

# TEKNIK BIOFLOKULASI *Alcaligenes latus* Pada INDUSTRI TAPIOKA UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

Yuli Retnani

Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan  
Institut Pertanian Bogor  
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, email: yuli.retnani@yahoo.com

## Abstract

*Almost all of the tapioca industries in Bogor are small scale industries and have not implemented the cleaner production practices yet. Results of the survey showed that careless in discharging process of solid and liquid wastes and the absent of waste treatment caused pollution.*

*Utilization of solid waste to handle liquid waste is one of the application of cleaner production. Onggok as solid waste has been utilized to minimize the negative effect of the liquid tapioca waste. It is used as medium of *Alcaligenes latus*. The microbecan grow well in glucose produce from the onggok in concentration of 5 g/l and fermentation period of 30 days. Treatment with biofloculation reduced liquid waste turbidity by 54%, TSS 60%, BOD by 33%, COD by 34% and cyanide content by 41%. Treatment with biofloculation and dilution reduce turbidity by 89%, TSS by 91%, BOD by 62%, COD by 70% and cyanide content by 78%. Finally, combination of biofloculation, aeration and dilution treatment reduce turbidity by 93%, TSS by 95%, BOD by 71%, COD by 74% and cyanide content by 35%.*

*Key words: biofloculation, solid and liquid waste tapioca, *Alcaligenes latus**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri tapioka merupakan salah satu industri yang menghasilkan air limbah dengan kandungan senyawa organik yang tinggi (Yeoh, 1993). Selain tapioka sebagai produk utama, proses pengolahan ubikayu menjadi tepung tapioka juga menghasilkan produk ikutan yang berupa onggok, elot (lindur) dan limbah cair (Hardjono dan Maspiyati, 1990). Limbah industri tapioka memiliki beban dan karakteristik pencemaran yang berbeda-beda. Limbah padat industri tapioka berasal dari proses pembersihan singkong dari kulit serta ampas pada saat dilakukan penyaringan. Penanganan yang kurang tepat terhadap limbah padat industri tapioka (LIPIT) akan menghasilkan gas yang dapat mencemari lingkungan udara. Limbah cair

industri tapioka (LICIT) berasal dari tahap proses pencucian singkong dan pengendapan pati.

LICIT yang bercampur dengan LIPIT masih sering ditemui mencemari lingkungan perairan-perairan sekitar lokasi pabrik tapioka. Salah satu upaya minimisasi limbah dari proses pembuatan tapioka adalah dengan memanfaatkan kembali LIPIT (ampas atau onggok), setelah mengalami hidrolisis, sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan mikroba *Alcaligenes latus* yang akan menghasilkan bioflokulan pada kegiatan metabolismenya. Bioflokulan yang diproduksi, digunakan untuk memflokulasi bahan padatan suspensi dalam LICIT. Penggunaan bioflokulan yang dapat didegradasi secara biologis akan meminimasi kerusakan lingkungan dan resiko bagi kesehatan manusia.

## 1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah pemanfaatan LIPIT sebagai sumber karbon untuk memproduksi bioflokulan dan penggunaan bioflokulan untuk LICIT.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioindustri, Laboratorium Teknologi Kimia, Laboratorium Pengawasan Mutu dan Laboratorium Manajemen Lingkungan pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian IPB serta Laboratorium Rekayasa Bioproses pada Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi IPB.

Penelitian dilakukan dengan pembuatan gula sederhana dari ampas tapioka sebagai substrat *Alcaligenes latus* yang dibuat dengan cara menghidrolisis ampas tapioka, produksi bioflokulan yang prosesnya meliputi perbanyakan sel, penyegaran sel, dan propagasi. Tahap penelitian selanjutnya adalah pengujian terhadap bioflokulan pada liat kaolin dan pengujian bioflokulan pada limbah cair tapioka.

