

UJI EFEKTIVITAS ARANG BATOK KELAPA DAN ARANG KULIT KENARI UNTUK MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) AIR SUMUR GALI

Azan Nudin Moh Taher Abdullah¹⁾, Idayani sangadjisowohy¹⁾, Nabila Thamrin¹⁾,
Ramli Zamrud¹⁾, Nurhasmi Hamdan¹⁾, Sri Rahayu Muhdar¹⁾

¹⁾ Poltekkes Kemenkes Ternate

Abstrak

WHO (World Health Organisation) Menunjukkan angka kematian sekitar 10 juta penduduk setiap tahun oleh berbagai pen-nyakit yang berkaitan dengan pencemaran air. Diare merupakan penyakit yang paling sering terjadi akibat pencemaran air. Angka kejadian diare di Indo-nesia pada tahun 2013 yaitu sebesar 3,5% dan khu-sus di Sulawesi Selatan yaitu 5,2%. Jenis penelitian ini adalah experimental, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui media mana yang paling efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur gali. Kandungan besi sebelum dilakukan penyaringan pada sampel I yaitu 0,648 mg/L, sementara sampel II yaitu 0,547 dan sampel III yaitu 0,642, pada hasil penyaringan menggunakan media arang kulit kenari didapatkan hasil yaitu sampel I 0,621 mg/L, sampel II 1,397 mg/L dan sampel III 0,552 mg/L, sementara penyaringan dengan menggunakan media arang batok kelapa pada sampel I didapatkan hasil yaitu 0,573 mg/L, pada sampel II yaitu 0,691 mg/L dan pada sampe III yaitu 0,687 mg/L Kesimpulan penelitian ini adalah arang batok kelapa dan arang kulit kenari kurang efektif dalam menurunkan kadar besi pada sumur gali, akan tetapi jika melihat efektifitasnya, maka arang kulit kenari lebih efektif dalam menurunkan kadar besi.

Kata Kunci: Air sumur, batok kelapa, kulit kenari

Abstract

WHO (World Health Organization) shows the death rate of about 10 million people every year by various diseases related to water pollution. Diarrhea is a disease that most often occurs due to water pollution. The incidence of diarrhea in Indonesia in 2013 was 3.5% and in particular, South Sulawesi was 5.2%. This type of research is experimental, this study aims to determine which media is the most effective in reducing iron (Fe) levels in dug well water. The iron content prior to filtering in the sample I was 0.648 mg / L, while sample II was 0.547 and sample III was 0.642, the results of filtering using walnut shell charcoal showed that sample I was 0.621 mg / L, sample II was 1.397 mg / L and sample III 0.552 mg / L while filtering using coconut shell charcoal media in the sample I the results are 0.573 mg / L, in sample II is 0.691 mg / L and in sample III is 0.687 mg / L The conclusion of this study is coconut shell charcoal and walnut shell charcoal is less effective in reducing iron levels in dug wells, but if you look at its effectiveness, walnut shell charcoal is more effective in reducing iron levels.

Keywords: Well water, coconut shell, walnut shell

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang penting bagi semua makhluk hidup. Manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan air untuk berbagai keperluan mulai dari air minum, mencuci, mandi, dan kegiatan-kegiatan vital lainnya. Oleh karena itu pengolahan air menjadi pertimbangan yang utama untuk menentukan apakah sumber air yang telah diolah menjadi sumber air yang dapat digunakan atau tidak. Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga seperti air minum, air mandi dan sebagainya harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan peraturan internasional (WHO dan APHA) ataupun peraturan nasional. Dalam hal ini kualitas air minum di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Besi adalah salah satu dari unsur penting yang ditemukan dalam air permukaan dan air tanah. Air yang mengandung besi yang terlalu tinggi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin dan alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa yang tidak enak pada konsentrasi di atas 0,3 mg/l (Nurhasni, Firdiyono, & Sya'ban, 2012).

