

**UJI BIOASSAY LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN PENAMBAHAN  
BIOFLOKULAN *Alcaligenes latus* TERHADAP IKAN NILA**

**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**

Tapioca industry is one of the agroindustries which is distributed in many places in Indonesia. The activity of tapioca industry usually creates environmental pollution, due to its solid, liquid and gas wastes. Therefore, it is important to treat the pollution through techniques of cleaner production as an integrated and preventive environmental management strategy to prohibit and reduce wastes in industrial process.

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.

To the effect this attempt is subject to be know waste toxicity zoom moltens tapioka's industry already at inoculation with *Alcaligenes latus* to energi appraising fish life.

Bioassay test by using liquid tapioca waste which has been flocculated is tested to *Oreochromis niloticus* (nila fish). The test result indicated that the fish can survive at 26% level of bioflocculated liquid waste.

*Key words: bioflocculation, liquid waste tapioca, bioassay, Alcaligenes latus*

**PENDAHULUAN**

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.

Limbah cair industri tapioka yang bercampur dengan limbah padat industri tapioka masih sering ditemui mencemari lingkungan perairan-perairan sekitar lokasi pabrik tapioka. Salah satu upaya minimisasi limbah dari proses pembuatan tapioka adalah dengan memanfaatkan kembali limbah padat industri tapioka (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 limbah cair industri tapioka. Penggunaan bioflokulan yang dapat didegradasi secara biologis akan meminimasi kerusakan lingkungan dan resiko bagi kesehatan manusia. Bakteri *Alcaligenes* dapat tumbuh di air dan tanah, bersifat saprofit, dapat diisolasi dari bahan klinis seperti darah, urin, kotoran dan cairan suntikan (Breed *et al.*, 1974).

Biopolimer yang diproduksi oleh *A. latus* mempunyai kemampuan untuk memflokulasi padatan terlarut dan menyerap air di dalam kaldu kultur (Kurane dan Nohata, 1991). Biopolimer ini mampu memflokulasi emulsi minyak secara efisien (Kurane dan Nohata, 1994). Penggunaan zat flokulan biologis (bioflokulan atau biopolimer) yang dapat dibiodegradasi ini akan mengurangi kerusakan lingkungan dan resiko bagi kesehatan manusia. Reish dan Oshida (1987) menyebutkan bahwa uji toksisitas atau *bioassay* dilakukan untuk mengukur efek dari satu atau lebih bahan pencemar pada satu atau lebih spesies organisme.

Suyanto (1972) mengatakan bahwa ikan nila dapat dipelihara di perairan seperti danau atau waduk, karena teknik pemeliharaannya tidak memerlukan cara khusus. Menurut Lumbantobing (1991), ikan nila mempunyai toleransi yang tinggi terhadap suhu dan dapat dipelihara di waduk, kolam, serta perairan tergenang. Ikan nila mempunyai toleransi yang lebih rendah terhadap salinitas perairan (Brojo, 1992).

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui tingkat toksisitas limbah cair industri tapioka yang telah diinokulasi dengan *Alcaligenes latus* terhadap daya hidup ikan nila.

## **MATERI DAN METODE**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioindustri, Laboratorium Teknologi Kimia, Laboratorium Pengawasan Mutu dan Laboratorium Manajemen Lingkungan pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian IPB, Laboratorium Rekayasa Bioproses pada Pusat Antar

Universitas (PAU) Bioteknologi IPB serta Laboratorium Limnologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.

### **Produksi Bioflokulan**

Proses produksi bioflokulan adalah sebagai berikut:

(1) Perbanyak 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 perbanyak.

(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.

(1) 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°C) selama 48 jam.

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

Limbah cair industri tapioka yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari buangan langsung industri tapioka di daerah Bogor. Kondisi limbah cair industri tapioka berwarna putih keruh dengan pH berkisar antara 3.5-4. Sebelum proses flokulasi dengan *jar test* dilakukan, limbah cair industri tapioka yang akan digunakan perlu dipersiapkan lebih dahulu menggunakan perlakuan pra-sedimentasi dan pengaturan pH. Pra-sedimentasi dilakukan dengan membiarkan limbah cair industri tapioka selama  $\pm 15$  menit untuk mengendapkan padatan yang memiliki bobot dan volume yang cukup untuk mengendapkan sendiri. Hal ini disebabkan karena limbah cair industri tapioka 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 limbah cair industri tapioka 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 CaCl<sub>2</sub>, lalu diaduk dengan kecepatan 30 rpm selama 20 menit.

