

BIOREMEDIASI LIMBAH RUMAH TANGGA DENGAN SISTEM SIMULASI TANAMAN AIR

oleh :

Guntur Yusuf

Fakultas MIPA – Universitas Islam Makassar, KOPERTIS WIL..IX

E.mail: gunturyusuf@yahoo.co.id

Abstract

This research was aimed to find out the influence of bioremediation with simulation on some compositions to increase the quality of treated domestic wastewater, to describe the role of aquatic plant compositions, and to measure the effectiveness of each aquatic plant in reducing levels of pollutants. Laboratory tests were performed to recognize the waste quality, including physical, chemical and microbiological qualities, after bioremediation processes. Bioremediation process obviously had significant effects on the increase of treated domestic wastewater quality. Aquatic plant compositions and dilution factors were obviously interacting in increasing the quality of treated domestic wastewater. The composition of aquatic plants provided distinctive effects. Each kind of aquatic plant provided a specific effect on the increase of the domestic wastewater quality in various percentages.

Key words : *bioremediation, domestic wastewater, aquatic plant, wastewater quality.*

1. Pendahuluan

Meningkatnya aktivitas manusia di rumah tangga menyebabkan semakin besarnya volume limbah yang dihasilkan dari waktu ke waktu. Volume limbah rumah tangga meningkat 5 juta m³ pertahun, dengan peningkatan kandungan rata-rata 50% (Haryoto, 1999). Konsekuensinya adalah beban badan air yang selama ini dijadikan tempat pembuangan limbah rumah tangga menjadi semakin berat, termasuk terganggunya komponen lain seperti saluran air, biota perairan dan sumber air penduduk. Keadaan tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran yang banyak menimbulkan kerugian bagi manusia dan lingkungan.

Pada berbagai tempat di tanah air, limbah cair rumah tangga belum terjangkau oleh teknologi pengolahan limbah. Selain biaya yang mahal dan penerapan yang sulit, masih kuatnya pemikiran dan anggapan sebagian besar masyarakat bahwa pembuangan limbah rumah tangga secara langsung ke lingkungan tidak akan menimbulkan dampak yang serius. Dalam kondisi demikian, diperlukan suatu sistem pengolahan limbah rumah tangga yang selain murah dan mudah diterapkan, juga dapat memberi hasil yang optimal dalam mengolah

dan mengendalikan limbah rumah tangga sehingga dampaknya terhadap lingkungan dapat dikurangi. Salah satu pemikiran yang dapat dikembangkan, adalah pemanfaatan sumberdaya alam yang telah diketahui memiliki kaitan erat dengan proses penjernihan limbah rumah tangga, dalam hal ini berbagai jenis tanaman air yang tumbuh pada kolam-kolam atau genangan air di sekitar permukiman.

Tanaman air merupakan bagian dari vegetasi penghuni bumi ini, yang media tumbuhnya adalah perairan. Penyebarannya meliputi perairan air tawar, payau sampai ke lautan dengan beraneka ragam jenis, bentuk dan sifatnya. Jika memperhatikan sifat dan posisi hidupnya di perairan, tanaman air dapat dibedakan dalam 4 jenis, yaitu ; tanaman air yang hidup pada bagian tepian perairan, disebut marginal aquatic plant ; tanaman air yang hidup pada bagian permukaan perairan, disebut floating aquatic plant ; tanaman air yang hidup melayang di dalam perairan, disebut submerge aquatic plant ; dan tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan, disebut the deep aquatic plant.

Kemampuan tanaman air menjernihkan limbah cair akhir-akhir ini banyak mendapat perhatian. Berbagai

penemuan tentang hal tersebut telah dikemukakan oleh para peneliti, baik yang menyangkut proses terjadinya penjernihan limbah, maupun tingkat kemampuan beberapa jenis tanaman air. Hal tersebut antara lain dikemukakan oleh Stowell (2000) yang menyatakan bahwa tanaman air memiliki kemampuan secara umum untuk menetralkan komponen-komponen

tertentu di dalam perairan, dan hal tersebut sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Selanjutnya Suriawiria (2003) mengemukakan bahwa penataan tanaman air di dalam suatu bedengan-bedengan kecil dalam kolam pengolahan dapat berfungsi sebagai saringan hidup bagi limbah cair yang dilewatkan pada bedengan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan tanaman air untuk menyaring bahan-bahan yang larut di dalam limbah cair potensial untuk dijadikan bagian dari usaha pengolahan limbah cair. Demikian pula yang dikemukakan oleh Reed (2005) bahwa proses pengolahan limbah cair dalam kolam yang menggunakan tanaman air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air, proses pertukaran dan penyerapan ion, dan tanaman air juga berperan dalam menstabilkan pengaruh iklim, angin, cahaya matahari dan suhu.