Arang aktif dapat dibuat dari bahan organik yang dapat dikarbonisasi, misalnya kayu, batu bara coklat. Selain itu pembuatan arang aktif juga dapat dilakukan dari bahan baku berupa cangkang. Cangkang tergolong limbah yang sampai saat ini mulai diteliti dan dimanfaatkan sebagai arang aktif. Salah satu pemanfaatan cangkang sebagai arang aktif adalah cangkang kelapa sawit (Kurniati, 2008). Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa yang jumlahnya mencapai 60% dari produksi minyak. Logam merupakan toksikan yang unik, logam ditemukan dan menetapa di alam tetapi bentuk kimianya dapat berubah akibat pengaruh fisikokimia, biologis, atau akibat aktivitas manusia.

Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (Ika, Tahril, & Said, 2012).

Adapun kadar Fe pada air baku yang diizinkan menurut PP No.82 Tahun 2001 adalah 0,3 mg/l. Konsentrasi besi (Fe) yang lebih besar dari 0,3 mg/l dapat menimbulkan warna kuning pada air, memberi rasa tidak enak, pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan menyebabkan kekeruhan pada air. Sehingga diperlukan teknik pengolahan untuk menurunkan kadar Fe pada air baku (Pemerintah Republik Indonesia, 2001).

Mangan dan besi merupakan racun bagi tubuh, jika dikonsumsi berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi kulit dan mata serta kerusakan dinding usus. Dalam pengelolaan air limbah domestik terpusat, ada beberapa komponen yang sangat berpengaruh, diantaranya komponen kinerja pengelolaan (75,37%), aspek pembiayaan (8,83%), aspek peran serta masyarakat (8,39%), aspek teknis (3,56%), aspek peraturan (2,36%) dan aspek kelembagaan (1,49%). Maka kinerja pengelolaan menjadi sangat penting dalam mengelola limbah domestik, sehingga perlu penelitian dalam pengelolaan air limbah tersebut (Siswati, Syafrudin, & Sriyana, 2017).

Sebuah penelitian juga telah memanfaatkan Karbon aktif berupa batok kelapa dengan komposisi 35% dapat mengurangi kekeruhan, kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada airtanah di kawasan perkotaan. Maka solusi yang mudah untuk menanggulangi pencemaran airtanah tepatnya sekitar di Perumahan Jember New City Patrang dengan memperbanyak resapan air, pembatasan eksploitasi airtanah untuk industri dan lainnya. Apabila terpaksa dilakukan pemanfaatan airtanah agar tidak membahayakan warga masyarakat dapat dilakukan dengan pemasangan instalasi media penyaring dengan komposisi karbon aktif batok kelapa sampai 35% (Salim, Rizal, & Vihantara, 2018).

Dalam penelitian yang dilakukan Vina (2016) karbonaktif dari tempurung kelapa dapat memperbaiki kualitas air dan menurunkan kandungan fosfat dalam air sebesar 53,33%. Maka dalam penelitian ini dibuat komposisi yang berbeda dengan penambahan media Manganese greensand untuk dapat mengurangi kadar mangan yang berlebih sesuai dengan standar NO/416/PER/MENKES/RI/IX/1990 sehingga didapatkan komposisi yang benar-benar efektif (Wartina, 2016).

Pengaplikasian tempurung kelapa sebagai arang aktif dan efektif untuk penjernihan air sederhana (Susanti, 2014). Arang aktif dapat dibuat dari tempurung kelapa telah dapat diaplikasikan dalam mengadsorpsi logam Fe, Mn dan Al di salah satu kelurahan di Kota Banjarmasin sampai dengan 20% (Rahmawanti & Dony, 2016). Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku arang aktif dan aplikasinya untuk penjernihan air sumur di Tambak Lorok Semarang (Suhartna, 2007). Demikian pula penelitian menggunakan arang aktif dari tempurung kelapa dapat membuat air menjadi jernih, tidak berbau dan memenuhi pH standar air (7,0-7,5) (Jamilatun & Setyawan, 2014).

Waktu kontak dan dosis terbaik untuk menurunkan konsentrasi Fe pada air sumur dengan karbon aktif dari ampas tebu adalah 90 menit dan dosis 20 gram adsorben dengan efisiensi adsorpsi mencapai 90,32%. Waktukontak yang cukup diperlukan oleh karbon aktif agar dapat mengadsorpsi besi secara optimal, semakin lama waktu kontak

maka semakin banyak kesempatan partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan logam besi yang terikat di dalam pori-pori karbon aktif (Ashbani, 2013). Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Uji Efektivitas Arang Batok Kelapa Dan Arang Kulit Kenari Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali”.