### **Pembuatan Gula Sederhana dari Ampas Tapioka sebagai Substrat *Alcaligenes latus***

Proses pembuatan gula sederhana yang dihidrolisis dari ampas tapioka sebagai substrat *Alcaligenes latus* adalah sebagai berikut:

#### (1) Persiapan ampas tapioka (onggok)

Untuk memudahkan proses hidrolisis onggok dengan asam sulfat, maka onggok perlu dihaluskan dengan *cutter mill*, sehingga mempunyai ukuran 40-60 *mesh* dan dikeringkan hingga kadar airnya sekitar 10%.

#### (2) Hidrolisis ampas tapioka

Hidrolisis dilaksanakan dalam kondisi asam dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  0.3M pada suhu  $96^{\circ}C$  dan konsentrasi padatan

156 g/l. Pemanasan berlangsung selama minimal 5 jam. Hasil hidrolisis ditambahkan  $CaCO_3$  hingga pH netral kemudian disaring untuk memisahkan padatan dengan hidrolisat. Kadar kotoran hidrolisat dikurangi dengan cara menambahkan arang aktif 1-2% (b/v) dan dipanaskan pada suhu  $80^{\circ}C$  selama 1 jam, kemudian disaring. Kadar gula hidrolisat diukur dengan metode DNS (*dinitrosalisilic acid*). Hidrolisat kemudian dilewatkan pada kolom resin penukar kation dan anion untuk mengurangi ion bermuatan di dalam hidrolisat.

### **Produksi Bioflokulan**

Proses produksi bioflokulan adalah sebagai berikut:

#### (1) Perbanyakan sel

Sel yang diperoleh dari DSM (*German Collection of Microorganisms and Cell Cultures*) dalam bentuk ampul kering beku diinokulasikan pada medium cair (*Nutrient Broth*) dalam keadaan steril yang kemudian diinokulasikan pada agar miring yang mengandung media *nutrient* agar untuk perbanyakan.

#### (2) Penyegaran sel

Penyegaran sel dilakukan di dalam cawan petri (*petri dish*) yang berisi media nutrisi agar. Sel yang berasal dari agar miring digoreskan pada media agar dengan ose (*lup*) dan kemudian diinkubasikan selama 2 hari.

#### (3) Propagasi

Propagasi dilakukan di dalam Erlenmeyer 250 ml yang berisi media kultivasi 100 ml. Media yang telah diinokulasi kemudian diinkubasikan pada incubator goyang (180 rpm) pada suhu ruang ( $28-32^{\circ}C$ ) selama 48 jam.

### **Pengujian Bioflokulan Pada Liat Kaolin**

Liat kaolin digunakan sebagai bahan standar pengujian aktivitas flokulasi (Kurane *et al*, 1986). Pada gelas ukur 100 ml dimasukkan 80 ml larutan liat kaolin (5000 ppm), 10 ml larutan  $\text{CaCl}_2$  1% dan 0.5 ml kaldu kultur (*culture broth*) yang kemudian ditambahkan air suling sampai tanda tera 100 ml.

Larutan diaduk secara perlahan pada suhu ruangan dan kemudian dibiarkan selama 5 menit. Dengan mengukur penurunan kekeruhan OD (*Optical Density*), aktivitas flokulasi dapat ditentukan dan diketahui dengan alat spektrometer pada panjang gelombang 550 nm. Aktivitas flokulasi dihitung dengan mengikuti persamaan sebagai berikut: Aktivitas Flokulasi =  $1/A - 1/B$ . Keterangan: A = OD pada 550 nm dari contoh, B = OD pada 550 nm dari blanko.

### **Pengujian Bioflokulan Pada Limbah Cair Tapioka**

LICIT yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari buangan langsung industri tapioka di daerah Bogor. Kondisi LICIT berwarna putih keruh dengan pH berkisar antara 3.5-4. Sebelum proses flokulasi dengan *jar test* dilakukan, LICIT yang akan digunakan perlu dipersiapkan lebih dahulu menggunakan perlakuan pra-sedimentasi dan pengaturan pH. Pra-sedimentasi dilakukan dengan membiarkan LICIT selama  $\pm 15$  menit untuk mengendapkan padatan yang memiliki bobot dan volume yang cukup untuk mengendapkan sendiri. Hal ini disebabkan karena LICIT tidak saja terdiri dari padatan terlarut, tetapi juga terdapat sisa-sisa kotoran yang dapat dihilangkan tanpa melalui proses kimia.

