

## Proses Klorinasi untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Nilai KOK pada Limbah Cair Tepung Tapioka

FAHMA RIYANTI, PUJI LUKITOWATI, AFRILIANZA

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**INTISARI:** Telah dilakukan pengolahan limbah cair tepung tapioka menggunakan proses klorinasi dengan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . Parameter yang dievaluasi adalah berat optimum  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , pH optimum, dan waktu kontak optimum antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan limbah cair tepung tapioka dalam menurunkan kandungan sianida dan nilai KOK limbah cair. Variasi berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 mg; variasi pH adalah 7, 8, 9, 10, 11; dan variasi waktu kontak yaitu 0; 0,5; 1; 1,5; 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum proses klorinasi, kandungan sianida adalah 51,77 mg/L dan nilai KOK limbah cair adalah 9953,01 mg/L; sedangkan setelah proses klorinasi pada kondisi optimum (berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  5 mg, pH 8, dan waktu kontak 1 jam), diperoleh kandungan sianida sebesar 30,08 mg/L dengan efektivitas penurunan 41,88% dan nilai KOK limbah cair adalah 1092,09 mg/L dengan efektivitas penurunan 89,02%.

September 2010

### 1 PENDAHULUAN

Saat ini pesatnya perkembangan industri di berbagai daerah di tanah air memberikan dampak bagi lingkungan, baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif dapat dirasakan dari terpenuhinya kebutuhan hidup sehari-hari, sedangkan dampak negatif berupa limbah buangan industri yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu industri yang erat hubungannya dengan masalah lingkungan adalah industri tepung tapioka. Industri ini sangat bermanfaat bagi masyarakat Sumatera Selatan karena makanan khas Sumatera Selatan banyak yang terbuat dari bahan tepung tapioka.

Limbah yang dihasilkan dari pembuatan tepung tapioka ada dua macam yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat masih dapat digunakan untuk keperluan lain misalnya makanan ternak dan asam cuka, tapi limbah cair dibuang begitu saja ke lingkungan. Limbah cair dari industri tepung tapioka mengandung senyawa-senyawa organik tersuspensi seperti protein, lemak, karbohidrat yang mudah membusuk dan menimbulkan bau tak sedap maupun senyawa anorganik yang berbahaya seperti CN, nitrit, ammonia, dan sebagainya<sup>[1]</sup>. Hal inilah yang sering menjadi keluhan terutama bagi masyarakat yang berada di sekitar industri tersebut karena dapat membahayakan kesehatan serta merusak keindahan.

Hasil penelitian Samsul<sup>[2]</sup> menunjukkan bahwa beberapa air sumur (di daerah Margoyoso Pati) yang digali berdekatan dengan industri tapioka terkontaminasi oleh senyawa sianida. Hal ini dapat terjadi karena air limbah yang dibuang secara langsung ke perairan mengalami infiltrasi dan perkolasi sehingga

dapat mencemari air tanah. Sifat racun sianida ini sangat hebat karena dapat merusak hepar dan mengganggu proses sintesis ATP menjadi ADP<sup>[1]</sup>. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penanganan limbah yang tidak hanya mengurangi bahan pencemar tetapi juga merubah bahan pencemar menjadi tidak toksik. Bahan yang digunakan untuk mengolah limbah diharapkan mudah diperoleh dan dari bahan yang murah sehingga industri kecilpun dapat terjangkau biayanya.

$\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang dikenal dengan nama kaporit merupakan senyawa yang banyak digunakan oleh PDAM dalam pengolahan air minum karena senyawa ini dapat membunuh bakteri atau mikroorganisme. Di pasaran, kaporit dijual dalam keadaan bebas, dengan harga yang murah.  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  mengandung klorin ( $\text{Cl}_2$ ) sebesar 60%. Menurut Djajadiningrat<sup>[3]</sup> dengan penambahan  $\text{Cl}_2$  dapat menurunkan kandungan sianida, BOD, dan COD (KOK). Reaksi yang terjadi dengan penambahan  $\text{Cl}_2$  ini dipengaruhi oleh pH. Menurut Eckenfelder<sup>[4]</sup> jumlah klorin yang diperlukan untuk mengoksidasi CN adalah 6,82 bagian  $\text{Cl}_2$  per bagian CN.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dalam penelitian ini akan dipelajari penggunaan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  untuk menurunkan kandungan sianida dan KOK dengan menentukan kondisi optimum pengolahan limbah, yaitu pH, berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , dan waktu kontak. Pemilihan parameter ini karena kandungan sianida cukup besar dalam limbah industri tapioka dan sifat toksiknya. Sifat klorin yang dapat membunuh bakteri atau mikroorganisme menyebabkan aktivitas bakteri yang menguraikan senyawa organik berkurang sehingga nilai KOK turun.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Persiapan Sampel

