) pre-treatment about 131.7 µg/l and 20 NTU of turbidity. Level of Pb post-treatment was 0.71 µg / l and 5.66 NTU of turbidity with 99.4% effectiveness in decreasing lead (Pb) and 72% effectiveness in decreasing turbidity. Results of statistical analysis showed that there was a differences levels of Pb and turbidity before and after treatment ( $p = 0.00$ )

**Abstrak: Efektivitas Pasir dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kekerusuhan dan Timbal Pada Air Hujan.** Tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis efektifitas pasir dan karbon aktif dalam menurunkan timbal dan kekeruhan pada air hujan. Jenis penelitian adalah eksperimen dengan rancangan *pre and post test with control design*. Hasil penelitian sebelum perlakuan menunjukkan kadar timbal (Pb) 131,7 µg/l dan kekeruhan sebesar 20 NTU. Setelah perlakuan kadar Pb sebesar 0,71 µg/l dan kekeruhan 5,66 NTU dengan efektifitas penurunan timbal (Pb) 99,4% dan kekeruhan, 72%. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan kadar Pb dan kekeruhan sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan ( $p= 0,00$ ).

**Kata kunci** : timbal, kekeruhan, pengolahan air hujan

Secara nasional sesuai kriteria WHO (2006), dan Permenkes, No: 492/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, disebutkan bahwa masyarakat yang memiliki akses sumber air minum *improved* (terlindung) sebesar 66,8% dan *unimproved* sebesar 33,2%, sedangkan Propinsi Kalimantan Barat akses masyarakat terhadap sumber air minum *improved* hampir sama dengan Nasional yaitu sebesar 67,8%. Sesuai dengan Riskesdas (2013), diketahui bahwa masyarakat Kalbar yang memiliki akses terhadap sumber air minum *improved* sebagian besar berasal dari penampungan air hujan (PAH) 45,3% dan cakupan ini lebih besar dibandingkan secara nasional sebesar 2,9 dari daerah lain, seperti Propinsi Papua sebesar 20%, Riau 19,3% dan Papua Barat sebesar 15,7% (Kemenkes RI, 2014). Masyarakat Kalbar yang memanfaatkan sumber air minum dari penampungan air hujan tersebut, yang tertinggi berasal dari masyarakat Kabupaten Kubu Raya sebesar 90% dan Kota Pontianak sebesar 78,07% (Dinkes Kab. Kubu Raya dan Kota Pontianak, 2014).

Tingginya pemanfaatan air hujan sebagai sumber air minum dan rendahnya cakupan sumber air minum lainnya, seperti air ledeng dan air tanah (sumur gali), hal ini dikarenakan air hujan Pontianak kuantitas-

nya cukup melimpah dan kualitasnya relatif memenuhi syarat kesehatan. Kualitas air hujan, secara fisik, kimiawi, maupun mikrobiologis relatif memenuhi syarat dibandingkan dengan sumber air permukaan dan air tanah (Sumirat, 2011), sementara pelayanan PDAM Kota Pontianak dan Kab. Kubu Raya, khususnya pada musim kemarau kuantitas dan kualitasnya terbatas serta berkadar garam tinggi.

Besarnya kebiasaan pemanfaatan air hujan tersebut, didukung oleh keadaan wilayah Kalbar, yaitu beriklim tropis, kelembaban dan curah hujan yang tinggi. Hasil pengamatan dari seluruh kabupaten dan kota di Propinsi Kalimantan Barat rata-rata hari hujan dan curah hujan tiap bulannya cukup tinggi, yaitu khususnya Pontianak mencapai 29 hari/bulan, dengan curah hujan rata-rata 383,04 mm/bln. Curah hujan tertinggi pada bulan Desember mencapai 445,4 mm/bln dan terendah Juni sebesar 128,1mm/bln. (BMKG, Stasiun Supadio Pontianak, 2014).

Sebelum ditampung pada bak penampungan, air hujan tersebut melewati atap rumah dari seng. Diperkirakan masyarakat yang menggunakan atap rumah dari seng sekitar 90% (Dinas Kesehatan Propinsi Kalimantan Barat, 2014). Dalam proses pembuatan lembaran atap seng ditambahkan atau dilapiskan Pb

(timah hitam). Pb tersebut berfungsi untuk memperkuat ikatan lapisan seng dengan lembaran besi dan juga untuk mencegah atau mengurangi timbulnya korosi pada atap seng (Fardiaz, 2012; Potter *et al*, 1994; Palar, 2008). Mengingat air hujan bersifat korosif, karena mengandung CO<sup>2</sup> agresif dan pH yang rendah sekitar 5,40 sehingga menyebabkan atap seng mudah berkarat. Dengan demikian tidak menutup kemungkinan timah hitam (Pb) yang dilapiskan tersebut ikut terlarut dalam air hujan dan meningkatkan kandungan Pb pada bak penampungan air hujan.

Sesuai dengan hasil penelitian Khayan (2014, diketahui bahwa rata-rata kandungan Pb air hujan yang ditampung melalui atap rumah seng pada saat hujan di Desa Mulyo Kec. Sei Raya Kubu Raya sebesar 0,0129 mg/l (12,9 µg/l), sedangkan yang ditampung langsung (tanpa melalui atap seng) lebih rendah yaitu 0,0022 mg/l (2,2 µg/l). Kandungan Pb pada air hujan tersebut masih di bawah nilai ambang batas (NAB) Permenkes RI, No:492/Menkes/Per/IV/2010, yang ditetapkan kadar maksimum diperbolehkan dalam air minum 0,05 mg/l (50µg/l). Namun demikian dengan ditemukan kandungan Pb pada air hujan di Desa Mulyo Kec. Sei Raya menunjukkan bahawa air hujan yang ditampung melalui atap seng telah mengalami pencemaran.

