

PENINGKATAN KUALITAS LIMBAH DETERJEN DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN DIVERSITAS HIDROMAKROFITA INDONESIA

Oleh:

Dyah Ayu Fajarianingtyas, Catur Retnaningdyah, Endang Arisoesilaningsih.
Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang, 2006.

ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan menentukan (1) Efektivitas hidromakrofita polikultur dalam media tanah dibandingkan tanpa tanah pada fitoremediasi, (2) Perubahan pH, suhu, konduktivitas dan kadar deterjen pada variasi proses remediasi tersebut. Hidromakrofita yang digunakan yaitu polikultur (*Alternanthera sessilis*, *Commelina nudiflora*, *C. brevifolius*, *Eclipta prostrata*, *Ipomoea aquatica*, *Ludwigia alternifolia*, *L. ascendens* dan *Marsilea crenata*). Penelitian menggunakan RAL dengan lima kali ulangan. Kualitas limbah deterjen yang diamati adalah pH, suhu, konduktivitas dan kadar deterjen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidromakrofita polikultur yang tumbuh dalam media tanah, sedikit lebih efektif menurunkan limbah deterjen (96,05%) dari kadar deterjen awal 22,88 mg/L selama 15 hari dalam fitoremediasi dibandingkan dalam media hidroponik (92,72%). Hidromakrofita polikultur hidup di tanah tergenang limbah deterjen mampu menurunkan nilai konduktivitas dari 2,35 mS/cm menjadi 1,16 mS/cm selama 15 hari. Akan tetapi konduktivitas pada media hidroponik berfluktuasi. Pada fitoremediasi selama tujuh hari, pH meningkat dan suhu berfluktuasi tanpa terpengaruh oleh media tanam atau kehadiran hidromakrofita.*

Kata kunci: *Fitoremediasi, limbah deterjen, hidromakrofita Indonesia*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industrialisasi yang tidak berwawasan lingkungan mendorong lajunya tingkat pencemaran baik di air, tanah, maupun udara sehingga merugikan bagi banyak kehidupan. Sesuai dengan Abel (1989) sumber utama pencemaran bahan organik adalah sampah domestik dan sisa olahan industri. Pengaliran busa deterjen ke Laut Jawa akan membahayakan kehidupan ikan sampai ke Laut Banda (Sastrawijaya, 2000). Menurut Anonimus (2004) deterjen merupakan salah satu limbah domestik yang merupakan penyebab utama pencemaran air. Air selokan dan badan air yang tercemar dan melimpas ke daratan menyebabkan pencemaran yang terjadi di perairan juga berdampak pada pencemaran di daratan. Penggunaan deterjen secara intensif akan berdampak pada pencemaran lingkungan perairan. Hal ini didukung dari banyaknya pilihan produk deterjen yang diinformasikan

melalui iklan dan takaran penggunaan deterjen yang kurang tepat (Anonimus, 2004). Menurut Sudifanto (1993) penggantian campuran soda kaustik dari minyak nabati atau minyak hewani pada sabun dengan senyawa kimiawi dari minyak bumi pada deterjen menyebabkan deterjen bersifat rekalsitran yakni sangat sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Dengan demikian, dampak negatif dari deterjen semakin terasa karena dapat mencemari lingkungan.

Menurut Sastrawijaya (2000), banyaknya bahan pencemaran dalam perairan akan mengurangi spesies yang ada dan pada umumnya akan meningkatkan populasi jenis yang tahan terhadap kondisi perairan tersebut. Sedangkan menurut Pine (1978), deterjen dalam perairan sangat berbahaya bagi organisme perairan meskipun konsentrasinya kecil. Respon biota terhadap deterjen di antaranya adalah kematian, bioakumulasi, perubahan