Berdasarkan berbagai fakta dan penemuan tersebut, maka peluang untuk memanfaatkan tanaman air pada proses bioremediasi limbah rumah tangga sangat memungkinkan, sehingga diperlukan suatu penelitian untuk memperoleh fakta-fakta ilmiah yang lebih detail. Untuk itu maka suatu penelitian dalam bentuk simulasi tanaman air telah dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui, sejauhmana pengaruh bioremediasi yang menggunakan tanaman air, terhadap peningkatan kualitas limbah rumah tangga, bagaimana peranan komposisi tanaman air dan pengenceran limbah terhadap efektivitas pengolahan limbah, bagaimana kemampuan empat jenis tanaman air, yakni Mendong (*Iris sibirica*), Teratai (*Nymphaea firecrest*), Kiambang (*Spirodella polyrrhiza*) dan Hidrilla (*Hydrilla ferticillata*), dalam meningkatkan kualitas limbah, serta mengetahui perbandingan kualitas limbah rumah tangga yang telah melalui proses

bioremediasi dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2007 sampai Pebruari 2008 di Laboratorium Bioteknologi Growth Centre Kopertis Wilayah IX, Jl.Perintis Kemerdekaan Km.8 Makassar. Alat utama yang digunakan adalah kolam-kolam buatan ukuran 1.5 m x 1.0 m x 0.5 m beserta kelengkapannya, alat-alat pengumpul dan penampung limbah cair rumah tangga, serta peralatan untuk uji laboratorium. Adapun bahan penelitian adalah tanaman air dan limbah cair rumah tangga. Tanaman air terdiri atas empat jenis, yaitu Mendong (*Iris sibirica*), Teratai (*Nymphaea firecrest*), Kiambang (*Spirodella polyrrhiza*) dan Hidrilla (*Hydrilla verticillata*).

Tanaman air ditanam dan disimulasikan pada kolam-kolam buatan dengan empat komposisi, yakni tanpa tanaman air, 2 jenis tanaman air, 3 jenis tanaman air, dan 4 jenis tanaman air. Tanaman tersebut dipelihara hingga mencapai kondisi segar dan siap untuk diberi perlakuan.

Limbah cair rumah tangga dikumpulkan dari beberapa sumber permukiman, yang kemudian dicampur secara merata. Selanjutnya, limbah diencerkan dalam 4 konsentrasi, yaitu 100%, 50%, 25% dan 12.5%. Pemberian limbah pada tanaman percobaan dilakukan berdasarkan rancangan faktorial. Pengambilan contoh air limbah pada kolam percobaan dilakukan 48 jam setelah pemberian limbah. Contoh-contoh tersebut, dianalisis di laboratorium untuk mengetahui kualitas fisik, kimia dan mikrobiologisnya setelah melalui proses bioremediasi. Kualitas fisik yang diukur meliputi suhu, kekeruhan dan padatan tersuspensi. Kualitas kimia meliputi, pH, DO, BOD dan COD, sedangkan kualitas mikrobiologis meliputi kandungan bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*.

Untuk mengetahui efek bioremediasi terhadap kualitas limbah rumah tangga, digunakan analisis sidik ragam dengan rancangan faktorial. Untuk mengetahui efek pengenceran dan komposisi tanaman air digunakan uji lanjutan dengan uji beda nyata terkecil (BNT). Pada uji tersebut, dapat pula diketahui kemampuan setiap komposisi

tanaman air dalam menurunkan atau meningkatkan setiap peubah yang diuji.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian.

Setela dilakukan uji laboratorium terhadap kualitas fisik, kimia dan mikrobiologis limbah rumah tangga yang telah mengalami proses bioremediasi secara simulasi dengan beberapa komposisi, maka diperoleh hasil sebagaimana yang dimuat dalam Tabel Lampiran 1, Tabel Lampiran 2 dan Tabel Lampiran 3.

