

## FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA DENGAN TANAMAN ENCENG GONDOK

Muhammad Felani<sup>1)</sup> dan Amir Hamzah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> PS Ilmu Tanah, Fak. Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran 65145 Malang

<sup>2)</sup> PS Budidaya Pertanian, Fak. Pertanian, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

---

### Abstract

The objective of this study was to elucidate the possible phytoremediation of liquid waste of tapioca industry using *Eichhornia crassipes* prior its usage for watering maize grown on an Entisol of Malang. Tapioca liquid waste was mixed with pure water at various concentrations and then *Eichhornia crassipes* was grown on a water bath filled with the mixture. After twenty eight days, the mixture of tapioca liquid waste and pure water was analyzed for BOD, BOD, COD, DO, TSS, CN, total N, and total P, prior to its usage for watering maize grown on a pot filled with an Entisol. Results of this study showed that during twenty eight days *Eichhornia crassipes* grown on 25% tapioca liquid waste was capable to reduce BOD, COD, and CN concentrations of the liquid waste and to increase pH of the the mixture of liquid and pure water. This has resulted in a significant increase of maize growth.

*Key words: phytoremediation, tapioca liquid waste, biological oxygen demand, chemical oxygen demand*

---

### Pendahuluan

Pada proses pengolahan tepung tapioka selain menghasilkan produk utama (tepung) juga menghasilkan limbah atau sisa olahan baik yang berupa padat, cair, atau gas. Dari ketiga jenis limbah tersebut, limbah cair sering menimbulkan dampak negatif bagi perairan mengingat selama ini limbah cair yang dihasilkan pada umumnya tidak dikelola terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan perairan. Pencemaran lingkungan tidak akan terjadi jika seandainya limbah-limbah tersebut sebelum dibuang dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan limbah bertujuan untuk mengurangi bahan-bahan tercemar dan beracun yang ada didalamnya hingga kadarnya berkurang

dan bahkan jika mungkin menghilangkan sama sekali sebelum limbah tersebut dibuang. Meskipun pemerintah telah menetapkan peraturan tentang tata cara pembuangan limbah beracun, namun dalam praktiknya di lapangan masih banyak terjadinya pencemaran akibat limbah industri baik itu berupa limbah padat maupun cair.

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisika, kimia, maupun biologi. Pengolahan secara biologi menggunakan mikroorganisme dan tanaman tingkat tinggi. Sebagai upaya pemulihan tanah dan air yang terkontaminasi unsur mikro beracun dan zat organik akibat pencemaran limbah cair industri, maka akhir-akhir ini dilakukan pengelolaan dengan menggunakan tanaman. Beberapa

tanaman secara alami sangat efektif dalam menyerap dan mengakumulasi berbagai logam beracun dan zat organik dalam jaringan tanaman (Environmental Protection Agency, 2001) dan biayanya relatif murah.

Suatu teknologi baru yang menggunakan variasi tanaman untuk membersihkan, menurunkan, atau mengekstrak kontaminan dari tanah dan air prosesnya disebut fitoremediasi. Teknologi fitoremediasi bekerja dengan baik pada tempat tingkat polusinya rendah bahkan sampai tingkat polusinya sedang. Pada proses remediasi ini tanaman memindahkan bahan kimia berbahaya dari tempat dimana akarnya mengambil air dan nutrisi dari tanah, sungai, dan air bawah tanah yang terkontaminasi. Bahan kimia yang diserap oleh tanaman disimpan dalam akar, batang, dan daun yang nantinya akan dirubah menjadi bahan kimia yang kurang berbahaya, dirubah dalam bentuk gas dan dilepaskan ke udara dalam proses transpirasi (Schnoor, 2002). Mekanisme fitoremediasi terdiri atas fitodegradasi, fitoekstraksi, fitostabilisasi, fitovolatilisasi, dan rizofiltrasi (Priyanto dan Prayitno, 2005).

Beberapa tanaman yang baik untuk diaplikasikan dalam meremediasi zat organik, nutrient atau logam-logam antara lain kangkung air (*Ipomoea reptans*), enceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) (Moenandir dan Hidayat, 1993; Effendi, 1988; Moenandir dan Irawan, 1993). Hasil penelitian Effendi (1988) menunjukkan bahwa enceng gondok mampu mengolah limbah cair dari limbah buangan industri tepung tapioka, hasil yang diperoleh adalah enceng gondok mampu menurunkan BOD sebesar 76,38%-79,49% dan penurunan

BOT sebesar 73,67%-76,52%; nilai kekeruhan menurun tajam sebesar 80,77%-84,62% dan meningkatkan *Dissolved Oxygen* (DO). Berdasarkan kemampuan di atas, maka enceng gondok diduga sangat efektif dalam meremediasi pada kawasan yang tercemar.

