

## PENURUNAN KADAR SIANIDA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA DENGAN LARUTAN KAPUR TOHOR ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) DI DESA NGENPLAK KIDUL, MARGOYOSO, PATI

Sharadifa Putika Apsari \*, Onny Setiani \*\*, Hanan Lanang Dangiran \*\*

\*) Mahasiswa Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro

\*\*\*) Dosen Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro

Jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Kota Semarang 50239, Indonesia

\*) Email: [difaputika@gmail.com](mailto:difaputika@gmail.com)

### ABSTRACT

*Based on the preliminary studies, cyanide level of tapioca industry waste water in UD SM was 44,40 mg/l. This level exceeds standart quality of cyanide in tapioca industry waste water is 0,3 mg/l. Therefore, it was necessary to waste water treatment, one of them with coagulation-flocculation system using quicklime solution ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). The purpose of this study was to determined the effect of the addition of quicklime soluiton ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) on various doses to reduced cyanide level in tapioca industry waste water. The type of research was quasi experimental research with pretest-posttest with control group design. The sample in this research was part of waste water from UD SM that taken directly through the waste water tank outlet pipe. Total sample for 4 treatment (2,5%; 5%; 7,5%; and 10%) with 6 replication was 36 samples. Data analysis used One Way Anova test showed that there was difference in cyanide (CN) levels of tapioca industry waste water in various groups variations in the concentration of quicklime solution ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) with p-value = 0,000 ( $p \leq 0,05$ ). The result of Post Hoc test, showed that groups between variations in dose that has a significant difference with cyanide level reduction is 7,5% dose which has a significant difference to all groups of dose treatment. The average cyanide level after treatment has decreased gradually as more doses of tohor lime solution ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). The largest decrease occurred at a dose concentration of 7,5%, which decreased cyanide level to 16,32 mg/l with a percentage decrease was 66,88%. These results still exceed standard, so further research is needed to reduce cyanide level of tapioca waste water to below the quality standard.*

**Keywords** : tapioca industry waste water, cyanide, ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

### PENDAHULUAN

Industri tapioka merupakan salah satu komoditi yang akan terus berkembang. Desa Ngenplak Kidul, Margoyoso, Pati merupakan sentra industri tapioka yang digolongkan

dalam kelompok industri kecil (*home industry*).<sup>(1)</sup> Industri tapioka terbesar di Desa Ngenplak Kidul salah satunya adalah UD SM. UD SM memiliki kapasitas produksi 10-100 ton ketela per hari. Kegiatan produksi di UD SM berlangsung setiap hari dengan bahan

baku utama singkong KSP 4 atau yang sering dikenal dengan nama singkong daplang.

Selain memberikan keuntungan dari sektor ekonomi, industri tapioka juga memberikan kerugian yaitu dari limbah yang dihasilkan. Proses pengolahan tapioka menghasilkan produk utama tepung dan menghasilkan limbah berupa limbah padat dan cair.<sup>(2)</sup> Limbah yang dibuang ke badan perairan dapat mencemari sumber baku air minum yang berada di kawasan industri.<sup>(3)</sup> Limbah cair yang dihasilkan industri tapioka berjumlah besar selain itu juga mengandung bahan organik yang tinggi. Bahan organik berupa karbohidrat, gula, protein fraksi rendah, persenyawaan asam dan garam seperti asam sianida (HCN).<sup>(4)</sup>

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan didapat hasil bahwa mayoritas industri tapioka di Desa Ngemplak Kidul, Margoyoso, Pati belum melakukan pengolahan limbah cair dan limbah cair langsung dibuang ke badan air. Limbah cair tapioka yang dihasilkan oleh UD SM adalah 14,4 m<sup>3</sup> per hari. Hasil pengukuran kadar sianida limbah tapioka di outlet limbah cair industri tapioka UD SM di Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri didapatkan hasil sebesar 44,40 mg/L. Nilai tersebut masih sangat jauh melebihi ambang batas baku mutu limbah yang tercantum dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 dengan kadar maksimal sianida 0,3 mg/L.<sup>(5)</sup> Sedangkan menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 kadar maksimum kandungan sianida yang diperkenankan dalam air baku air minum adalah 0,1 mg/L.<sup>(6)</sup>