tingkah laku, perubahan daya tahan, tingkat reproduksi dan distribusi (Jeffries dan Mills, 1990; Connel dan Miller, 1995). Hal ini terbukti dari hasil penelitian Huda (2001) bahwa surfaktan deterjen (LAS dan ABS) menyebabkan terjadi penambahan ruang antar sel pada subepidermis kulit Planaria (*Dugesia trigena*) mulai dari konsentrasi 0,25 mg/l LAS dan ABS. Selain itu, penelitian Indriana (2001) menjelaskan bahwa adanya perlakuan surfaktan ABS konsentrasi 1,4 mg/l dan LAS konsentrasi 0,9 mg/l dapat menghambat mobilitas *Melanoides granifera*. Dengan demikian, pengaruh limbah deterjen pada biota perairan dapat tercermin dari perubahan struktur komunitas makroinvertebrata bentos. Sedangkan menurut Perlman (1974) molekul surfaktan deterjen telah diketahui bersifat toksik pada jaringan insang yaitu berupa kerusakan epitel yang disebabkan oleh penurunan tegangan permukaan oleh surfaktan deterjen.

Apabila tingkat pencemaran masih ringan, maka semua komponen ekosistem tersebut masih mampu untuk melakukan swa purifikasi secara alami. Akan tetapi apabila tingkat pencemaran melebihi kapasitas swa purifikasinya, maka kualitas ekosistem tersebut akan mengalami penurunan. Hal ini akan memperburuk kualitas air tersebut. Ekosistem yang sudah tidak seimbang tersebut dapat diperbaharui dengan cara memberdayakan organisme-organisme pendegradasi bahan pencemar dan menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung kerjanya. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai peran hidromakrofit dalam mengurangi bahan pencemar di perairan karena hidromakrofit adalah salah satu produsen di perairan yang berpotensi untuk menghasilkan oksigen. Selama ini beragam hidromakrofit Indonesia ataupun eksotik tersebut telah diketahui mampu bertahan hidup dalam kondisi di perairan sawah yang sudah banyak tercemar oleh pestisida. Hal ini terbukti dari penelitian Suharjono dkk. (2000)

yang menemukan bahwa *Eichorhia crassipes*, *Hydrilla verticillata* dan *Ludwigia ascendens* dalam waktu 12 hari dengan penutupan 20-30% mampu menurunkan kadar deterjen dari 0,66-2,83 mg/l menjadi 0,02-0,1 mg/l. Beberapa hidromakrofit Indonesia adalah tumbuhan yang toleran terhadap limbah deterjen yang dihasilkan dari "binatu" dengan urutan toleransi sebagai berikut *Cyperus brevifolius*, *Ludwigia alternifolia*, *Marsilea crenata*, *Ipomoea aquatica*, *Eclipta prostrata*, *L. ascendens*, *Commelina nudiflora* dan *Alternanthera sessilis* (Hartati dan Arisoelaningsih, 2005). Tumbuhan tersebut diduga berpotensi sebagai agen fitoremediasi limbah deterjen. Tumbuhan tersebut tidak mengalami nekrosis, kelayuan dan kematian setelah ditumbuhkan pada media deterjen.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana efektivitas diversitas hidromakrofit Indonesia sebagai agen fitoremediasi terhadap kualitas limbah deterjen walaupun masih dalam taraf skala laboratorium. Salah satu teknik yang dapat dipakai adalah fitoremediasi menggunakan diversitas hidromakrofit Indonesia yaitu tumbuhan yang tumbuh lokal maupun hasil naturalisasi di wilayah Indonesia. Mengingat pada penelitian sebelumnya menggunakan tanaman monokultur, eksotik serta pemanfaatan diversitas tanaman dalam jumlah yang relatif sedikit, maka fitoremediasi dengan sistem polikultur perlu dilakukan.

Tujuan penelitian yaitu menentukan efektivitas fitoremediasi limbah deterjen dengan menggunakan hidromakrofit polikultur yang tumbuh dalam media tanah dibandingkan dengan media tanpa tanah serta menentukan perubahan pH, suhu, konduktivitas, dan kadar deterjen pada beberapa variasi proses fitoremediasi.

