

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN TEKNOLOGI EM (*EFFECTIVE MIKROORGANISMS*)

T. Abu Hanifah^{*)}, Christine Jose dan Titania T. Nugroho

**) Corresponding Author*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Diterima tanggal : 20 – 2 – 2001

Disetujui tanggal : 30 – 3 - 2001

ABSTRACT

The cultivation of tapioca liquid waste as microbiology treatment has been investigated. Waste were cultivated by effective microorganisms (EM) technology in the laboratorium scale. Sample were taken from PT. Sari Bumi Swakarsa, Kabupaten Kuantan Singingi, Riau Province and brought to the laboratorium using two plastic containers. Sample in the first container contains final process of liquid wastes (out let) for quality control. The second container contains liquid wastes before processing which treated with EM. The purpose of this research was to hasten the decomposition processes of tapioca liquid waste using EM technology.

The cultivation of EM used triple treatments. Two treatment were using EM with concentration of 0.5% (A series) and 1% (B series). Another treatment was without EM (C series). The changing of water quality before and after treatment was compared to tapioca liquid waste standard (KepMenLH No.51/MenLH/10/1995) in charge of pH, BOD, COD, total suspended solid (TSS) and cyanide. Time variables were 0, 3, 6, 9, 12, and 15 days treatment Data was analyzed using statistic ANOVA. The effect of EM was observed using Duncan's test at confidence interval 95%.

The statistical analyzes of the experimental data showed that A series and B series had BOD, COD TSS, and cyanide less than C series ($p \leq 0.05$). The differences of EM concentrations were not affect toward BOD, COD and TSS. B series was effectively to decrease cyanide ($p \leq 0.05$). EM technology could be used to cultivate tapioca liquid waste more quickly (12 days) than industrial processes (3 months) to achieve wastewater quality standard.

Key word: Effective microorganisms, tapioca liquid waste, treatment.

PENDAHULUAN

Proses pembuatan tapioka memerlukan air untuk memisahkan pati dari serat. Pati yang larut dalam air harus dipisahkan. Teknologi yang

ada belum mampu memisahkan seluruh pati yang terlarut dalam air, sehingga limbah cair yang dilepaskan ke lingkungan masih mengandung pati. Limbah cair akan mengalami

dekomposisi secara alami di badan-badan perairan dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Bau tersebut dihasilkan pada proses penguraian senyawa mengandung nitrogen, sulfur dan fosfor dari bahan berprotein (Zaitun, 1999; Hanifah dkk, 1999).

Alternatif solusi pengolahan limbah cair tapioka adalah dengan menggunakan teknologi EM (*Effective Microorganisms*). *Effective Microorganisms* merupakan kultur campuran lima kelompok mikroorganisme yang mampu melakukan biodegradasi limbah organik, seperti senyawa karbon, hidrogen, nitrogen dan oksigen. Mikroorganisme EM memerlukan bahan organik untuk mempertahankan hidupnya seperti karbohidrat, protein, lemak dan mineral lainnya (Higa, 1998). Bahan-bahan tersebut banyak terdapat dalam limbah cair tapioka. Reaksi fermentasi berlangsung dengan cepat dan EM mampu hidup secara sinergis dengan mikroorganisme lain (Jose dkk, 2000).

Bakteri fotosintetik dapat menggunakan karbon dioksida dan hidrogen sulfida untuk hidup dengan memecahkan dan menggunakan senyawa-senyawa bersulfur tanpa menimbulkan bau

dan dapat menghasilkan zat gula bagi bakteri EM yang lain. Mikroorganisme EM mampu hidup baik pada medium asam atau basa, temperatur tinggi 45-50°C (mikroorganisme termofilik) dan pada kondisi aerob atau anaerob (Higa, 2000).

