



Pengolahan Limbah Cair Kantin MIPA Menggunakan Zeolit Alam dan Pasir Silika

Christi L. Natanael*, E. Evy Ernawati, Haryono, Syahrul Mubarak

*Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor 45363

*E-mail: liamita.christi@gmail.com

Abstrak

Kantin merupakan salah satu penghasil limbah cair yang perlu diolah agar dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang lebih berguna. Tujuan penelitian ini adalah mengolah limbah cair "Kantin MIPA" di Universitas Padjadjaran, dan mengkaraktisasi serta kemudian memanfaatkannya. Metode yang digunakan adalah filtrasi dan adsorpsi dengan campuran zeolit alam 80% dan pasir silika 20% (^b/_b) sebagai filter. Hasil filtrasi diuji beberapa parameter kimia fisik dan biokimianya, lalu diaplikasikan untuk pertumbuhan kecambah serta ketahanan tanaman gewor merah. Hasil penelitian menunjukkan nilai pH, konduktivitas, TDS, COD, dan turbiditas air filtrat berturut-turut adalah 6,75; 1.237 μ S/cm; 479 mg/L; 1.058 mg/L; dan 16,80 NTU. Hasil uji terhadap tumbuhan di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan kecambah maupun respons gewor merah lebih baik pada penggunaan air hasil pengolahan daripada terhadap limbah cair awal.

Kata Kunci: limbah cair Kantin MIPA, filtrasi dan adsorpsi, zeolit alam, pasir silika.

Abstract

Canteen is one of the producers of wastewater that needs to be treated. Afterwards it can be used for other purposes. The aim of this study is to process "Kantin MIPA"'s wastewater at Universitas Padjadjaran, to characterize, and then to utilize it. The method used was filtration and adsorption of the wastewater by using a mixture of natural zeolite and silica sand 80:20 (% w/w) as a filter. Then, the treated water was tested with some of physical chemistry and biochemistry parameters, after that it was applied to the growth of sprouts and *Commelina benghalensis* L. plant as resistance test. The results showed the values of pH, conductivity, TDS, COD, and turbidity of the treated water were 6.75; 1,237 μ S/cm; 479 mg/L; 1,058 mg/L; and 16.80 NTU, respectively. The biological test results showed that the growth of sprouts and also *Commelina benghalensis* L. are better on the use of treated water than the untreated wastewater.

Keywords: Kantin MIPA's wastewater, filtration and adsorption, natural zeolite, silica sand.

1. Pendahuluan

Kemarau panjang yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia menimbulkan dampak yang merugikan seperti kekeringan dan krisis air bersih. Sementara Universitas Padjadjaran memiliki lahan yang luas dan tanaman di lingkungan kampus yang harus terus dirawat dan disiram, agar keasrian lingkungan Unpad tetap terjaga. Kegiatan penyiraman tanaman menggunakan air bersih menjadi ironis, karena di wilayah lain air bersih menjadi kebutuhan yang belum dapat dipenuhi, terutama saat musim kemarau. Upaya alternatif yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan air limbah kantin—yang selama ini terbuang sia-sia ke lingkungan dengan tanpa diolah terlebih dulu— yaitu dengan menggunakannya sebagai air untuk penyiraman tanaman sehingga air bersih yang ada, dapat digunakan untuk kebutuhan lain yang lebih mendesak.

Limbah cair kantin tanpa pengolahan tidak dapat digunakan secara langsung sebagai air untuk penyiraman, karena tanaman tidak dapat