Sampel limbah cair tepung tapioka dibuat dari singkong sebanyak 10 kg. Sampel limbah cair ini berasal dari proses pemisahan pati dari air atau proses pengendapan. Sebelum perlakuan terhadap sampel limbah, dilakukan terlebih dahulu penentuan pH, kandungan sianida dan nilai KOK awal limbah cair.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### Penentuan KOK

- Pembuatan Larutan Standar Kalium Dikromat<sup>[5]</sup>. Sebanyak 12,283 gram  $K_2Cr_2O_7$  dilarutkan dalam akuades dalam labu takar 1 L, kemudian ditambahkan 170 mL  $H_2SO_4$  pekat dan 33,4 gram  $HgSO_4$ . Selanjutnya larutan diencerkan sampai batas.
- Pembuatan Larutan Standar KHF<sup>[6]</sup>. Kalium hidrogen ftalat dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada temperatur  $110^\circ C$ , kemudian didinginkan dalam desikator. Ditimbang sebanyak 0,75 gram KHF dan dilarutkan dalam labu takar 500 mL. Sebanyak 33,4 mL larutan induk diencerkan dalam labu takar 100 mL untuk mendapatkan larutan baku 500 mg/L. Secara bertahap larutan KHF tersebut diencerkan untuk mendapatkan larutan dengan konsentrasi 0, 50, 100, 250, dan 500 mg/L.
- Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum. Sebanyak 2 mL larutan  $K_2Cr_2O_7-HgSO_4$  dan 4 mL larutan  $Ag_2SO_4-H_2SO_4$  dimasukkan dalam tabung KOK, kemudian ditambahkan larutan standar KHF sebanyak 2 mL dengan konsentrasi 250 mg/L. Selanjutnya campuran dipanaskan dalam reaktor KOK pada temperatur  $150^\circ C$  selama 2 jam. Setelah dingin, diukur absorbansinya pada panjang gelombang 580-625 nm dengan menggunakan spektrometri UV-Vis. Panjang gelombang yang menunjukkan nilai absorbansi paling besar merupakan panjang gelombang serapan maksimum yang digunakan untuk penentuan nilai KOK.

#### Pembuatan Kurva Kalibrasi

- Penentuan Nilai KOK<sup>[6]</sup>. Sebanyak 2 mL sampel limbah cair tepung tapioka dimasukkan ke dalam tabung KOK yang berisi 2 mL larutan  $K_2Cr_2O_7-HgSO_4$ , dan 4 mL larutan  $Ag_2SO_4-H_2SO_4$ . Selanjutnya dipanaskan dalam oven pada temperatur  $150^\circ C$  selama 2 jam. Setelah dingin larutan diukur absorbansinya. Konsentrasi atau ni-

lai KOK diperoleh dengan memplotkannya pada kurva kalibrasi.

- Penentuan Kandungan Sianida<sup>[7]</sup>. Sebanyak 200 mL sampel limbah cair tepung tapioka dimasukkan ke dalam labu distilat, kemudian didistilasi sampai volume kurang lebih 100 mL. Distilat ditampung dalam erlemeyer yang telah berisi 7 mL NaOH 2,5%. Selanjutnya ke dalam distilat tersebut ditambahkan  $NH_4OH$  10% sebanyak 8 mL dan 5 mL KI 5%. Larutan dititrasi menggunakan  $AgNO_3$  0,02 N sampai terbentuk endapan putih.
- Penentuan pH. Sebelum digunakan pH meter dikalibrasi dengan larutan buffer pada pH 4, 7, dan 9. Sampel air limbah sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam beker gelas dan diukur pH-nya. Setiap pengukuran, elektroda harus dibilas dengan akuades. Pengukuran dilakukan dengan perulangan tiga kali.

