**Potensi Cangkang Telur Ayam sebagai Media Filter
untuk Meningkatkan pH pada Pengolahan Air Gambut**
*(The Potential of Chicken Eggshells as a Filter Media to Increase pH
for Peat Water Treatment)*

Novianti¹, Laili Fitria², dan Ulli Kadarria²

¹Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura,
Pontianak, Indonesia

²Kelompok Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa Lingkungan Fakultas
Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

E-mail : novianti96.yuli@gmail.com

Abstract

The availability of clean water in peat areas is limited, for the color of the water in these areas are having some shade of dark brown, the content of organic matter is high, but has a level of acidity (pH), thus making the peat water not fit for consumption and a treatment is needed in advance to use the water suitable for daily use. Therefore, this study aims to analyze the ability of the filter media with a variety of chicken egg shell thickness of 20 cm, 30 cm and 40 cm to increases of pH level of peat water. The use of debit inlet in this matter is $8,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$ and is repeated 2 times (Duplo) on trial. Peat water test results prior to the processing of pH is 4.63 and doesn't fullfil the quality standard of PERMENKES (minister of health regulation) No. 32 of 2017. The best results were obtained for pH of 4.63 becomes 7.78 with 40.45% efficiency. Optimum results obtained at a thickness of 20 cm filter media has been able to increase pH become 7.31.

Keywords: Peat water, Chicken Egg Shells, Filtration

Abstrak

Ketersediaan air bersih menjadi terbatas pada wilayah dengan jenis tanah gambut yang memiliki air berwarna merah kecoklatan, kandungan zat organik yang tinggi, namun mempunyai derajat keasaman (pH) yang relatif rendah sehingga membuat air gambut tidak layak konsumsi dan diperlukan pengolahan sebelum menggunakan air tersebut. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan media filter cangkang telur ayam dengan variasi ketebalan 20 cm, 30 cm dan 40 cm dalam meningkatkan pH pada air gambut. Debit inlet yang digunakan yaitu $8,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam}$. Dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali (duplo) pada percobaan. Hasil uji air gambut sebelum pengolahan untuk pH sebesar 4,63 dan tidak memenuhi baku mutu PERMENKES No 32 Tahun 2017. Hasil terbaik yang diperoleh untuk pH 4,63 menjadi 7,78 dengan ketebalan 40 cm dengan efisiensi sebesar 40,45%. Hasil optimal diperoleh pada ketebalan media filter 20 cm telah dapat meningkatkan pH menjadi 7,31.

Kata Kunci: Air Gambut, Cangkang Telur Ayam, Filtrasi

PENDAHULUAN

Air merupakan suatu kebutuhan yang diperlukan bagi manusia, salah satunya untuk MCK mandi, cuci dan kakus. Kebutuhan air bersih bagi manusia harus memenuhi persyaratan berikut jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, pH netral dan bebas mikroorganisme (Notoatmodjo, 2007). Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan industri maka kebutuhan air bersih akan terus meningkat. Jika peningkatan ini tidak diimbangi dengan sumber penyediaan air bersih yang baru maka akan menimbulkan krisis air bersih (Zainudin, 2013).

Ketersediaan air bersih yang bersumber dari air permukaan menjadi terbatas pada wilayah yang memiliki tanah gambut. Air pada tanah gambut memiliki karakteristik berwarna coklat pekat, kandungan zat organik yang tinggi, namun mempunyai derajat keasaman (pH) yang relatif rendah. Umumnya masyarakat di kawasan dengan lahan bergambut mengandalkan air hujan untuk konsumsi sehari-hari, akan tetapi ketersediaan air hujan terbatas pada musim kemarau. Karena kondisi itu, tidak ada pilihan lain bagi masyarakat untuk memanfaatkan air gambut yang mengalir di parit-parit atau saluran drainase di lingkungan tempat tinggal mereka (Widiastuti, 2017). Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat tingginya kandungan zat organik terlarut terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. pH yang rendah juga disebabkan oleh kandungan kation yang rendah, kehadiran zat organik dalam bentuk asam dan sedikitnya kation dan partikel tersuspensi. Pada air gambut zat organik dapat menyebabkan air terasa asam, untuk itu diperlukan zat yang bersifat basa agar dapat menetralkan asam pada air gambut (Syafitri, 2015).