Adanya pemaparan Pb pada air hujan berdampak pada kesehatan masyarakat. Dampak (efek) pemaparan atau pencemaran Pb, yaitu dapat menimbulkan gangguan enzim dalam tubuh, anemia, gangguan jiwa, menurunkan intelegensia (IQ) dan *hyperactivity* pada anak-anak, terjadinya berat badan lahir rendah (BBLR) dan prematur serta peningkatan tekanan darah tinggi pada orang dewasa (Mukono, 2000, Sumirat, 2011). Di dalam tubuh, Pb bersifat kumulatif pada tulang dan pada waktu jangka panjang, sekitar 25 tahun menimbulkan keracunan kronis (Depkes RI, 2001).

Untuk mengurangi bahan pencemar Pb dalam air bersih, dilakukan beberapa cara pengolahan, misalnya pengolahan air permukaan memakai teknik adsorpsi menggunakan arang aktif dan *zeolite* serta filtrasi dengan pasir dalam tabung filter (Asmadi, dkk, 2011). Selain untuk menurunkan logam berat (termasuk Pb) cara pengolahan tersebut dapat meningkatkan nilai pH dan menurunkan kekeruhan pada air bersih. Untuk pengolahan air hujan pada saat belum banyak dilakukan atau ditemukan secara tepat.

## METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan, *pre and post with control design*. Rancangan eksperimen ini untuk mengevaluasi kandungan Pb sebelum dilakukan pengola-

han dan menganalisis efektifitas penurunan Pb setelah dilakukan intervensi dengan pengolahan saringan pasir dan absorpsi dengan karbon aktif dalam tabung filter. Populasi yang menjadi sasaran penelitian adalah warga masyarakat dan sumber air minum berasal dari air hujan yang bersal dari kelompok rumah yang mengalirkan air hujan melewati atap seng dan ditampung langsung di perkotaan dan dipedesaan. Masyarakat Perkotaan yang akan dijadikan sampel penelitian yaitu berasal dari Kelurahan Siantan Hulu dan Siantan Tengah, sedangkan masyarakat Pedesaan yang menjadi sasaran sampel yaitu masyarakat di Desa Sungai Durian dan Desa Limbung Kecamatan Sungai raya dengan jumlah 40 sampel Rumah yang beratap seng.

## HASIL

Berdasarkan hasil pemeriksaan diketahui bahwa kadar Pb dalam air hujan yang melalui atap seng sebelum dilakukan pengolahan kadar tertinggi berasal dari Kelurahan Siantan Tengah Pontianak Utara dengan rata-rata 0,222 mg/l (222 µg/l) dan terendah berasal dari Desa Limbung Kecamatan Sungai Raya dengan rata-rata 0,0446 mg/l (44,6 µg/l), sedangkan rata-rata kadar Pb pada air hujan yang melewati atap rumah seng sebelum dilakukan pengolahan 0,1317 mg/l (131,7 µg/l) di atas nilai ambang batas (NAB) yang telah ditentukan oleh Permenkes No. 492 tahun 2010, tentang Persyaratan Kualitas air Minum dan standar WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality* sebesar 0,01 mg/l (10 µg/l). Setelah dilakukan pengolahan dengan teknik filtrasi pasir kerang dan absorpsi dengan karbon aktif tempurung kelapa dalam tabung filter hasilnya telah memenuhi persyaratan air minum sebesar 0,69µg/l. Efektifitas hasil pengolahan kandungan Pb air hujan dengan menggunakan tabung filter sebesar 99,47%.

**Tabel 1**  
Rata-rata Kadar Pb Air Hujan Sebelum dan Sesudah dilakukan Pengolahan

Wilayah Kota/ Kab.	Kelurahan/Desa	Sebelum Pengolahan (µg/l)	Setelah pengolahan (µg/l)	Syarat Air Minum
Pontianak	Siantan Hulu	201,3	0,75	0,01 mg/l (10 µg/l)
	Siantan Tengah	222,0	0,77	
Kubu Raya	Desa Limbung Desa	44,6	0,75	
	Kuala Dua	58,9	0,47	
<b>Rata-rata</b>		<b>131,7</b>	<b>0,69</b>	

Pada tabel 2 dibawah ini menunjukkan bahwa rata-rata kekeruhan air hujan yang melewati atap rumah seng sebelum dilakukan pengolahan dengan kadar tertinggi berasal dari Kelurahan Siantan Hulu Kota Pontianak rata-rata 22,26 NTU dan setelah dilakukan pengolahan mengalami penurunan menjadi 9,84 NTU. Sedangkan rata-rata kekeruhan air hujan yang melewati atap seng dari 40 rumah sebesar 20,0 NTU dan setelah dilakukan pengolahan mengalami penurunan menjadi 5,67 NTU. Tingkat kekeruhan sesudah dilakukan pengolahan air hujan melalui tabung filter telah memenuhi persyaratan air minum sebesar 5 NTU. Tingkat efektifitas penurunan kekeruhan setelah dilakukan pengolahan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter sebesar 72%.