Hasil penelitian Santi Ariyanti (2010) menunjukkan bahwa air sumur gali disekitar industri tapioka di Desa Ngemplak Kidul terkontaminasi oleh senyawa sianida. Hal ini dikarenakan oleh air limbah tapioka yang dibuang secara langsung ke perairan mengalami proses infiltrasi dan perkolasi sehingga air tanah menjadi tercemar.<sup>(7)</sup> Kandungan sianida dalam air tidak hilang meskipun air sudah dimasak. Sianida yang masuk kedalam tubuh manusia akan menyebabkan keracunan dikarenakan sianida diabsorpsi oleh lambung dan akan menghambat terbentuknya enzim pernafasan yaitu *cytochrome oxidase* dan menyebabkan *anoxia* (gangguan metabolisme oksigen) pada sel-sel tubuh. Paparan HCN pada waktu yang lama dalam konsentrasi tinggi dapat menstimulasi sistem saraf pusat yang kemudian diikuti oleh depresi, kejang, lumpuh dan kematian. HCN dapat terserap cepat ke dalam tubuh dan terbawa hingga ke dalam plasma.<sup>(8)</sup>

Air limbah dengan kadar sianida yang berada diatas nilai baku mutu, perlu dilakukan pengolahan agar tidak mencemari lingkungan dan aman bagi kesehatan masyarakat. Bahan yang digunakan untuk pengolahan limbah diharapkan merupakan bahan yang mudah diperoleh dan bahan yang murah sehingga industri kecil juga dapat menjangkau biayanya.<sup>(7)</sup> Salah satu cara untuk menurunkan kadar sianida adalah dengan metode koagulasi dan flokulasi dengan penambahan koagulan larutan kapur. Kapur bereaksi hebat dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Karena kekuatan sifat biasanya tersebut, kapur banyak digunakan sebagai

flokulan pada air, pengolahan limbah, serta pengolahan tanah asam.<sup>(9)</sup> Larutan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dapat menetralkan limbah yang bersifat asam dan dapat mereduksi kandungan sianida. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Dhono Apriansyah dkk. (2014) yang menyatakan bahwa 2,5% air kapur dapat menurunkan kadar sianida hingga 86%.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan kemampuan larutan kapur tohor ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) sebagai koagulan dalam proses pengolahan air limbah industri tapioka dengan parameter uji sianida

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian *quasi eksperimen*, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat dengan cara melibatkan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimen ulang (*pretest and posttest with control group design*).

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh limbah cair tapioka yang dihasilkan oleh UD SM di Desa Ngemplak Kidul, Kecamatan Margoyoso, Kabupaten Pati. Sedangkan sampel pada penelitian ini adalah limbah cair di penampungan akhir air limbah Industri tepung tapioka sebelum dialirkan ke badan air melalui pipa di UD SM Desa

Ngemplak Kidul. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara sampel sesaat (*grap sampling*). Berdasarkan rumus pengulangan sampel, sampel diberikan perlakuan 4 dosis, 1 kontrol dan 1 *pretest* dengan 6 kali pengulangan sehingga jumlah keseluruhan sampel adalah 36 sampel untuk masing-masing perlakuan dengan volume 1,5 liter air sampel. Variasi konsentrasi dosis yang digunakan adalah 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10%.

Pengambilan sampel setiap pengulangan dilakukan di hari yang berbeda dengan menggunakan jerigen plastik kemudian sampel dibawa ke Laboratorium Kesehatan Lingkungan FKM Undip untuk dilakukan perlakuan. Sampel juga dilakukan pengukuran pH dan suhu dengan indikator pH dan suhu dengan thermometer. Pengukuran kadar sianida sampel dilakukan di Laboratorium Balai Besar Teknologi Pengendalian Pencemaran Industri Semarang dengan metode spektrofotometri.