Diketahui bahwa cangkang telur ayam mengandung Kalsium Karbonat (CaCO_3). Kandungan Kalsium Karbonat dalam cangkang telur sekitar 87% - 97% (Lucio, 2018). Kalsium karbonat ini bersifat basa yang dapat menaikkan pH pada air gambut. Hampir secara keseluruhan cangkang telur ayam jenis broiler mengandung kalsium karbonat (Satriani, 2016). Berdasarkan kandungan kalsium karbonat yang dimiliki oleh cangkang telur ayam broiler, apabila cangkang telur ayam ini dimanfaatkan untuk media filter maka air yang diolah dapat menghasilkan air yang bersifat basa, untuk itu media filter dari cangkang telur ayam dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan kualitas air gambut yang bersifat asam (Syam, 2016). Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian untuk menganalisis kemampuan media filter cangkang telur ayam dengan variasi ketebalan 20 cm, 30 cm dan 40 cm dalam meningkatkan pH pada air gambut.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel air gambut di Jalan Sepakat II Pontianak Tenggara dengan titik koordinat $0^{\circ}4'23.93''\text{S}$ dan $109^{\circ}20'19.16''\text{E}$ sedangkan penelitian dilakukan di Workshop Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, sebagai tempat pengujian kadar besi (Fe), Zat Organik, Kesadahan dan pH pada air gambut sebelum dan sesudah pengolahan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah oven, pH meter, Spektrofotometri, bak air ukuran 30 cm x 38 cm, pipa PVC 3 inch, pipa PVC $\frac{3}{4}$ inch, stop kran $\frac{3}{4}$ inch, penutup pipa 3 inch, katub $\frac{3}{4}$ inch, gergaji, paku, palu, lesung, mesin ayakan, ayakan 20, 30, 40 dan 50 mesh, gayung, jeriken 50 L dan 20 L, dudukan kayu, desikator, cawan krusibel dan timbangan.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah cangkang telur ayam (*broiler*) sebanyak 13,5 kg, kerikil 2 kg, kain asahi 1 meter, air gambut 70 L dan aquades 80 L, plastik wrap 1 tabung, lem pipa dan isolatip.

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel dalam penelitian ini mengacu pada SNI 6989-57 Tahun 2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Pengambilan sampel air gambut di Jalan Sepakat II Pontianak Tenggara menggunakan peralatan gayung, jeriken 20 dan 50 liter. Pengambilan dilakukan menggunakan gayung terlebih dahulu untuk mengambil air di permukaan, kemudian air dipindahkan kedalam jerigen 20 liter dan 50 liter. Kedua wadah diisi penuh dengan air sampel gambut lalu ditutup menggunakan *wrapping plastic* dan isolasi sebagai penguat untuk menghindari tumpahan pada saat pengangkutan.

Preparasi Cangkang Telur dimulai dengan merendam cangkang telur selama 15 menit dengan aquades. Tujuan perendaman ini untuk menghilangkan bau amis dan kotoran yang menempel pada cangkang telur. Kemudian memisahkan kulit ari pada cangkang telur dan cuci bersih cangkang telur. Cangkang telur dikeringkan sesaat untuk menghilangkan air bekas cucian tersebut. Pada tahap menghilangkan kadar air, diambil sebanyak 5 gram contoh dimasukkan ke dalam krusibel, kemudian dikeringkan dalam oven hingga suhu 105°C selama 15 menit hingga bobot konstan. Cangkang telur yang sudah kering kemudian dipecahkan dengan menggunakan penumbuk. Pecahan cangkang telur tersebut kemudian diayak menggunakan *sieve shaker* dengan ukuran 0,5 mm.