**Tabel 2**  
Rata-rata Tingkat Kekeruhan Air Hujan Sebelum dan Sesudah dilakukan Pengolahan

Wilayah Kota/ Kab	Kelurahan/Desa	X Sebelum Pengolahan (NTU)	X Setelah pengolahan (NTU)	Syarat Air Minum
Pontianak	Siantan Hulu	22,261	9,839	5 NTU
	Siantan Tengah	21,572	7,872	
Kubu Raya	Desa Limbung	17,675	2,114	
	Desa Kuala Dua	18,502	2,831	
<b>Rata-rata</b>		<b>20,00</b>	<b>5,67</b>	

Dari hasil Pemeriksaan seperti ditunjukkan pada tabel 3 disamping diketahui bahwa pH air hujan yang melewati atap rumah seng sebelum dilakukan pengolahan diperoleh terendah berasal dari perumahan yang berada di wilayah Kelurahan Siantan Hulu Kota Pontianak dengan rata-rata pH 4,62 dan setelah dilakukan pengolahan mengalami peningkatan tertinggi menjadi pH 7,01. Sedangkan rata-rata pH air hujan yang melewati atap rumah seng sebelum dilakukan pengolahan dari 40 rumah yang diambil rata-rata pH 5,16 dan setelah dilakukan pengolahan mengalami peningkatan menjadi pH 6,95.

**Tabel 3**  
pH Air Hujan Sebelum dan Sesudah dilakukan Pengolahan

Wilayah Kota/ Kabup aten	Kelurah an/Desa	Sebelum Pengola- han pH	Setelah pengola- han pH	Syarat Air Mi- num
Ponti- anak	Siantan Hulu	4,626	7,001	6,5-8,5
	Siantan Tengah	4,937	6,981	
Kubu Raya	Desa Limbung	5,357	6,791	
	Desa Kuala Dua	5,721	7,014	
<b>Rata-rata</b>		<b>5,16</b>	<b>6,95</b>	

**Tabel 4**  
Perbedaan Kadar Pb Pada Air Hujan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pongolahan

	n	Median (Minimum - Maksimum)	Rerata± s.b	P
Pb Sebelum Pengolahan	40	0.1018 (0,0032- 0,3630)	0.131705 ±0.1046669	0,001
Pb Setelah Pengolahan	40	0.0001(0,0001- 0,0030)	0,00071 ± 0,0001434	

Dari tabel 4 diatas terlihat bahwa kandungan Pb air hujan yang melewati atap seng sebelum dilakukan pengolahan dengan sistem penyaringan dengan pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter kadar Pb maksimal yaitu 363µg/l dan nilai minimal 3,2µg/l, dengan rata-rata sebesar 131,7 µg/l, dibandingkan dengan setelah dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi pasir kerang dan absorpsi media karbon aktif mengalami penurunan dengan kadar Pb tertinggi 0.30µg/l dan kadar terendah 0,01µg/l, dengan rata-rata sebesar 0,69µg/l. Dari hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kadar Pb air hujan antara sebelum dan setelah dilakukan filtrasi dengan pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter, dengan *p value* 0,000.

**Tabel 5**  
**Perbedaan Kekeruhan Pada Air Hujan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pengolahan**

	N	Median (Minimum - Maksimum)	Rerata± s.b	P
Kekeruhan Sebelum Pengolahan	40	18,95 (15,06-26,81)	20,0025 ±3,33	0,00
Kekeruhan Setelah Pengolahan	40	2,92 (0,14-14,96)	5,67 ±5,15	

Dari tabel 5 diatas terlihat bahwa kekeruhan air hujan yang melewati atap seng sebelum dilakukan pengolahan dengan sistem penyaringan pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter, tingkat kekeruhan maksimal yaitu 26,81 NTU dan nilai terendah 15,06 NTU, dengan rata-rata kekeruhan sebesar 20 NTU, setelah dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi pasir kerang dan media absorpsi karbon aktif mengalami penurunan dengan tingkat kekeruhan tertinggi 14,96 NTU dan angka terendah 0,14 NTU, dengan rata-rata 5,67 NTU. Dari hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara air hujan sebelum dan setelah dilakukan filtrasi dengan pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter, dengan p value 0,000.

**Tabel 6**  
**Perbedaan pH pada Air Hujan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pengolahan**

	n	Rerata ± s.b	Perbe- daan rerata ± s.b	IK 95%	P
pH Sebelum Pengolahan	40	5,33±0,52	1.78625 ±0,55	1,61 -1,96	0,000
pH Setelah Pengolahan	40	7,01±0,21			

Dari tabel 6 diatas terlihat bahwa pH air hujan yang melewati atap seng sebelum dilakukan pengolahan memiliki rata-rata pH 5,16 dan setelah dilakukan pengolahan mengalami peningkatan pH dengan rata-rata pH 6,95. Tingkat efektifitas pengolahan dengan teknik filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif menaikkan pH, terendah 18%, tertinggi 34%, dengan rata-rata kenaikan sebesar 26%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pH air hujan yang melewati atap seng antara sebelum dan setelah dilakukan pengolahan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter dengan p value 0,000.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes), No.492 Tahun 2010, tentang persyaratan Kualitas Air Minum, diketahui bahwa kadar Pb adalah 0,01 mg/l (10 µg/l). Dari hasil pengukuran kadar Pb pada air hujan yang melewati atap rumah seng di Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya sebelum dilakukan pengolahan menunjukkan bahwa rata-rata kadarnya yaitu 131,7µg/l, dengan angka terendah 3,2 µg/l dan angka tertinggi 363µg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air hujan yang ditampung langsung berasal dari atap rumah seng tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum.