2. Bahan dan Metode

Jenis penelitian ini adalah experimental, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui media mana yang paling efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur gali. Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Sangaji. Pada penelitian ini, sampel yang digunakan adalah air sumur gali sebanyak 75 liter dengan 3 kali pengulangan masing-masing pengulangan membutuhkan 25 liter.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Pengujian Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Kelurahan Sangaji RT 01. RW 01 Sebelum dilakukan Penyaringan

Sampel	Hasil Pengujian	Satuan
Pengambil sebelum pengulangan (I)	0,648	mg/L
Pengambil sebelum pengulangan (II)	0,547	mg/L
Pengambil sebelum pengulangan (III)	0,642	mg/L

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil kandungan besi pada sampel I sebelum dilakukan penyaringan yaitu 0,648 mg/L, sementara sampel II yaitu 0,547 dan sampel III yaitu 0,642 jika dibandingkan dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017 masih memenuhi baku mutu air bersih.

Tabel 2 Hasil Pengujian Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Kelurahan Sangaji RT 01. RW 01 Setelah dilakukan Penyaringan Menggunakan Arang Batok Kelapa

Sampel	Hasil Pengujian	Satuan
Arang batok kelapa pengulangan (I)	0,573	mg/L
Arang batok kelapa pengulangan (II)	0,691	mg/L

Arang batok kelapa pengulangan (III)	0,687	mg/L
--------------------------------------	-------	------

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil kandungan besi pada sampel I setelah dilakukan penyaringan menggunakan arang batok kelapa yaitu 0,573 mg/L, sementara sampel II yaitu 0,691 dan sampel III yaitu 0,687 jika dibandingkan dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017 masih memenuhi baku mutu air bersih.

Tabel 3 Hasil Pengujian Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Kelurahan Sangaji RT 01. RW 01 Setelah dilakukan Penyaringan Menggunakan Arang Kulit Kenari

Sampel	Hasil Pengujian	Satuan
Arang kulit kenari pengulangan (I)	0,621	mg/L
Arang kulit kenari pengulangan (II)	1,397	mg/L
Arang kulit kenari pengulangan (III)	0,552	mg/L

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil kandungan besi pada sampel I setelah dilakukan penyaringan menggunakan arang kulit kenari yaitu 0,621 mg/L, sementara dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017 pada sampel II tidak memenuhi baku mutu air bersih sementara pada sampel I dan III masih memenuhi baku mutu air bersih.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa kandungan besi sebelum dilakukan penyaringan pada sampel I yaitu 0,648 mg/L, sementara sampel II yaitu 0,547 dan sampel III yaitu 0,642. Untuk hasil yang telah dilakukan penyaringan dengan menggunakan media arang batok kelapa pada sampel I didapatkan hasil yaitu 0,573 mg/L, pada sampel II yaitu 0,691 mg/L dan pada sampel III yaitu 0,687 mg/L, jika dibandingkan dengan hasil sebelum penyaringan pada sampel satu bahwa arang batok kelapa mampu menurunkan kadar besi.

Tabel 4 Hasil Pengujian Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Kelurahan Sangaji RT 01. RW 01 Sebelum dilakukan Penyaringan Menggunakan Arang Batok Kelapa

Sampel	Hasil Pengujian sebelum disaring	Hasil Pengujian setelah disaring	Penurunan kandungan besi (Fe)	Satuan
Pengambil sebelum pengulangan (I)	0,648	0,573	0,075	mg/L
Pengambil sebelum pengulangan (II)	0,547	0,691	-	mg/L
Pengambil sebelum pengulangan (III)	0,642	0,687	-	mg/L

Tabel 5 Hasil Pengujian Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Kelurahan Sangaji RT 01. RW 01 Sebelum dan Sesudah dilakukan Penyaringan Menggunakan Arang Kulit Kenari.