Kolom filter diisi dengan media filter cangkang telur dengan ketebalan 20 cm, 30 cm, dan 40 cm bagian bawahnya diberikan kain asahi dan kerikil setebal 10 cm untuk sebagai penahan media filter. Berdasarkan penelitian Hermawan (2018) tentang pengolahan air sumur menunjukkan bahwa penggunaan tebal kerikil 10 cm dapat menaikkan kadar pH dari 6,8 menjadi 7,15. Penggunaan kain asahi berfungsi untuk menahan butiran cangkang telur agar tidak ikut terbawa aliran air (Hanafi, 2015). Waktu detensi yang digunakan yaitu 45 menit. Jadi, setelah 45 menit air yang keluar dari filter ditampung ke dalam botol 600 ml. Aliran air dalam bak filter mengalir secara *down-flow* dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Terdapat pipa PVC ukuran 3/4 inch yang digunakan untuk mengalirkan air gambut dari bak ke kolom filter. Fungsi penggunaan stop kran 3/4 inch yaitu mengatur aliran air sehingga dapat dikontrol. Pengujian kebocoran dilakukan dengan mengalirkan air bersih terlebih dahulu. Pada saat pengujian alat berlangsung, dilakukan pencatatan volume dan waktu selama air sampel keluar pada kran outlet.

Preparasi Media Filter Cangkang Telur

Pengeringan dilakukan dengan suhu 105°C selama 15 menit hingga bobot konstan. Titik didih air yaitu pada suhu 100°C dilakukannya pengovenan 105°C untuk memastikan semua kandungan air teruapkan. Menghilangkan kadar air bertujuan untuk memperluas struktur pori pada cangkang telur. Nilai kadar air yang dimiliki cangkang telur tergolong kecil yaitu sebesar 0,89% tidak mencapai 1% hal ini dikarenakan cangkang telur telah dijemur sebelum dilakukan pengovenan.

Cangkang telur yang sudah dioven dihancurkan dengan cara ditumbuk menggunakan lesung. Pecahan cangkang telur tersebut kemudian dibawa ke Laboratorium Mekanika Bahan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura untuk diayak menggunakan *shieve shaker* dengan saringan 20 – 50 mesh. Pecahan cangkang telur yang kemudian digunakan untuk pengolahan air gambut adalah yang lolos saringan 20 mesh dan tertahan pada

saringan 30, 40, 50 mesh. Tujuan dari pengayakan ini adalah untuk menghasilkan cangkang telur dengan ukuran partikel yang spesifik yaitu 0,5 mm. Sebanyak 13 kg butiran telur diayak. Butiran telur yang tertahan dan yang digunakan sebanyak 12,1 kg dan yang tidak digunakan sebanyak 1,4 kg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Sampel Air Gambut

Volume sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 70 L. Hasil uji kualitas air gambut sebelum pengolahan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Gambut sebelum Pengolahan

No	Parameter	Metode atau Alat	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu PERMENKES 32 Tahun 2017
1	pH	pH Meter*		4,63	6,5 – 8,5

Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa kualitas air gambut di Jalan Sepakat II Pontianak Tenggara menunjukkan pH melebihi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Rendahnya tingkat keasaman pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik yang terdapat didalamnya. Zat-zat organik tersebut biasanya biasanya dalam bentuk asam humus yang berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu (Dzulhairi, 2015).