Adanya kandungan Pb pada air hujan di Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Negara Afrika, Asia dan yang dilakukan di Kabupaten Malang Jawa Timur. Penelitian yang dilakukan oleh Gakungu (2013) di Embakasi, Nairobi Afrika, terhadap air hujan yang ditampung melalui atap seng, tanah liat (genteng) dan atap cor konsentrat semen tidak ditemukan atau tidak terdeteksi kandungan Pb pada air hujan, begitu juga penelitian di Negara Asia, seperti yang dilakukan penelitian oleh Mayouf (2012) terhadap Pb air hujan yang ditangkap melalui atap rumah dan ditampung pada Tanki atau bak penampungan air hujan (PAH) di Kota Misurata, Libya kandungannya masih di bawah limit terdeteksi (*below detection limit*). Di Indonesia penelitian dilakukan oleh Untari dan Kusnadi (2015) di Kota Malang Jawa Timur, pada air hujan diambil atau ditampung langsung dari beberapa tempat Kota Malang, kandungan Pb air hujan juga tidak ditemukan atau terdeteksi.

Sesuai dengan penelitian ini diketahui bahwa ada kecenderungan rata-rata kandungan Pb pada air hujan di Kota Pontianak lebih tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Kubu Raya pada daerah pinggiran dan pedesaan, yaitu 211,65 µg/l dan 51,75 µg/l. Penelitian dilakukan di Kota Yogyakarta oleh Sudarmadji (2014) diketahui bahwa kandungan beberapa parameter fisik, kimiawi dan biologis cukup tinggi, misalnya partikel debu, CO dan logam berat seperti Pb, Cu dan Zn. Terjadinya pencemaran tersebut berasal dari emisi kendaraan bermotor (transportasi) dan industri yang ada terutama di perkotaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya kecenderungan beberapa parameter pencemaran pada air hujan diperkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan daerah luar Kota (pedesaan), sebagai contoh hasil penelitian kondisi fisika kimia udara di Malioboro, diketahui kandungan timbal (Pb) 68,24 µg/m<sup>3</sup> lebih tinggi dibandingkan dengan di Kridosono 46,97 µg/m<sup>3</sup>, begitu juga Pb air hujan *runoff* (air hujan yg jatuh pada permukaan tanah) kadar Pb juga lebih tinggi

perkotaan dibandingkan pedesaan, yaitu 400 µg/l dan 80 µg/l.

Ada beberapa sumber Timbal (Pb) dalam air hujan yang ditampung dari atap rumah. Sumber Pb air hujan tersebut yaitu berasal dari partikel debu udara mengandung timbal dapat mengendap di atap rumah penduduk Kota, selain itu berasal dari pembakaran bahan bakar minyak (BBM) aktifitas kendaraan bermotor dan industri (Sudarmadji, 2014). Selain itu dapat juga berasal dari pencemaran partikel debu sebagai hasil pembakaran lahan pertanian dan perkebunan serta jenis bahan atap rumah yang digunakan untuk menangkap dan menampung air hujan.

Pembakaran lahan dari persawahan atau perkebunan dimana struktur tanah di Kota Pontianak dan Kab. Kubu raya berupa Gambut akan menghasilkan partikel debu yang mengandung diantaranya logam Pb., sehingga pada saat hujan meningkatkan kandungan Pb pada air hujan yang ditampung dari atap rumah. Hasil penelitian diketahui kadar Pb air hujan yang langsung ditampung (tanpa penangkap atap rumah) saat hujan kadar timbal sebesar 0,1097 mg/l (109,7) µg/l dan Pb air hujan ditampung langsung melalui atap rumah seng sebesar 0,1317 mg/l (131,7 µg/l). Kadar Pb yang ditampung dari atap rumah seng lebih besar dibandingkan dengan kandungan Pb yang langsung ditampung saat hujan. Kandungan Pb air hujan tersebut belum memenuhi persyaratan air minum sebagaimana diatur Permenkes No. 492/2010 dan WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality*.

Sementara hasil pengukuran Pb pada air hujan yang langsung ditampung tanpa melalui atap rumah seng menunjukkan bahwa hasil kandungan Pb menurut lokasi penelitian di Kota Pontianak yaitu 211,65 µg/l lebih tinggi dibandingkan di daerah pinggiran atau pedesaan Kabupaten Kubu Raya 51,75 µg/l. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa efek samping dari pembakaran BBM yang menggunakan Pb sebagai bahan untuk menaikkan oktan, berdampak pada peningkatan pencemaran Pb air hujan di Wilayah Perkotaan. Tingginya pencemaran di perkotaan berdampak meningkatkan kekeruhan air hujan. Tingkat kekeruhan juga diketahui lebih tinggi di perkotaan (Kota Pontianak) dibandingkan dengan daerah pedesaan (Kubu Raya), yaitu 21,92 NTU dan 18,08 NTU. Sedangkan untuk pH air hujan di perkotaan lebih rendah sebesar pH 4,78 dibandingkan dengan daerah pinggiran atau pedesaan dengan pH 5,54.

Tingginya Kandungan Pb pada air hujan selain dipengaruhi oleh keadaan partikel debu udara hasil pembakaran lahan dan BBM, juga berasal dari bahan penangkap dan penampungan air hujan (PAH). Hal ini dapat diketahui dari hasil pemeriksaan kandungan Pb air hujan, antara yang langsung ditampung dengan

yang ditampung melalui atap rumah seng. Hasil kandungan Pb pada air hujan yang ditampung melalui atap rumah seng lebih tinggi dibandingkan dengan kadar Pb yang ditampung langsung pada saat hujan, yaitu 131,7 µg/l dan 109,7 µg/l. Adanya Pb pada air hujan yang ditampung melewati atap rumah seng ini, karena pengaruh sifat asam air hujan dan kelembaban udara sekitar, sehingga mempermudah terjadinya korosi pada bahan atap seng, yang menyebabkan Pb sebagai bahan penguat ikatan plat besi dan seng akan larut bersama air hujan.