Uji statistik yang digunakan untuk analisis data yaitu uji *One Way Anova* dan *Post Hoc Tukey*. Uji *One Way Anova* digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan penurunan kadar sianida dengan menggunakan perlakuan variasi konsentrasi dosis larutan kapur tohor. Sedangkan uji *Post Hoc Tukey* untuk mengetahui perbedaan yang signifikan pada penurunan kadar sianida antar variasi konsentrasi dosis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

- Kadar Sianida Limbah Cair Tapioka Sebelum Pengolahan

Limbah cair industri tapioka bersumber dari rangkaian kegiatan pengolahan tapioka yaitu proses pencucian singkong,

pencucian alat, dan pemisahan larutan pati.

Hasil studi awal kadar sianida limbah tapioka di outlet limbah cair industri tapioka UD SM yang dilakukan di Laboratorium di Balai Besar Teknologi Pengendalian Pencemaran Industri Semarang menunjukkan bahwa kadar sianida sebesar 44,40 mg/l. Nilai tersebut masih jauh melebihi ambang batas baku mutu limbah yang tercantum dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 dengan kadar maksimal sianida 0,3 mg/l.

Kondisi awal air limbah industri tapioka ini berwarna kuning, sedikit berbuih dengan

suhu 28,17 °C dan pH 6. Penambahan larutan kapur tohor dapat mengendapkan bahan-bahan tersuspensi di dalam air limbah tapioka. Setelah diberi penambahan larutan kapur tohor warna air limbah mengalami perubahan. Air limbah yang semula berwarna kuning keruh berubah menjadi lebih jernih setelah penambahan larutan kapur tohor.

b. Penurunan Kadar Sianida Limbah Cair Tapioka

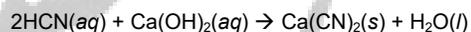
Hasil pemeriksaan kadar sianida sesudah perlakuan sebagai berikut:

Tabel 1. Kadar CN dengan berbagai variasi konsentrasi dosis  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

| Pengu-<br>langan | Pretest<br>(mg/l) | Kontrol<br>(mg/l) | Posttest (mg/l) |       |       |       |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|
|                  |                   |                   | 2,5%            | 5%    | 7,5%  | 10%   |
| 1                | 52,60             | 39,40             | 36,20           | 29,50 | 17,80 | 28,10 |
| 2                | 55,90             | 43,50             | 37,70           | 30,20 | 18,80 | 28,60 |
| 3                | 46,80             | 34,90             | 29,30           | 22,10 | 10,40 | 19,20 |
| 4                | 49,30             | 39,10             | 32,60           | 25,10 | 12,70 | 23,60 |
| 5                | 44,60             | 34,70             | 33,10           | 26,30 | 18,90 | 24,00 |
| 6                | 47,20             | 36,90             | 31,40           | 24,90 | 19,30 | 24,10 |
| Rata-<br>rata    | 49,40             | 38,08             | 33,38           | 26,35 | 16,32 | 24,60 |

Kondisi pH yang rendah atau asam, sianida bebas mudah terurai menjadi asam sianida (HCN). Salah satu alternatif pengolahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar sianida adalah dengan proses netralisasi dengan menambahkan zat yang bersifat basa. Larutan kapur tohor  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bersifat basa dapat dimanfaatkan untuk menetralkan asam sianida yang akhirnya akan membentuk kalsium sianida ( $\text{Ca}(\text{CN})_2$ ). Berikut reaksi dari

senyawa HCN bila direaksikan dengan  $(\text{Ca}(\text{OH})_2)^{(10)}$



Penurunan HCN terjadi karena reaksi antara hidrogen sianida (HCN) dan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dilarutkan dalam air akan terurai menjadi  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $(\text{OH})^-$ . Ion-ion tersebut bersifat seperti magnet. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  menarik ion-ion yang bermuatan negatif dan ion  $(\text{OH})^-$  menarik ion-ion yang bermuatan positif. Sedangkan hidrogen sianida (HCN) akan terurai menjadi ion-

ion  $H^+$  dan  $CN^-$ .  $H^+$  mengikat ion  $OH^-$  membentuk  $H_2O$ . Ion  $Ca^{2+}$  mengikat  $CN^-$  membentuk garam yang sangat kompleks yaitu endapan putih kalsium sianida ( $Ca(CN)_2$ ).<sup>(51)</sup> Ion sianida merupakan ion yang sangat reaktif, bila berikatan dengan logam akan membentuk garam kompleks yang stabil. Garam sianida dan larutan sianida memiliki toksisitas yang lebih rendah dibanding hidrogen sianida. Hal ini disebabkan karena garam sianida dan larutan sianida dapat masuk ke dalam tubuh hanya melalui ingesti. Kompleks sianida yang stabil jika tidak melepaskan sianida bebas tidak akan bersifat toksik.<sup>(11)</sup>