Pabrik tapioka PT. Bumi Sari Swakarsa menggunakan 16 kolam untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan dengan waktu alir limbah sampai tiga bulan sebelum limbah cair dibuang ke lingkungan. Teknologi EM untuk pengolahan limbah cair tapioka perlu dilakukan, sehingga air hasil olahan tersebut layak dibuang lebih cepat ke lingkungan dan memenuhi baku mutu yang sesuai dengan Kepmenlh No.51/Menlh/10/1995. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan teknologi EM untuk mengolah limbah cair tapioka dalam skala laboratorium dan menganalisis lamanya waktu pengolahan sampai mencapai baku mutu limbah cair tapioka melalui hasil analisis parameter nilai pH, BOD, COD, TSS, dan sianida. Penelitian dilakukan di Lab. Kimia Analitik dan Lab. Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Pekanbaru selama lebih kurang enam bulan.

METODA PENELITIAN

Peralatan digunakan dalam penelitian adalah ember plastik putih ukuran 5 liter; perangkat reaktor COD dari *HACH*, USA; inkubator BOD dari *Gallenkamp*, England; spektrofotometer 20D, *Miltron and Roy.Co*, England; perangkat pH meter *Orion MA 02129 tipe 210A*, USA; neraca analitik *Mettler AE 200*, USA; dan peralatan gelas dari *Pyrex* untuk analisis sianida. Bahan yang digunakan adalah larutan EM₄ keluaran *Indonesian Kyusei Natural Farming Societies* dan bahan kimia asal *Mercks* pro analisis.

Perlakuan Sampel

Sampel limbah cair diambil dari kolam pengolahan limbah cair tapioka PT. Sari Bumi Swakarsa Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau dan dibawa ke laboratorium dalam dua wadah drum plastik. Sampel dalam wadah pertama berisi limbah cair hasil olahan akhir pihak pabrik pada kolam ke-16 atau limbah *outlet* yang siap dibuang ke lingkungan. Sampel ini digunakan untuk analisis baku mutu limbah cair tapioka. Sampel dalam wadah kedua berisi sampel limbah cair yang belum diolah oleh pihak pabrik. Sampel diambil dari pipa pembuangan ke kolam pertama

dan sampel limbah cair ini akan diolah dengan teknologi EM.

Mikroorganisme EM yang masih dalam keadaan tidur (*dormant*) diaktifkan dengan memberikan maka-nan dan air. Pengaktifan dilakukan dengan menambahkan air dan gula (molasse) dengan perbandingan 5 mL EM : 5 mL molase : 1000 mL air (konsentrasi EM 0,5%) dan perbandingan 10 mL EM : 10 mL molase : 1000 mL air (konsentrasi EM 1%). Ketiga bahan ini dicampurkan dan dibiarkan selama 72 jam agar semua mikroorganisme aktif. Keaktifan mikroorganisme ini diketahui dari aroma fermentasi yang harum. Larutan siap digunakan untuk diinokulasikan ke limbah cair. (APNAN, 1995).

Pengolahan sampel dengan EM dilakukan dengan tiga perlakuan. Dua perlakuan menggunakan konsentrasi EM 0,5% (seri A) dan EM konsentrasi EM 1% (seri B), sedangkan satu perlakuan lagi tanpa menggunakan EM (seri C). Limbah cair dengan konsentrasi EM 0,5% dibuat dengan menginokulasikan 5 mL EM aktif pada setiap satu liter sampel dan untuk konsentrasi EM 1% dibutuhkan 10 mL EM aktif. Variabel waktu analisis dilakukan pada 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 hari

pengolahan. Perubahan kualitas air sebelum dan sesudah pengolahan dibandingkan dengan baku mutu limbah cair tapioka (Kepmenlh No. 51/Menlh/10/1995) dengan mengukur nilai pH, BOD, COD, padatan tersus-pensi (TSS) dan sianida (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan ANOVA. Pengaruh penambahan EM diamati dengan uji jarak berganda Duncan pada selang kepercayaan 95% (Steel and Torrie, 1995).