Sampel	Hasil Pengujian sebelum disaring	Hasil Pengujian setelah disaring	Penurunan kandungan besi (Fe)	Satuan
Pengambil sebelum pengulangan (I)	0,648	0,621	0,621	mg/L
Pengambil sebelum pengulangan (II)	0,547	1,397	-	mg/L
Pengambil sebelum	0,642	0,552	0,09	mg/L

pengulangan (III)

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa kandungan besi sebelum dilakukan penyaringan pada sampel I yaitu 0,648 mg/L, sementara sampel II yaitu 0,547 dan sampel III yaitu 0,642. Sementara pada hasil penyaringan menggunakan media arang kulit kenari didapatkan hasil yaitu sampel I 0,621 mg/L, sampel II 1,397 mg/L dan sampel III 0,552 mg/L, jika dibandingkan dengan hasil sebelum dilakukan penyaringan pada sampel I dapat menurunkan kadar besi dan pada sampel III dapat menurunkan kadar besi sebesar 0,09 mg/L.

Air sumur merupakan salah satu jalan yang ditempuh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih, namun tingginya kadar ion Fe mengakibatkan harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dipergunakan. Logam Besi (Fe) selain dapat menimbulkan penyakit juga mengganggu estetika. Air yang banyak mengandung zat besi yang tinggi dapat menimbulkan bau, warna kuning pada pakaian.

Arang batok ialah arang yang berasal dari tempurung kelapa. Tempurung dibakar sampei menjadi arang, jika tidak ada tempurung kelapa, arang yang berasal dari pembakaran kayu juga bisa dipakai. Selain menyerap bahan-bahan kimia pencemar air arang batok kelapa juga bisa menahan benda – benda padat yang mengotori air.

Penelitian eksperimen dimana ada 5 perlakuan saringan menggunakan arang batok kelapa yaitu ketebalan 3 cm, 6 cm, 9 cm, 12 cm dan 15 cm dalam pemeriksaan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, dan didapatkan hasil bahwa untuk mengurangi kadar besi pada air yang paling efektif adalah menggunakan saringan batok kelapa dengan ketebalan saringan 6 cm (Ikhwan, 2014). Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan (Kampus Unkhair, Akehuda, Ternate, Maluku Utara) dengan menggunakan metode uji Spektrofotometri UV-Vis didapatkan hasil sebagaimana terlihat pada tabel 1 bahwa kandungan besi pada sampel I sebelum dilakukan pengujian yaitu 0,648 mg/L, sampel II yaitu 0,547 dan sampel III yaitu 0,642 jika dibandingkan dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017 masih memenuhi baku mutu air bersih. Pada tabel 4.1.2 Untuk hasil yang telah dilakukan penyaringan dengan menggunakan media arang batok kelapa pada sampel I didapatkan hasil yaitu 0,573 mg/L, pada sampel II yaitu 0,691 mg/L dan pada sampel III yaitu 0,687 mg/L, jika dibandingkan dengan hasil sebelum penyaringan pada sampel satu bahwa arang batok kelapa mampu

menurunkan kadar besi sebesar 0,075 mg/l, sementara pada sampel II dan sampel III tidak menurunkan kadar besi. Pada tabel 3 hasil penyaringan menggunakan media arang kulit kenari didapatkan hasil yaitu sampel I 0,621 mg/L, sampel II 1,397 mg/L dan sampel III 0,552 mg/L, jika dibandingkan dengan hasil sebelum dilakukan penyaringan pada sampel I dapat menurunkan kadar besi sebesar 0,027 mg/L, pada sampel II tidak mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,027 mg/L, pada sampel III dapat menurunkan kadar besi sebesar 0,09 mg/L.

Komponen penyusun kimiawi tempurung kelapa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah seperti berikut: 74,3% karbon, 21,09% Oksigen, 0,2% Silika, 1,4% Kalium, 0,5% Sulfur, 1,7% Pospor menjadikannya bepeluang sebagai sumber bahan bakar dan sumber karbon aktif (Tamado et al., 2013). Sifat fisik karbon aktif yang dihasilkan tergantung pada kekuatan daya tarik molekul penjerap maka terjadi proses absorpsi dari bahan yang digunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif, termasuk CaCO_3 yang menyebabkan kesadahan.