tumbuh dengan baik bahkan menjadi layu dan mati (Natanael & Sulaeman, 2015). Maka dari itu, diperlukan suatu pengolahan limbah cair yang efisien agar menghasilkan air dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan limbah cair awal, dan selanjutnya air hasil pengolahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air pada kegiatan lain. Penelitian ini mengupayakan suatu metode pengolahan air limbah yaitu filtrasi dan sekaligus adsorpsi dengan menggunakan filter zeolit, karena terbukti efektif untuk menurunkan nilai dari parameter kebutuhan oksigen kimiawi (COD) (Rachmawan, 2014), juga mampu bertindak sebagai penyaring pengotor yang terdapat di dalam air limbah. Salah satu filter yang sering digunakan adalah zeolit alam (ZA). Mineral ini memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap amonia (Li et al., 2007), serta mampu mengadsorpsi besi dan mangan (Rahman & Hartono, 2004). Filter lain yang dapat dimanfaatkan adalah pasir silika (PS), karena PS mampu menurunkan nilai kekeruhan dari air (Makhmudah & Notodarmojo, 2009). Filter ZA



yang dimodifikasi dengan penambahan PS diharapkan menghasilkan kinerja filter dan kualitas filtrat yang lebih baik.

Pada penelitian ini, dilakukan pengolahan limbah cair yang berasal dari "Kantin MIPA" Unpad. Parameter yang digunakan pada analisis limbah cair awal dan sesudah pengolahan adalah derajat keasaman (pH), konduktivitas (κ), total padatan terlarut (TDS), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), dan turbiditas. Nilai parameter dibandingkan dengan Baku Mutu Air pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Limbah cair hasil pengolahan dengan kualitas paling baik diuji terhadap pertumbuhan kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus*), kedelai (*Glycine max*), dan kacang merah (*Vigna angularis*), serta diujikan terhadap ketahanan tanaman gewor merah (*Commelina benghalensis* L.).

Penelitian ini bermaksud untuk menggunakan kembali limbah cair "Kantin MIPA" Universitas Padjadjaran untuk kegiatan lain yang memerlukan air bersih setelah diolah. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan ukuran partikel, pengaruh penambahan PS dan massa total filter ZA dan PS yang mampu menghasilkan filtrat dengan kualitas paling baik pada pengolahan limbah cair "Kantin MIPA" Universitas Padjadjaran dengan parameter pH, konduktivitas, TDS, COD, dan turbiditas.

2. Metode

Metode penelitian terdiri atas beberapa tahap yaitu filtrasi limbah cair "Kantin MIPA" menggunakan zeolit alam dan pasir silika dan dilanjutkan dengan pengaplikasian filtrat terhadap tumbuhan gewor merah dan kecambah.

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, ayakan (Tyler) 50 dan 20 mesh; kaca borosilikat $d=1$ inci, $t=75$ cm; konduktometer (Lutron CD-4303); neraca analitis; neraca teknis; oven; pH-meter (Mettler Toledo MP- 220); seperangkat alat refluks; seperangkat alat titrasi; TDS-meter (Lutron YK-2001PH); turbidimeter (Hellige Turbidimeter).

2.2 Bahan

Bahan kimia yang digunakan adalah akuades, asam sulfat pekat, besi(II)amonium sulfat, indikator feroin, kalium dikromat, merkuri sulfat, dan perak sulfat. Keseluruhan bahan kimia yang digunakan mempunyai kualitas p.a. dan bermerek dagang Merck.

Bahan penelitian yang digunakan adalah limbah cair "Kantin MIPA" Unpad; zeolit alam Cikembar, Sukabumi; dan pasir silika (dibeli di Bandung).

2.3 Perlakuan Awal Limbah Cair Kantin MIPA

Limbah cair diambil sebanyak 10 L dari bak penampungan pada jam makan siang. Limbah disaring, lalu didiamkan selama 4 jam untuk memisahkan fase air dari minyak. Setelah itu dilakukan pengukuran nilai derajat keasaman (pH), konduktivitas (κ), dan total padatan terlarut (TDS); penentuan nilai kebutuhan oksigen kimiawi (COD), dan turbiditasnya.

2.4 Penyiapan Filter

Bagian bawah kolom disumbat dengan kapas lalu diisi dengan media filter sebanyak 100 gram ZA dan PS (-20+50 mesh) dengan komposisi ZA 80%+PS 20% yang telah dicampur hingga homogen. Disiapkan juga filter dengan komposisi media yang sama dengan massa total 150 dan 200 gram.