Selama ini penelitian tentang remediasi oleh enceng gondok terhadap limbah cair industri, khususnya limbah cair industri tapioka masih belum banyak diteliti. Hasil analisa kualitas air limbah industri tapioka sebagai berikut: BOD sebesar 2121,1 mg/L, COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 5709 mg/L, TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 362,8 mg/L, CN (Sianida) sebesar 0,92 mg/L, dan DO sebesar 0,48 mg/L sedang kadar maksimum sesuai keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002 tentang baku mutu limbah cair bagi industri tapioka untuk COD (300 mg/L), BOD (150 mg/L), TSS (100 mg/L), dan CN (0,2 mg/L). Memperhatikan permasalahan tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang kemampuan enceng gondok dalam meremediasi limbah cair industri tapioka.

### **Bahan dan Metode**

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Januari 2006 sampai April 2006. Limbah cair yang digunakan adalah limbah dari pabrik pengolahan tepung tapioka di Dampit. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap. Penelitian tahap pertama ditujukan untuk mempelajari ketahanan tanaman enceng gondok yang tumbuh pada media limbah cair pada berbagai konsentrasi. Lima perlakuan pengaruh

pengenceran limbah cair industri tapioka, yaitu 100% limbah cair (A1), 75% limbah cair + 25% air tawar (A2), 50% limbah cair + 50% air tawar (A3), 25% limbah cair + 75% air tawar (A4), dan 100% air tawar (A0) sebagai kontrol disusun dalam rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Pot yang digunakan berupa bak plastik berukuran diameter 46 cm dan tinggi 24,5 cm dengan volume air sebesar 38 L/bak

Parameter tanaman yang diamati meliputi persentase pertumbuhan, tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering, kadar CN, sedangkan parameter limbah meliputi pH, BOD, COD, DO, TSS, dan CN. Penelitian tahap kedua ditujukan untuk mempelajari hubungan antara limbah cair tapioka pasca fitoremediasi dengan pertumbuhan tanaman jagung. Limbah cair pasca fitoremediasi disiramkan pada 3 kg tanah dalam polibag yang kemudian ditanami benih jagung. Parameter tanaman jagung yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering, dan kadar CN.

## Hasil dan Pembahasan

### *Kualitas limbah cair tapioka*

#### *BOD*

Selama proses pengolahan limbah cair tapioka menggunakan enceng gondok sebagai fitoremediator, rata-rata nilai BOD pada berbagai konsentrasi limbah cair tapioka mengalami penurunan (Tabel 1). Hal ini diduga karena sejumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik secara biologi mulai berkurang dengan semakin meningkatnya oksigen terlarut di perairan akibat aktifitas fotosintesis. (Axler *et al.*, 2004). Perlakuan A1 memiliki kandungan BOD lebih tinggi dari perlakuan yang lain, hal ini

dikarenakan selain konsentrasi limbah yang tinggi juga karena kadar bahan organik lebih tinggi daripada perlakuan yang lain.

#### *COD*

Rata-rata nilai COD limbah cair tapioka mengalami penurunan (Gambar 1). Perlakuan A1 memiliki kandungan COD lebih tinggi dari perlakuan yang lain, hal ini dikarenakan selain konsentrasi limbah yang tinggi juga karena kadar bahan organik lebih tinggi daripada perlakuan yang lain. Menurut Effendi (2003), COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

#### *TSS*

Nilai TSS limbah cair tapioka yang telah mengalami proses pengolahan dengan menggunakan tanaman secara umum mengalami peningkatan (Gambar 1). Hal ini terjadi selain karena konsentrasi limbah yang tinggi juga adanya padatan yang berasal dari tanaman enceng gondok baik itu berupa akar, ataupun serpihan daun dan batang yang membusuk di perairan. Menurut Murphy (2005), faktor-faktor penyebab TSS antara lain adalah aliran permukaan yang tinggi, erosi tanah, air limbah, dan membusuknya tanaman dan hewan. Effendi (2003) juga menambahkan bahwa padatan tersuspensi total adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 µm) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 µm. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan

air. Hal ini terbukti pada perlakuan kontrol (A0) yang mula-mula air itu bersih setelah di tanami enceng gondok dalam kurun waktu 28 hari terjadi peningkatan padatan tersuspensi pada air.