Pengaturan pH dimaksudkan untuk memperoleh kondisi optimum agar proses berjalan baik. Nilai pH dalam penelitian dipilih netral yaitu sekitar 7, karena pada pH netral

LICIT layak dibuang ke badan perairan dan bioflokulan tidak bisa melakukan flokulasi dengan baik pada pH asam. Untuk mengetahui kemampuan bioflokulan dalam memflokulasi dan mengabsorpsi limbah, maka dilakukan analisis proses flokulasi pada LICIT dengan menggunakan *jar test*.

*Jar test* terdiri dari lima gelas piala berukuran 1000 ml. Setiap gelas diisi 1000 ml sampel dan pH sampel diatur pada pH netral. Pengaturan pH dilakukan dengan menggunakan penambahan HCl atau NaOH. Setelah setiap gelas diisi sampel, maka diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit. Bioflokulan ditambahkan bersama-sama dengan  $\text{CaCl}_2$ , lalu diaduk dengan kecepatan 30 rpm selama 20 menit.

### **Rancangan Percobaan**

#### **Analisa Konsentrasi Gula Sederhana dan Lama Waktu Fermentasi**

Rancangan acak lengkap faktorial dengan perlakuan konsentrasi gula sederhana pada 3 taraf (5, 10 dan 15 g/l) dan lama waktu fermentasi pada 6 taraf (0, 60, 72, 84, 96 dan 108 jam). Parameter yang diukur adalah aktivitas flokulasi (OD).

#### **Analisa Konsentrasi $\text{CaCl}_2$**

Rancangan acak lengkap dengan perlakuan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  40% 6 taraf (1, 2, 3, 4, 5 dan 6 ml). Parameter yang diukur adalah kekeruhan (FTU).

#### **Analisa Konsentrasi Bioflokulan**

Rancangan acak lengkap dengan perlakuan bioflokulan dengan 6 taraf volume (2, 3.5, 5, 6.5, 8, dan 9.5 ml). Parameter yang diukur adalah kekeruhan (FTU).

#### **Analisa Konsentrasi Bioflokulan dan $\text{CaCl}_2$**

Rancangan acak kelompok faktorial dengan perlakuan bioflokulan 3 taraf volume (2,

5 dan 9.5 ml), CaCl<sub>2</sub> 40% 3 taraf volume (1, 3 dan 6 ml) dan kelompok hari yang berbeda. Parameter yang diukur adalah kekeruhan (FTU).

#### **Analisa Konsentrasi Alum**

Rancangan acak lengkap dengan perlakuan konsentrasi alum 5% 6 taraf volume (0, 1, 5, 10, 15 dan 20 ml). Parameter yang diukur adalah kekeruhan (FTU).

#### **Analisa Konsentrasi Bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan Alum**

Rancangan acak kelompok anak contoh dengan perlakuan : (1) kontrol (blanko) LICIT tidak diberikan perlakuan CaCl<sub>2</sub>, bioflokulan dan alum. (2) LICIT dengan perlakuan bioflokulan dan CaCl<sub>2</sub>. (3) LICIT dengan perlakuan alum. (4) LICIT dengan perlakuan CaCl<sub>2</sub>, bioflokulan dan alum. (5) LICIT dengan perlakuan bioflokulan dan alum. Parameter yang diukur : kekeruhan (FTU), MPT, BOD<sub>5</sub>, COD dan sianida (mg/l). LICIT berasal dari 4 industri tapioka yang berbeda. Masing-masing limbah diberikan 5 perlakuan yang berbeda. Setiap perlakuan dicobakan pada 2 unit limbah.

#### **Analisa Pengenceran (Dilution)**

Rancangan acak lengkap dengan perlakuan : (1) kontrol (blanko) LICIT tidak diberikan perlakuan bioflokulasi maupun pengenceran. (2) LICIT dengan bioflokulasi dan pengenceran 0%. (3) LICIT dengan bioflokulasi dan pengenceran 25%. (4) LICIT dengan bioflokulasi dan pengenceran 50% (5) LICIT dengan bioflokulasi dan pengenceran 75%. Parameter yang diukur : kekeruhan (FTU), MPT, BOD<sub>5</sub>, COD dan sianida (mg/l).