Tingginya Kadar Pb yang larut pada air hujan, hal ini juga didukung oleh keadaan alam Pontianak dan Kubu Raya terletak di daerah Tropis dan tepat pada garis tengah Bumi daerah Khatulistiwa, sehingga sepanjang tahun akan dilewati matahari. Dengan kondisi demikian Kota Pontianak dan Kubu Raya akan mendapatkan sinar matahari yang penuh sepanjang tahun dan juga hujan sepanjang hari, terutama bulan Oktober dan Maret.

Dengan demikian, bahan pencemar udara hasil pembakaran lahan dan BBM, menghasilkan emisi bahan pencemar udara berupa *tetra ethyl lead* (TEL) dan *tetra methyl lead*. Partikel *Tetra ethyl lead* (TEL) dan *tetra methyl lead* tersebut di udara dengan bantuan sinar matahari akan terurai menghasilkan *mono ethyl-Pb*, *diethyl-Pb* dan *triethyl-Pb*. Ketiga Pb organik tersebut memiliki sifat yang mudah larut pada air (Palar, 2012). Kelarutan Pb pada air hujan, selain berkaitan dengan faktor sinar matahari, kelembaban udara, jenis Pb hasil penguraian tersebut, juga dipengaruhi oleh sifat asam basa air hujan. Air hujan secara umum memiliki sifat air lunak dengan asam yang cukup tinggi, pH <5. Pada air yang lunak dan pH <5 menyebabkan logam Pb memiliki daya larut tinggi dan meningkatkan kadarnya (Andrew and Jackson, 1996), sehingga pada saat terjadi hujan maka timbal (Pb) akan mudah larut dalam air hujan dan masuk pada bak penampungan air hujan (PAH) dan tidak dapat diterima atau layak untuk dikonsumsi masyarakat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keasaman air hujan di Pontianak sebesar pH 4,78 dan Kubu Raya pH 5,54. Nilai pH tersebut tergolong cukup tinggi. Rata-rata hasil pemeriksaan pH air hujan di Pontianak dan Kubu Raya Kalbar sebesar pH 5,16 tingkat keasamaan lebih tinggi dibandingkan penelitian pH air hujan di Malang pH 7,4 (Untari dan Kusnadi, 2015) dan di Misurata Libya pH air hujan antara 7,87 - 8,54. Nilai pH dengan tingkat keasaman yang tinggi ini akan berdampak meningkatkan daya kelarutan dan daya racun bahan kimia logam berat seperti Pb. Dengan sifat ini tingkat keasaman akan berpengaruh terhadap gangguan kesehatan masyarakat yang menggunakan air hujan sebagai air minum.

Hasil pemeriksaan tingkat pemaparan Pb pada kesehatan masyarakat, melalui pemeriksaan Pb urin, sebagaimana penelitian Khayan (2001) hasilnya diketahui adanya dampak pemaparan Pb pada kesehatan masyarakat, dengan rata-rata kadar Pb urin sebesar 26,27 ug/l, meskipun hasil pemaparan Pb ini masih tergolong rendah.

Selain kandungan Pb dan keasambasaan air hujan, tingkat kekeruhan air hujan Pontianak dan Kubu Raya sebagai sumber air minum tergolong tinggi. Hasil penelitian diketahui bahwa rata-rata tingkat kekeruhan air hujan Kota Pontianak sebesar 21,92 NTU dan Kubu Raya 17,84 NTU. Hasil ini termasuk di atas persyaratan kualitas air minum seperti diatur pada Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan air minum dan WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality* sebesar 5 NTU. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan ditempat lain, seperti tingkat kekeruhan air hujan di Embakasi Nairobi sebesar 2,9 NTU (Gakungu, 2013) dan Malang Jawa Timur 1.05 NTU (Untari dan Kusnadi, 2015).

Secara umum kekeruhan pada air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik ataupun yang organik (Sumirat, 2011 ; Asmadi dkk. 2011). Tingginya tingkat kekeruhan menunjukkan bahwa air hujan mengalami pencemaran secara fisik, kimiawi dan biologis. Pencemaran fisik seperti kotoran binatang (burung), jatuhnya debu dari pembakaran lahan persawahan dan perkebunan. Pencemaran kimiawi berasal dari emisi hasil pembakaran BBM baik kendaraan bermotor maupun industri, termasuk bahan kimia atap rumah seng yang digunakan sebagai penangkap dan penampungan air hujan (PAH). Sementara secara mikrobiologis berasal dari virus dan bakteri yang berada di udara. Dengan adanya bahan pencemaran di udara dan bahan atap seng rumah menyebabkan kekeruhan air hujan tinggi dan tidak layak untuk dikonsumsi.

Selain kandungan timbal (Pb) dan tingkat kekeruhan air hujan tinggi, juga terlihat bahwa rata-rata nilai pH tergolong rendah sebesar 5,02. pH air hujan di Kota Pontianak pH 4,78 lebih rendah dibandingkan dengan daerah pinggiran dan pedesaan Kubu Raya sebesar pH 5,26. Nilai pH air hujan tersebut masih di bawah standar persyaratan air minum, seperti diatur Permenkes No. 492 Tahun 2010 dan standar WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality* pH air minum sebesar 6,5 – 8,5. Sumber air minum termasuk air hujan, layak untuk dikonsumsi sebagai air minum jika pH-nya berkisar 6,5 – 8,5. pH air yang rendah akan berpengaruh terhadap pengolahan air, bersifat korosif dan akan mengganggu proses disinfeksi (WHO, 2011). Pada air yang lunak seperti air hujan dengan pH kurang dari 5 akan menyebabkan tingkat kelarutan logam tinggi, terutama timbal (Pb).