Manfaat penelitian ini adalah menambah informasi mengenai potensi hidromakrofit sebagai agen

fitoremediator limbah deterjen, mengembangkan tanaman sebagai agen remediasi limbah dan meningkatkan *bioprospecting* hidromakrofitas sebagai agen biologis yang sekaligus juga dapat mengkonservasi plasma nutfah, memperoleh informasi potensi limbah deterjen sebagai media tumbuh bagi beragam tanaman air untuk selanjutnya hasil penelitian ini diharapkan juga dapat digunakan pemerintah sebagai dasar pertimbangan untuk pengelolaan terhadap ekosistem perairan yang tercemar deterjen dengan teknik ramah lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

Waktu, Tempat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2005 sampai Januari 2006. Hidromakrofitas diperoleh dari area persawahan kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Aklimatisasi dan perlakuan tanaman dilakukan di rumah kaca Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan sedangkan analisis deterjen dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Kultur Jaringan dan Mikroteknik Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.

Hidromakrofitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Alternanthera sessilis*, *Commelina nudiflora*, *Cyperus brevifolius*, *Eclipta prostrata*, *Ipomoea aquatica*, *Ludwigia alternifolia*, *L. ascendens* dan *Marsilea crenata* yang diambil dari area persawahan di Kecamatan Ketawang Gede, Kota Malang. Pemilihan sembilan spesies untuk penelitian ini adalah berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Suharjono dkk., 2000; Hartati dan Arisoesilaningih, 2005). Limbah deterjen komposit diambil dari tiga tempat binatu yaitu di daerah Sumber Sari, Sawojajar dan Ketawang Gede Kota Malang. Penentuan tempat pengambilan deterjen berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Hartati dan Arisoesilaningih, 2005).

Pengamatan Variasi Media Hidromakrofitas Polikultur pada Proses Fitoremediasi Limbah Deterjen

Akuarium berukuran $T \times L \times H \text{ cm}^3$. Dua akuarium T1 diisi tanah setinggi $\pm 3,0 \text{ cm}$ sedangkan dua akuarium T0 tanpa diisi tanah. Akuarium H0 tidak ditumbuhi hidromakrofitas sedangkan akuarium H1 ditumbuhi hidromakrofitas polikultur. Selanjutnya empat kombinasi perlakuan tersebut diisi air kran setinggi $\pm 5,0 \text{ cm}$ dan diaklimatisasi selama dua minggu dengan masing-masing pengulangan sebanyak lima kali. Setelah proses aklimatisasi berakhir maka air kran diganti dengan limbah deterjen komposit dari tiga binatu sehingga di dapatkan variasi komposisi hidromakrofitas sebagai berikut:

T0L1H0 : Akuarium diisi limbah deterjen setinggi $\pm 5,0 \text{ cm}$, tanpa tanah dan tanpa ditumbuhi hidromakrofitas.

T0L1H1 : Akuarium diisi limbah deterjen setinggi $\pm 5,0 \text{ cm}$, tanpa tanah dan ditumbuhi hidromakrofitas.

T1L1H0 : Akuarium diisi limbah deterjen setinggi $\pm 5,0 \text{ cm}$, menggunakan tanah dan tanpa ditumbuhi hidromakrofitas.

T1L1H1 : Akuarium diisi limbah deterjen setinggi $\pm 5,0 \text{ cm}$, menggunakan tanah dan ditumbuhi hidromakrofitas.

Pemantauan Kualitas Air Limbah Deterjen

Karakter limbah deterjen komposit diketahui melalui pengukuran pH, konduktivitas, suhu, dan kadar deterjen. Parameter yang diamati secara periodik setiap dua hari sekali adalah pH, suhu, dan konduktivitas. Kadar deterjen diukur di awal, tengah dan akhir percobaan.

Pengukuran pH air dilakukan dengan menggunakan pH-meter portabel. Setelah dilakukan proses kalibrasi, pengukuran pH dilakukan dengan memasukkan probe ke dalam akuarium. Suhu ($^{\circ}\text{C}$) diukur dengan menggunakan termometer digital. Konduktivitas

(mS/cm) diukur dengan menggunakan konduktivimeter digital.

Pengukuran kadar deterjen dilakukan dengan menggunakan metode MBAS (*Methylene Blue Active Substance*) (Clescery *et al.*, 1989). Kandungan kadar deterjen yang diukur berasal dari sampel tanah, air dan tanaman.