#### DO

Setelah 28 hari terjadi peningkatan kadar oksigen terlarut pada berbagai konsentrasi limbah cair tapioka (Gambar 1). Perlakuan A1 memiliki kandungan DO terendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini terjadi selain karena konsentrasi limbah cair tapioka yang tinggi juga rendahnya aktifitas fotosintesis bila ditinjau dari persentase pertumbuhan tanaman enceng gondok yang hanya mampu tumbuh sampai hari ke-8, begitu juga dengan perlakuan A2 dan A3 yang hanya mampu tumbuh sampai hari ke-12. Adanya perbedaan konsentrasi pada limbah cair tapioka terkait dengan peran fotosintesis oleh tanaman enceng gondok ataupun fitoplanton yang ada di perairan. Pada proses fotosintesis karbondioksida direduksi menjadi karbohidrat dan air mengalami dehidrogenasi menjadi oksigen (Effendi, 2003). Menurut Murphy (2005), berkurangnya fotosintesis menyebabkan kurangnya oksigen terlarut yang dilepaskan ke dalam air oleh tanaman.

#### CN (*siamida*)

Hasil rata-rata nilai CN limbah cair tapioka yang telah mengalami proses pengolahan dengan menggunakan tanaman enceng gondok sebagai fitoremediator mengalami penurunan pada semua perlakuan (Gambar 1). Perlakuan A4 dan A3 memberikan hasil yang baik dibandingkan perlakuan A2 dan A1 dengan rata-rata nilai CN yang rendah yaitu 0,40 mg/L sedangkan kontrol memiliki kandungan CN

terendah diantara perlakuan yang lain. Menurut Young dan Jordan (1996) banyak spesies dari bakteri, jamur, ganggang, dan tumbuh-tumbuhan dengan keterkaitan antara enzim dan asam amino yang dimiliki, telah diketahui dapat mengoksidasi sianida secara alami.