Proses koagulasi-flokulasi merupakan proses yang sangat berpengaruh dalam menurunkan kadar sianida pada limbah cair tapioka. Partikel koloid yang terdapat pada limbah tapioka bermuatan negatif, partikel koloid

yang dimaksud disini adalah  $CN^-$ . Kemudian dalam proses pengadukan akan berikatan dengan koloid bermuatan positif yang berasal dari larutan kapur tohor  $Ca^{2+}$ . Koloid tersebut terbentuk dari gaya tarik menarik antar partikel yang disebut dengan gaya *Van der Walls* yang cenderung membentuk agregat yang lebih besar. Hal ini menjadikan partikel yang ada di dalam limbah cair tapioka menjadi netral atau stabil. Setelah itu terjadi proses flokulasi yang merupakan proses penyisihan kekeruhan air dengan cara penggumpalan partikel-partikel kecil menjadi partikel-partikel yang lebih besar. Pada proses ini akan terjadi penggumpalan flok kecil menjadi flok besar pada limbah cair tapioka yang sudah terbentuk sebelumnya saat proses koagulasi kemudian flok yang telah menggumpal tadi akan mengendap dikarenakan adanya gaya gravitasi.

Tabel 2. Rata-rata Penurunan Kadar Sianida

| Konsentrasi Dosis (%) | Rata-rata kadar CN (mg/l) |                 | Penurunan CN (mg/l) | Presentase Penurunan (%) |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|
|                       | <i>Pretest</i>            | <i>Posttest</i> |                     |                          |
| Kontrol               | 49,40                     | 38,08           | 11,32               | 22,9                     |
| 2,5                   | 49,40                     | 33,38           | 16,02               | 32,38                    |
| 5                     | 49,40                     | 26,35           | 23,05               | 46,67                    |
| 7,5                   | 49,40                     | 16,32           | 33,08               | 66,88                    |
| 10                    | 49,40                     | 24,60           | 24,80               | 50,27                    |

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa sejalan dengan bertambahnya konsentrasi dosis larutan kapur tohor ( $Ca(OH)_2$ ) yang diberikan, maka penurunan kadar sianida semakin meningkat. Penurunan tertinggi terjadi pada konsentrasi dosis 7,5% yaitu

sebesar 66,88% namun pada konsentrasi dosis 10% penurunan kadar sianida menjadi lebih rendah dari konsentrasi dosis 7,5% yaitu 50,27%. Hal ini disebabkan karena penambahan  $Ca(OH)_2$  yang lebih besar menyebabkan larutan semakin keruh, sehingga menghalangi

kontak antara  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan HCN. Penurunan kadar sianida dengan penambahan larutan kapur akan terhenti jika sudah mencapai titik kesetimbangan tertentu sehingga tidak ada lagi pengikatan kalsium terhadap sianida. Sejalan dengan penelitian Ratih Indrawati, dkk. (2017) dan Ngasifudin (2006) semakin banyak penambahan  $\text{Ca(OH)}_2$  semakin banyak pula kalsium yang mengikat sianida. Namun bila penambahan  $\text{Ca(OH)}_2$  terlalu tinggi akan terjadi titik kejenuhan pengikatan kalsium terhadap sianida sehingga menyebabkan semakin lamban bahkan tidak ada lagi CN yang berikatan dengan  $\text{Ca}^{2+}$ .<sup>(12)</sup> Uji normalitas data dengan *Shapiro Wilk* didapatkan nilai *p-value* 0,099 ( $p > 0,05$ ), yang berarti  $H_0$  diterima atau data penurunan kadar sianida (CN) pada limbah tapioka berdistribusi normal. Uji homogenitas data dengan *test homogeneity of variances* didapatkan nilai probabilitas *p-value* = 0,018 ( $p \leq 0,05$ ). Maka  $H_0$  diterima, yang artinya data penurunan kadar sianida pada limbah tapioka berdistribusi normal atau memiliki variasi yang homogen. Oleh karena itu, pengujian selanjutnya yang akan dilakukan menggunakan uji *One Way Anova* didapatkan hasil *p-value* 0,000 ( $p \leq 0,05$ ) sehingga  $H_0$  ditolak yang berarti ada perbedaan penurunan kadar sianida (CN) limbah cair tapioka pada berbagai kelompok variasi konsentrasi dosis larutan kapur tohor ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Selanjutnya dilakukan uji lanjutan dengan uji *Post Hoc Tukey*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan

penurunan kadar sianida (CN) pada limbah cair tapioka yang terjadi antar variasi konsentrasi dosis larutan kapur tohor. Pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa hasil uji kelompok antar variasi dosis yang memiliki perbedaan yang signifikan *p-value*  $\leq 0,05$  yaitu kelompok kontrol dengan kelompok variasi konsentrasi dosis 5%, 7,5%, dan 10%. Kelompok dosis 2,5% dengan kelompok variasi konsentrasi dosis 5%, 7,5%, dan 10%. Kelompok dosis 5% dengan kelompok kontrol dan kelompok variasi konsentrasi dosis 7,5%. Kelompok dosis 7,5% dengan semua kelompok variasi konsentrasi dosis serta kelompok dosis 10% dengan kelompok kontrol, kelompok variasi konsentrasi dosis 2,5% dan 7,5%. Perbedaan yang signifikan ini terjadi karena kemampuan konsentrasi koagulan dalam melakukan pengikatan terhadap asam sianida air limbah tapioka berbeda-beda. Konsentrasi dosis terbaik yang dapat menurunkan kadar sianida (CN) pada limbah tapioka paling signifikan adalah 7,5% karena mengalami penurunan CN terbesar dibanding dosis yang lain yaitu sebesar 66,88%.

Hasil akhir pengolahan menggunakan larutan kapur tohor yang masih berada diatas nilai ambang batas (NAB) yaitu 16,32 mg/l sedangkan baku mutu yang diperbolehkan menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah tapioka adalah 0,3 mg/l. Hasil akhir pengolahan menggunakan larutan

kapur tohor yang masih berada diatas nilai ambang batas (NAB) menurut Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 dapat disebabkan karena perkiraan dosis efektif untuk menurunkan kadar sianida dibawah baku mutu kurang tepat dan tingkat kejenuhan larutan tidak dapat diprediksi sehingga dalam penelitian ini tidak ditemukan dosis yang efektif dalam menurunkan kadar sianida limbah tapioka hingga dibawah baku mutu. Selain itu juga disebabkan karena peneliti menghomogenkan air limbah terlebih dahulu sebelum penambahan larutan kapur tohor sehingga partikel tersuspensi yang awalnya mengendap menjadi tercampur kembali. Partikel terlarut dalam air limbah tapioka yang terlalu banyak menyebabkan ikatan ion

larutan kapur tohor dan asam sianida menjadi terganggu karena kemungkinan ion pada larutan kapur tohor mengikat partikel suspensi yang lain pada air limbah sehingga ikatan antara asam sianida dan  $\text{Ca(OH)}_2$  tidak terbentuk. Maka dari itu perlu dilakukan pengendapan padatan tersuspensi dahulu sebelum diberi perlakuan dan memaksimalkan penggunaan larutan kapur tohor 7,5% dengan mengkombinasikan pengolahan kimia ini dengan metode pengolahan lainnya untuk menurunkan kadar sianida hingga memenuhi baku mutu.

c. Pemeriksaan pH

Hasil pemeriksaan pH air limbah tapioka sebelum dan sesudah perlakuan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran pH Sebelum dan Sesudah Perlakuan

| Ulangan ke- | pH      |          |      |    |      |     |
|-------------|---------|----------|------|----|------|-----|
|             | Pretest | Posttest |      |    |      |     |
|             |         | Kontrol  | 2,5% | 5% | 7,5% | 10% |
| 1           | 5       | 5        | 7    | 8  | 9    | 10  |
| 2           | 5       | 5        | 7    | 8  | 10   | 10  |
| 3           | 6       | 6        | 8    | 8  | 10   | 11  |
| 4           | 6       | 6        | 8    | 9  | 9    | 11  |
| 5           | 6       | 6        | 8    | 9  | 10   | 11  |
| 6           | 6       | 6        | 8    | 9  | 10   | 11  |
| Rata-rata   | 6       | 6        | 8    | 9  | 10   | 11  |