Langkah awal yang dilakukan untuk sampel tanah adalah sampel 5 gram ditambah air sebanyak 40 ml tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit, kemudian diambil bagian supernatan sebanyak 2,5 mL dan diencerkan dengan akuades hingga mencapai 25 mL. Sedangkan untuk sampel tanaman adalah sampel tersebut dihaluskan dengan menggunakan mortar, ditimbang lalu diperas dengan ditambahkan akuades sebanyak 40 mL. Hasil perasan tersebut disentrifugasi diambil supernatan hingga mencapai 25 mL. Pada sampel dari air limbah deterjen diambil sebanyak 25 mL.

Selanjutnya untuk 25 ml supernatan sampel tersebut ditambahkan tiga tetes indikator *phenolphthalin*. Warna merah dihilangkan dengan penambahan satu tetes H_2SO_4 1N. Selanjutnya sampel ditambah dengan 5 mL $CHCl_3$ (kloroform) dan 10 mL *methylene blue*. Larutan dikocok dengan *shaker* pada kecepatan 150 rpm selama dua menit dan dipisahkan dalam labu pisah 100 mL. Hasil ekstraksi dicampur pada botol dan ditambah 25 mL larutan pencuci (*wash solution*). Campuran tersebut kemudian dikocok dengan menggunakan shaker dengan kecepatan 150 rpm selama dua menit dan dilakukan penyaringan dengan *glass wool*. Ekstrak diencerkan dengan $CHCl_3$ hingga 25 mL, ditentukan nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 652 nm. Konsentrasi surfaktan diketahui pada kurva standar.

Analisis Data

Data numerik hasil percobaan ditabulasi dan digambarkan dalam bentuk grafik. Pola degradasi limbah deterjen

dalam sistem fitoremediasi digambarkan melalui persamaan regresi antara penurunan kadar deterjen dan konduktivitas limbah deterjen sejalan dengan waktu inkubasi.

Pengaruh pemberian hidromakrofit, dan waktu pendedahan terhadap berbagai parameter kualitas air diketahui dengan melakukan analisis ragam. Apabila H_0 ditolak pada tingkat signifikansi 0,05 maka analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis data untuk uji Anova dan BNJ dilakukan dengan *SPSS for Windows Release 12,0*. Potensi hidromakrofit sebagai agen fitoremediasi dapat dilihat dari persentase penurunan kadar deterjen selama waktu pendedahan nyata lebih tinggi daripada kontrol.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Variasi Kultur Hidromakrofit dan Pengenceran

Selama 15 hari pada proses fitoremediasi hidromakrofit polikultur yang tumbuh dalam media tanah (T1L1H1) lebih besar menurunkan kadar deterjen sebesar 96,05% dibandingkan dalam media tanpa tanah (T0L1H1) sebesar 92,72% (Tabel 1). Hal ini juga didukung bahwa kadar deterjen yang terkandung dalam tanah sebesar 10,19 mg/gram pada H_0 (remediasi) dan 10,14 mg/gram pada H_1 (fitoremediasi) dengan kadar deterjen limbah awal sebesar 22,88 mg/L.

Penurunan kadar deterjen pada remediasi tanpa hidromakrofit dalam media hidroponik (93,77%) maupun dengan tanah (93,20%) tidak terpaut jauh. Fenomena ini mengindikasikan bahwa mikroba di limbah deterjen berperan besar dalam proses fitoremediasi. Selain itu juga dapat ditunjukkan bahwa tanpa kehadiran hidromakrofit atau tanah, pada dasarnya ekosistem perairan mempunyai mekanisme homeostasis untuk menjaga keseimbangannya (Alam, 1996). Hal ini

juga dibuktikan pada bahwa kadar deterjen yang terkandung dalam tanaman hanya sebesar 0,61 mg/gram dengan kadar deterjen awal sebesar 22,88 mg/L. Kehadiran limbah deterjen justru meningkatkan produktivitas pucuk dan akar *Ipomoea aquatica* (kangkung) dibandingkan kontrol, akan tetapi rasio keduanya akan meningkat atau menurun tergantung media fitoremediasi dan

spesies tanaman (Waluyo dkk., 2005). Pengurangan kadar deterjen di lingkungan perairan disebabkan terutama oleh adanya degradasi mikroorganisme (golongan bakteri). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menemukan spesies hidromakrofit yang lebih produktif dan efektif dalam fitoremediasi limbah deterjen.