### **Uji Bioassay Limbah Cair Tapioka Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)**

#### **(1) Persiapan Percobaan**

Sebelum percobaan dilaksanakan, wadah pengujian yang akan digunakan didesinfeksi dengan cara direndam larutan PK 20 ppm (Angka, 1990). Selama pengujian berlangsung media uji diberi aerasi sehingga kadar oksigen terlarut tidak pernah berada di bawah nilai 70% saturasi. Selain itu, karakteristik fisik dan kimiawi media uji selama pengujian harus berada pada ambang kondisi yang baik bagi ikan (Komisi Pestisida, 1983), dengan beberapa ketentuan sbb : perubahan suhu media uji tidak pernah lebih dari 2<sup>o</sup>C, Kadar CO<sub>2</sub> bebas maksimal 10 ppm, kadar ammonia bebas maksimal 1 ppm, kesadahan total minimal 15 ppm (CaCO<sub>3</sub>), Alkalinitas berkisar antara 50-200 ppm.

#### **(2) Ikan Uji**

Ikan-ikan uji dipelihara sebaik-baiknya dengan pemberian pakan yang cukup bergizi. Sebelum percobaan, ikan uji ditempatkan dalam wada-wadah pengujian selama 1 hari tanpa diberi pakan. Untuk keperluan percobaan toksisitas subletal, sejumlah ikan uji dipelihara dalam bak cadangan yang berisi media uji sesuai dengan konsentrasi yang digunakan dalam pengujian tersebut. Ikan-ikan dalam bak cadangan diperlukan sama dengan ikan-ikan dalam wadah uji, misalnya dalam pemberian pakan ataupun pergantian media uji.

#### **(3) Media Uji**

Media uji berupa limbah cair industri tapioka pada konsentrasi tertentu di dalam air. Pengujian toksisitas limbah cair industri tapioka dilakukan selama waktu pemaparan 96 jam dan 11 taraf konsentrasi (0-100%) dengan pengamatan berupa pencatatan kematian (mortalitas) ikan nila. Jumlah ikan uji di setiap wadah adalah 8 ekor dalam 10 liter media uji. Ikan uji yang mati segera diambil untuk mencegah pengotoran media. Pada setiap pengujian dilakukan pencatatan data mortalitas ikan uji, yaitu pada 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72

dan 96 jam. Pengujian diulangi jika kematian ikan uji dalam control lebih dari 10% (Komisi Pesticida, 1983).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 11 taraf konsentrasi dan 2 ulangan. Jumlah ikan yang mati dicatat pada 8 waktu pengamatan yang berbeda (2-96 jam). Selanjutnya untuk mendapatkan nilai  $LC_{50}$  pada waktu pemaparan 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72, dan 96 jam dilakukan analisis data dengan program computer *EFFL ver 2.0*.

### **Rancangan Percobaan**

Rancangan acak lengkap dengan perlakuan konsentrasi limbah cair industri tapioka yang telah dilakukan bioflokulasi 11 taraf (0, 10, 15, 20, 25, 35, 50, 65, 75, 80 dan 100%).

