

Penelitian/Research

PENANGANAN LIMBAH CAIR TAPIOKA SECARA KIMIA

Chemical Handling of Tapioca Waste Water

Endah Djubaedah, Mochamad Noerdin N.K., Sri Harjanto

Balai Penelitian Khemurgi dan Aneka Industri,

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian (BBIHP)

Jl. Ir. H. Juanda No. 11, Bogor 16122

ABSTRACT - Chemical handling of tapioca waste water using coagulans (Alum and Poly Ammonium Chloride), flocculan (Polymer code 161), and aeration had been done. The characteristics observed were BOD, COD, suspended solid, and soluble solid. The treatment in laboratory scale decreased BOD value from 148.59 mg/l to 54.315 mg/l; COD value from 251.540 mg/l to 138.875 mg/l; suspended solid from 31.8 mg/l to 1.719 mg/l; and soluble solid from 2.87 mg/l to 0.01 mg/l. These results were in accord with the local standards for waste water.

PENDAHULUAN

Pada saat ini industri di Indonesia merupakan salah satu penghasil devisa sektor non migas. Keberlangsungan industri harus seimbang dengan kesadaran berlingkungan yang baik sehingga bermanfaat bagi kesejahteraan bangsa serta tercapai tujuan pembangunan seutuhnya, termasuk kualitas manusia Indonesia.

Dampak positif yang bisa dirasakan dengan berkembangnya industri yaitu bertambahnya penyerapan tenaga kerja, meningkatnya hasil pendapatan para pengrajin dan bertambahnya kualitas maupun kuantitas ekspor. Namun selain dampak positif, dampak negatif yang diakibatkan industri ini juga harus mendapat perhatian serius. Sebagaimana pabrik/industri pada umumnya, disamping menghasilkan produk utama, industri juga membuang sisa-sisa pemrosesan yang dikenal sebagai limbah. Agar pembangunan bidang industri tetap dapat berlangsung tanpa merugikan pihak lain, maka pengusaha harus mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang sehingga tidak mencemari lingkungan. Dalam kenyataannya banyak industri yang membuang air limbahnya ke sungai, tanpa mengalami penanganan terlebih dahulu sehingga tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Upaya pemerintah (Departemen Perindustrian) untuk mengatasi pencemaran ini adalah dengan mewajibkan industri untuk melaksanakan AMDAL sesuai

Surat Keputusan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No. 134/M/SK/4/1988 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Sebagai Akibat Kegiatan Industri Terhadap Lingkungan Hidup.

Salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang besar adalah industri tapioka yang merupakan industri padat karya, baik yang berskala besar maupun kecil. Limbah industri tapioka meliputi limbah padat, cair dan gas, dan ketiganya mempunyai bobot cemaran yang berbeda. Limbah padat berasal dari proses pengupasan ketela pohon serta ampas dari proses penyaringan. Komponen yang cukup besar ini kalau tidak ditangani dengan tepat akan menimbulkan bau busuk dan lebih jauh lagi menyebabkan pencemaran di lingkungan sekitarnya. Sedangkan limbah cair berasal dari pencucian ketela dan proses pengendapan/pemisahan pati. Limbah cair ini perlu ditangani terlebih dahulu, karena air merupakan media lingkungan yang sensitif bagi kehidupan manusia.

Industri tapioka pada umumnya termasuk industri berskala kecil sehingga dengan keterbatasan dana jarang melakukan pengolahan limbah cair yang jumlahnya cukup banyak yaitu setiap ton singkong membutuhkan lebih dari 8.000 liter air untuk pengolahannya (BOOT & WHOLCY, 1978). Untuk itu perlu dilakukan penelitian cara penanganan limbah industri tapioka dengan biaya

yang relatif murah tetapi memperoleh hasil yang sebaik-baiknya.

Penanganan limbah cair pada umumnya dapat digolongkan menjadi penanganan primer, sekunder, dan tersier. Penanganan secara primer atau fisis/mekanis adalah perlakuan penyaringan, pengayakan, dan pengendapan. Penanganan limbah cair cara sekunder atau kimiawi adalah penambahan bahan-bahan kimia flokulan/koagulan kedalam limbah cair sehingga partikel-partikel polutan akan mengendap. Penanganan secara tersier atau biologis adalah dengan memanfaatkan mikro-organisme untuk menghilangkan zat-zat organik tersuspensi halus yang tidak mau mengendap dan untuk merubah zat-zat organik kedalam bentuk yang lebih stabil.