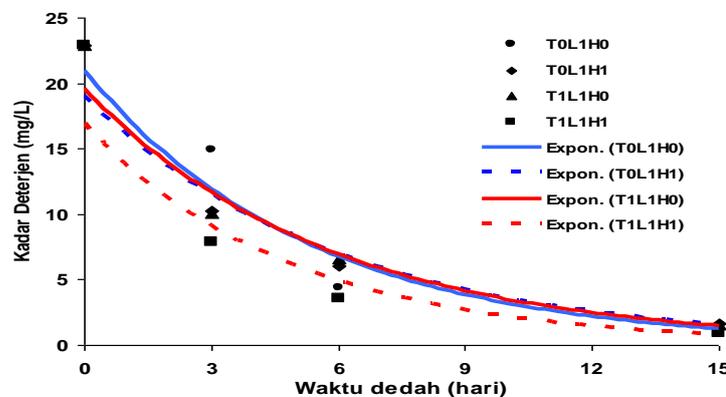
Tabel 1. Penurunan kadar deterjen dalam fitoremediasi polikultur dengan media tanah dan tanpa tanah

Perlakuan	Kadar deterjen (mg/L) pada hari ke-			Penurunan deterjen (%)		
	3	6	15	3	6	15
T0L1H0	14,95	4,36	1,43	34,65	80,96	93,77
T0L1H1	10,26	6,00	1,67	55,18	73,77	92,72
T1L1H0	10,06	6,56	1,56	56,05	71,32	93,20
T1L1H1	7,88	3,61	0,90	65,53	84,21	96,05

Keterangan: Kadar deterjen awal sebesar 22,88 mg/L; T0=tanpa tanah; T1=dengan tanah; H0=tanpa hidromakrofit; H1=hidromakrofit polikultur; L1=limbah deterjen komposit

Pada Gambar 1 ditunjukkan baik dengan media tanah maupun media tanpa tanah terjadi kecenderungan penurunan kadar deterjen dari semua perlakuan. Pola penurunan kadar deterjen mengikuti persamaan regresi polinomial dengan tingkat signifikansi 95%. Menurut Atlas dan Bartha (1981) faktor yang mempengaruhi degradasi surfaktan antara lain kebutuhan nutrisi yang tersedia bagi

bakteri untuk menghasilkan energi dan meningkatkan pertumbuhan, suhu yang berperan dalam meningkatkan aktivitas bakteri, dan pH yang berperan dalam mempertahankan kestabilan metabolisme dan keberadaan enzim agar tidak terganggu. Proses degradasi secara aerob akan mempengaruhi jumlah oksigen yang terlarut di dalam air.



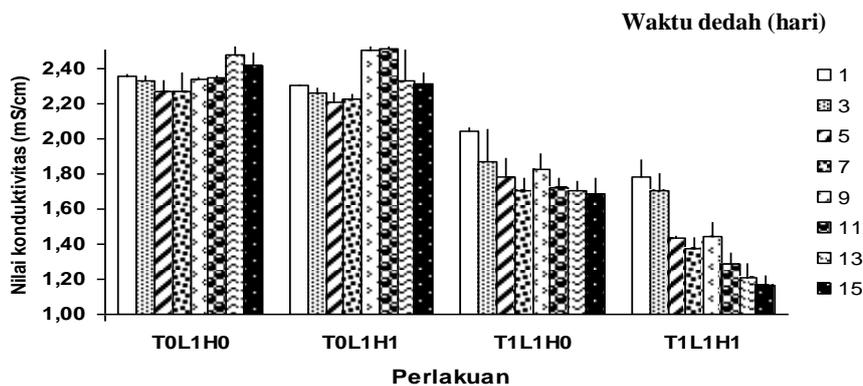
Gambar 1. Model penurunan kadar deterjen dalam proses bioremediasi

Keterangan: T0=tanpa tanah; T1=dengan tanah; H0=tanpa hidromakrofit; H1=hidromakrofit polikultur; L1=limbah deterjen komposit

Peningkatan kualitas limbah deterjen

Tanaman mampu menurunkan konduktivitas karena hidromakrofitanya menyerap mineral yang ada di media (di tanah dan kolom air) melalui akar dan akar adventif. Hasil degradasi deterjen tidak terakumulasi namun dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. Hasil

penelitian Waluyo dkk. (2005) menunjukkan bahwa produktivitas pucuk dan akar hidromakrofitanya lebih tinggi jika ditanam secara polikultur dalam media berisi tanah tergenang limbah deterjen dibandingkan dengan sistem hidroponik.