Parameter yang diukur adalah jumlah ikan nila yang mati. Respon dicatat pada 8 waktu pengamatan yang berbeda (2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 dan 96 jam). Menggunakan metode *Trimmed Spearman-Kärber*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

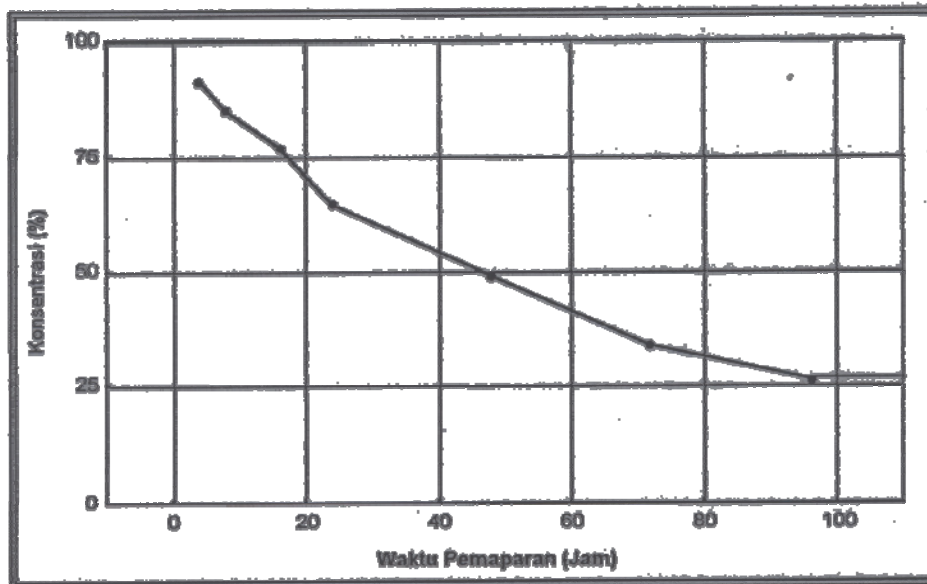
Uji *bioassay* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat toksisitas limbah cair industri tapioca yang diberi perlakuan terhadap ikan nila. Uji limbah cair industri tapioka yang dipergunakan untuk uji *bioassay* merupakan limbah cair industri tapioka yang telah diberi perlakuan bioflokulasi, yaitu 6 ml  $CaCl_2$  40%, 2 ml bioflokulan dan 15 ml alum 5% seperti penelitian pada tahap sebelumnya. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, LICIT yang dipakai sebagai media hidup ikan nila mempunyai  $BOD_5$  sebesar 287 mg/l, COD 329 ppm dan kandungan asam sianida 0.135 mg/l. Nilai-nilai parameter limbah cair industri tapioka tersebut dibawah ambang batas yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MenLH/10/1995, kecuali nilai  $BOD_5$  yang masih tinggi.

Uji toksisitas akut limbah cair industri tapioca setelah perlakuan bioflokulasi terhadap ikan nila dilakukan pada konsentrasi 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, 35%, 50%, 65%, 75%, 80%, dan 100% limbah cair industri tapioka. Pengamatan dilakukan pada jam ke-2, 4, 6, 8, 24, 48, 72, 96 yang meliputi tingkah laku dan mortalitas. Masing-masing perlakuan dilakukan dua kali ulangan dengan jumlah hewan uji dalam tiap akuarium sebanyak 8 ekor.

Pada jam ke-2, semua ikan uji pada konsentrasi 0-75% belum menunjukkan reaksi yang ekstrem terhadap perlakuan yang diberikan., sedangkan gejala-gejala keracunan mulai terlihat pada konsentrasi limbah cair industri tapioka 80% dan 100%. Gejala keracunan

tersebut tidak jauh berbeda dengan pendapat Schoettger (1970), yaitu berenang tidak teratur dan menghentak-hentak, kejang-kejang, gerakan *operculum* tidak teratur, perubahan warna kulit menjadi lebih pucat. Pada jam ke-4, ikan uji yang mengalami kematian pada konsentrasi 65-100%. Pada jam pengamatan ke-48, ikan uji mengalami kematian seluruhnya pada konsentrasi limbah cair industri tapioka 100%, sedangkan pada jam ke-72, ikan uji mengalami kematian pada konsentrasi limbah cair industri tapioka 80%. Pada jam ke 96, ikan uji mengalami kematian seluruhnya pada konsentrasi limbah cair industri tapioka 75%.

Seluruh ikan uji pada perlakuan konsentrasi limbah cair industri tapioka 0% tidak mengalami gejala-gejala keracunan dan tetap bertahan hidup hingga jam ke-96. Ikan uji pada perlakuan konsentrasi limbah cair industri tapioka 10-65% mulai mengalami kematian pada jam-jam yang berbeda, namun laju kematiannya tidak secepat pada perlakuan konsentrasi limbah cair industri tapioka 75-100%.