#### Penentuan Kondisi Optimum

- Penentuan Berat Optimum  $Ca(OCl)_2$ . Sebanyak lima buah erlemeyer yang berisi 100 mL limbah cair tepung tapioka ditambahkan  $Ca(OCl)_2$  dengan berat tertentu (1, 2, 3, 4, dan 5 mg). Campuran diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 60 menit kemudian didiamkan sampai terjadi endapan. Larutan ditentukan kandungan sianida dan KOK setiap perlakuan. Kandungan sianida dan nilai KOK terkecil menunjukkan kondisi optimum.
- Penentuan pH Optimum. Sebanyak lima buah erlemeyer yang berisi 100 mL limbah cair tepung tapioka ditambahkan  $Ca(OCl)_2$  dengan berat tertentu (berat optimum) kemudian pH diatur dengan penambahan NaOH menggunakan metoda Jar Test sehingga diperoleh larutan dengan pH tertentu (7, 8, 9, 10, dan 11). Campuran diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 60 menit kemudian didiamkan sampai terjadi endapan. Larutan kemudian ditentukan kandungan sianida dan nilai KOK setiap perlakuan. Kandungan sianida dan nilai KOK terkecil menunjukkan kondisi optimum.
- Penentuan Waktu Kontak Optimum. Sebanyak lima buah erlemeyer yang berisi 100 mL limbah ditambahkan  $Ca(OCl)_2$  dengan berat tertentu (berat optimum). pH larutan diatur dengan penambahan NaOH menggunakan metode Jar Test sehingga diperoleh pH tertentu (pH optimum). Masing-masing campuran diaduk selama

waktu tertentu (0; 0,5; 1; 1,5; dan 2 jam) kemudian didiamkan sampai terbentuk endapan. Larutan kemudian ditentukan kandungan sianida dan nilai KOK setiap perlakuan. Kandungan sianida dan nilai KOK terkecil menunjukkan kondisi optimum.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Berat Optimum $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

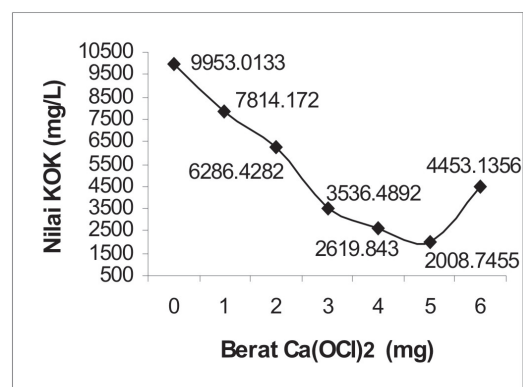
Nilai KOK limbah cair industri tepung tapioka tanpa penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  (nilai KOK awal) adalah 9953,01 mg/L. Nilai KOK yang tinggi mengindikasikan bahwa limbah cair tersebut berpotensi besar dalam pencemaran lingkungan perairan. Nilai KOK ini telah melebihi kadar maksimum KOK yang telah ditetapkan pemerintah berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-03/Men KLH/II/1991<sup>[8]</sup>, yaitu sebesar 400 mg/L. Tingginya nilai KOK dari limbah cair tepung tapioka disebabkan oleh komponen-komponen karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, dan abu (terutama senyawa organik).

$\text{Ca}(\text{OCl})_2$  atau kaporit merupakan senyawa yang sering digunakan untuk pengolahan air. Pengolahan air dengan kaporit ini cukup efektif karena kaporit memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri atau mikroorganisme yang terdapat dalam air. Hal yang sama juga terjadi pada limbah cair tepung tapioka. Bau tidak sedap yang ditimbulkan oleh limbah cair tepung tapioka dihasilkan pada proses penguraian senyawa mengandung nitrogen, fosfor dari bahan berprotein oleh bakteri atau mikroorganisme. Penambahan kaporit akan menyebabkan terhambatnya aktivitas bakteri atau mikroorganisme tersebut. Klorin yang terdapat pada  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  akan menghambat aktivitas bakteri atau mikroorganisme dengan cara merusak struktur sel bakteri atau mikroorganisme tersebut<sup>[9]</sup>.