Gambar 2. Perubahan konduktivitas (mS/cm) pada fitoremediasi limbah deterjen selama 15 hari

Keterangan: T0=tanpa tanah; T1=dengan tanah; H0=Tanpa Hidromakrofitanya; H1=Hidromakrofitanya polikultur; L1=limbah deterjen komposit.

Penurunan konduktivitas diduga karena kondisi perairan yang kurang mengandung elektrolit-elektrolit kuat ataupun konsentrasi garam (salinitas). Hal lain kemungkinan ditunjang dengan keberadaan jenis mikroba yang dapat mengubah senyawa organik (hidrokarbon, etanol, kloroform) maupun anorganik (ammonia, sianida, hidrogen, sulfida, dll) pencemar. Hasil penelitian Harijati dkk. (1994) isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* mampu melakukan aktivitas biodegradasi terhadap limbah deterjen jenis *Alkyl Benzene Sulfonat* (ABS) (36,12%) dan *Linier Alkyl Sulfonat* (LAS) (43,08%). Bahan organik yang terdapat dalam perairan didekomposisi oleh mikroorganisme menjadi senyawa-senyawa anorganik. Senyawa anorganik merupakan konduktor kuat dibandingkan dengan senyawa organik (Ginting, 1992). Menurut Brower dan Van Ende (1990) perairan yang tercemar mempunyai nilai konduktivitas yang tinggi, semakin tinggi

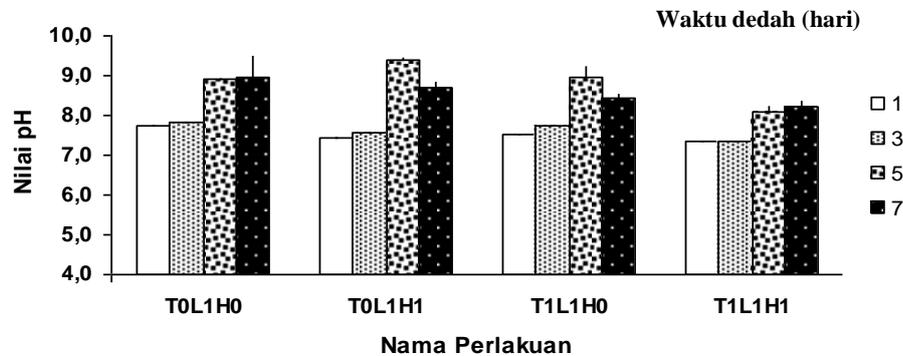
nilai konduktivitas maka semakin banyak jumlah ion dalam air.

Dalam proses fitoremediasi hingga tujuh hari, nilai pH meningkat secara nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Dari Gambar 3 terlihat bahwa nilai pH awal sebesar 7,72 mengalami peningkatan mulai dari 7,73 sampai 9,38 selama tujuh hari tanpa terpengaruh oleh media tanam dan kehadiran hidromakrofitanya. Menurut Sastrawijaya (2000) di dalam air, kadar deterjen dapat menaikkan pH hingga mencapai 10,5 sampai 11. Kadar CO₂ yang rendah dan tingginya kadar oksigen terlarut (O₂) dalam perairan dapat berakibat peningkatan pH. Hal ini juga dibuktikan dari hasil penelitian Yusuf (1999) pada perlakuan *Hydrilla verticillata*, nilai pH cenderung meningkat sejalan dengan waktu hingga hari kedelapan mencapai nilai pH=9.

Secara alamiah pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ dan senyawa bersifat asam. Nilai pH perairan akan meningkat karena berkurangnya CO₂,

proses respirasi yang menghasilkan CO₂ menyebabkan pH perairan akan menjadi menurun. Nilai pH berperan dalam mempengaruhi toksisitas suatu senyawa

kimia dan proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika nilai pH rendah (Effendi, 2003).