2.5 Proses Filtrasi dan Adsorpsi

Limbah cair sebanyak 500 mL dialirkan ke dalam kolom yang telah disiapkan. Setelah proses filtrasi dan adsorpsi, maka filtrat ditampung sambil dilakukan pengontrolan laju alir. Selanjutnya, dilakukan pengukuran nilai pH, konduktivitas, TDS; serta penentuan nilai COD, dan turbiditas filtrat yang diperoleh.

2.6 Analisis Limbah Cair

Terhadap limbah cair kantin awal dan filtrat hasil pengolahan, masing-masing dilakukan:

- Pengukuran derajat keasaman
pH kedua macam cairan diukur dan dicatat.
- Pengukuran konduktivitas
Konduktivitas diukur dengan konduktometer dan dicatat.
- Pengukuran total padatan terlarut
Total padatan terlarut baik limbah cair kantin awal maupun filtrat hasil pengolahan diukur dengan TDS-meter terkalibrasi hingga nilainya konstan.
- Penentuan nilai turbiditas
Hellige Turbidimeter digunakan untuk menentukan nilai turbiditas filtrat hasil olahan maupun limbah kantin awal yang dibandingkan dengan standar.
- Penentuan nilai kebutuhan oksigen kimiawi
Penentuan nilai COD dilakukan menurut metode pengujian kadar kebutuhan oksigen kimiawi sesuai SK SNI M-70-1990-03 (Departemen Pekerjaan Umum, 1990).

2.7 Uji Kualitas Air

Uji kualitas air dilakukan dengan menggunakan biji-bijian kacang hijau, kedelai, dan kacang merah yang sudah teraklimatisasi. Masing-masing jenis diletakkan dalam tiga wadah yang berisi kapas yang telah dibasahi dengan



berbagai jenis air yang berbeda. Wadah pertama diisi dengan media air keran (kontrol), wadah kedua limbah cair awal (sebelum pengolahan), dan wadah ketiga adalah filtrat hasil pengolahan menggunakan massa filter terbaik. Setiap dua hari sekali sebanyak 50 mL media air yang diamati ditambahkan ke dalam masing-masing wadah, sedangkan pengamatan panjang kecambah dilakukan pada hari ke-1, 3, 5, 8, dan 10.

Hal yang sama juga dilakukan terhadap tanaman gewor merah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Awal Limbah Cair Kantin MIPA

Hasil analisis awal limbah cair "Kantin MIPA" dapat dilihat pada Tabel 1. Dapat disimpulkan bahwa nilai parameter limbah cair awal seperti pH, konduktivitas, dan TDS limbah cair awal masih berada dalam Baku Mutu Air Kelas IV. Namun, COD limbah cair awal masih belum memenuhi Baku Mutu Air kelas IV, karena nilai COD yaitu 2.175,6 mg/L lebih besar dari baku mutu yang hanya sebesar 100 mg/L. Hal ini menunjukkan banyaknya senyawa organik yang terlarut dalam limbah cair. Limbah yang mengandung senyawa organik tinggi akan mempunyai nilai COD yang tinggi pula (Doraja dkk., 2012).

3.2 Hasil Proses Filtrasi dan Adsorpsi

Pengemasan filter ke dalam kolom harus baik sehingga filter dalam kolom cukup padat merata dan ruang antarpartikel yang terbentuk tidak begitu besar. Ruang antarpartikel yang besar akan menyebabkan laju alir menjadi semakin cepat, akibatnya proses filtrasi tidak berlangsung dengan maksimal karena air lolos tanpa melalui penyaringan.

Volume limbah cair yang dialirkan ke dalam kolom filtrasi yakni 500 mL. Pengukuran laju alir dilakukan dengan cara menampung dan menghitung 50 mL filtrat yang turun dari tetesan pertama.

3.3 Pengaruh Massa Filter Terhadap Kualitas Filtrat

Ukuran partikel dan komposisi optimum filter yang didapatkan dari proses filtrasi sebelumnya yakni filter B₂ dengan ZA 80% (^b/_b) (-20+50 mesh) dengan penambahan PS 20% (^b/_b) (-20+50 mesh) (Tabel 2.). Kemudian, dilakukan pengulangan kembali untuk menentukan pengaruh massa total filter terhadap proses filtrasi dan juga adsorpsi. Pengaruh massa total filter ditunjukkan pada Tabel 2.