Pemberian variasi berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  terhadap limbah cair tepung tapioka memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai KOK (Gambar 1). Setiap 100 mL limbah cair tepung tapioka ditambahkan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan berat tertentu. Dilakukan pengadukan campuran kemudian didiamkan sampai terjadi endapan.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa penurunan nilai KOK mulai terjadi dari penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan berat 1 mg - 5 mg. Semakin banyak  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang ditambahkan ke dalam limbah cair maka akan semakin banyak pula bakteri atau mikroorganisme yang aktivitasnya terhambat. Terhambatnya aktivitas bakteri atau mikroorganisme ini menyebabkan proses dekomposisi senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah juga berkurang.

Nilai KOK terkecil diperoleh pada penambahan



GAMBAR 1: Grafik Nilai KOK Limbah Cair Tepung Tapioka Setelah Penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  Dengan Berat Tertentu

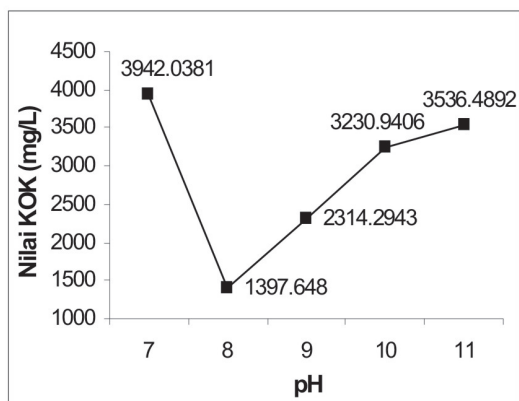
$\text{Ca}(\text{OCl})_2$  sebanyak 5 mg dengan nilai KOK 2008,74 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 79,81%. Kondisi optimum ini tercapai karena adanya kesetimbangan antara jumlah  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang ditambahkan dengan banyaknya bakteri atau mikroorganisme yang terhambat aktivitasnya dalam limbah cair, sehingga proses berlangsung maksimal dan nilai KOK akan turun optimal. Akan tetapi, pada penambahan berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  di atas 5 mg, terjadi kenaikan nilai KOK limbah cair tepung tapioka. Hal ini terjadi karena penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dalam limbah cair juga akan membentuk mikroflora antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan senyawa organik sehingga klorin kurang berfungsi untuk mengurangi aktivitas bakteri. Namun, penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang berlebih justru akan membuat mikroflora yang telah terbentuk lepas kembali.

#### 3.2 pH Optimum $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

Setelah diperoleh berat optimum  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , dilakukan lagi variasi terhadap pH sebagai penentu cepat lambatnya reaksi yang terjadi ketika ditambahkan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ .

Pada gambar 2 terlihat bahwa penurunan nilai KOK mulai terjadi pada pH 7 sampai dengan pH 8. Seharusnya pada pH normal (pH=7), nilai KOK limbah cair tepung tapioka akan tinggi. Akan tetapi, pada pH ini aktivitas bakteri terhambat. Perlakuan awal terhadap limbah cair tepung tapioka dengan menambahkan asam sulfat pekat merupakan penyebabnya. Penambahan asam sulfat dilakukan dengan tujuan agar limbah tidak mengalami kerusakan. Penyimpanan di lemari es juga memberikan pengaruh. Pada rentang pH inilah (6,8 - 8,2) kemampuan klorin yang terdapat pada kaporit untuk menghambat aktivitas bakteri atau mikroorganisme dapat berjalan dengan baik.

Nilai KOK terkecil diperoleh pada pH 8 dengan nilai

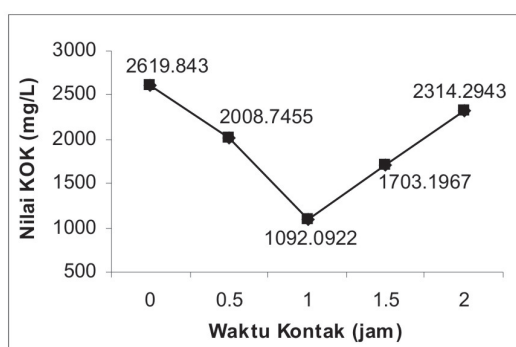


GAMBAR 2: Grafik nilai KOK limbah cair tepung tapioka dengan variasi pH

KOK 1397,64 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 85,95%. Kondisi optimum ini tercapai karena kerja kaporit pada pH ini maksimal sehingga nilai KOK turun optimal. Namun, setelah melewati pH optimum yaitu mulai dari pH 9 - 11, nilai KOK kembali naik. Hal ini karena kerja klorin pada rentang pH ini sudah tidak efektif lagi akibat suasana campuran yang terlalu bersifat basa.