#### **Analisa Pengenceran dan Aerasi**

Rancangan acak lengkap dengan perlakuan : (1) kontrol (blanko) LICIT tidak diberikan perlakuan bioflokulasi, aerasi maupun pengenceran. (2) LICIT dengan bioflokulasi saja. (3) LICIT dengan bioflokulasi, aerasi dan

pengenceran 0%. (4) LICIT dengan bioflokulasi, aerasi dan pengenceran 50% (5) LICIT dengan bioflokulasi, aerasi dan pengenceran 75%. Parameter yang diukur : kekeruhan (FTU), MPT, BOD<sub>5</sub>, COD dan sianida (mg/l).

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Pemanfaatan Limbah Padat (Onggok) sebagai Media Mikroorganisme *Alcaligenes latus***

Pemanfaatan LIPIT (onggok) sebagai media tumbuh *Alcaligenes latus* bisa dilakukan setelah onggok dihidrolisis dengan asam untuk mendapatkan gula (Wenzl. 1970). Proses hidrolisis dilakukan untuk mendegradasi selulosa menjadi gula. Ikatan glukosidik relative mudah pecah dengan hidrolisis asam, tetapi struktur kristaselulosa lebih resisten.

Metode hidrolisis yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan modifikasi menurut Juanbaro dan Puigjaner (1986), menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.3 M dengan suhu pemanasan 96<sup>o</sup>C selama minimal 5 jam. Suhu yang tinggi dan waktu proses yang cukup lama menyebabkan dibutuhkannya pendingin balik, supaya penguapan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat dihindari.

Hasil hidrolisis 1 kg onggok sebagai LIPIT menggunakan asam sulfat 0.3 M, menghasilkan hidrolisat onggok sebanyak 3.5 liter dan memiliki kadar gula sebesar 96.88 g/l. Gula ini dipakai sebagai media tumbuh bagi mikroba *A. latus* untuk mengganti media tumbuh konvensional yang selalu dipakai sebelumnya yaitu glukosa (Kurane dan Nohata, 1994). Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata *A. latus* dapat tumbuh dengan baik pada media gula yang berasal dari onggok.

#### **Pengaruh Konsentrasi Gula Sederhana dan Waktu Fermentasi Terhadap Aktivitas Flokulasi (OD) Bioflokulan**

Aktivitas Bioflokulasi (OD) diukur berdasarkan tingkat kejernihan larutan yang mengandung Liat Kaolin 5000 ppm yang ditambahkan kultur *A. latus* (bioflokulan) sebanyak 0.5 ml dan  $\text{CaCl}_2$  1% sebanyak 10 ml. Untuk mengetahui aktivitas flokulasi terbaik dari bioflokulan, maka diperlukan konsentrasi gula sederhana yang terbaik untuk media tumbuh *A. latus*. Dalam penelitian ini digunakan konsentrasi sebesar 5, 10 dan 15 g/l. Pertimbangannya adalah bahwa konsentrasi glukosa yang biasa dipakai sebagai media tumbuh adalah 10 g/l (Kurane dan Nohata, 1994). Waktu fermentasi yang dicobakan dalam penelitian ini adalah 0, 60, 72, 84, 96 dan 108 jam. Nilai maksimum aktivitas flokulasi terjadi pada waktu fermentasi mencapai 108 jam. Penelitian waktu fermentasi dengan konsentrasi gula sederhana 5 g/l terhadap aktivitas flokulasi bioflokulan dalam larutan liat kaolin, dikaji secara lebih jauh untuk memperoleh waktu optimum. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa terjadi peningkatan aktivitas flokulasi sampai hari ke-30 fermentasi, setelah itu nilainya mulai menunjukkan penurunan.