Maksud penelitian ini adalah untuk menurunkan nilai BOD, COD, zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut dengan biaya relatif murah dengan hasil yang sebaik-baiknya. Sedangkan tujuannya adalah mengolah limbah cair yang dapat memenuhi syarat mutu limbah cair golongan II menurut Surat Keputusan Gubernur KDH Tk. I Jawa Barat No.660.31/SK/694-BKPM/82 sehingga dapat membantu industri kecil tapioka memecahkan limbah cairnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah limbah cair tapioka yang diperoleh dari para pengrajin tepung tapioka di Desa Tegal Gundil, Kecamatan Bogor Utara, Kodya Bogor. Pengambilan limbah tapioka dilakukan pada sore hari (selesai menggiling) dan proses penanganan limbah tapioka dilakukan pada pagi hari selanjutnya.

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah tawas, Poly Amonium Chlorida (PAC), polimer PN 161.

Metode Analisis

Terhadap bahan baku limbah cair tapioka dan hasil-hasil penelitian dengan penambahan bahan kimia dilakukan analisis BOD, COD, padatan terlarut dan padatan tersuspensi.

Metode Statistik

Penelitian dilakukan dengan metode percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial $2 \times 2 \times 2$ dan masing-masing perlakuan diulang dua kali. Parameter yang dianalisis adalah BOD, COD, padatan tersuspensi dan padatan terlarut.

Faktor dan tarafnya adalah :

Faktor A = Koagulan

a₁ = tawas

a₂ = PAC

Faktor B = Flokulan

b₁ = Tanpa flokulan

b₂ = Polimer PN 161

Faktor C = Aerasi

c₁ = Tanpa aerasi

c₂ = aerasi 18 jam

Untuk menguji perbedaan antar perlakuan digunakan uji jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5 persen.

Rumus metode Duncan :

$$LSR = SSR \times Sx$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Hasil yang diperoleh dari penelitian pendahuluan ini adalah :

1. FeSO₄ tidak dapat dipergunakan karena hasil penambahan koagulan FeSO₄ terhadap limbah cair tapioka menghasilkan warna hitam sehingga diduga secara estetika tidak disukai masyarakat.
2. Penambahan kapur untuk mencapai volume endapan (gumpalan-gumpalan) yang banyak dengan lama pengendapan yang relatif sama harus dilakukan sampai pH 10 - 11.
3. Waktu aerasi 18 - 24 jam merupakan waktu optimal.
4. Parameter yang dianalisis dari limbah cair tapioka dan baku mutu limbah berdasarkan SK Gubernur KDH Tk I Jawa Barat No. 660.31/SK/694-BKPM/1982. dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan BOD, COD, padatan terlarut dan padatan tersuspensi limbah cair tapioka sebelum mengalami proses

No	Kandungan	Satuan	Limbah Cair Tapioka	Baku Mutu Golongan II *)
1	BOD	mg/l	148,59	100,00
2	COD	mg/l	251,40	200,00
3	Padatan terlarut	mg/l	2,87	3.000,00
4	Padatan tersuspensi	mg/l	31,80	200,00

Keterangan : *)SK Gubernur KDH Tk I Jawa Barat No. 660.31/SK/694-BKPM/1982.

Penelitian Utama

Limbah cair tapioka yang sudah diproses secara kimia dianalisis BOD, COD, padatan terlarut dan padatan tersuspensi.

BOD

Nilai rata-rata BOD limbah cair tapioka setelah diolah dengan cara kimia dari semua perlakuan yang diteliti, berkisar dari 54,315 mg/l sampai 85,78 mg/l (terlampir), berarti penurunan BOD dibandingkan dengan nilai BOD limbah cair tapioka sebelum proses berkisar 42,44 - 63,45 %. Dari daftar sidik ragam (anova) diketahui bahwa interaksi antara perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap BOD limbah yang telah diolah, hanya perlakuan aerasi yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Hasil uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95 persen untuk pengaruh aerasi terhadap nilai rata-rata BOD yang dihasilkan adalah non aerasi sebesar 78,4613 mg/l dan perlakuan dengan aerasi sebesar 59,8725 mg/l sehingga diduga perlakuan aerasi dapat mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam limbah yang diolah sehingga mempengaruhi pula nilai BOD.