HASIL

Penentuan nilai pH dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai pH untuk pengolahan seri A memenuhi baku mutu. Pada seri B, hari pengolahan yang baik adalah pada hari ke 6, 9, dan 12.

Hasil penentuan nilai BOD dapat dilihat pada Tabel 2, yang menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p \leq 0,05$) antara seri C dengan seri A dan B pada hari ketiga. Pengolahan selanjutnya sampai hari ke-15 tidak ada perbedaan penurunan nilai BOD dari ketiga perlakuan, kecuali pada hari ke 12 untuk sampel dengan konsentrasi EM 1%. Walau pun tidak berbeda nyata, nilai BOD

Tabel 1. Pengaruh perlakuan EM terhadap nilai pH

Sampel	Waktu analisis					
	0 Hari	3 Hari	6 Hari	9 Hari	12 Hari	15 Hari
Baku Mutu	6,0 – 9,0					
<i>Out let</i>	7,18					
Seri A (0,5% EM)	6,40 ^a	7,21 ^a	6,16 ^a	6,77 ^a	7,57 ^a	6,67 ^a
Seri B (1% EM)	5,87 ^a	5,74 ^b	6,39 ^a	6,68 ^a	6,28 ^b	5,85 ^{ab}
Seri C (0% EM)	5,36 ^a	5,93 ^b	5,94 ^a	5,99 ^a	5,37 ^b	4,92 ^b

Catatan: Harga rata-rata dengan pangkat sama dan kolom sama adalah tidak berbeda nyata dan harga rata-rata dengan pangkat berbeda pada kolom sama adalah berbeda nyata

Tabel 2. Pengaruh perlakuan EM terhadap nilai BOD

Sampel	Waktu analisis BOD (mg/L)					
	0 Hari	3 Hari	6 Hari	9 Hari	12 Hari	15 Hari
Baku Mutu	150,0					
<i>Out let</i>	6,52					
Seri A (0,5% EM)	101,67 ^a	58,87 ^b	51,42 ^a	43,89 ^a	26,40 ^b	11,89 ^a
Seri B (1% EM)	130,38 ^a	58,12 ^b	49,65 ^a	44,27 ^a	31,23 ^b	22,47 ^a
Seri C (0% EM)	125,68 ^a	110,48 ^a	84,72 ^a	46,02 ^a	48,81 ^a	25,13 ^a

Catatan: Harga rata-rata dengan pangkat sama dan kolom sama adalah tidak berbeda nyata dan harga rata-rata dengan pangkat berbeda pada kolom sama adalah berbeda nyata pada tingkat 5% ($p \leq 0,05$) berdasarkan uji jarak berganda Duncan.

pada perlakuan sampel dengan EM menghasilkan nilai BOD yang lebih rendah. Mikroorganisme EM mampu memdegradasi senyawa-senyawa organik dalam limbah lebih cepat daripada hanya tergantung dari mikroorganisme alami dalam limbah. Pengolahan pada hari ke-15 memberikan nilai BOD yang paling kecil pada semua seri.

Hasil penentuan nilai COD untuk limbah *outlet* dan limbah olahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengolahan limbah dengan EM memberikan nilai COD yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa EM dan sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Kepmenlh No.51/Menlh/10/1995

Hasil penentuan TSS dapat dilihat pada Tabel 4 memperlihatkan fluktuasi nilai TSS selama proses pengolahan limbah. Selama penelitian terdapat TSS, kecuali pada

Tabel 3. Pengaruh perlakuan EM terhadap nilai COD

Sampel	Waktu analisis COD (mg/L)					
	0 Hari	3 Hari	6 Hari	9 Hari	12 Hari	15 Hari
Baku Mutu	300,0					
<i>Out let</i>	110,40					
Seri A (0,5% EM)	288,00 ^a	243,20 ^a	49,60 ^a	100,80 ^a	68,80 ^a	68,80 ^a
Seri B (1% EM)	305,60 ^a	115,20 ^a	96,00 ^a	105,60 ^a	67,20 ^a	89,60 ^a
Seri C (0% EM)	384,00 ^a	283,20 ^a	102,40 ^a	128,00 ^a	123,20 ^a	125,30 ^a