Penelitian lamanya waktu fermentasi (hari) terhadap aktivitas flokulasi (OD) bioflokulan dalam larutan liat kaolin dengan konsentrasi gula sederhana tidak berbeda nyata, tetapi hasil penelitian menunjukkan aktivitas flokulasi (OD) pada konsentrasi 5 g/l lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas flokulasi (OD) pada konsentrasi lainnya (10 g/l dan 15 g/l).

#### **Pengaruh Pemberian $\text{CaCl}_2$ Terhadap Kekeruhan Limbah Cair Tapioka**

Dari 6 taraf pemberian  $\text{CaCl}_2$  40% terdapat 3 taraf saja yang berbeda nyata. Hal ini terlihat dari pengelompokan Duncan yang mengelompokkan 6 taraf menjadi 3 kelompok saja yaitu: (1) 1 ml; (2) 2 ml dan 3 ml; (3) 4, 5

dan 6 ml. Hasil penelitian tersebut digunakan untuk menentukan volume  $\text{CaCl}_2$  40% yang tepat untuk melakukan percobaan selanjutnya dan dipilih hanya 3 taraf volume saja yaitu 1, 3 dan 6 ml.

#### **Pengaruh Pemberian Kombinasi Bioflokulan dan $\text{CaCl}_2$ Terhadap Kekeruhan Limbah Cair Tapioka**

Volume bioflokulan dan  $\text{CaCl}_2$  40% yang terpilih pada penelitian sebelumnya diuji pada penelitian ini. Pengaruh pemberian bioflokulan dan  $\text{CaCl}_2$  nyata pada taraf 5%, sedangkan pengaruh interaksi antara keduanya tidak nyata.

#### **Pengaruh Pemberian Alum Terhadap Kekeruhan Limbah Cair Tapioka**

Penelitian pendahuluan pemberian alum bertujuan untuk mengetahui dosis alum optimum yang dapat menurunkan kekeruhan limbah cair tapioka. Hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian alum dapat menurunkan kekeruhan limbah tapioka sampai pada konsentrasi alum 5% dengan volume sebesar 15 ml.

#### **Pengaruh Pemberian $\text{CaCl}_2$ , Bioflokulan dan Alum Terhadap Kekeruhan, $\text{BOD}_5$ , COD dan Kandungan Sianida Limbah Cair Tapioka**

##### **Kekeruhan**

Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata pengaruh penambahan bioflokulan,  $\text{CaCl}_2$  dan alum menunjukkan penurunan yang signifikan. Kombinasi bioflokulan,  $\text{CaCl}_2$  dan alum paling baik menurunkan kekeruhan LICIT sebesar 89.69 FTU, dibandingkan kekeruhan LICIT control yang tidak diberi perlakuan (190,31 FTU). Hal ini disebabkan karena banyaknya kation  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{Ca}^{2+}$  yang dapat menetralkan muatan negative partikel koloid, sedangkan alum dan  $\text{CaCl}_2$  sebagai koagulan mempunyai

kemampuan hampir sama bila dikombinasikan bersama-sama dengan bioflokulan.

### **BOD<sub>5</sub>**

Analisis ragam nilai BOD<sub>5</sub> akibat perlakuan memberikan hasil yang signifikan pada taraf 10%. Hasil penelitian penambahan bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum terhadap BOD<sub>5</sub> menunjukkan terjadi penurunan BOD<sub>5</sub> tertinggi pada pemberian bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum sampai sebesar 316.709 mg/l (dibandingkan kontrol 330.882 mg/l). Pemberian bioflokulan dan CaCl<sub>2</sub> menurunkan BOD<sub>5</sub> hingga 324.409 mg/l, sedangkan pemberian bioflokulan dan alum sebesar 326.064 mg/l.

Pemberian alum saja justru meningkatkan nilai BOD<sub>5</sub> sampai 334.662 mg/l. Hal ini mungkin disebabkan oleh alum yang ditambahkan ke dalam LICIT tidak mampu membentuk agregat yang dapat mengikat partikel koloid, sehingga penambahan alum justru meningkatkan kandungan bahan-bahan organik ke dalam LICIT yang berakibat pada peningkatan nilai BOD<sub>5</sub>.