3.2. Pembahasan

a. Efek Bioremediasi Terhadap Kualitas Fisik Limbah

Efek bioremediasi terhadap suhu limbah menunjukkan bahwa penurunan suhu terjadi mulai pada komposisi dua sampai komposisi empat. Besarnya penurunan yang terjadi, berbeda nyata antara satu komposisi dengan komposisi lain. Efek bioremediasi yang optimal terjadi pada komposisi empat dengan penurunan suhu sebesar 10.7%. Hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan dengan sistem pengolahan limbah dengan oksidasi dan sistem simulasi pengenceran. Middlebrooks dan Al-Layla (2001) melaporkan bahwa pada sistem pengolahan limbah rumah tangga dengan kolam oksidasi terjadi penurunan suhu sebesar 5 – 10%, sedangkan Wagini, at al (2000) melaporkan bahwa penurunan limbah rumah makan dengan sistem simulasi pengenceran sebesar 7.41%. Hasil yang diperoleh pada percobaan ini menunjukkan bahwa suhu limbah rumah tangga setelah mengalami proses bioremediasi adalah sebesar 25 °C. Menurut Sugiharto (2003), suhu 22 – 25 0C adalah suhu normal perairan yang memungkinkan berlangsungnya kehidupan secara normal di dalamnya, baik kehidupan hewan maupun nabati.

Penurunan kekeruhan dan padatan tersuspensi terjadi mulai pada komposisi dua sampai komposisi empat. Besarnya penurunan yang terjadi, berbeda nyata antara satu komposisi dengan komposisi lain. Penurunan kekeruhan paling besar terjadi pada komposisi empat, sebesar 78.24%, dan penurunan padatan

tersuspensi yang paling besar juga terjadi pada komposisi empat, yakni sebesar 66.95 %. Hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan dengan hasil pengolahan limbah dengan kolam tanpa tanaman air, sebagaimana yang dilaporkan oleh Hyde dan Ross (2004) bahwa pada sistem tersebut kekeruhan dan padatan tersuspensi dapat diturunkan 40 – 60%. Kekeruhan limbah setelah mengalami proses bioremediasi adalah sebesar 27.99 NTU, sedang padatan tersuspensi sebesar 39.89 mg/l. Suatu perairan yang tingkat kekeruhannya lebih dari 20 NTU, masih berbahaya bagi kehidupan biota di dalamnya, karena mengganggu aktivitas serta metabolisme yang berlangsung di daamnya. Sedangkan padatan tersuspensi yang dibolehkan untuk suatu perairan adalah tidak lebih dari 100 mg/l. Dengan demikian maka limbah rumah tangga yang telah mengalami bioremediasi masih memiliki tingkat kekeruhan yang berbahaya, sedang padatan tersuspensinya sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

b. Efek Bioremediasi Terhadap Kualitas Kimia Limbah

Kenaikan pH limbah terjadi pada komposisi dua, tiga dan empat. Besarnya kenaikan pH berbeda nyata antara satu dengan yang lain, dan kenaikan terbesar terjadi pada komposisi empat, yakni sebesar 0,5 atau 7,46% dari suhu limbah sebelum mengalami bioremediasi.

Peningkatan pH yang terjadi pada percobaan ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan peningkatan pH yang terjadi pada pengolaan limbah dengan sistem kolam aerasi tanpa tanaman air, sebagaimana yang dilaporkan oleh Middlebrooks (2001), bahwa sistem pengolahan limbah dengan kolam aerasi dapat meningkatkan pH limbah 2,5 – 5,5 %.

Hasil bioremediasi optimal pada percobaan ini menunjukkan bahwa pH akhir limbah adalah 7.2. Sebagaimana diketahui bahwa pada pH 6 – 9, kehidupan biota dalam suatu perairan dapat berlangsung secara normal, baik kehidupan hewan maupun tumbuhan air, karena dalam kondisi tersebut proses-proses kimia dan mikrobiologis yang menghasilkan senyawa

yang berbahaya bagi kehidupan biota serta kelestarian lingkungan, tidak terjadi. Dengan demikian maka pH limbah rumah tangga yang telah melalui proses bioremediasi telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan.

Efek bioremediasi terhadap oksigen terlarut menunjukkan bahwa peningkatan oksigen terlarut terjadi pada komposisi dua, tiga dan empat dan berbeda nyata antara ketiganya. Peningkatan terbesar terjadi pada komposisi empat yakni mencapai 100.78% yakni dari 1,28 mg/l menjadi 3,03 mg/l. Hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan dengan beberapa sistem pengelolaan limbah sebelumnya, sebagaimana yang dilaporkan oleh Thiesen dan Martin (2002), bahwa beberapa pengolahan limbah dengan kolam stabilisasi dan menggunakan tanaman air yang berbeda, menunjukkan bahwa peningkatan oksigen tertinggi mencapai 30%.