Analisis Hidrolika

Penelitian ini dilakukan analisis hidrolika yang bertujuan untuk mengetahui kecepatan pada saat filtrasi. Analisis hidrolika yang diperoleh pada debit sebelum pengolahan (inlet) yaitu sebesar 0,039 L/s dan kecepatan air di inlet 2,46 m/s. Debit ini diperoleh dari volume dibagi waktu. Pada penelitian ini keran inlet dibuka 1/4 dan debit awal air sebelum pengolahan ditentukan sebesar $3,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam}$. Tujuan penentuan debit dari awal yaitu untuk mempertahankan atau menjaga ketersediaan air tetap ada hingga penelitian selesai serta berfungsi agar air tidak terlalu cepat ketika melewati filter dan proses filtrasi berlangsung lama sehingga menghasilkan filtrat yang sesuai dengan atau mendekati baku mutu. Luas permukaan pada outlet yaitu $0,0046 \text{ m}^2$. Debit setelah pengolahan (outlet) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Hidrolika

Variasi	Debit Tanpa Filter (m^3/jam)	Debit dengan Filter (m^3/jam)		Filtration Rate (m/s)	
		P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
A	0,014	0,008	0,009	0,00050	0,00052
B	0,014	0,007	0,007	0,00041	0,00042
C	0,014	0,006	0,006	0,00035	0,00038

Keterangan :
 A = Ketebalan Media Filter Cangkang Telur 20 cm
 B = Ketebalan Media Filter Cangkang Telur 30 cm
 C = Ketebalan Media Filter Cangkang Telur 40 cm
 P₁ = Pengulangan Pertama
 P₂ = Pengulangan Kedua

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ketebalan media filter berbanding terbalik dengan debit filtrasi. Semakin tebal media filter maka debit yang dihasilkan semakin kecil. Sesuai dengan pernyataan Widyastuti (2011) bahwa media yang tebal memiliki daya saring yang sangat tinggi namun memerlukan waktu pengaliran yang lama sehingga debit yang dihasilkan semakin kecil.

pH

Air gambut setelah melewati media filter cangkang telur, sampel air gambut sebelum dan sesudah pengolahan dimasukkan kedalam botol sampel 600 ml sampai penuh untuk dilakukan uji kualitas air gambut. Selanjutnya botol ditutup menggunakan *wrapping plastic* dan isolasi sebagai penguat untuk menghindari tumpahan pada saat pengangkutan. Pengisian wadah sampel diisi hingga penuh hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya turbulensi dan gelembung udara. Gelembung udara mengandung oksigen, oksigen akan mempengaruhi air sampel, dimana besi terlarut (Fe^{2+}) akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} akibat adanya oksigen (Lutfihani, 2015). Sampel air gambut sesudah pengolahan di bawa ke Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak untuk dilakukan analisis pH.

Peningkatan konsentrasi derajat keasaman (pH) dalam penelitian ini mencapai 40,45% pada variasi A yaitu dengan ketebalan 20 cm, dimana nilai pH awal sebelum pengolahan sebesar 4,63 mg/L. Hasil uji Laboratorium peningkatan parameter pH dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Hasil Uji Laboratorium Parameter pH

Sampel	pH			Baku Mutu*	Efisiensi (%)
	P ₁	P ₂	Rata-Rata		
Sampel Awal	4,63			6,5 - 8,5	-
Kontrol	5				7,40
A	7,23	7,38	7,31		34,41
B	7,51	7,64	7,58		37,88
C	7,75	7,80	7,78		40,45

* Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

Sumber: Analisis Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura 2019

Keterangan : A = Ketebalan Media Filter Cangkang Telur 20 cm
 B = Ketebalan Media Filter Cangkang Telur 30 cm
 C = Ketebalan Media Filter Cangkang Telur 40 cm
 P₁ = Pengulangan Pertama
 P₂ = Pengulangan Kedua

Peningkatan nilai pH pada Tabel 3 memiliki hasil untuk semua variasi telah memenuhi baku mutu air bersih menurut PERMENKES No. 32 Tahun 2017. Semua variasi media filter dapat meningkatkan parameter pH dari 4,63 hingga diatas 6,5. Peningkatan nilai pH yang paling optimum yaitu pada media filter cangkang telur dengan ketebalan 40 cm, dari 4,63 menjadi 7,78. Grafik peningkatan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.