Kemampuan karbon aktif menyerap secara kimia adalah tersuspensinya kedalam air sampel sehingga karbon aktif yang tersuspensi berpengaruh terhadap pengikat ion Mg dan Ca. Proses reaksi kimianya sebagai berikut: $\text{Ca}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2$.

Proses pertukaran ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sangat cepat antara (20–30 menit), dengan terbentuknya endapan CaCO_3 atau MgCO_3 berarti air tersebut telah bebas dari ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan.

Karbon aktif dapat mengadsorpsi dan menyaw-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Arum, 2015). Waktu kontak yang terbaik pada logam Fe adalah 40 menit dan pada logam Pb adalah 50 menit. Hasil yang di peroleh menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin banyak ion logam terserap (Yuniar, Mappiratu, & Nurhaeni, 2015).

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah arang batok kelapa dan arang kulit kenari kurang efektif dalam menurunkan kadar besi pada sumur gali, akan tetapi jika melihat efektifitasnya, maka arang kulit kenari lebih efektif dalam menurunkan kadar besi.

Daftar Pustaka

- Arum, S. (2015). *Efektivitas Arang Aktif, Zeolit, dan Bentonit Terhadap Penurunan Kadar Mg^{2+} dan Mn^{2+} Dalam Tiga Sumber Air*. Universitas Pasundan.
- Ashbani. (2013). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi pada Air Sumur. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 13(1), 105–114.
- Ika, Tahril, & Said, I. (2012). Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 224069.
- Ikhwan, Z. (2014). Efektivitas Penggunaan Arang Batok Kelapa Sebagai Media Penyaring Penurunan Kadar Besi Dan Mangan Pada Penjernihan Air Kolam. *Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes kemenkes Tanjungpinang*, 5(2), 150–153.
- Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 1–112. <https://doi.org/10.12928/si.v12i1.1651>
- Kurniati, E. (2008). Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 8(2), 96–103.
- Nurhasni, N., Firdiyono, F., & Sya'ban, Q. (2012). Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon aktif. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(4). <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i4.269>
- Pemerintah Republik Indonesia. Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, Pemerintah Republik Indonesia § (2001). Indonesia.
- Rahmawanti, N., & Dony, N. (2016). Studi Arang Aktif Tempurung Kelapa dalam Penjernihan Air Sumur. *Al Ulum Sains dan Teknologi*, 1(2), 84–88.
- Salim, N., Rizal, N. S., & Vihantara, R. (2018). Komposisi Efektif Batok Kelapa sebagai Karbon Aktif untuk Meningkatkan Kualitas Airtanah di Kawasan Perkotaan. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24(1), 87. <https://doi.org/10.14710/mkts.v24i1.18865>

- Siswati, M., Syafrudin, & Sriyana. (2017). Uji Kriteria Manajemen dalam Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 23(1), 77. <https://doi.org/10.14710/mkts.v23i1.12780>
- Suhartna. (2007). Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Limbah Industri Petis di Tambak Lorok Semarang. *Momentum*, 3(2), 10–15.
- Susanti, Y. (2014). *Pemanfaatan Arang Sekam Padi dan Arang Tempurung Kelapa sebagai Media Penyaringan Air Sederhana*. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Diambil dari <http://www.springer.com/series/15440%0Apapers://ae99785b-2213-416d-aa7e-3a12880cc9b9/Paper/p18311>
- Tamado, D., Budi, E., Wirawan, R., Dwi, H., Tyaswuri, A., Sulistiani, E., & Asma, E. (2013). Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. In *Seminar Nasional Fisika* (hal. 73–81).
- Wartina, V. R. (2016). *Efektivitas Media Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Arang Aktif Kulit Buah Mahoni (Swietenia mahagoni) dalam Mereduksi (PO4) pada Limbah Cair Laundry*. Universitas Mulawarman.
- Yuniar, Mappiratu, & Nurhaeni. (2015). Kajian Daya Serap Arang Tempurung Kemiri (Aleoritas Moluccana) terhadap Ion Besi (III) dan Ion Timbal (II) pada Berbagai Waktu Kontak. *Kovalen*, 1(1), 30–35. <https://doi.org/10.22487/j24775398.2015.v1.i1.5101>