Catatan: Harga rata-rata dengan pangkat sama dan kolom sama adalah tidak berbeda nyata dan harga rata-rata dengan pangkat berbeda pada kolom sama adalah berbeda nyata pada tingkat 5% ($p \leq 0,05$) berdasarkan uji jarak berganda Duncan.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan EM terhadap TSS

Sampel	Waktu analisis TSS (mg/L)					
	0 Hari	3 Hari	6 Hari	9 Hari	12 Hari	15 Hari
Baku Mutu	100,0					
<i>Out let</i>	85,50					
Seri A (0,5% EM)	107,50 ^a	104,00 ^b	81,83 ^a	62,66 ^a	56,16 ^a	65,16 ^a
Seri B (1% EM)	111,50 ^a	87,66 ^b	72,83 ^a	70,00 ^a	62,83 ^a	97,00 ^a
Seri C (0% EM)	129,66 ^a	142,00 ^a	90,50 ^a	85,66 ^a	76,00 ^a	60,33 ^a

Catatan: Harga rata-rata dengan pangkat sama dan kolom sama adalah tidak berbeda nyata dan harga rata-rata dengan pangkat berbeda pada kolom sama adalah berbeda nyata pada tingkat 5% ($p \leq 0,05$) berdasarkan uji jarak berganda Duncan.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan EM terhadap sianida

Sampel	Waktu analisis sianida (mg/L)					
	0 Hari	3 Hari	6 Hari	9 Hari	12 Hari	15 Hari
Baku Mutu	0,300					
<i>Out let</i>	0,268					
Seri A (0,5% EM)	0,406 ^b	0,342 ^b	0,333 ^b	0,138 ^b	0,042 ^b	0,069 ^b
Seri B (1% EM)	0,316 ^b	0,276 ^b	0,295 ^b	0,304 ^a	0,058 ^b	0,061 ^b
Seri C (0% EM)	0,829 ^a	0,516 ^a	0,608 ^a	0,476 ^a	0,381 ^a	0,386 ^a

Catatan: Harga rata-rata dengan pangkat sama dan kolom sama adalah tidak berbeda nyata dan harga rata-rata dengan pangkat berbeda pada kolom sama adalah berbeda nyata pada tingkat 5% ($p \leq 0,05$) berdasarkan uji jarak berganda Duncan.

seri B terdapat kenaikan pada hari ke 15.

Hasil pengukuran kandungan sianida dapat dilihat pada Tabel 5. Terjadi penurunan sianida dengan semakin lamanya waktu pengamatan.

PEMBAHASAN

Nilai pH limbah *outlet* (7,18) memenuhi syarat baku mutu limbah cair tapioka, karena bakteri dalam limbah menghasilkan amoniak yang dapat menaikkan pH. Seri A juga memberikan nilai pH yang dibolehkan baku mutu limbah cair tapioka. Sela-ma pengolahan, bakteri asam laktat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Asam laktat digunakan oleh ragi dan jamur membentuk alkohol dan ester, sehingga pH naik turun. Hal ini ditandai dari aroma limbah yang harum.

Nilai pH yang sesuai dengan baku mutu untuk seri B adalah pada hari pengolahan ke 6, 9, dan 12. Seri C mengalami penurunan pH selama 15 hari pengolahan yang disebabkan oleh proses degradasi limbah secara alami yang menghasilkan asam-asam organik.

Rendahnya BOD sampel *outlet* (6,52 mg/L) karena limbah yang diolah pabrik mudah ditumbuhi gang-gang, sehingga warna air

menjadi hijau. Ganggang akan berfotosintesis dan menyumbangkan oksigen ke dalam air. Seri A dapat menurunkan nilai BOD sampai mencapai 11,89 mg/L pada hari pengolahan ke-15 dan membuktikan seri A cukup efektif untuk mengolah limbah cair tapioka.