### **COD**

Hasil penelitian penambahan bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum terhadap COD menunjukkan penurunan COD tertinggi pada pemberian bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum sebesar 1634.91 mg/l (terhadap kontrol 1811.57 mg/l). Pemberian bioflokulan dan alum sebesar 174.01 mg/l. Pemberian alum menurunkan nilai COD sebesar 1741.85 mg/l. Tingkat penurunan COD yang tidak begitu besar, kemungkinan disebabkan adanya pemberian bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum yang tidak mampu membentuk agregat dan tidak terendapkan.

### **Kandungan Sianida**

Hasil penelitian penambahan bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum terhadap sianida menunjukkan

terjadi penurunan penurunan tertinggi pada pemberian bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum sampai 0.0787 mg/l (terhadap kontrol 0.1551 mg/l). Pemberian bioflokulan dan CaCl<sub>2</sub> menurunkan sianida hingga 0.0991 mg/l, sedangkan pemberian bioflokulan dan alum sampai 0.0942 mg/l. Pemberian alum menurunkan nilai sianida sampai 0.1246 mg/l. Tingkat penurunan sianida yang tinggi, kemungkinan disebabkan adanya pemberian bioflokulan, CaCl<sub>2</sub> dan alum yang membentuk agregat besar dan mudah terendapkan membawa serta sianida dalam LICIT. Menurut Achyani (1999) kombinasi dosis bioflokulan 1 ml dan alum 3 ml merupakan dosis paling layak tersuspensi total (70.15%), BOD (82.36%), COD (83.80%), CN<sup>-</sup> (40%) limbah cair tapioka.

### **Pengaruh Pengenceran Limbah Cair Tapioka Terhadap Kekeruhan, MPT, BOD<sub>5</sub>, COD dan Kandungan Sianida**

#### **Kekeruhan**

Dari hasil penelitian, ternyata kekeruhan LICIT mengalami penurunan secara statistik dan berbeda nyata. Dengan adanya perlakuan bioflokulasi, maka nilai kekeruhan LICIT awal yang semula 280.5 turun menjadi 130 atau mengalami penurunan sebesar 54%, sedangkan dengan perlakuan pengenceran LICIT dengan air sebesar 25% dan diberi perlakuan bioflokulasi, nilai kekeruhan menjadi 96 atau mengalami penurunan sebesar 66%. Pengenceran 50% air menghasilkan nilai kekeruhan sebesar 60 atau menurunkan kekeruhan 79%, dan pengenceran dengan 75% air menghasilkan nilai kekeruhan sebesar 31.5 atau mengalami penurunan sebesar 89%.

#### **Muatan Padatan Tersuspensi**

Hasil yang diperoleh pada penentuan muatan padatan tersuspensi LICIT berhubungan

erat dengan penelitian tentang kekeruhan. MPT mengalami penurunan yang nyata akibat perlakuan pengenceran dan bioflokulasi. Penurunan MPT akibat pemberian perlakuan mencapai 91% dibandingkan kontrol, yaitu pada pengenceran 75% air (perlakuan 4). Penurunan MPT akibat bioflokulasi tanpa pengenceran terlebih dahulu mencapai 60%, sedangkan pengaruh pengenceran 25% dan perlakuan bioflokulasi mampu menurunkan MPT sebesar 71%. Pengenceran 50% air dan perlakuan bioflokulasi mampu menurunkan muatan padatan tersuspensi sebesar 83%.

### **BOD<sub>5</sub>**

Pengenceran LICIT dan perlakuan bioflokulasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan BOD<sub>5</sub>. Penurunan BOD<sub>5</sub> akibat pemberian perlakuan mencapai 62% dibandingkan kontrol, yaitu pada pengenceran 75% air. Penurunan BOD<sub>5</sub> akibat perlakuan bioflokulasi tanpa pengenceran 25% dan bioflokulasi mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 35%. Pengenceran 50% air dan bioflokulasi mampu menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 37%.