Pengaruh aerasi dengan penggunaan koagulan terhadap nilai rata-rata BOD menurut uji jarak berganda Duncan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. menunjukkan bahwa aerasi mempengaruhi nilai rata-rata BOD, terlihat dari nilai rata-rata BOD tertinggi berasal dari perlakuan penambahan tawas tanpa aerasi dan terendah berasal dari perlakuan PAC dengan aerasi. Nilai rata-rata BOD dengan penggunaan tawas ($Al_2(SO_4)_3$) lebih tinggi dari nilai rata-rata BOD dengan menggunakan PAC. Hal ini diduga karena amonium dari PAC dapat mempengaruhi proses nitrifikasi yang sering kali mengganggu pertumbuhan bakteri aerob (ALAERTS dan SANTIKA, 1984).

Tabel 2. Pengaruh faktor koagulan dengan aerasi terhadap BOD limbah cair tapioka.

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai BOD
1	Tawas non aerasi	83,6575 a
2	PAC non aerasi	73,8650 ab
3	Tawas dengan aerasi	61,9500 bc
4	PAC dengan aerasi	57,7950 c

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5 persen menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Pengaruh aerasi dengan penggunaan polimer terhadap nilai rata-rata BOD menurut uji jarak berganda Duncan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Pengaruh faktor flokulan dengan aerasi terhadap BOD limbah cair tapioka.

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai BOD
1	Polimer non aerasi	81,355 a
2	Tanpa polimer non aerasi	75,568 ab
3	Polimer dengan aerasi	61,138 bc
4	Tanpa polimer dengan aerasi	58,608 c

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5 persen menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Pada Tabel 3. terlihat bahwa aerasi mempengaruhi nilai rata-rata BOD, dapat dilihat dari nilai rata-rata BOD tertinggi berasal dari perlakuan penambahan polimer tanpa aerasi dan nilai rata-rata BOD terkecil berasal dari penggunaan tanpa polimer dengan aerasi. Dari data di atas diketahui bahwa penggunaan polimer PN 161 kurang efektif, diduga karena pembentukan flok-flok dapat mengurangi oksigen yang larut sehingga nilai rata-rata BOD meningkat.

Nilai rata-rata BOD limbah cair tapioka yang diolah secara kimia pada penelitian ini sudah memenuhi golongan II menurut SK Gubernur KDH Tk. I Jawa Barat No. 660.31/SK/694-BKPM/1982.

COD

Nilai rata-rata COD limbah cair tapioka setelah diolah dengan cara kimia dari semua perlakuan yang diteliti, berkisar dari 138,875 mg/l sampai 226,16 mg/l (terlampir), berarti penurunan COD dibandingkan dengan nilai COD limbah cair tapioka sebelum proses berkisar 10,04 - 44,76 %. Dari daftar sidik ragam (anova) diketahui bahwa interaksi antara perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap COD limbah yang telah diolah, hanya perlakuan aerasi yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Hasil uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95 persen untuk pengaruh aerasi terhadap nilai rata-rata COD yang dihasilkan adalah non aerasi sebesar 199,3837 mg/l dan perlakuan dengan aerasi sebesar 143,8175 mg/l, sehingga diduga perlakuan aerasi dapat mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam limbah yang diolah sehingga mempengaruhi pula nilai COD.

Pengaruh aerasi dengan penggunaan koagulan terhadap nilai rata-rata COD menurut uji jarak berganda Duncan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. menunjukkan bahwa aerasi mempengaruhi nilai rata-rata COD, terlihat dari nilai rata-rata COD tertinggi berasal dari perlakuan penambahan tawas tanpa aerasi dan terendah berasal dari perlakuan tawas dengan aerasi.

Tabel 4. Pengaruh faktor koagulan dengan aerasi terhadap COD limbah cair tapioka.