Kelarutan logam Pb terutama berasal dari sistem perpipaan dan bahan logam lainnya, seperti yang digunakan sebagai atap rumah untuk penangkap dan penampungan air hujan (PAH) akan mengalami korosi dan larut dalam air hujan. Dengan demikian pH air hujan yang rendah ( $\text{pH} > 5$ ), akan berpengaruh terhadap kelarutan logam beracun yang tinggi, seperti Pb, maka air hujan tersebut tidak layak untuk dimanfaatkan untuk dikonsumsi (Andrew and Jackson, 1996).

Dengan diketahuinya kadar Pb pada air hujan dan tingkat kekeruhan yang cukup tinggi dan pH rendah pada air hujan di Kota Pontianak dan Kubu Raya, di atas nilai ambang batas, baik menurut Permenkes No. 492/2010 tentang Persyaratan Air Minum dan menurut WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality*, sebesar 0,01mg/l (10 µg/l). Untuk itu guna menurunkan kandungan Pb dan tingkat kekeruhan serta menaikkan pH mencapai standar antara 6,5 – 8,5, maka diperlukan pengolahan dengan teknologi tepat guna (TTG).

Pengolahan air hujan dengan teknologi tepat guna, selain murah, bahan dapat dipenuhi dari lokal dan mudah membuatnya. Dengan demikian masyarakat akan tertarik untuk menggunakan teknologi tepat guna (TTG) tersebut, khususnya untuk pengolahan air hujan yang hasilnya sesuai persyaratan air minum.

Untuk menurunkan kandungan Pb pada air, khususnya air hujan dapat dilakukan beberapa cara, seperti dengan pengaturan waktu penampungan dan pengolahan dengan teknik filtrasi dengan pasir dan absorpsi karbon aktif. Teknik filtrasi dan absorpsi biasanya digunakan untuk pengolahan air permukaan dan air tanah yang memiliki kandungan logam tinggi, seperti Fe, Hg dan Pb. Untuk itu adanya kandungan logam Pb pada air hujan perlu dilakukan pengolahan. Teknik penurunan bahan pencemaran pada air hujan menggunakan tabung filter dengan media kerikil, pasir kerang dan karbon aktif dari tempurung Kelapa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan penyaringan (filter) pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dari tempurung kelapa sangat efektif untuk menurunkan Pb, tingkat kekeruhan dan dapat menaikkan pH pada air hujan. Efektifitas penyaringan pasir kerang dan absorpsi karbon aktif tempurung kelapa dalam tabung filter, dapat menurunkan Pb sebesar 99,47%, tingkat kekeruhan 72 % dan menaikkan pH sebesar 35 %. Analisis statistik hasilnya sangat signifikan untuk menurunkan Pb ( $p = 0,001$ ), tingkat kekeruhan ( $p = 0,000$ ) dan menaikkan pH ( $p = 0,000$ ).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan Pb pada air hujan dengan teknik filtrasi dengan pasir kerang dan absorpsi dengan karbon aktif menunjukkan efektifitas yang tinggi 99,47%. Dengan rata-rata kadar Pb sebelum pengolahan sebesar 0,1317 mg/l (131,7 µg/l) dan setelah pengolahan sebesar

0,00069 mg/l (0,69 $\mu$ g/l). Analisis secara statistik diketahui bahwa secara signifikan kandungan Pb air hujan yang dilakukan pengolahan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif lebih kecil dibandingkan sebelum pengolahan ( $p = 0,001$ ) dan juga secara signifikan dapat menurunkan kadar kekeruhan ( $p = 0,00$ ). Selain itu pengolahan air hujan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dapat menaikkan pH (0,00).

Hasil penelitian serupa yang dilakukan oleh Eppeda dan Fathmawati (2012), penggunaan filter pasir, absorpsi karbon batok kelapa sawit dan kerikil efektif menurunkan kekeruhan dan warna, serta menaikkan pH pada air permukaan (air Sungai Pinoh) di Kabupaten Melawi Kalbar. Sebelum dilakukan pengolahan kadar warna sebesar 226 Pt.Co, tingkat kekeruhan sebesar 47 NTU dan pH 7,12. Setelah dilakukan pengolahan kadar warna menjadi 6,0 Pt. Co, tingkat kekeruhan 2,0 NTU dan pH 7,12 dengan efektifitas untuk penurunan kadar warna 97,35% dan tingkat kekeruhan sebesar 95,7% dan menaikkan pH sebesar 4,78%. Penelitian yang lain dilakukan oleh Untari dan Kusnadi (2015) diketahui bahwa penggunaan filter pasir, absorpsi karbon aktif, zeolite dan kerikil dapat menurunkan tingkat kekeruhan dari 1,05 NTU menjadi 1,02 NTU.

Penurunan kandungan Pb, tingkat kekeruhan dan kenaikan pH hal ini terjadi setelah zat atau bahan tersebut dalam air hujan melewati tabung filter dengan media granula karbon aktiftempurung kelapa, pasir kerang dan kerikil. Panjang tabung filter 120 cm, dengan ketebalan media kerikil 10 cm, pasir kerang 20 cm dan granula karbon aktif 10 cm. Fungsi media saringan pasir secara umum dan khususnya saringan dari pasir kerang dengan ketebalan 20 cm dapat menyaring dan menurunkan tingkat kekeruhan. Tingginya kekeruhan pada air hujan berasal dari patekel debu termasuk partikel Pb, kotoran burung dan mikroorganisme atau biasanya tergantung dari karakteristik bahan pencemaran pada suatu daerah atau kota. Media saring pasir kerang dalam tabung filter pada saat digunakan atau dioperasionalkan akan membentuk lapisan film yang berfungsi efektif menyaring bahan pencemaran partikel, misalnya debu baik logam seperti Pb maupun non logam misalnya bakteri, virus dan warna pada air hujan.