### 3.3 Waktu Kontak Optimum $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

Proses selanjutnya yaitu menentukan waktu kontak optimum antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan limbah cair tepung tapioka. Klorin yang terdapat dalam  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  membutuhkan waktu untuk bereaksi dengan bakteri atau mikroorganisme. Variasi waktu kontak  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  terhadap limbah cair tepung tapioka memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai KOK (Gambar 3).



GAMBAR 3: Grafik nilai KOK limbah cair tepung tapioka dengan variasi waktu kontak

Pada gambar 3 terlihat bahwa penurunan nilai KOK mulai terjadi dari waktu kontak 0 jam sampai dengan waktu kontak 1 jam. Waktu kontak yang semakin lama mengakibatkan semakin banyak interaksi yang terjadi antara klorin yang berasal dari  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

dengan bakteri atau mikroorganisme yang terdapat dalam limbah cair. Adanya pengaruh panas yang ditimbulkan oleh tabrakan antar partikel di dalam limbah cair tepung tapioka akibat gerakan shaker menyebabkan suhu menjadi meningkat. Peningkatan suhu limbah cair juga dapat mempercepat waktu yang dibutuhkan klorin untuk bereaksi dengan bakteri atau mikroorganisme.

Nilai KOK terkecil diperoleh pada waktu kontak 1 jam dengan nilai KOK 1092,09 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 89,02%. Pada waktu kontak optimum ini, waktu yang dibutuhkan kaporit untuk bereaksi dengan bakteri atau mikroorganisme telah maksimal. Setelah melewati kondisi optimum, nilai KOK kembali naik. Waktu kontak yang semakin lama juga dapat mengakibatkan mikroflora yang terbentuk antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan senyawa organik putus akibat tabrakan antar partikel.

### 3.4 Berat Optimum $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

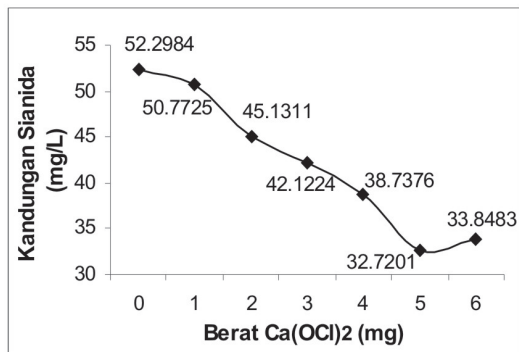
Limbah cair tepung tapioka selain ditentukan nilai KOK-nya, juga ditentukan kandungan sianida. Limbah cair tepung tapioka selain mengandung senyawa organik juga mengandung senyawa anorganik yang berbahaya seperti sianida. Sianida ini berasal dari bahan baku pembuatan tepung tapioka, yaitu singkong. Sianida merupakan suatu senyawa yang sangat beracun, larut dalam air, dan mudah menguap pada suhu kamar.

Kandungan sianida limbah cair industri tepung tapioka tanpa penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  (kandungan sianida awal) adalah 51,77 mg/L. Kandungan sianida yang tinggi ini berpotensi besar dalam pencemaran lingkungan perairan. Kandungan sianida ini juga telah melewati baku mutu atau ambang batas yang telah ditetapkan oleh Pemerintah yaitu 0,5 mg/L sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-03/Men KLH/II/1991<sup>[8]</sup>. Tingginya kandungan sianida dalam limbah dapat berasal dari bahan ubi kayu yang banyak mengandung sianida, sehingga sianida ikut terlarut dalam pembuatan tepung tapioka.

Pemberian variasi berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  terhadap limbah cair tepung tapioka memberikan pengaruh terhadap perubahan kandungan sianida (Gambar 4). Setiap 100 mL limbah cair tepung tapioka ditambahkan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan berat tertentu. Dilakukan pengadukan campuran kemudian didiamkan sampai terjadi endapan, diperoleh kandungan sianida seperti gambar berikut.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa terjadi penurunan kandungan sianida sama seperti penurunan nilai KOK, dimulai dari berat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  sebanyak 1 mg sampai dengan 5 mg. Kandungan sianida berkurang karena sianida telah bereaksi dengan kaporit mem-

bentuk CNCl. Semakin banyak  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang ditambahkan semakin banyak pula sianida yang bereaksi dan membentuk CNCl. Akibatnya kandungan sianida bebas yang terdapat dalam limbah cair tepung tapioka berkurang.