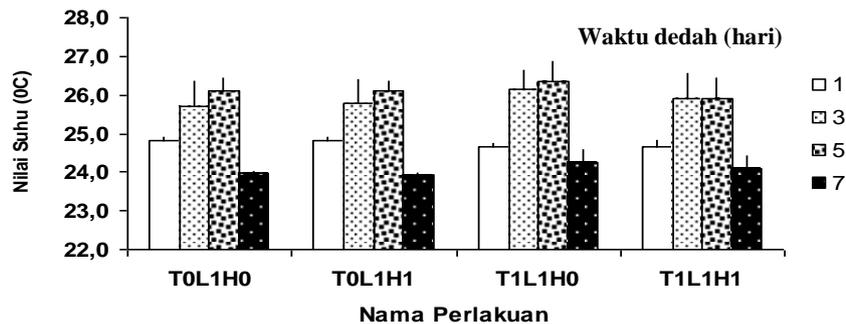


Gambar 3. Perubahan pH pada fitoremediasi limbah deterjen selama tujuh hari

Keterangan: T0=Tanpa tanah; T1=Dengan tanah; H0=Tanpa Hidromakrofit; H1=Hidromakrofit polikultur; L1=limbah deterjen komposit.

Dalam proses fitoremediasi hingga tujuh hari, suhu berfluktuasi secara nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Dari Gambar 4 terlihat bahwa nilai suhu berfluktuasi mulai dari 23⁰C sampai 26⁰C selama tujuh hari tanpa terpengaruh oleh media tanam dan kehadiran hidromakrofit. Fluktuasi suhu masih dalam kisaran normal. Menurut Ewusie (1990) suhu air di permukaan tropika biasanya sekitar 25-28⁰C. Adanya fluktuasi tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh suhu udara. Suhu sangat berpengaruh terhadap proses kimiawi dan biologi di perairan. Kaidah umum menunjukkan bahwa reaksi kimia dan biologi meningkat dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu sebesar 10⁰C. Hal ini dapat diartikan bahwa jasad perairan akan menggunakan oksigen terlarut dua kali lebih banyak pada suhu 30⁰C dibandingkan 20⁰C (Boyd dan Lichopler, 1986).

Akan tetapi pada hari ke tujuh, suhu pada semua perlakuan cenderung menurun. Hal ini dipengaruhi adanya cuaca mendung pada saat pengamatan sehingga intensitas cahaya matahari yang diterima oleh perairan sedikit. Suhu perairan banyak dipengaruhi oleh iklim dan kondisi angin, morfologi dasar perairan, topografi dan vegetasi di sekitar perairan serta komponen kimia air. Penurunan suhu disebabkan oleh intensitas cahaya yang diterima oleh air menyebabkan perairan memberikan kemampuan menyimpan energi yang besar dan menghasilkan nilai pemanasan yang lebih lambat dan merata untuk seluruh perairan (Welch dan Lindell, 1980). Ketinggian tempat, hujan, keterbukaan, sumber air, dan suhu sekitar merupakan faktor utama yang mempengaruhi suhu air. Suhu air di malam hari lebih tinggi daripada suhu udara karena adanya kapasitas thermal air yang lebih besar (Whitten *et al.*, 1987).



Gambar 4. Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada fitoremediasi limbah deterjen selama tujuh hari
 Keterangan: T0=tanpa tanah; T1=dengan tanah; H0=tanpa hidromakrofit; H1=hidromakrofit polikultur; L1=limbah deterjen komposit

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Hidromakrofit polikultur yang tumbuh dalam media tanah, sedikit lebih efektif menurunkan limbah deterjen (96,05%) selama 15 hari dalam fitoremediasi dibandingkan dalam media hidroponik (92,72%). Hidromakrofit polikultur hidup di tanah tergenang limbah deterjen mampu menurunkan nilai konduktivitas dari 2,35 mS/cm menjadi 1,16 mS/cm selama 15 hari. Akan tetapi konduktivitas air limbah pada media hidroponik berfluktuasi. Pada fitoremediasi selama tujuh hari, pH meningkat dan suhu berfluktuasi tanpa terpengaruh oleh media tanam atau kehadiran hidromakrofit.