Gambar 1 Grafik Peningkatan pH

Berdasarkan Gambar 1 diatas kenaikan pH berbanding lurus dengan ketebalan media filter cangkang telur. Semakin tebal media filter maka kenaikan pH semakin tinggi. Diketahui bahwa cangkang telur mengandung 98,41% CaCO_3 (kalsium karbonat) (Hajar, 2016) apabila kalsium karbonat dilarutkan didalam air, akan mengakibatkan kalsium karbonat terurai berdasarkan reaksi berikut ini:

CO_3^{2-} didalam air mengalami reaksi berupa reaksi hidrolisis atau penguraian air

H_2CO_3 akan terurai menjadi H_2O dan CO_2 berdasarkan reaksi:

reaksi yang terjadi antara kalsium karbonat dengan air sebagai berikut:

Menurut reaksi diatas, kalsium karbonat terbukti ketika direaksikan dengan air akan melepaskan ion hidroksida (OH^-), hal ini membuat jumlah ion hidroksida didalam air semakin banyak. Semakin bertambahnya ion hidroksida didalam air, membuat air gambut menjadi basa. Persamaan reaksi ini sejalan dengan teori asam basa yang berasal dari teori *Arrhenius*. Teori *Arrhenius* menjelaskan bahwa basa yaitu senyawa yang melepas ion hidroksida didalam air sehingga air gambut yang semula bersifat asam sesudah direaksikan dengan CaCO_3 menghasilkan senyawa yang bersifat basa yaitu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan membuat pH air gambut menjadi meningkat. Oleh karena itu, dengan menjadikan butiran cangkang telur ayam menjadi media filter dapat meningkatkan pH air pada air gambut. Hal ini juga dibuktikan oleh penelitian Rohaizar dkk (2013) menyatakan bahwa jumlah kulit telur ayam dan waktu kontak yang konstan pada 50 mg / L dan 180 menit dapat meningkatkan pH dari 4 menjadi 7-8. Larutan pH adalah salah satu parameter terpenting mengendalikan penurunan parameter logam.

Hasil analisis statistik uji Mann Whitney menunjukkan bahwa parameter pH untuk masing-masing variasi memiliki perbedaan yang nyata terhadap nilai pH pada kontrol. Pengujian ini dibuktikan oleh nilai probabilitas (*asympt Sig*), dimana nilai probabilitas untuk parameter pH sebesar 0,002. Nilai probabilitas ini menunjukkan nilainya $< 0,05$ hal ini membuktikan terjadinya perbedaan yang signifikan maka H_0 ditolak.

Pengujian statistik ditentukan Hipotesis awal (H_0) dalam penelitian ini yaitu pengolahan air gambut dengan menggunakan media filter cangkang telur tidak memiliki perbedaan dengan hasil kontrol. Hipotesis alternatif (H_1) pada penelitian ini hasil pengolahan air gambut dengan menggunakan media filter cangkang telur memiliki perbedaan dengan hasil kontrol. Adanya penolakan H_0 dan H_1 diterima, ini berarti adanya pengaruh media filter cangkang telur yang digunakan untuk peningkatan parameter pH.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh peningkatan paling baik parameter pH dari 4,63 menjadi 7,78 dengan ketebalan media filter cangkang telur 40 cm. Efisiensi peningkatan pH sebesar 40,45%. Hasil optimal diperoleh pada ketebalan media filter 20 cm telah karena terjadi peningkatan yang telah memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum dengan nilai pH 7,31.