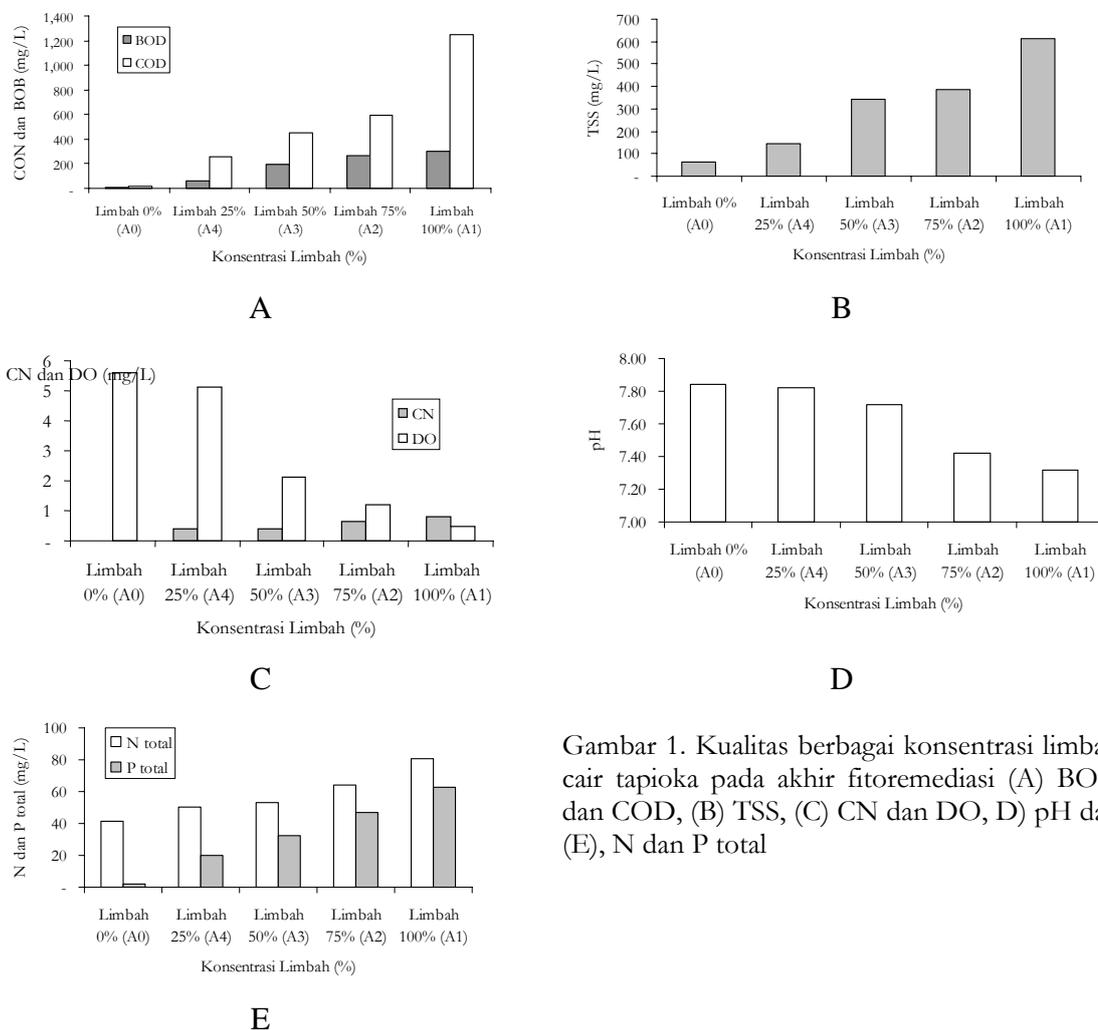
#### pH

Terjadi peningkatan pH pada berbagai konsentrasi limbah cair tapioka pada hari ke-28 (Gambar 1). Perlakuan A1 menunjukkan rata-rata nilai pH yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain, berbeda halnya dengan perlakuan A0 yang dapat meningkatkan nilai pH dari 6,86 pada hari ke-0 menjadi 7,84 pada hari ke-28. Aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik limbah juga terkait dengan aktifitas fotosintesis yang mengambil CO<sub>2</sub> terlarut dalam bentuk H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang menyebabkan terjadinya peningkatan pH (Axler *et. al.*, 2004).

#### N-total

Rata-rata nilai N total pada berbagai konsentrasi limbah cair tapioka umumnya mengalami penurunan setelah mengalami pengolahan selama 28 hari (Gambar 1). Hal ini diduga terjadi karena adanya serapan N oleh tanaman (Syekfani, 1997), diikat oleh mikroorganisme (Sastrawijaya, 1991), terjadi proses denitrifikasi (Henze, *et. al.*, 1997), atau terjadi volatilisasi dalam bentuk amonia (Effendi, 2003). Dalam hal ini, karena konsentrasi limbah cair tapioka pada perlakuan A1 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A2, A3, A4, maka besar kemungkinan kehilangan N disamping diserap tanaman, tapi juga disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme yang memerlukan banyak N untuk pembentukan tubuhnya.

Tabel 1. Hasil analisis berbagai konsentrasi limbah cair tapioka pada akhir fitoremediasi



Gambar 1. Kualitas berbagai konsentrasi limbah cair tapioka pada akhir fitoremediasi (A) BOD dan COD, (B) TSS, (C) CN dan DO, (D) pH dan (E), N dan P total

*P-total*

Rata-rata P-total pada berbagai konsentrasi limbah cair tapioka umumnya mengalami penurunan setelah mengalami pengolahan selama 28 hari (Gambar 1). Menurunnya kadar P-total pada semua perlakuan kemungkinan karena adanya aktifitas mikroorganisme yang menggunakan P untuk proses metabolisme. P awalnya digunakan oleh tanaman dan mikroba menggunakan P anorganik terlarut hubungannya dengan proses fotosintesis, kemosintesis dan dekomposisi (Welch, 1996).

*Pertumbuhan tanaman enceng gondok*

Semua perlakuan memperlihatkan pola pertumbuhan yang tidak sama, yaitu makin tinggi konsentrasi limbah cair tapioka maka persentase pertumbuhan tanaman enceng gondok makin rendah (Gambar 2). Pada konsentrasi 100% limbah cair tapioka (A1) tanaman enceng gondok hanya mampu tumbuh sampai hari ke-8 sebesar 20%, sedangkan untuk perlakuan konsentrasi 75% limbah cair tapioka (A2) dan konsentrasi 50% limbah cair tapioka (A3) tanaman enceng gondok hanya mampu tumbuh sampai hari ke-12 yakni