Saran

Penanaman hidromakrofit secara polikultur dalam media berisi tanah tergenang limbah deterjen menghasilkan produktivitas tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan sistem hidroponik. Pada akhir percobaan, kadar deterjen mencapai 0,90 mg/L, akan tetapi kadar deterjen belum memenuhi nilai baku mutu kadar deterjen golongan C (0,5 mg/L) maka penelitian perlu dilanjutkan dengan menekankan sistem fitoremediasi yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, P.D. 1989. *Water Pollution Biology*. Ellis Horwood Limited Publishers. Chichester.
- Alam, R., 1996. Pencemaran dan Pemanfaatan Air di DKI Jakarta, *BACA*, II: 18-20.
- Anonimus. 2004. Pencemaran Air. Diakses dari [http://www.terranet.or.id/tulisan detil. php? Id =1566](http://www.terranet.or.id/tulisan%20detil.php?Id=1566) pada tanggal 18 November 2004.
- Atlas, R.M. and R. Bartha. 1981. *Microbial Ecology Fundamentals and Application*. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York.
- Boyd, C. E. dan F. Lichoppler. 1986. *Pengelolaan Kualitas Air Kolam Ikan*. Penerjemah Fuad Cholik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Connel, D. W dan G.J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Diterjemahkan dari *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*, Oleh: Y. Koestoer. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ewusie, J. Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Terjemahan U,

- Tanawijaya. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Ginting, P., 1992. Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Harijati, N., Suharjono; T. Handayani. 1994. Potensi Komunitas Bakteri Pemecah Deterjen Jenis ABS dan LAS. *Jurnal Brawijaya*; 100-108. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hartati, S. dan E. Arisoesilaningsih. 2005. Toleransi Diversitas Hidromakrofitia terhadap Limbah Deterjen. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Basic Science II tanggal 26 Februari 2005 diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang.
- Huda, K. 2001. Efek Toksik Surfaktan Deterjen Terhadap Kerusakan Histologis Kulit dan Pharynx Planaria (*Dugesia triginia*). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang.
- Indrianah, Y. 2001. Pengaruh Surfaktan Deterjen (LAS dan ABS) Terhadap Mobilitas Gastropoda (*Melanoides granifera*) dan (*Melanoides tuberculata*) yang Ditemukan di Kali Mas Surabaya dan Kali Lekso Wlingi. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang.
- Jeffries, M. dan D. Mills. 1990. Freshwater Ecology, Principles and Applications. Belhaven Press. London.
- Perlman, D. 1974. Advance in Applied Microbiology. Volume 17. Academic Press. London.
- Pine, S.H. 1978. Organic Chemistry. Mc Graw Hill Company. New York.
- Sastrawijaya, A.T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Sudifanto, A. 1993. Uji Tingkat Biodegradability Deterjen Study Pengaruh Waktu Detensi dan Umur Lumpur terhadap Pengolahan Air Buangan Yang Mengandung Deterjen dengan Activated Sludge. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Suharjono, B. Mitakda, M. Yusuf, C. Retnaningdyah, S. Samino dan Prayitno. 2000. Potensi Makrofitia Akuatik dalam Meningkatkan Kualitas Air Kali Mas Surabaya. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Biologi XVI tanggal 25-27 Juli 2000 diselenggarakan oleh Perhimpunan Biologi Indonesia di ITB. Bandung.
- Waluyo, G., E. Arisoesilaningsih dan C. Retnaningdyah. 2005. Produktivitas Hidromakrofitia Indonesia Yang Tumbuh pada Media Fitoremediasi Limbah Deterjen. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional tanggal 03 Desember 2005 diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Welch, E.B. dan T. Lindell. 1980. Ecological Effects of Wastewater. Chapman and Hall. London.
- Whitten, A.J., M. Mustofa dan G.S. Herder, 1987, Ecology of Sulawesi. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Yusuf, M. 1999. Potensi Makrofitia dari KaliMas Surabaya Untuk Peningkatan Kualitas air. Skripsi. FMIPA. Universitas Brawijaya. Malang.