Saran

Perlu tambahan pengulangan untuk penelitian lanjutan dengan menggunakan analisis statistik yaitu uji parametrik dengan analisis Anova yang bertujuan untuk melihat perbedaan hasil olahan antar variasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi, Ibu Laili Fitria, ST, MT dan Ibu Ulli Kadaria, ST, MT, dosen penguji skripsi, Ibu Suci Pramadita, ST, MT dan Ibu Ochih Saziati, S.Si, M.Sc, serta semua pihak yang terlibat dan membantu penulis selama proses pengerjaan penelitian yang tidak dapat diucapkan satu persatu. Jurnal ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Skripsi berjudul Potensi Cangkang Telur Ayam Sebagai Media Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Air Gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asip, Faisol, dkk. 2008. Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe Dengan Proses Batch. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Jurnal Teknik Kimia, No. 2, Vol. 15, April.
- Dzulkhairi, Hilman. 2015. Teknologi Pengolahan Air Gambut. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung Jalan Ganesa No. 10, Bandung, Indonesia
- Hajar, Erna Wati Ibnu, dkk. 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman. Konversi, Volume 5 No. 1, April.
- Hanafi. 2015. Optimasi Filter Cangkang Kerang Darah (*Anandara Granosa*) untuk Meningkatkan pH Air Gambut. Fakultas Teknik. Universitas Tanjung Pura: Kalimantan Barat.
- Lucio, D.S. Villareal dkk. 2018. Effect of nano $CaCO_3$ Particles from eggshell on mechanical and thermal properties in pp/eggshell composites. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Centro de Investigación en Petroquímica, Ciudad Madero, Tams. México. Journal of Engineering Technology Volume 6, Issue 2, July, PP. 456-468

- Lutfiani, Aizar, Alfian Pramono. 2015. Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Menggunakan Tray Aerator dan Diffuser Aerator. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Notoatmodjo, S. 2007. Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku. Jakarta : Rineka Cipta
- Novita, Efni. 2008. Penurunan Intensitas Warna air gambut menggunakan cangkang telur sebagai problem-based learning pembelajaran kimia (studi kasus riau). Tesis Fakultas MIPA ITB
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. Depkes RI, Jakarta.
- Rohaizar, Nurul Aimi binti, Norhafizah binti Abd. Hadi, Wong Chee Sien. 2013. Removal of Cu(II) from Water by Adsorption on Chicken Eggshell. Section of Chemical Engineering Technology, Malaysian Institute of Chemical and Bioengineering Technology, Universiti Kuala Lumpur, Vendor City, Taiboh Naning, 78000 Alor Gajah, Melaka, Malaysia. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol:13 No:01
- Satriani, Dewi, Purnama Ningsih dan Ratman. 2016. Serbuk dari Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Terhadap Logam Timbal (Pb). Pendidikan Kimia/FKIP - Universitas Tadulako, Palu. J. Akad. Kim. 5(3): 103-108 August 2016 ISSN 2302-6030 (p), 2477-5185 (e) Jurnal Akademika Kimia Volume 5, No. 3, 2016: 103-108
- Syafitri, Kartika Pratama, dkk. 2015. Pengaruh Molaritas dan Rasio Aktivator Pada Geopolimer Untuk Pengolahan Air Gambut. Fakultas Teknik Universitas Riau. Jom FTEKNIK Volume 2 No. 1 Februari.
- Syam, Warsy Musyriyah. 2016. Optimalisasi Kalsium Karbonat Dari Cangkang Telur Untuk Produksi Pasta Komposit. Makassar. Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
- United States Environmental Protection Agency. 1995. Water Treatment Manuals Filtration. Ireland.
- Widiastuti, Tri. 2017. Pengaruh Dosis Kapur Sirih Dan Waktu pengendapan Terhadap Ph Dan Kekeruhan Air Pada Proses Penjernihan Air Gambut. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak. Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. P-ISBN 978-602-8355-50-6 dan E-ISBN 978-602-8355-55-1
- Widyastuti, Sri dan Sari, Antik Sepdian. 2011. Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam mereduksi Kesadahan. Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana – Surabaya. Jurnal Teknik WAKTU Volume 09 Nomor 01 – Januari – ISSN : 1412 – 1867
- Zainudin, Soegeng Harijadi. 2013. Pengaruh Eceng Gondok dan Kapur Terhadap Unit Pengolahan Air Gambut. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya : Palembang.