masing-masing 7% dan 17%. Berbeda halnya pada perlakuan konsentrasi 25% limbah cair tapioka (A4) dan konsentrasi 0% limbah cair tapioka (A0) sebagai kontrol tanaman enceng gondok mampu tumbuh dengan baik sampai hari ke-28 yakni masing-masing 80% dan 100%. Hal ini dikarenakan konsentrasi limbah cair tapioka yang tinggi memiliki kandungan bahan tercemar (BOD, COD, TSS, dan CN) yang tinggi serta rendahnya oksigen terlarut dan pH di perairan sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menimbulkan kematian pada tanaman enceng gondok. Hal ini sesuai dengan pendapat Marianto (2001) yang menyatakan bahwa kualitas air yang buruk bisa menyebabkan busuk atau layu pada tangkai, akar maupun daun yang berujung pada kematian tanaman.

#### *Tinggi tanaman enceng gondok*

Rata-rata nilai tinggi tanaman pada berbagai konsentrasi limbah cair tapioka mengalami penurunan, sedangkan pada kontrol (A0) mengalami peningkatan (Gambar 2). Penurunan tinggi tanaman pada perlakuan A1 konsentrasi limbah yang tinggi menyebabkan tingginya bahan-bahan tercemar, sehingga tanaman sulit untuk beradaptasi dalam kondisi lingkungan perairan yang buruk. Menurut Mur[hy (2005), kualitas air yang buruk bisa menyebabkan busuk atau layu pada tangkai, akar maupun daun yang berujung pada kematian tanaman.

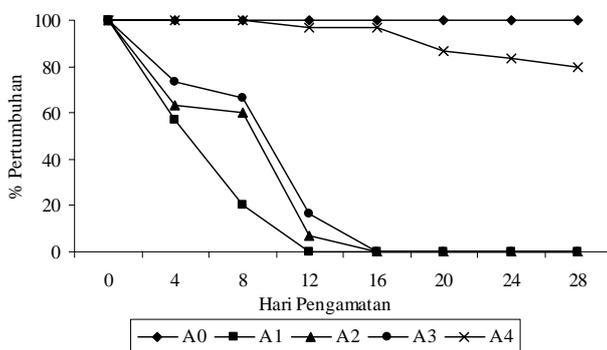
#### *Jumlah daun tanaman enceng gondok*

Jumlah daun tanaman enceng gondok pada perlakuan A1 secara nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan A2, A3, dan A4 (Gambar 2). Kemungkinan hal ini dikarenakan pada perlakuan A1 bahan-bahan tercemar (BOD, COD,

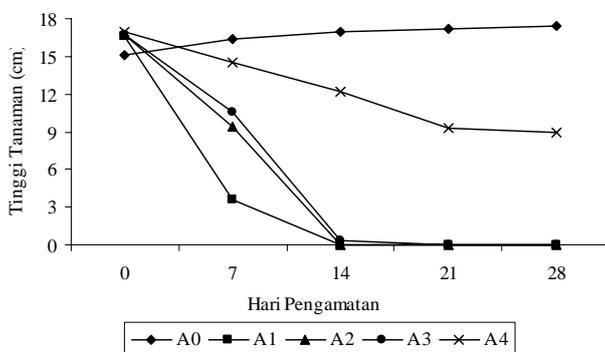
TSS, dan CN) di awal penelitian tinggi sehingga sulit bagi tanaman enceng gondok untuk beradaptasi karena kualitas air yang buruk begitu juga dengan perlakuan A2, A3, dan A4. Berbeda dengan perlakuan kontrol (A0), jumlah daun mengalami peningkatan karena kualitas air yang baik untuk pertumbuhan tanaman enceng gondok. Hal ini sesuai dengan pendapat Murphy (2005), yang menyatakan bahwa kualitas air yang buruk bisa menyebabkan busuk atau layu pada tangkai, akar maupun daun yang berujung pada kematian tanaman.