Limbah yang diolah dengan konsentrasi EM 1% (Seri B) mempunyai nilai BOD tertinggi pada pengolahan 0 hari (130,386 mg/L) dan turun sampai nilai terendah pada pengolahan hari ke-15 (22,477 mg/L). Tingginya nilai BOD pada pengolahan 0 hari seri B yang melebihi seri A pada hari pengolahan yang sama disebabkan inokulan EM 1% mengandung molase lebih tinggi dari inokulan EM 0,5%. Limbah tapioka semula banyak mengandung senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang menyebabkan nilai BOD agak tinggi. Selain itu limbah juga mengandung sianida yang bersifat racun bagi bakteri, sehingga tidak semua bakteri dapat bekerja untuk mende-gradasi senyawa-senyawa polutan.

Meskipun seri C tidak mengandung mikroorganisme EM, proses dekomposisi senyawa organik terjadi secara alamiah dalam limbah, sehingga nilai BOD juga menurun selama proses pengolahan.

Nilai COD sampel *outlet* (110,40 mg/L) lebih rendah bila dibandingkan dengan baku mutu (300 mg/L). Rendahnya nilai COD disebabkan limbah *outlet* banyak mengan-dung oksigen terlarut yang berasal dari proses fotosintesa ganggang yang tumbuh dalam kolam limbah. Di samping itu, sebagian besar senyawa organik telah terdegradasi secara alami selama 3 bulan.

Seri A memperlihatkan nilai COD yang sudah stabil pada hari pengolahan ke-12 (68,80 mg/L) dan sesuai dengan baku mutu (300 mg/L). Mikroorganisme EM mampu mende-gradasi senyawa-senyawa polutan da-lam limbah dengan cepat. Mikroorga-nisme dalam limbah terus menerus melakukan proses metabolisme se-panjang kebutuhan energinya terpe-nuhi dan akan menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat memberikan dampak terhadap turun naiknya nilai COD. Seri B menghasilkan nilai COD terendah pada hari pengolahan ke-12 (67,20 mg/L). Perbedaan konsentrasi EM tidak memberikan pengaruh yang nyata dalam menurunkan nilai COD. Walaupun demikian, nilai COD teren-dah pada kedua sampel yang diolah dengan EM terjadi pada hari ke 12.

Tingginya nilai COD pada seri C disebabkan masih banyaknya senyawa organik dan anorganik serta senyawa polutan lainnya dalam limbah, sehingga proses dekomposisi senyawa yang terdapat dalam limbah berjalan sangat lamban.

Kandungan TSS sampel *outlet* (85,50 mg/L) lebih rendah bila diban-dingkan dengan baku mutu (100 mg/L). Rendahnya TSS disebabkan partikel-partikel yang tersuspensi dalam limbah telah mengalami proses pengendapan selama penglohan tiga bulan oleh pihak pabrik.

Seri A dan B memberikan nilai TSS yang terendah pada pengolahan hari ke-12 dan nilai ini sesuai dengan baku mutu. Seri ini mampu mereduksi partikel tersuspensi yang terdapat dalam limbah. Perbedaan konsentrasi EM tidak menyebabkan perbedaan yang nyata dalam menurunkan kan-dungan TSS.

Sianida adalah suatu senyawa yang sangat beracun, larut dalam air dan mudah menguap pada suhu kamar. Kandungan sianida sampel *out let* (0,2683 mg/L) hampir mendekati baku mutu limbah cair tapioka (0,3 mg/L). Kolam pengolahan limbah pabrik tidak mengandung bakteri fotosintetik dan jamur *actinomycetes* yang dapat

menguraikan sianida dalam limbah cair.