Nilai pH dan konduktivitas mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya massa total filter, sedangkan nilai TDS, COD, dan turbiditas menurun seiring dengan bertambahnya massa total filter. Peningkatan dan penurunan tertinggi didapatkan pada filter B2-200. Nilai derajat keasaman yang mendekati nilai netral memenuhi kriteria air yang baik. Peningkatan ini disebabkan oleh pengikatan senyawa organik yang bersifat asam oleh ZA. Kandungan senyawa organik yang menurun seiring dengan bertambahnya massa total filter didukung oleh penurunan nilai COD. Semakin kecil nilai COD, maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik semakin sedikit. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar massa total filter ZA dan PS, maka semakin sedikit kandungan senyawa organik dalam filtrat yang didapatkan.

Semakin besar massa total filter, maka semakin sedikit zat padat yang terlarut di dalam filtrat. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya padatan yang terperangkap di dalam filter. Hal ini juga didukung oleh semakin kecilnya nilai kekeruhan dari filtrat. Pada umumnya, air dengan kualitas yang baik memiliki nilai konduktivitas yang kecil, tetapi pada penelitian ini, nilai konduktivitas filtrat mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya massa total filter. Peningkatan ini disebabkan karena mineral-mineral dari ZA yang terbawa oleh aliran filtrat sehingga nilai konduktivitas filtrat meningkat (Mubarak, 2016).

Tabel 1. Hasil analisis awal limbah cair Kantin MIPA

Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu Air Kelas III	Baku Mutu Air Kelas IV
pH**	-	5,93	6,0-9,0	5,0-9,0
Konduktivitas*	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	1.012	-	≤ 2.250
TDS**	mg.L^{-1}	726	≤ 1.000	≤ 2.000
COD**	mg.L^{-1}	2.175,6	≤ 50	≤ 100
Turbiditas	NTU	70,35	-	-

*Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air

**Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air



Tabel 2 Pengaruh massa total filter terhadap kualitas filtrat

Parameter	Massa Total/ g			Baku Mutu Air Kelas III	Baku Mutu Air Kelas IV
	100 (B ₂₋₁₀₀)	150 (B ₂₋₁₅₀)	200 (B ₂₋₂₀₀)		
pH**	6,32	6,56	6,75	6,0-9,0	5,0-9,0
Konduktivitas*/ μS.cm ⁻¹	1.084	1.210	1.237	-	≤ 2.250
TDS**/ mg.L ⁻¹	612	473	429	≤ 1.000	≤ 2.000
COD**/ mg.L ⁻¹	1.411,2	1.264,2	1.058,4	≤ 50	≤ 100
Kekeruhan/ NTU	29,93	22,75	16,80	-	-
Laju Alir/ mL.s ⁻¹	0,42	0,40	0,36	-	-

*Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air

**Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air

Tabel 3 Pengaruh jenis air terhadap panjang kecambah pada media kapas

Hari ke-	Nama Tanaman	Panjang Kecambah/ cm		
		Air Keran	Limbah Cair Awal	Filtrat B ₂₋₂₀₀
0	Kacang Hijau	0	0	0
	Kedelai	0	0	0
	Kacang Merah	0	0	0
1	Kacang Hijau	0,3	0	0,2
	Kedelai	0,1	0	0
	Kacang Merah	0,2	0	0,1
3	Kacang Hijau	2	0,3	1,8
	Kedelai	1,7	0,2	1,1
	Kacang Merah	3,2	0,5	2
5	Kacang Hijau	5,3	2,4	4,2
	Kedelai	4,5	2,4	2
	Kacang Merah	7,8	2,5	4,8
8	Kacang Hijau	8	4,1	6,3
	Kedelai	7,6	3,5	2,8
	Kacang Merah	11,7	4,8	7,2
10	Kacang Hijau	12	6,2	9,4
	Kedelai	10,2	4,1	4,5
	Kacang Merah	15,5	5,2	10,1