#### *Berat kering tanaman enceng gondok*

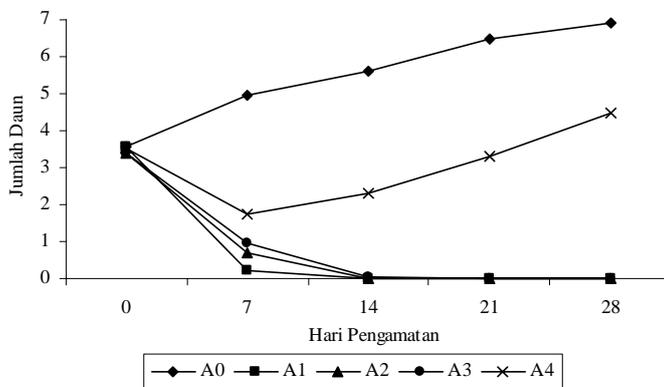
Semakin rendah konsentrasi limbah cair tapioka maka akan lebih meningkatkan berat kering tanaman (Tabel 2). Hal ini dikarenakan konsentrasi limbah cair tapioka yang tinggi memiliki kandungan bahan tercemar (BOD, COD, TSS, dan CN) yang tinggi, sehingga tanaman tidak mampu tumbuh dengan baik sampai hari ke-28 yang menyebabkan rendahnya berat kering tanaman. Hal ini terbukti pada perlakuan A1, A2, dan A3 yang memiliki berat kering rendah yakni masing-masing 1,08 g/tanaman, 0,99 g/tanaman, dan 0,96 g/tanaman dibandingkan dengan perlakuan A4 yakni sebesar 1,71 g/tanaman. Berat kering tanaman tertinggi didapat pada perlakuan kontrol (A0) yaitu sebesar 2,53 g/tanaman. Rendahnya berat kering pada perlakuan A1, A2, dan A3 karena pada perlakuan A1, A2, dan A3 tanaman enceng gondok tidak mampu tumbuh dengan baik dalam kondisi bahan tercemar yang tinggi (BOD, COD, TSS, dan CN) dan rendahnya oksigen terlarut di perairan sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menimbulkan kematian pada tanaman enceng gondok.



Persentase Pertumbuhan Tanaman Enceng gondok



Perubahan Tinggi Tanaman Enceng gondok



Perubahan Jumlah Daun Tanaman Enceng gondok

Gambar 2. Pertumbuhan Tanaman Enceng gondok

*Kadar CN tanaman enceng gondok*

Perlakuan A1 menghasilkan kadar CN tanaman yang lebih tinggi dari perlakuan A2, A3, A4, dan A0 (Tabel 2). Dari pola yang terlihat menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi limbah cair tapioka berturut-turut yang tertinggi

sampai yang terendah adalah A1 > A2 > A3 > A4 > A0. Kadar CN tanaman tertinggi didapat dari perlakuan A1 yaitu sebesar 50,51 mg/kg dan terendah didapat dari perlakuan A0 sebesar 4,09 mg/kg. Hal ini karena tanaman enceng gondok mampu menyerap kadar CN

yang ada di air limbah. Marianto (2001) menjelaskan bahwa enceng gondok mampu menetralkan bahan pencemar, lewat akarnya yang lebat bahan pencemar itu diserap untuk digunakan dalam proses metabolismenya. Selain mampu mengurangi beban pencemaran bahan-bahan organik, enceng gondok juga dapat menyerap partikel logam berat, fenol, dan senyawa fosfat.

Tabel 2. Rata-rata Berat Kering dan kadar CN Tanaman Enceng gondok

Perlakuan	Berat Kering (g)	Kadar CN (mg/ kg)
Limbah 100% (A1)	1,08 a	4,09 a
Limbah 75% (A2)	0,99 a	14,00 ab
Limbah 50% (A3)	0,96 a	34,27 bc
Limbah 25% (A4)	1,71 b	38,79 c
Limbah 0% r (A0)	2,53 c	50,51 c

Ket: Rata-rata nilai yang didampingi oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji Duncan ( $p = 0,05$ )

#### *Pengaruh penyiraman limbah pasca fitoremediasi terhadap pertumbuhan jagung*

Pengukuran parameter tinggi tanaman, jumlah daun pada tanaman Jagung dilakukan pada 7, 14, 21, 28, 35, dan 42 hari setelah tanam, sedangkan pengukuran berat kering tanaman dilakukan pada 42 HST.