### **COD**

Perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai COD LICIT. Dengan pemberian bioflokulasi maka nilai COD LICIT awal yang semula 2066.990 mg/l turun menjadi 1362.395 mg/l atau mengalami penurunan sebesar 34%, sedangkan dengan perlakuan pengenceran LICIT dengan air sebesar 25% dan diberikan bioflokulasi, nilai COD menjadi 677.480 mg/l atau mengalami penurunan sebesar 67%. Pengenceran 50% air dan bioflokulasi menghasilkan nilai COD sebesar 630.290 mg/l atau mengalami penurunan sebesar 70%.

### **Kandungan Sianida**

Penurunan kandungan sianida (CN) LICIT mencapai 74% dibandingkan kontrol, yaitu pada pengenceran 74% dibandingkan kontrol, yaitu pada pengenceran 75% air dan bioflokulasi tanpa pengenceran 25% dan bioflokulasi mampu menurunkan sianida sebesar 58%. Pengenceran 50% air dan bioflokulasi mampu menurunkan sianida sebesar 69%. Pengenceran LICIT dan bioflokulasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan sianida. Dengan demikian ternyata kandungan sianida dalam limbah cair tapioka sebelum dan setelah perlakuan masih dibawah ambang batas yang ditetapkan Meneg LH sebesar 0.5 mg/l.

### **Pengaruh Pengenceran dan Aerasi Limbah Cair Tapioka Terhadap Kekeruhan, MPT, BOD<sub>5</sub>, COD dan Kandungan Sianida**

#### **Kekeruhan**

Bioflokulasi menyebabkan kekeruhan yang semula 276.75 turun menjadi 131.75 atau mengalami penurunan sebesar 53%, sedangkan pemberian aerasi selama 12 jam terhadap LICIT dan dilakukan bioflokulasi, maka nilai kekeruhan menjadi 86.5 atau mengalami penurunan sebesar 69%. Pemberian aerasi dan pengenceran 50% serta bioflokulasi menghasilkan nilai kekeruhan sebesar 46 atau kekeruhan 83%. Aerasi, pengenceran 75% serta bioflokulasi menghasilkan nilai kekeruhan sebesar 19.5 atau mengalami penurunan sebesar 93%.

#### **Muatan Padatan Tersuspensi**

Pemberian aerasi dan pengenceran LICIT serta perlakuan bioflokulasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan muatan padatan tersuspensi. Penurunan MPT akibat pemberian aerasi, pengenceran 75% dan bioflokulasi mencapai 55%, sedangkan pemberian aerasi dan bioflokulasi mampu

menurunkan MPT sebesar 72%. Pemberian aerasi dan pengenceran 50% air dengan bioflokulasi mampu menurunkan MPT sebesar 86%.

#### **BOD<sub>5</sub>**

Nilai BOD<sub>5</sub> mengalami penurunan dengan hanya perlakuan bioflokulasi yaitu sebesar 26%, sedangkan dengan pemberian aerasi selama 12 jam dan bioflokulasi terhadap LICIT, nilai BOD<sub>5</sub> mengalami penurunan sebesar 50% serta bioflokulasi menurunkan BOD<sub>5</sub> sebesar 71%.

#### **COD**

Penurunan nilai COD terbesar diperoleh akibat pemberian perlakuan aerasi, pengenceran 75% dan perlakuan bioflokulasi yaitu sebesar 74%. Penurunan nilai COD akibat bioflokulasi tanpa pemberian aerasi terlebih dahulu mencapai 17%, sedangkan pengaruh pemberian aerasi dan bioflokulasi mampu menurunkan COD sebesar 26%. Pemberian aerasi dan pengenceran 50% air serta bioflokulasi mampu menurunkan COD sebesar 59%.

#### **Kandungan Sianida**

Kandungan sianida (CN) LICIT mengalami penurunan dengan adanya bioflokulasi yaitu sebesar 10%, sedangkan dengan perlakuan pemberian aerasi selama 12 jam dan bioflokulasi kandungan sianida mengalami penurunan sebesar 30%. Pemberian aerasi dan pengenceran sebesar 50% serta bioflokulasi menurunkan kandungan sianida sebesar 35%, sedangkan pemberian aerasi pengenceran dengan 75% air serta bioflokulasi menurunkan kandungan sianida sebesar 35%. Penurunan kandungan sianida dengan bioflokulasi, aerasi dan pengenceran tidak nyata berpengaruh secara statistik. Dengan demikian, ternyata kandungan sianida dalam LICIT

sebelum dan setelah perlakuan berada dibawah ambang batas yang ditetapkan Meneg LH sebesar 0.5 mg/l.