Tabel 4 Pengamatan terhadap tanaman gewor merah yang direndam dalam air keran, air limbah awal, dan air hasil olahan

Minggu ke-	Air keran (kontrol)	Limbah Cair Awal	Air Hasil Olahan (Filtrat B ₂₋₂₀₀)
0	A ₁ : +++++; 8 daun	B ₁ : +++++; 7 daun	C ₁ : +++++; 11 daun
	A ₂ : +++++; 9 daun	B ₂ : +++++; 6 daun	C ₂ : +++++; 9 daun
	A ₃ : +++++; 7 daun	B ₃ : +++++; 8 daun	C ₃ : +++++; 8 daun
1	A ₁ : +++++; 7 (-1)	B ₁ : +++++; 7	C ₁ : +++++; 11
	A ₂ : +++++; 8 (-1)	B ₂ : +++ ; 4 (-2)	C ₂ : +++ ; 7 (-2)
	A ₃ : +++++; 5 (-2)	B ₃ : +++ ; 7 (-1)	C ₃ : +++++; 8
2	A ₁ : +++++; 8 (+1)	B ₁ : +++++; 7	C ₁ : +++++; 11
	A ₂ : +++++; 9 (+1)	B ₂ : +++ ; 4	C ₂ : +++ ; 7
	A ₃ : +++++; 6 (+1)	B ₃ : +++ ; 7	C ₃ : +++ ; 8
3	A ₁ : +++++; 8	B ₁ : +++ ; 7	C ₁ : +++++; 12 (+1)
	A ₂ : +++++; 10 (+1)	B ₂ : +++ ; 5 (+1)	C ₂ : +++++; 8 (+1)
	A ₃ : +++++; 8 (+2)	B ₃ : ++ ; 7	C ₃ : +++++; 8

Dapat disimpulkan jika semakin besar massa total filter, maka filtrat yang didapatkan semakin baik. Filter dengan massa total 200 gram, -20+50 mesh dengan komposisi ZA 80% dan 20% (^b/_b) adalah yang paling baik dan efisien, dengan nilai pH dan TDS memenuhi baku mutu air kelas III ke

atas berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sedangkan nilai COD, kekeruhan dan konduktivitas belum memenuhi baku mutu air tersebut.



3.4 Uji Kualitas Air

Uji kualitas air dilakukan dengan mengamati pertumbuhan kecambah, yakni kacang hijau, kedelai, dan kacang merah pada media kapas selama 10 hari. Hasil pengamatan dari pertumbuhan kecambah dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3, kecambah dengan selisih pertumbuhan paling panjang terjadi pada hari ke-8 hingga 10. Di dalam media air bersih, kacang hijau tumbuh dengan selisih 4 cm, sehingga pada hari ke-10 mencapai panjang 12 cm, sedangkan pada media limbah cair awal, kacang hijau memiliki selisih 2,1 cm dengan panjang 6,2 cm pada hari ke-10.

Pada media filtrat B₂₋₂₀₀ (limbah cair sesudah pengolahan yang terbaik), kacang hijau memiliki selisih 3,1 cm dengan panjang 9,4 cm pada hari ke-10. Dari panjang kecambah pada hari ke-10, dapat disimpulkan bahwa kualitas air berperan penting terhadap pertumbuhan kecambah, dengan limbah cair awal kurang efektif, namun dalam media air bersih dapat menumbuhkan kecambah lebih baik. Hal ini disebabkan karena di dalam limbah cair awal terdapat banyak sekali senyawa organik yang bercampur dengan air, sehingga proses penyerapan air oleh tanaman tidak bekerja dengan optimal.