#### *Tinggi tanaman*

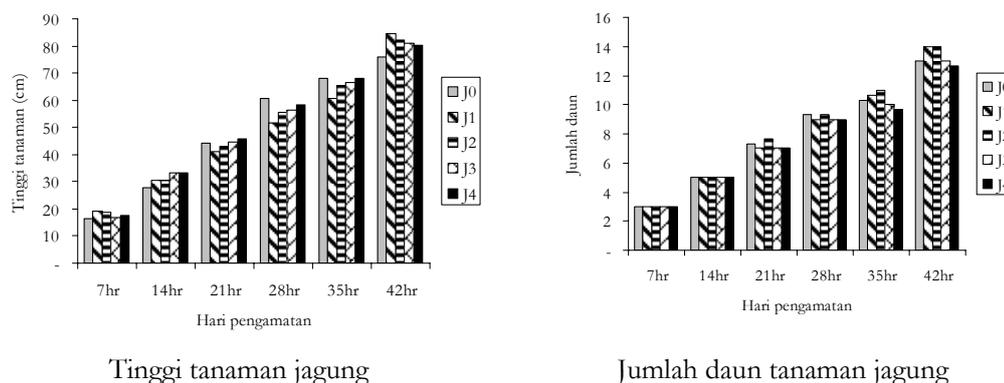
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semua perlakuan memperlihatkan pola pertumbuhan yang sama, yaitu makin tinggi dengan bertambahnya waktu. Gambar 3 menunjukkan secara berurutan  $J1 > J2 > J3 > J4 > J0$ . Hal

ini karena pada penyiraman 100% limbah cair tapioka pasca fitoremediasi (J1) diduga tanaman mampu menyerap unsur hara yang berasal dari air limbah diantaranya N dan P lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Karena air limbah pasca fitoremediasi mengandung unsur hara yang tinggi maka semakin tinggi konsentrasi limbah cair tapioka pasca fitoremediasi yang diberikan ke tanaman jagung maka semakin meningkat pula pertumbuhan tinggi tanaman. Nitrogen diperlukan sebagai penyusun asam amino, asam nukleat, dan bahan pemindah energi. Selain itu juga untuk pembentukan sel-sel baru diantaranya pemanjangan batang, pembentukan dan perluasan daun serta pembesaran batang diperlukan cukup nitrogen (Rusprasita, *et. al.*, 2001).

#### *Jumlah daun tanaman*

Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada 7, 14, 21, dan 28 HST perlakuan penyiraman berbagai konsentrasi limbah cair tapioka pasca fitoremediasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Pada 35 dan 42 HST menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman jagung pada perlakuan J1 dan J2 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan J3 dan J4. Hal ini dikarenakan kandungan unsur hara (diantaranya N dan P) yang terdapat dalam limbah cair tapioka pasca fitoremediasi pada perlakuan J1 dan J2 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan J3 dan J4. Pada 35 HST jumlah daun paling banyak ditunjukkan pada perlakuan J1 dan J2 yaitu sebanyak 11 helai/ tanaman. Pada 42 HST jumlah daun paling banyak ditunjukkan pada perlakuan J1 dan J2 yaitu sebanyak 14 helai/tanaman.



Gambar 3. Perubahan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung

#### Berat kering tanaman

Berat kering tanaman jagung tertinggi ditunjukkan pada perlakuan J1 yakni sebesar 19,16 g, sedangkan rata-rata berat kering tanaman jagung terendah ditunjukkan pada perlakuan J0 yaitu sebesar 16,80 g (Tabel 3). Tingginya berat kering tanaman jagung pada perlakuan J1 dikarenakan limbah cair tapioka pasca fitoremediasi memiliki kandungan unsur hara (diantaranya N dan P) yang tinggi dibandingkan dengan air tawar (tanpa limbah cair tapioka), sehingga kemungkinan unsur hara mudah tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Rendahnya berat kering pada perlakuan J0 karena pada perlakuan J0 sedikit mengandung nutrisi atau hara (diantaranya N dan P) dibandingkan limbah cair tapioka pasca fitoremediasi sehingga nutrisi atau hara yang dibutuhkan tanaman jagung kurang tersedia.

#### Kadar CN tanaman jagung

Perlakuan J1 menghasilkan kadar CN tanaman yang lebih tinggi dari perlakuan J2, J3, J4, dan J0 (Tabel 3). Kadar CN tanaman jagung tertinggi didapat dari perlakuan J1 yaitu sebesar 50,43 mg/kg dan terendah didapat dari perlakuan J0 sebesar 7,31 mg/kg.