Tingkat efektifitas filter pasir kerang lebih besar untuk menurunkan logam Pb dan kekeruhan serta menaikkan pH pada air hujan dibandingkan pasir biasa (kuarsa) dan karbon aktif yang digunakan untuk penyaringan, sebagai contoh pengolahan dengan media filter pasir kuarsa pada pengolahan air sungai kenaikan pH sebesar 4,7% dan air hujan 2,9%, (Eppeda dan Fathmawati, 2012; Untari dan Kusnadi, 2015) sedangkan pasir kerang dapat menaikkan pH air hujan sebe-

sar 26%. Kemampuan Pasir kerang berfungsi lebih baik untuk menaikkan pH air hujan, hal ini karena pasir kerang diambil dari pantai mengandung kalsium oksida (CaO) atau kapur. Selain itu pasir kerang juga memiliki kemampuan untuk mengabsorpsi logam berat yang ada di dalam air dan menahan material tersuspensi, sehingga pasir kerang sangat baik digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan air (Astuti dan Saifudin, 2005).

Selain tersebut diatas, menurut Siti Maryam (2006), kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan mineral dalam kulit kerang bervariasi dan tinggi, misalnya kalsium dalam cangkang kerang adalah 66,7%, Magnesium 22,28% dan SiO<sub>2</sub> sebesar 7,88%. Sehingga kandungan mineral kulit/cangkang yang telah mengalami penggerusan atau penguraian secara alami tersebut dapat meningkatkan pH air hujan dan juga kandungan karbonatnya dapat mengoksidasi Pb yang ada dalam air hujan.

Air hujan tidak selamanya merupakan sumber air bersih yang siap diminum, secara fisik tidak berwarna, tidak berasa dan jernih. Air hujan sangat dipengaruhi oleh daerah dimana air hujan turun (Sumirat, 2011; Sumantri, 2010). Di daerah pedesaan air hujan dapat tercemar oleh pengotaran dari pembakaran lahan, bahan pestisida dan kotoran binatang, sedangkan di daerah perkotaan air hujan dapat tercemar oleh bahan kimia terlarut yang tidak berasa, tidak berwarna, yang tidak dapat terlihat. Bahan kimia misalnya Pb, yang dapat berasal dari bahan atap rumah dan cat, seng, tar, debu dan asbestos. Selain hal itu Pb juga dapat berasal dari erupsi gunung berapi, emisi gas buang dari pembakaran bahan bakar minyak (BBM) kendaraan bermotor dan industri (Sudarmadji, 2014). Selain bahan kimia, pencemaran air hujan juga bersumber dari bahan mikroorganismeseperti bakteri, virus dan parasite (Wikipedia, Rain Water, diakses 1 Oktober 2015).

Untuk menurunkan atau mengurangi bahan pencemar *air borne pollutant* pada air hujan, dilakukan pengolahan melalui teknik filterisasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dari bahan tempurung kelapa. Prinsip filter (penyaringan) pada air hujan dilakukan dengan cara melewatkan air hujan yang akan dibersihkan melalui suatu media berpori terhadap bahan partikel yang tidak dapat dipisahkan dengan proses sedimentasi dengan proses filtrasi (penyaringan) (Asmadi dkk. 2011). Pada pengolahan air hujan bahan pencemar yang lolos dengan filterisasi akan dilanjutkan melalui proses absorpsi. Metode filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif terbukti dapat menurunkan tingkat kekeruhan air hujan, yai-

tu sebelum diolah tingkat kekeruhan rata-ratanya 20 NTU dan setelah diolah menjadi 5,67 NTU dengan efektifitas 72% dan telah memenuhi persyaratan air minum.

Pada pengolahan air hujan dengan proses absorpsi, selain bertujuan untuk melanjutkan penurunan zat organik dan anorganik tersuspensi yang masih lolos pada proses pengolahan secara filtrasi, maka proses pengolahan ini berfungsi untuk menurunkan kandungan bahan logam pada air hujan, seperti timbal (Pb). Kandungan Pb air hujan yang tidak sesuai dengan syarat air minum, menjadi layak untuk dikonsumsi. Hasil penelitian diketahui bahwa kadar Pb pada air hujan tidak sesuai dengan persyaratan air minum, yaitu rata-rata kandungan Pb air hujan sebelum pengolahan sebesar 131,7 µg/l dan setelah dilakukan pengolahan mengalami penurunan menjadi 0,69 µg/l, dengan efektifitas 99,47%.

Kemampuan karbon aktif untuk mengabsorpsi kandungan Pb pada air hujan, hal ini dikarenakan karbon aktif memiliki volume mikropori dan mesopori yang relatif besar sehingga memiliki luas permukaan yang besar. Dengan demikian sangat memungkinkan untuk dapat menyerap adsorbat (termasuk logam Pb) dalam jumlah yang cukup. Karbon aktif merupakan salah satu jenis adsorben dimana struktur atom karbonnya adalah struktur atom karbon amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas, serta memiliki permukaan dalam, sehingga memiliki kemampuan daya serap yang baik (Yang dan Bansal dalam Awaluddin, 2010). Untuk itu pengolahan air hujan dengan tujuan untuk menurunkan kandungan logam timbal (Pb) dan kekeruhan serta untuk menaikkan pH air hujan, sangat baik dilakukan dengan proses filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif dalam tabung filter. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat efektifitas penurunan Pb 99,47% dan kekeruhan 72%, serta menaikkan pH, sebelum pengolahan rata-rata 5.16 dan setelah pengolahan 6,95, dengan efektifitas kenaikan pH sebesar 26%. Setelah dilakukan pengolahan kadar Pb sebesar 0,69 µg/l, dan tingkat kekeruhan 5,6 NTU dan pH menjadi 6,95. Hasil ini telah sesuai dengan persyaratan kualitas air minum, menurut Permenkes No. 492/2010 dan WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality*, untuk kadar Pb 10 µg/l, kekeruhan 5 NTU dan pH antara 6,5 -8,5.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang Efektivitas Pasir dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kekeruhan dan Timbal Pada Air Hujan diperoleh simpulan sebagai berikut: Kadar timbal (Pb) pada air hujan dan tingkat kekeruhan sebelum dilakukan pengolahan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon ak-