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai BOD
1	Tawas non aerasi	212,2725 a
2	PAC non aerasi	186,4950 ab
3	Tawas dengan aerasi	146,7725 b
4	PAC dengan aerasi	140,8625 b

Keterangan :Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5 persen menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Pengaruh aerasi dengan penggunaan polimer terhadap nilai rata-rata BOD menurut uji jarak berganda Duncan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh faktor flokulan dengan aerasi terhadap COD limbah cair tapioka.

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai BOD
1	Polimer non aerasi	206,3275 a
2	Tanpa polimer non aerasi	192,4400 ab
3	Polimer dengan aerasi	146,7750 b
4	Tanpa polimer dengan aerasi	140,8600 b

Keterangan :Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5 persen menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Pada Tabel 5 terlihat bahwa aerasi mempengaruhi nilai rata-rata COD, dapat dilihat dari nilai rata-rata COD tertinggi berasal dari perlakuan penambahan polimer tanpa aerasi dan nilai rata-rata COD terkecil berasal dari penggunaan tanpa polimer dengan aerasi, sehingga penggunaan polimer dianggap kurang efektif.

Nilai rata-rata COD limbah cair tapioka yang diolah secara kimia pada penelitian ini sudah memenuhi golongan II menurut SK Gubernur KDH Tk. I Jawa Barat No. 660.31/SK/694-BKPM/1982, kecuali perlakuan

a1b2c1 (penggunaan tawas dan polimer tanpa aerasi) masih sebesar 226,160 mg/l.

Padatan Terlarut

Nilai rata-rata padatan terlarut limbah cair tapioka setelah diolah dengan cara kimia dari semua perlakuan yang diteliti, berkisar dari 0,01 mg/l sampai 0,032 mg/l, berarti penurunan padatan terlarut dibandingkan dengan nilai padatan terlarut limbah cair tapioka sebelum proses berkisar 98,89 - 99,65 %. Dari daftar sidik ragam (anova) diketahui bahwa perlakuan yang diberikan dan interaksinya tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai rata-rata padatan terlarut limbah cair tapioka yang telah diolah secara kimia. Nilai rata-rata padatan terlarut dengan perlakuan aerasi mempunyai nilai yang lebih kecil daripada perlakuan tanpa aerasi, keadaan ini diduga karena aerasi menimbulkan gelembung udara yang dapat menggerakkan koloid sehingga pecah dan padatan terlarutnya menjadi rendah.

Nilai rata-rata padatan terlarut limbah cair tapioka yang diolah secara kimia pada penelitian ini sudah memenuhi golongan II menurut SK Gubernur KDH Tk. I Jawa Barat No. 660.31/SK/694- BKPM/1982.

Padatan Tersuspensi

Nilai rata-rata padatan tersuspensi limbah cair tapioka setelah diolah dengan cara kimia dari semua perlakuan yang diteliti, berkisar dari 1,719 mg/l sampai 4,428 mg/l (terlampir). berarti penurunan padatan tersuspensi dibandingkan dengan nilai padatan tersuspensi limbah cair tapioka sebelum proses berkisar 86,06 - 94,60 %. Dari daftar sidik ragam (anova) diketahui bahwa interaksi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata, hanya perlakuan aerasi yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai rata-rata padatan tersuspensi limbah cair tapioka yang telah diolah secara kimia. Hasil uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95 persen untuk pengaruh aerasi terhadap nilai rata-rata padatan tersuspensi tanpa aerasi sebesar 1,807 mg/l dan perlakuan aerasi sebesar 4,181 mg/l sehingga diduga padatan terlarut (koloid) pada perlakuan aerasi mengendap.