Hal yang sama juga terjadi pada kedelai dan kacang merah, yaitu pertumbuhan paling panjang terjadi pada media air bersih. Air berperan penting untuk membantu pertumbuhan tanaman, antara lain sebagai pelarut unsur hara di dalam tanah, sehingga tanaman dapat dengan mudah mengambil unsur hara (Hendriyani & Setiari, 2009). Selain itu, air juga berperan dalam proses fotosintesis. Air akan melarutkan glukosa sebagai hasil fotosintesis dan mengangkutnya ke seluruh bagian tumbuhan. Hasil fotosintesis ini akan digunakan tumbuhan untuk proses pertumbuhannya (Najiyati, 1998).

Pada filtrat B₂₋₂₀₀, panjang kecambahnya lebih panjang dibandingkan kecambah pada limbah cair awal, namun lebih pendek jika dibandingkan dengan kecambah yang tumbuh pada media air bersih. Hal ini dapat terjadi karena masih adanya pengotor di dalam filtrat B₂₋₂₀₀, namun panjang kecambah pada filtrat B₂₋₂₀₀ hampir menyamai panjang kecambah pada media air bersih. Dapat disimpulkan bahwa air hasil pengolahan lebih baik dibandingkan limbah cair tanpa pengolahan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai air penyiraman tanaman (Mubarak, 2016).

Hal yang sama juga terjadi pada tanaman gewor merah. Respons tanaman ini menunjukkan tingkat kesegaran yang dapat dilihat pada Tabel 4. Tanaman yang diuji dengan air keran (kontrol) menunjukkan tingkat kesegaran yang paling baik dibandingkan tanaman dengan limbah cair tanpa pengolahan. Sedangkan tanaman yang tumbuh

dalam air hasil pengolahan memberikan respon tingkat kesegaran yang cukup baik.

4. Kesimpulan

Air olahan limbah cair "Kantin MIPA" dapat dimanfaatkan untuk perpanjangan kecambah biji-bijian dan ketahanan gewor merah dilihat dari kesegaran daun, kecerahan warna daun, jumlah daun, dan bertambah panjangnya akar tumbuhan.

Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. Metode pengujian kadar kebutuhan oksigen kimiawi dalam air dengan alat refluks tertutup. SK SNI M-70-1990-03.
- Doraja, P.H., Shovitri, M., & Kuswytasari, N.D. 2012. Biodegradasi limbah domestik dengan menggunakan inokulum alami dari tangki septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1: 1.
- Hendriyani, I.S. & Setiari, N. 2009. Kandungan klorofil dan pertumbuhan kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tingkat penyediaan air yang berbeda. *Jurnal Sains & Mat* 3. 17: 145-150.
- Li, X.M., Liang, G., Qi, Y., Guang-Ming, Z., & De-Xiang, L. 2007. Removal of carbon and nutrients from low strength domestic wastewater by expanded granular sludge bed-zeolite bed filtration (EGSB-ZBF) integrated treatment concept. *Process Biochemistry*. 42: 1173-1179.
- Makhmudah, N. & Notodarmojo, S. 2009. Penyisihan besi-mangan, kekeruhan dan warna menggunakan saringan pasir lambat dua tingkat pada kondisi aliran tak jenuh (studi kasus: Air Sungai Cikapundung). *Jurnal Hayati*. 9: 1-10.
- Mubarak, S. 2016. Pengolahan Limbah Cair Kantin MIPA Menggunakan Zeolit Alam dan Pasir Silika Sebagai Media Filter. Universitas Padjadjaran.
- Najiyati, S. 1998. *Petunjuk Mengairi dan Menyiram Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Natanael, C.L. & Sulaeman, A.P. 2015. Respons air olahan limbah Cantina MIPA dengan perendaman batang pisang dan ampas teh terhadap tanaman mangkokan. *Chimica et Natura Acta*. 1: 42-47.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rachmawan, D. 2014. Pengaruh Ketebalan Zeolit dalam Metode Filtrasi untuk menurunkan Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada Limbah Cair Industri Tahu. Universitas Diponegoro.
- Rahman, A. & Hartono, B. 2004. Penyaringan air tanah dengan zeolit alami untuk menurunkan kadar besi dan mangan. *MAKARA, Kesehatan*. 8: 1-6.