tif tempurung kelapa, tergolong tinggi sebesar 131,7 µg/l dan kekeruhan 20 NTU. Setelah dilakukan pengolahan hasilnya kadar Pb air hujan sebesar 0,71 µg/l dan tingkat kekeruhan 5,66 NTU telah sesuai dengan persyaratan air minum dari Permenkes No. 492/2010 dan standar WHO (2011) tentang *Guidelines for Drinking Water Quality*. Pengolahan air hujan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif tempurung kelapa sangat efektif untuk menurunkan timbal (Pb) dan kekeruhan air hujan, yaitu penurunan timbal (Pb) 99,47% dan kekeruhan 71,65%. Analisis secara statistik menunjukkan bahwa kadar Pb dan tingkat kekeruhan air hujan setelah dilakukan pengolahan dengan filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif tempurung kelapa dalam tabung filter lebih kecil dibandingkan dengan sebelum dilakukan pengolahan ( $p=0,000$ ).

## DAFTAR RUJUKAN

- Andrew RW and Jackson, JM, 1996, *Environmental Science, the Nature Environment and Human Impact*, Longman Singapore Publishers, Singapore.
- Asmadi, Khayan, dan Soebaris H, 2011, *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Penerbit Gosyen Publishing, Yogyakarta, Cetakan Pertama.
- Astuti, D., Saifudin, M.,R. 2005. *Kombinasi Media Filter Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe)*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Anonim., Kualitas Sungai Kapuas ( [www.tec.kalbar.com](http://www.tec.kalbar.com), diakses 6 September 2015).
- Depkes RI, 2001, *Bahan-bahan Berbahaya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia (sebagai Referensi dalam Melaksanakan ADKL)*, Dirjen PPM & PLP Depkes RI, Jakarta.
- Dinkes Prop. Kalbar, 2014, *Profil Kesehatan Kalimantan Barat 2013*, Dinkes Propinsi Kalbar, Pontianak.
- Dinkes Kab. Kubu Raya, 2014, *Profil Kesehatan Kab. Kubu Raya 2013*, Dinkes Kab. Kubu Raya.
- Dinkes Kota Pontianak, 2014, *Profil Dinas Kesehatan Kota Pontianak Tahun 2013*, Dinkes Kota Pontianak.
- Fardiaz, Srikandi, 2012, *Polusi Air dan Udara*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, Cet. 11.
- Gakungu, Joanne N., Qualitative Assessment of Rain Water Harvested from Roof Top Catchments: Case Study of Embakasi, Nairobi Country, International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN:

- 2231-22307, volume-3, Issue-4, September 2013.
- Khayan, 2001, *Hubungan Pengaturan Waktu Penampungan Air Hujan Dengan Penurunan Keracunan Pb pada Masyarakat di Kota Pontianak*, (Tesis) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Maryam, Siti, 2006, Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Filter Terhadap Sifat-Sifat Mortar, Skripsi. FMIPA. USU
- Mayouf, Jamal A, Determination of Iron, Copper, Lead and Cadmium Concentration in Rain Water Tanks in Misurata, Libya, *International Journal of Physical Sciences* Vol. 2 (5), pp. 112-118, May 2007, (Available online at <http://www.academicjournals.org/IJPS>).
- Mukono, HJ., 2000, *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Mursalat, Yugi, Suharno dan Khayan, 2015, “Variasi Kecepatan Injeksi Udara Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air Kolam Menggunakan Diffuser Aerator di Perumahan Palestine Indah Permai 4”, (*Skripsi*). Jurusan Kes. Lingkungan Poltekkes Kemenkes Pontianak.
- Palar, Heryando, 2012, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, Cetakan ke-4.
- RI, Kementerian Kesehatan, 2014, *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013*, Sekretariat Jenderal dan Pusdatin Kemenkes RI, Jakarta.
- RI, Permenkes No. 173/Men.Kes/Per/VIII/77, Tentang Pencemaran Air dari Badan Air Untuk Berbagai Kegunaan yang Berhubungan dengan Kesehatan, Tgl. 3 Agustus 1977.
- RI, Peraturan Menteri Kesehatan, No. 492/Menkes/Per/IV/2010, Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Tahun 19 April 2010.
- Sastrawijaya, A. Tresna, 2009, *Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, Cetakan ke-2.
- Sudarmadji, 2014, *Potret Masalah Lingkungan, Sekitar Jalan Perkotaan*, Penerbit Deepublish (Grup Penerbitan CV Budi Utama), Sleman, Yogyakarta.
- Soemirat, Yuli, 2011, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Cetakan ke 8 (Edisi Revisi).
- Sumantri, Arief, 2010, *Kesehatan Lingkungan, dan Perspektif Islam*, charisma Putra Utama, Kencana Media Group, Jakarta.