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP.51/MenLH/10/1995, maka LICIT yang dipersyaratkan diperbolehkan dibuang ke badan perairan dengan karakteristik kadar maksimum padatan tersuspensi sebesar 150 mg/l, BOD<sub>5</sub> 200 mg/l, COD 400 mg/l, dan kandungan sianida sebesar 0.5 mg/l.

## **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **4.1. Kesimpulan**

LIPIT dapat dijadikan sebagai media tumbuh bakteri *Alcaligenes latus* untuk memproduksi bioflokulan dengan konsentrasi gula sederhana 5 g/liter dengan lama fermentasi 30 hari.

Perlakuan bioflokulasi dapat menurunkan kekeruhan LICIT di daerah Bogor sebesar 54% muatan padatan tersuspensi 60%, BOD<sub>5</sub> 33%, COD 34% dan kandungan sianida sebesar 41%, tetapi nilai BOD<sub>5</sub> dan COD-nya masih di atas ambang batas yang ditetapkan Meneg LH.

Bioflokulasi yang disertai dengan pengenceran mampu menurunkan kekeruhan LICIT hingga 89%, muatan padatan tersuspensi 91%, BOD<sub>5</sub> 62%, COD 70% dan kandungan sianida hingga 78%.

Bioflokulasi yang disertai dengan pengenceran dan aerasi mampu menurunkan kekeruhan LICIT hingga 93%, muatan padatan tersuspensi 95%, BOD<sub>5</sub> 71%, COD 74% dan kandungan sianida sebesar 35% sampai bawah ambang batas yang ditetapkan Meneg LH. Nilai BOD<sub>5</sub> masih sekitar ambang batas, sebesar 214 mg/l.

### **4.2. Saran**



Perlu dilakukan uji coba teknik bioflokulasi sebagai suatu inovasi penanganan LICIT untuk menangani limbah cair industry lain. Disarankan untuk memanfaatkan bioflokulan *Alcaligenes latus* dalam bentuk bubuk (*powder*), agar mudah dimanfaatkan oleh masyarakat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achyani. 1999. Pengaruh dosis bioflokulan bakteri *Alcaligenes latus* dan alum  $Al_2(SO_4)_3$  terhadap proses flokulasi limbah cair pabrik tapioca. Tesis, Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor.
- Hardjono, J dan Maspiyati. 1990. The Processing of Cassava Starch in West Java: Production and Employment Relation. PSP-IPB Bogor, ISS, PPLH-ITB Bandung.
- Juanbaro, J. dan L. Puigjaner. 1986. Saccharification of concentrated brewing bagasse slurries with dilute sulfuric acid for producing acetone butanol by *Clostridium acetobutylicum*. Biotech. And Bioeng. 28 : 1544-1554.
- Kurane, R. Kazuki, T. Kiyoshi, T. and Tomoo, S. 1986. Culture conditions for production of microbial flocculant by *Rhodococcus erythropolis*. Agri. Biol. Chem., Vol. 50 (9): 2309-2313.
- Kurane, R. dan Nohata, Y. 1994. Culture Conditions for Production and Purification of Biabsorbent from *Alcaligenes latus* B-16. Journal of Fermentation and Bioengineering. Vol. 77, No.4, 390-393.
- Kurane, R. dan Nohata, Y. 1994. A new water-absorbing polysaccharide from *Alcaligenes latus*. Biosci. Biotech. Biochem., Vol. 58, No.2, 235-238.
- Wenzl, H. F. 1970. The Chemical Technology of Wood. Academic Press, New York.
- Yeoh, B. G. 1993. Waste Management in Malaysia. Current Status and Prospects fo Bioremediation. Ministry of Science, Technology, and the Environment, Malaysia.