Kandungan oksigen terlarut pada limbah rumah tangga yang telah mengalami proses bioremediasi dengan simulasi tanaman air mencapai 3.03 mg/l. Hal tersebut menunjukkan bahwa limbah tersebut telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan, sebagaimana dikemukakan oleh Jenie dan Rahayu (1993) bahwa pada perairan dengan kadar oksigen terlarut 3.00 – 5.00 ml/g telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan, karena pada kondisi seperti itu proses anaerobik di dalam perairan dapat dicegah, sehingga kehidupan organisme didalamnya dapat berlangsung.

Efek bioremediasi terhadap penurunan BOD dan COD terjadi pada komposisi dua, tiga dan empat. Penurunan terbesar terjadi pada komposisi empat yakni 39.75% untuk BOD dan 43.36% untuk COD. Penurunan tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan system pengolahan limbah rumah tangga dengan kolam stabilisasi permukaan terbuka, dimana pada system tersebut penurunan yang terjadi sebesar 30% (Nolte, 2003)

Efek bioremediasi terhadap penurunan CO₂ terjadi pada komposisi dua, tiga dan empat, dan penurunan yang terbesar adalah pada komposisi empat yakni sebesar

68,63%, sehingga kandungan CO₂ limbah turun dari 36.25 mg/l menjadi 11.59 mg/l. Dalam suatu perairan, CO₂ dapat menimbulkan efek toksik terhadap biota, terutama hewan air apabila kadar CO₂ tersebut lebih dari 20 mg/l. Dengan demikian maka kadar CO₂ limbah rumah tangga yang telah melalui proses bioremediasi, telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan.

c. Efek Bioremediasi Terhadap Kualitas Mikrobiologi Limbah

Kandungan *Coliform* pada limbah rumah tangga mengalami penurunan pada komposisi dua, tiga dan empat. Penurunan terbesar terjadi pada komposisi empat yakni sebesar 86.46% atau turun dari 9.6×10^4 menjadi 1.3×10^4 sel/ml.

Penurunan kandungan *Coliform* pada proses bioremediasi tidak terjadi secara langsung melalui proses penyerapan oleh tanaman air, melainkan melalui proses penguraian terlebih dahulu kemudian diikuti oleh proses penyerapan (Suriawiria, 2003). Sebagaimana diketahui bahwa *Coliform* merupakan salah satu mikroorganisme fakultatif aerob yang memanfaatkan bahan-bahan organik di dalam perairan sebagai media tempat hidup. Melalui proses penyaringan, penguraian dan penyerapan bahan-bahan organik tersebut sebagian diantaranya mengalami perubahan bentuk menjadi lebih sederhana, dan yang lain diserap oleh tanaman air. Dalam keadaan demikian *Coliform* tidak dapat lagi memanfaatkan bahan-bahan organik tersebut untuk kelangsungan hidupnya. Akibatnya *Coliform* mengalami kondisi kritis dan kematian, sehingga jumlahnya jumlahnya menjadi berkurang.

Dalam Baku Mutu untuk keperluan umum ditetapkan bahwa kandungan *Coliform* yang diperbolehkan adalah maksimal 20.000 sel/100 ml. Dengan demikian maka kandungan *Coliform* limbah rumah tangga yang telah melalui proses bioremediasi lebih rendah dari jumlah yang diperbolehkan sehingga telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan.

Efek bioremediasi terhadap kandungan *E.coli* terjadi pada komposisi satu, dua, tiga dan empat, dan penurunan terbesar terjadi

pada komposisi empat. Hasil bioremediasi yang optimal dapat menurunkan kandungan *E.coli* limbah rumah tangga dari 0.6×10^4 sel/100 ml menjadi 0.1×10^4 sel/100 ml. Kandungan tersebut masih lebih tinggi dari jumlah yang diperbolehkan pada Baku Mutu air untuk kebutuhan umum. Dengan demikian maka kandungan *E.coli* limbah rumah tangga yang telah melalui proses bioremediasi, belum memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan. Menurut Trihendrokesowo (1998), Fardiaz (1992) dan Suriawiria (2003), suatu perairan yang mengandung *E.coli* dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya berbagai gangguan bagi kesehatan manusia. Sebagaimana diketahui bahwa kehadiran *E.coli* merupakan indikasi hadirnya pula mikroba patogen lain yang berasal dari saluran pencernaan.