Kandungan sianida pada pengolahan 0 hari (0,406 mg/L) seri A telah melewati nilai ambang batas dan nilai ini jauh di bawah seri C pada hari yang sama (0,829 mg/L). Hal ini menandakan bahwa mikroorganisme EM mulai mendegradasi sianida. Pada hari pengolahan ke-12 (0,042 mg/L) memberikan kandungan sianida yang terendah. Rendahnya kandungan sianida dalam limbah disebabkan banyaknya senyawa sianida yang didegradasi oleh bakteri fotosintetik EM dan sifat asam sianida yang mudah menguap karena pengaruh waktu.

Seri B mampu mereduksi sianida dalam limbah pada hari pengolahan ke-12 (0,058 mg/L) dan nilai ini memenuhi baku mutu limbah cair tapioka. Seri ini cukup efektif menurunkan sianida dalam limbah.

Kandungan sianida Seri C pada pengolahan 0 hari (0,829 mg/L) telah melewati baku mutu. Tingginya kandungan sianida dalam limbah berasal dari bahan baku ubi kayu yang banyak mengandung sianida, sehingga sianida ikut terlarut dalam proses pembuatan tapioka. Penurunan kandungan sianida pada seri C terjadi secara alamiah,

meskipun proses degradasi sianida berjalan lambat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Teknologi EM dapat diterapkan dalam skala laboratorium untuk mengolah limbah cair tapioka, sehingga limbah tersebut layak dibuang ke lingkungan dalam waktu yang lebih cepat (12 hari pengolahan) dibandingkan pengolahan limbah cair yang dilakukan oleh pihak pabrik (tiga bulan).

Perbedaan konsentrasi EM (0,5% dan 1%) tidak mempengaruhi secara nyata pada nilai BOD, COD dan TSS, sedangkan untuk menurunkan kandungan sianida dalam limbah cair lebih baik menggunakan konsentrasi EM 1%.

Aplikasi EM sebaiknya dicobakan pada proses pengolahan limbah cair tapioka dalam skala lapangan untuk menghambat biaya pengolahan dan mempersingkat waktu alir limbah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kepala Lab. Analitik dan Lab. Biokimia atas bantuan sarana dan Laboratorium Kimia Instrumentasi FMIPA UNRI atas bantuan dana dalam penyelesaian penelitian ini.

Terimakasih juga disampaikan kepada Aang Saputra mahasiswa FMIPA yang telah membantu pelaksanaan penelitian sebagai bagian tugas akhir skripsinya.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th Ed. American Public Health Association, Washington.
- APNAN. 1995. Pedoman penggunaan EM bagi Negara-negara APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network). Edisi Pertama. Buku Pintar P₄K seri 35 Departemen Pertanian, Jakarta.
- Hanifah, T.A., Saeni, M.S., Adjuwana, H., Bintoro, H.M.H. 1999. Evaluasi kandungan logam berat timbal dan kadmium dalam ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz) yang dipupuk sampah kota. *Buletin ilmiah Gaku-ryoku*. **Volume V No. 1**: 38-45.
- Higa, T. 1998. An earth saving revolution. 2nd Ed. Sunmark Publishing Inc., Tokyo.
- Higa, T. 2000. Using the EM wastewater treatment system to recycle water. First Edition. Sunmark Publishing Inc., Tokyo
- Jose, C., Abdullah, C., Anggraini, Y., dan Bahri, S. 2000. Peningkatan nutrisi limbah padat tapioka sebagai bahan dasar pakan ter-nak dengan penggunaan *effective microorganisms* (EM). Prosiding Semirata 2000 Bidang MIPA BKS-PTN Wilayah Barat FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru. pp 304-314
- Steel R. G. D and Torrie, J. H. 1995. Prinsip dan prosedur statistika: suatu pendekatan biometrik. Terjemahan Bambang Sumantri. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Zaitun. 1999. Efektivitas limbah industri tapioka sebagai pupuk cair. Tesis Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.