Dalam penelitian ini, rata-rata nilai pH sebelum dilakukan pengolahan menggunakan larutan kapur tohor adalah 6 kemudian setelah dilakukan penambahan larutan kapur tohor pH nya mengalami kenaikan secara bertingkat (linier) dengan nilai 6, 8, 9,10, dan 11. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan larutan

kapur tohor pada limbah cair tapioka, nilai pH akan semakin naik (basa). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Zikri Rahimah, dkk. (2016) nilai pH tergantung dari koagulan yang digunakan karena kapur bersifat basa maka pH menjadi naik yaitu pada limbah deterjen buatan 10,39 menjadi 12,64 pada massa koagulan 5 gram.<sup>(13)</sup>

- d. Pemeriksaan Suhu  
 Hasil pemeriksaan suhu air limbah tapioka sebelum dan sesudah perlakuan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Suhu Sebelum dan Sesudah Perlakuan

| Ulangan ke- | Suhu    |          |       |       |       |       |
|-------------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|
|             | Pretest | Posttest |       |       |       |       |
|             |         | Kontrol  | 2,5%  | 5%    | 7,5%  | 10%   |
| 1           | 28,00   | 28,30    | 28,50 | 28,50 | 28,50 | 28,50 |
| 2           | 28,50   | 28,70    | 28,80 | 29,00 | 29,00 | 29,00 |
| 3           | 27,70   | 28,00    | 28,00 | 28,20 | 28,50 | 28,50 |
| 4           | 27,50   | 27,70    | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,50 |
| 5           | 28,70   | 28,80    | 29,00 | 29,00 | 29,00 | 29,30 |
| 6           | 28,30   | 28,50    | 28,50 | 28,50 | 28,60 | 29,00 |
| Rata-rata   | 28,17   | 28,33    | 28,47 | 28,53 | 28,60 | 28,80 |

Pengukuran suhu juga dilakukan pada penelitian ini, dimana rata-rata suhu sebelum dilakukan pengolahan adalah 28,17 °C kemudian setelah dilakukan perlakuan dengan penambahan larutan kapur tohor rata-rata suhu berturut-turut 28,33 °C, 28,47 °C, 28,53 °C, dan 28,80 °C. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan larutan kapur tohor pada limbah cair tapioka maka semakin naik suhu yang dihasilkan karena kapur jika dilarutkan dalam air akan mengalami reaksi hidrolisis yang menghasilkan reaksi eksotermis (menghasilkan panas).<sup>(14)</sup> Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Neni Saswita pada tahun 2017 yang menyatakan bahwa penambahan kapur tohor mempengaruhi suhu air limbah cair pewarnaan ulang jeans.<sup>(15)</sup>

Ngemplak Kidul, Kecamatan Margoyoso, Kabupaten Pati sebelum pengolahan yaitu sebesar 44,40 mg/l, 52,60 mg/l, 55,90mg/l, 46,80 mg/l, 49,30 mg/l, 44,60 mg/l, dan 47,20 mg/l.

- Rata-rata kadar sianida pada air limbah cair industri tapioka di Desa Ngemplak Kidul, Margoyoso, Pati setelah penambahan larutan kapur tohor (Ca(OH)<sub>2</sub>) dengan konsentrasi dosis 2,5%, 5%, 7,5%, 10% secara berturut-turut adalah 33,38 mg/l, 26,35 mg/l, 16,32 mg/l, dan 24,60 mg/l.
- Penurunan atau selisih kadar sianida sebelum dan setelah diberi perlakuan berbagai penambahan larutan kapur tohor (Ca(OH)<sub>2</sub>) sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, 10% secara berturut-turut adalah 11,32 mg/l, 16,02 mg/l, 23,05 mg/l, 33,05 mg/l, dan 24,80 mg/l.
- Penurunan kadar sianida limbah cair industri tapioka setelah penambahan berbagai variasi konsentrasi dosis larutan kapur tohor (Ca(OH)<sub>2</sub>) terbesar terjadi