GAMBAR 4: Grafik kandungan sianida limbah cair tepung tapioka setelah penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan berat tertentu

Kandungan sianida terkecil diperoleh pada penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  sebanyak 5 mg dengan kandungan sianida 32,72 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 36,80%. Kondisi optimum ini dapat tercapai karena adanya kesetimbangan antara jumlah  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang ditambahkan dengan sianida yang terdapat dalam limbah. Pada berat ini, sianida telah banyak berkurang karena telah bereaksi dengan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . Setelah melewati kondisi optimum, terjadi peningkatan kandungan sianida walaupun peningkatan ini relatif kecil. Penambahan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  yang lebih besar akan membuat larutan semakin keruh, sehingga menghalangi kontak antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan sianida.

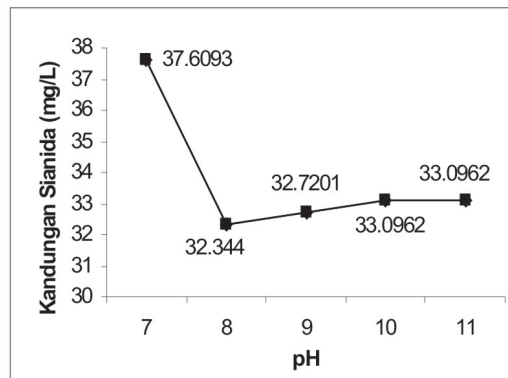
### 3.5 pH Optimum $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

Penentuan selanjutnya adalah variasi terhadap pH saat bereaksi dengan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  untuk menurunkan kandungan sianida. Proses klorinasi dipengaruhi oleh pH. Jika reaksi dilakukan pada pH asam maka reaksi akan berjalan lambat tetapi pada pH basa reaksi akan berjalan secara cepat.

pH memberikan pengaruh terhadap perubahan kandungan sianida limbah cair tepung tapioka (Gambar 5). Sebanyak 100 mL limbah cair tepung tapioka dengan penambahan 5 mg  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  pada pH tertentu, diperoleh kandungan sianida seperti Gambar 5.

Pada Gambar 5. terlihat bahwa penurunan kandungan sianida terjadi mulai dari pH 7 sampai dengan pH 8. Semakin basa larutan maka reaksi antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan sianida akan semakin cepat.

Kandungan sianida terkecil diperoleh pada pH 8 dengan kandungan sianida 32,34 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 37,53% Kondisi optimum ini

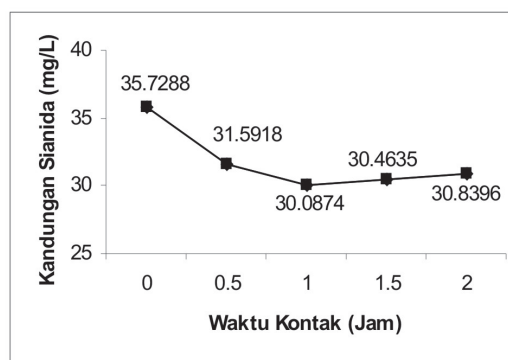


GAMBAR 5: Grafik kandungan sianida limbah cair tepung tapioka dengan variasi pH

dapat tercapai karena reaksi yang berlangsung pada pH ini telah maksimal. pH yang tepat memungkinkan bagi  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  untuk bereaksi secara sempurna dengan sianida yang terdapat dalam limbah cair tepung tapioka. Setelah melewati kondisi optimum, ada sedikit perubahan kandungan sianida walaupun perubahan relatif kecil. Perubahan kandungan sianida ini dapat terjadi karena ikatan antara kaporit dengan sianida pada pH yang bersifat basa akan semakin lemah.

### 3.6 Waktu Kontak Optimum $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

Setelah ditentukan dosis  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dan pH optimum, juga ditentukan waktu kontak optimum antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan limbah cair tepung tapioka. Proses yang sama sebelumnya dilakukan kembali dengan memvariasikan waktu kontak. Diperoleh kandungan sianida seperti Gambar 6.