Tabel 3. Rata-rata Berat Kering dan Kadar CN Tanaman Jagung

Perlakuan	Berat Kering (g)	Kadar CN (mg/kg)
J0	16.80 a	7,31 a
J1	19.16 a	18,06 a
J2	17.86 a	22,11 a
J3	17.75 a	41,63 b
J4	17.02 a	50,43 b

Ket: Nilai yang didampingi oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji Duncan ( $p=0,05$ )

Pada dasarnya, kandungan sianida pada tanaman jagung yang disiram dengan limbah cair tapioka pasca fitoremediasi masih di bawah ambang batas maksimum kadar sianida pada tanaman jagung berdasarkan keputusan bersama Menteri Kesehatan dan Menteri Pertanian sebesar adalah 75 mg/kg. Hal ini karena tanaman jagung mampu menyerap kadar CN yang ada di tanah akibat penyiraman limbah cair tapioka pasca fitoremediasi. Tanaman memindahkan bahan-bahan kimia yang merugikan dari tanah ketika akar-akarnya mengambil air dan nutrisi dari tanah-tanah yang tercemar, aliran air, dan air bawah tanah.

## Kesimpulan

Tanaman enceng gondok sebagai fitoremediator selama 28 hari hanya mampu tumbuh pada konsentrasi 25% limbah cair tapioka. Semakin tinggi konsentrasi limbah cair tapioka pasca fitoremediasi yang disiramkan ke Entisol Dampit yang ditanami tanaman jagung maka tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman juga tinggi, serta terjadi peningkatan kadar CN pada tanaman jagung tetapi masih di bawah ambang batas yang ditetapkan.

## Ucapan Terima Kasih

M. Felani mengucapkan terima kasih kepada PT Indofood Sukses Makmur. atas dukungan dana penelitian melalui Indofood Riset Nugraha 2006/2007

## Daftar Pustaka

- Axler, R., Hagley, C., Host, G., Merrick, G., Meyer, N., Munson, B., Richards, C., Ruzycski, E., Svenden, C. and Yoon, J. 2004. Water on the Web II. Available at <http://www.waterontheweb.org/under/waterquality/pH.html> (Verified 12 March 2006).
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendi, U. 1988. Netralisasi Limbah Cair Industri Tapioka Secara Biofiltrasi dengan Menggunakan Enceng gondok (*Eichornia crassipes*). Agrivita 11(2): 35-36.
- Environmental Protection Agency. 2001. A Citizen's Guide to Phytoremediation. Available at <http://www.clu-in.org/download/citizens/citphyto.pdf> (Verified 29 May 2005).
- Henze, M., Harremoos, P., Jansen, J.C., and Arvin, E. 1997. Wastewater Treatment Biological and Chemical Processes. Springer-Verlag, Berlin.
- Mariato, L. A. 2001. Merawat dan Menata Tanaman Air. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Moenandir, J. dan Hidayat, S. 1993. Peranan Enceng Gondok dan Kangkung Air pada Peningkatan Mutu Air Limbah. Agrivita 16(2): 54-57
- Moenandir, J. dan Irawan, A. 1993. Kemampuan Enceng Gondok, Kiambang dan Tawas dalam Penjernihan Bahan Baku Air Minum. Agrivita 16(2): 58-60
- Murphy, S. 2005. Water Quality Monitoring. General Information on Solids. Available at <http://bcn.boulder.co.us/basin/data/COBWQ/info/TSS.html> (Verified 15 June 2006).
- Priyanto, B., dan Prayitno, J. 2005. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. Available at <http://www.ltd.bppt.com/sublab/lflora1.htm> (Verified 29 May 2005)
- Rusprasita, Y., Agustina, L., Syekhfani, dan Premono, E. 2001. Status dan Efisiensi Penggunaan Nitrogen Selama Pertumbuhan Tanaman Tebu Keprasan (*Saccharum officinarum* L.) yang Dipupuk Sipramin. Biosain 1(1): 10-14
- Sastrawijaya, A. T. 1991. Pencemaran Lingkungan. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Schnoor, J.L. 2002. Phytoremediation of Soil and Groundwater. Groundwater Remediation Technologies Analysis Center. Technology Evaluation Report. TE-02-01: 1-45.
- Sugiharto. 1987. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah. UI Press. Jakarta.
- Syekhfani. 1997. Hara-Air-Tanah-Tanaman. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Welch, E. B. 1996. Ecological Effects of Wastewater: Applied Limnology and Pollutant Effects. E&FN Spon. London.
- Young, C. A. and Jordan, T.S. 1996. Cyanide Remediation: Current and Past Technologies. Available at <http://www.engg.ksu.edu/HSRC/95Proceed/young.pdf> (Verified 14 February 2006).