Belum terpenuhinya syarat Baku Mutu untuk kandungan *E.coli* limbah rumah tangga menunjukkan bahwa efektivitas bioremediasi pada percobaan ini perlu ditingkatkan, agar kandungan *E.coli* dapat diturunkan menjadi lebih kecil. Kemampuan tanaman air untuk menyaring, menguraikan dan menyerap bahan organik di dalam limbah perlu diimbangi dengan penurunan kandungan *E.coli* sebelum dilakukan proses bioremediasi. Selain itu waktu pengolahan perlu ditingkatkan dari 48 jam menjadi minimal 72 jam, karena menurut Sergeg (1998), efek yang optimal pada penyaringan bahan pencemar oleh tanaman air terjadi setelah berlangsung selama tiga hari.

4. Simpulan dan Saran

4.1. Simpulan

- 1) Bioremediasi dengan simulasi tanaman air dapat meningkatkan kualitas limbah rumah tangga, yang meliputi kualitas fisik, kimia dan mikrobiologis. Parameter limbah yang diuji mengalami peningkatan kualitas dari kondisi yang tidak memenuhi syarat menjadi memenuhi syarat sesuai baku mutu yang telah ditetapkan;
- 2) Komposisi tanaman air dan pengenceran limbah berinteraksi dalam memberikan efek terhadap peningkatan kualitas limbah rumah tangga pada proses bioremediasi. Efek bioremediasi

yang optimal terjadi pada percobaan yang menggunakan empat jenis tanaman air, yaitu Mendong (*Iris sibirica*), Teratai (*Nymphaea firecrest*), Kiambang (*Spirodella polyrrhiza*) dan Hidrilla (*Hydrilla verticillata*);

- 3) Kualitas limbah rumah tangga yang telah melalui proses bioremediasi dengan simulasi tanaman air, pada umumnya telah memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan, baik ditinjau dari kualitas fisik dan kimia, maupun kualitas mikrobiologis.

4.2. Saran

Disarankan untuk melakukan penataan terhadap tanaman air pada kolam-kolam yang ada di sekitar permukiman, baik komposisi dan jenisnya, maupun penempatannya pada bagian-bagian perairan agar pada kolam tersebut dapat berlangsung proses bioremediasi limbah dengan baik, sehingga pada saatnya nanti diharapkan system simulasi tanaman air dapat menjadi suatu model pengolahan limbah rumah tangga yang digunakan oleh masyarakat.

Daftar Pustaka

- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Jenie, B.S.L. dan Rahayu W.P. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Haryoto, K. 1999. *Kebijakan dan Strategi Pengolahan Limbah dalam Menghadapi Tantangan Global*. Di dalam : *Teknologi Pengolahan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional, Jakarta 13 Juli 1999, BPPT, Jakarta*.
- Middlebrooks, E. J. and M.A. Al-Layla. 2001. *Handbook of Wastewater Collection and Treatment*, Garlan STMP Press, New York.
- Reed, S.C., E.J. Middlebrooks and R.W. Crites. 2005. *Natural System of Waste*

- Management and Treatment* McGraw Hill Book Company, New York
- Seregeg, I.G. 1998. *Efektivitas Saringan Bioremediasi Tnaman Mendong (Scirpus littoralis Schard), Kangkung (Ipomea acuatica Forsk) dan Tales-Talesan (Typhonium Miq) melalui Uji Coba Lapang Skala Kecil dan Simulasi di Laboratorium [Disertasi], Bogor, Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana.*
- Stowel, R.R., J.C. Ludwig and G. Thobanoglous. 2000. *Toward the Rational Design of Aquatic Treatments of Wastewater*, Departement of Civil Engineering and Land, Air and Wastewater Resources, University of California, California.
- Sugiharto. 2003. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Sumirat, S.J. 1996. *Kesehatan Lingkungan*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Suriawiria, U. 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*, Penerbit Alumni, Bandung.
- Thiesen, A. and C.D. Martin. 2002. *Municipal Wastewater Purification in a Vegetatif Filter Bed in Emmitsburg, Marylnd*, Magnolis Publishing, Orlando
- Trihendrokesowo. 1998. *Mikrobiologi Bakteri Khusus*,. Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Gajahmada, Yogyakarta
- Wagini., Karyoto, Q. Huda. 2000. *Studi Fisis DaurUlang Limbah Cair Industri Peternakan Sapi dengan Simulasi Pengemceran. Jurnal Manusia dan Lingkung*,. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tabel Lampiran 1. Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Limbah Rumah Tangga Setelah Melalui Proses Bioremediasi