GAMBAR 6: Grafik kandungan sianida limbah cair tepung tapioka dengan variasi waktu kontak

Pada Gambar 6 terlihat bahwa penurunan kandungan sianida dengan variasi waktu kontak terjadi mulai dari waktu kontak 0 jam sampai dengan 1 jam. Semakin lamanya waktu kontak maka interaksi se-

makin baik sehingga reaksi lebih sempurna. Dengan demikian semakin banyak pula penurunan kandungan sianida limbah cair.

Kandungan sianida terkecil diperoleh pada waktu kontak 1 jam dengan kandungan sianida 30,08 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 41,88%. Kondisi optimum ini dapat tercapai karena pada waktu kontak ini banyak senyawa sianida yang bereaksi dengan kaporit. Setelah melewati kondisi optimum, terjadi perubahan kandungan sianida.

### 3.7 Aplikasi Kondisi Optimum

Nilai KOK awal limbah cair tepung tapioka yaitu 9953,01 mg/L. Angka yang tinggi ini tentu saja berbahaya dan perlu diturunkan, salah satu caranya dengan proses klorinasi menggunakan kaporit atau  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  pada kondisi optimum. Setelah limbah cair tepung tapioka direaksikan dengan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , nilai KOK turun akibat terhambatnya aktivitas bakteri atau mikroorganisme yang dapat menguraikan senyawa organik menjadi 1092,09 mg/L dengan efektivitas penurunan sebesar 89,02%. Nilai KOK ini hampir mendekati ambang batas yang telah ditetapkan.

Kandungan sianida awal limbah cair tepung tapioka yaitu 51,77 mg/L. Angka yang tinggi ini tentu saja juga berbahaya dan perlu diturunkan. Setelah limbah cair tepung tapioka direaksikan dengan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  pada kondisi optimum, kandungan sianida turun menjadi 30,08 mg/L dengan efektivitas penurunan sebesar 41,88%. Berdasarkan efektivitas yang diperoleh dari nilai KOK dan kandungan sianida, maka penggunaan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  sebagai proses klorinasi efektif dalam menurunkan nilai KOK limbah cair tepung tapioka.

## 4 SIMPULAN

1. Kandungan sianida awal limbah cair tepung tapioka (tanpa penambahan kaporit) adalah sebesar 51,7754 mg/L, sedangkan nilai KOK awal sebesar 9953,0133 mg/L.
2. Berat optimum  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dalam menurunkan kandungan sianida dan nilai KOK diperoleh pada 5 mg, pH optimum  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  diperoleh pada pH 8 dan waktu kontak optimum antara  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dengan limbah cair tapioka dalam menurunkan kandungan sianida dan nilai KOK diperoleh pada waktu kontak 1 jam.
3. Kandungan sianida limbah cair tepung tapioka pada kondisi optimum adalah 30,0874 mg/L dengan efektivitas penurunan sebesar 41,8886%, sedangkan nilai KOK limbah cair tepung tapioka pada kondisi optimum adalah 1092,0922 mg/L dengan efektivitas penurunan sebesar 89,0275%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zuhri, S., 1995, *Pengolahan Limbah Cair Tapioka Secara Bio-Chemico-Fisis*, PAM SKL DepKes RI, Yogyakarta
- [2] Samsul, N.H., 1997, *Pengaruh Jarak Sumur Gali Dari Sungai Bangau Terhadap Kadar Sianida Air Sumur Gali Penduduk Desa Cibolek Kidul Kecamatan Margoyoso, Kab. Pati*, FKM UNDIP Semarang
- [3] Djajadiningrat, A.H., 1992, *Pengendalian Pencemaran Limbah Industri*, Jurusan Teknik Lingkungan ITB, Bandung
- [4] Eckenfelder, W.W., 1986, *Industrial Water Pollution*, McGraw Hill, New York
- [5] SNI 06-2504, 1991, *Baku Mutu Limbah Industri Tapioka*, Jakarta
- [6] Eaton, A.D., S.C. Lenore, & E.G. Arnold, 1995, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th Edition, American Public Health Association (APHA), Washington DC., 2.1-2.9; 2.53-2.59
- [7] Sudarmaji, 1997, *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta
- [8] Kep.03/Men KLH/II/1991, *Baku Mutu Limbah Cair Industri Tapioka*
- [9] WHO, 2004, *Guidelines for drinking water quality*, 3rd ed., WHO, Geneva