Gambar 1. Grafik Konsentrasi Nilai  $LC_{50}$  Zat Pencemar Limbah Cair Tapioka Terhadap Waktu Pemaparan Ikan Nila (Jam)

Nilai  $LC_{50}$  dihitung dengan metode Trimmed Spearman-Kärber yang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak EFFL ver2. Data mortalitas ikan uji pada percobaan toksisitas akut. Nilai  $LC_{50}$  disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1 yang menunjukkan adanya penurunan yang curam hingga jam ke-24, kemudian kurva tersebut menurun secara landai hingga jam ke-96. Penelitian uji bioassay dengan  $LC_{50}$  diperoleh hasil bahwa ikan nila dapat hidup pada konsentrasi limbah cair industri tapioka 26%. Penelitian *bioassay* ini mendukung penelitian sebelumnya, yaitu penelitian tahap ke-2, pada pengenceran air 75% (konsentrasi

limbah cair industri tapioka 25%), kemudian dilakukan bioflokulasi, maka limbah cair industri tapioka memenuhi syarat criteria yang telah ditetapkan Meneg LH dan layak dibuang ke badan perairan.

Tabel 1. Konsentrasi Nilai LC<sub>50</sub> Zat Pencemar Limbah Cair Tapioka Terhadap Waktu Pemaparan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Jam Ke	Nilai LC <sub>50</sub> (%)	Interval Pada Batas Kepercayaan 95%
4	91.461	80.873 – 103.435
8	85.003	77.897 – 92.756
16	77.130	68.885 – 86.361
24	64.575	57.652 – 72.330
48	48.953	42.353 – 56.582
72	33.498	28.483 – 39.396
96	26.192	21.280 – 32.237

## KESIMPULAN

Uji *bioassay* terhadap LICIT yang diberi bioflokulasi pada ikan nila, menunjukkan bahwa ikan nila mampu hidup pada konsentrasi 26%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angka, S. L. 1990. The Pathology of Walking Catfish (*Clarias batrachus*), Infected Intraperitonally with *Aeromonas hydrophila*. Asian Fisheries Society.
- Breed, R. S., E. G. D. Murray dan N. R. Smith. 1974. Bergey's Manual Determinative of Bacteriology, 8<sup>th</sup> ed. The Williams and Williams Co., London.
- Brojo, M. 1992. Morfologi, kariotip dan pola protein ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*), ikan nila (*O. niloticus*) dan keturunannya. Tesis. Program 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.
- Komisi Pestisida. 1983. Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Letas Pestisida pada Ikan untuk Keperluan Pendaftaran. Komisi Pestisida Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kurane, R. dan Nohata, Y. 1991. Microbial flocculation of waste liquids and oil emulsion by a bioflocculant from *Alcaligenes latus* B-16. Journal of Fermentation and Bioengineering. Vol. 83, No.1, 116-117.

- Kurane, R. dan Nohata, Y. 1994. A new water-absorbing polysaccharide from *Alcaligenes latus*. *Biosci. Biotech. Biochem.*, Vol. 58, No.2, 235-238.
- Lumbantobing, E. R. M. 1991. Kemungkinan Penggunaan Ikan Nila untuk Pengendalian Pertumbuhan Gulma Air. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 62 p.
- Reish, D. L. and P. S. Oshida. 1987. Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Short-Term Static Bioassay. FAO Fish Tech. Roma.
- Schoettger, R. A. 1970. Toxicology of Thiodan in Several Fish and Aquatic Invertebrates. United State Development of Interior. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. Washington DC. P. 31.
- Suyanto, S. R. 1972. Teknik Pemeliharaan Ikan Nila. Departemen Perikanan. Direktorat Jendral Perikanan. 8p.
- Yeoh, B. G. 1993. Waste Management in Malaysia. Current Status and Prospects fo Bioremediation. Ministry of Science, Technology, and the Environment. Malaysia.