Perlakuan	P e u b a h		
	Suhu (°C)	Kekeruhan (NTU)	Pdtn. Terssp. (mg/l)
AOBO	28.00	126.62	120.56
AOB1	28.00	127.83	120.00
AOB2	28.00	127.00	118.20
AOB3	28.00	126.20	114.70
A1BO	27.00	64.15	73.88
A1B1	27.00	63.20	70.00
A1B2	27.00	62.50	58.86
A1B3	27.00	61.80	45.00
A2BO	26.25	58.54	53.10
A2B1	26.25	48.03	50.10
A2B2	26.25	39.88	45.00
A2B3	25.25	37.24	40.00
A3BO	25.25	34,54	41.14
A3B1	25.25	28.06	40.05
A3B2	25.25	25.85	39.16
A3B3	24.25	23.52	38.00

Keterangan :

AO = Tanpa tanaman air	BO = Tanpa pengenceran
A1 = 2 jenis tanaman air	B1 = Pengenceran 50 %
A2 = 3 jenis tanaman air	B2 = Pengenceran 25 %
A3 = 4 jenis tanaman air	B3 = Pengenceran 12.5

Tabel Lampiran 2. Hasil Pengukuran Kualitas Kimia Limbah Rumah Tangga Setelah Melalui Proses Bioremediasi

Perlakuan	P e u b a h				
	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
AOBO	6.70	1.28	163.00	368.05	36.25
AOB1	6.70	1.31	162.00	367.60	36.18
AOB2	6.70	1.35	160.05	367.50	36.12
AOB3	6.70	1.39	158.62	367.00	35.00
A1BO	6.90	1.50	140.85	309.90	24.50
A1B1	6.90	1.67	139.60	309.80	24.20
A1B2	6.90	1.70	138.50	309.70	24.14
A1B3	6.90	1.74	138.20	309.30	24.00
A2BO	7.00	1.87	112.65	265.60	22.80
A2B1	7.00	1.92	111.95	264.85	20.86
A2B2	7.00	1.96	111.50	263.58	16.92
A2B3	7.00	2.05	110.65	263.33	14.64
A3BO	7.20	2.16	100.12	224.01	12.53
A3B1	7.20	2.20	99.12	205.34	12.37
A3B2	7.20	2.88	98.30	202.55	10.72
A3B3	7.20	3.03	98.30	202.00	10.72

Keterangan :

AO = Tanpa tanaman air
 A1 = 2 jenis tanaman air
 A2 = 3 jenis tanaman air
 A3 = 4 jenis tanaman air

BO = Tanpa pengenceran
 B1 = Pengenceran 50 %
 B2 = Pengenceran 25 %
 B3 = Pengenceran 12.5

Tabel Lampiran 3. Hasil Pengukuran Kualitas Mikrobiologis Limbah Rumah Tangga Setelah Melalui Proses Bioremediasi

Perlakuan	P e u b a h	
	<i>E. coli</i> (sel/100 ml)	<i>Coliform</i> (sel/100 ml)
AOBO	9.6 x 10 ⁴	0.6 x 10 ⁴
AOB1	9.6 x 10 ⁴	0.5 x 10 ⁴
AOB2	9.4 x 10 ⁴	0.5 x 10 ⁴
AOB3	8.9 x 10 ⁴	0.5 x 10 ⁴
A1BO	5.9 x 10 ⁴	0.4 x 10 ⁴
A1B1	5.5 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁴
A1B2	4.8 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁴
A1B3	4.3 x 10 ⁴	0.3 x 10 ⁴
A2BO	3.6 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A2B1	3.2 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A2B2	2.9 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A2B3	2.7 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A3BO	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A3B1	1.4 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A3B2	1.3 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴
A3B3	1.2 x 10 ⁴	0.1 x 10 ⁴

Keterangan :

AO = Tanpa tanaman air

A1 = 2 jenis tanaman air

A2 = 3 jenis tanaman air

A3 = 4 jenis tanaman air

BO = Tanpa pengenceran

B1 = Pengenceran 50 %

B2 = Pengenceran 25 %

B3 = Pengenceran 12.5