## KESIMPULAN DAN SARAN

- Kesimpulan
  - Kadar sianida pada air limbah cair industri tapioka di Desa

pada konsentrasi dosis 7,5%, dimana dosis ini dapat menurunkan kadar sianida hingga 33,08 mg/l atau sebesar 66,88% dengan rata-rata sianida awal 49,40 mg/l menjadi 16,32 mg/l. Namun angka ini masih berada diatas nilai ambang batas (NAB) menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk industri tapioka yaitu 0,3 mg/l.

b. Saran

1. Bagi Peneliti Lain

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menurunkan kadar sianida air limbah

industri tapioka di Desa Ngemplak Kidul, Margoyoso, Pati agar dibawah baku mutu yang ditetapkan.

2. Bagi Pemilik Industri

Pemilik industri tapioka UD SM Desa Ngemplak Kidul, Margoyoso, Pati perlu melakukan pengolahan terhadap limbah cair yang dihasilkan sebelum dibuang ke badan air hingga kadar sianida berada di bawah nilai ambang batas (NAB), agar tidak mencemari lingkungan dan kualitas badan air tetap terjaga.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Pemerintah Desa Ngemplak Kidul. Data Profil dan Potensi Desa Ngemplak Kidul. 2017.
2. Puspawiningtias E, Anwar Ma'ruf. Kajian Awal Pemanfaatan Limbah Tepung Tapioka Sebagai Substrat Pembuatan Nata. *J Techno*. 2013;14(2):42–52.
3. Djuwansah M R, Ade Suriadarma, Dadan Suherman, Anna Fadiah Rusydi, Wilda Naily. Pencemaran Air Permukaan dan Air Tanah Dangkal di Hilir Kota Cianjur. *J Ris Geol dan Pertamb*. 2009;19(2):109–21.
4. Widayatno T, Sriyani. Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka dengan Menggunakan Metode Elektroflokulasi. 2008;84–9.
5. Gubernur Jawa Tengah. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah. Semarang; 2012.
6. Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua, dan Pemandian Umum. 2017.
7. Riyanti F, Puji Lukitowati, Afrilianza. Proses Klorinasi untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Nilai KOK pada Limbah Cair Tepung Tapioka. *J Penelit Sains*. 2010;13(3):34–9.
8. Ariyanti S, Bambang Budi Raharjo. Hubungan Jarak Sumur dari Sungai Tercemar Limbah Tapioka dengan Kadar Sianida. *Kesehat Masy*. 2010;5(2):106–11.
9. Sugiharto. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: UI Press; 2008.

10. Djaafar T F, Siti Rahayu, Murdijati Gardjito. Pengaruh Blanching dan Waktu Perendaman dalam Larutan Kapur terhadap Kandungan Racun pada Umbi dan Ceriping Gadung. *Penelit Pertan Tanam Pangan*. 2009;28(3):192–8.
11. Pitoi M M. Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka). *Mipa Unsrat Online*. 2015;4(1):1–4.
12. Indrawati R, Gervacia Jenny Ratnawati. Pengaruh Perendaman Larutan Kapur Sirih terhadap Kadar Asam Sianida pada Biji Karet. *J Lab Khatulistiwa*. 2017;1(1):59–66.
13. Rahimah Z, Heliyatur Heldawati, Isna Syauqiah. Pengolahan Limbah Detergen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *J Konversi*. 2016;5(2):13–9.
14. Kalsum S, Poppy K. Devi, Masmiani, Hasmiati Syahrul. *Kimia 2: Kelas XI SMA dan MA*. Jakarta: Pusat Perbukuan; 2009.
15. Saswita N, Sulistiyani, Onny Setiani. Penggunaan Kapur Tohor (CaO) dalam Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn pada Limbah Cair Pewarnaan Ulang Jeans Kabupaten Magelang Tahun 2007. *J Kesehata*. 2018;6(1):662–9.