Pengaruh aerasi dengan penggunaan koagulan terhadap nilai rata-rata padatan tersuspensi menurut uji jarak berganda Duncan terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh faktor koagulan dengan aerasi terhadap padatan tersuspensi limbah cair tapioka

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai BOD
1	Tawas non aerasi	4,285 a
2	PAC non aerasi	4,077 a
3	Tawas dengan aerasi	1,831 b
4	PAC dengan aerasi	1,783 b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5 persen menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Tabel 6 menunjukkan bahwa aerasi mempengaruhi nilai rata-rata padatan tersuspensi, terlihat dari nilai rata-rata padatan tersuspensi tertinggi berasal dari perlakuan penambahan PAC dengan aerasi dan terendah berasal dari perlakuan penggunaan PAC tanpa aerasi. Hal ini diduga karena gerakan gelembung udara memecahkan gumpalan yang terbentuk dari reaksi koagulan dan limbah cair tapioka sehingga mengendap dan meningkatkan padatan tersuspensi.

Pengaruh aerasi dengan penggunaan polimer terhadap nilai rata-rata padatan tersuspensi menurut uji jarak berganda Duncan (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh faktor flokulan dengan aerasi terhadap padatan tersuspensi limbah cair tapioka.

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai BOD
1	Polimer non aerasi	4,347 a
2	Tanpa polimer non aerasi	4,015 a
3	Polimer dengan aerasi	1,857 b
4	Tanpa polimer dengan aerasi	1,757 b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5 persen menurut Uji Jarak Berganda Duncan

Tabel 7 terlihat bahwa aerasi mempengaruhi nilai padatan tersuspensi, dapat dilihat dari nilai rata-rata padatan tersuspensi tertinggi berasal dari perlakuan dengan menggunakan polimer dengan aerasi dan terendah berasal dari perlakuan dengan menggunakan polimer tanpa aerasi. Keadaan ini diduga karena getaran-getaran gelembung udara ini juga dapat memecahkan flok-flok yang terbentuk dari penggunaan polimer sehingga nilai padatan tersuspensi meningkat.

Nilai rata-rata padatan tersuspensi limbah cair tapioka yang diolah secara kimia pada penelitian ini sudah

memenuhi golongan II menurut SK Gubernur KDH Tk. I Jawa Barat No. 660.31/SK/694- BKPM/1982.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian penanganan limbah cair secara kimia dengan menggunakan koagulan tawas, PAC dan flokulan polimer PN 161 dengan aerasi atau tanpa aerasi dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Semua perlakuan pada penelitian ini sudah memenuhi Golongan II menurut SK Gubernur KDH Tk I Jawa Barat No. 660.31/SK/694-BKPM/1982, kecuali perlakuan penggunaan tawas dan polimer tanpa aerasi karena nilai COD-nya masih di atas 200 mg/l.
- Perlakuan aerasi sangat mempengaruhi nilai BOD, COD, padatan tersuspensi dan padatan terlarut limbah cair tapioka.
- Perlakuan kimia dan aerasi dalam skala laboratorium dapat menurunkan nilai BOD dari 148,59 mg/l menjadi 54,315 mg/l, COD dari 251,540 mg/l menjadi 138,875 mg/l, padatan terlarut dari 2,87 mg/l menjadi 0,01 mg/l, padatan tersuspensi dari 31,8 mg/l menjadi 1,719 mg/l.

Saran

Dari penelitian penanganan limbah cair tapioka dengan menggunakan bahan kimia (koagulan : tawas dan PAC, flokulan : polimer dengan aerasi atau tanpa aerasi) :

- Memakai metode biologi lain yang lebih sederhana dan murah harganya.
- Penelitian ini perlu dikaji secara tekno-ekonomis untuk kemudian dikembangkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- ALAERTS, G. dan SANTIKA SUMESTRI. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya, Usaha Nasional, 1984.
- DJAJADININGRAT, A.H, 1991. "Teknologi Pengendalian Pencemaran Limbah Industri Farmasi, Makanan Minuman, Kayu Lapis dan Buangan Kota". Jakarta, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, 1991.
- KRAMER, A. G. and JOHN, H. *Food Processing Waste Management*. Westport, AVI, 1974.
- SRI MURTINAH. "Dasar-dasar Teknologi Pengendalian Pencemaran Oleh Limbah Industri". Kursus Singkat Pengendalian Pencemaran Air di Surakarta, Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Sebelas Maret dengan Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang dan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1992.
- SUGIHARTO. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta, Universitas Indonesia, 1987.
- TOTOWARSA dan TJUTJU S.A. *Teknik Perancangan Percobaan*. Bandung, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, 1982.