

# Penurunan COD dan Deterjen pada Saluran Kalidami Kota Surabaya dengan Oksidator $H_2O_2$ dan $KMnO_4$

Waninda Aji Wulandari dan Eddy Setiadi Soedjono

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail*: Soedjono@enviro.its.ac.id

**Abstrak**—Deterjen memiliki kemampuan untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain, alat-alat rumah tangga, dan peralatan lainnya. Oleh karena itu, deterjen masuk ke badan air sebagai buangan rumah tangga atau sering disebut dengan limbah domestik. Air yang penuh dengan limbah deterjen mengalir menuju hilir dan berkumpul pada ujung rumah pompa. Kemudian saat rumah pompa beroperasi, turbulensi dari pompa yang ada menyebabkan terbentuknya buih yang melimpah yang dapat menutupi badan air. Penelitian ini menggunakan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) dan Kalium Permanganat ( $KMnO_4$ ) sebagai oksidator penurun senyawa organik dan deterjen. Penelitian ini dilakukan pada salah satu rumah pompa yang ada di kota Surabaya yaitu Rumah Pompa Boezem Kalidami. Pengambilan sampel dilakukan pada inlet rumah pompa Boezem Kalidami. Dalam penelitian dilakukan dua variasi berbeda yaitu dosis dari oksidator yaitu  $KMnO_4$  dan  $H_2O_2$  dan pH pada sampel yang diuji. Jenis hidrogen peroksida yang digunakan adalah hidrogen peroksida teknis dengan kadar 50%, masing-masing sebanyak 0,1 mL, 0,2 mL dan 0,3 mL sedangkan variasi penambahan  $KMnO_4$  sebanyak 0,6 mL, 0,65 mL dan 0,70 mL. Nilai penyisihan COD dan surfaktan dengan menggunakan oksidator  $H_2O_2$  optimum pada saat dosis penambahan 0,1 mL dengan pH netral hingga didapatkan nilai penyisihan COD sebesar 53% dan penyisihan LAS dan ABS masing-masing sebesar 39% dan 33%. Nilai penyisihan COD dengan menggunakan oksidator  $KMnO_4$  optimum pada saat penambahan 0,65 mL dengan pH netral sehingga didapatkan nilai COD sebesar 58% dan penyisihan nilai surfaktan berada pada penambahan dosis 0,6 mL pada pH netral dengan nilai penyisihan LAS dan ABS masing-masing sebesar 53% dan 45%.

**Kata Kunci**— LAS, ABS,  $KMnO_4$ ,  $H_2O_2$ , COD

## I. PENDAHULUAN

AKTIVITAS manusia yang secara sengaja ataupun tidak sengaja dalam membuang limbahnya ke perairan dapat menambah kandungan bahan organik, ataupun bahan non-organik yang dapat mencemari perairan. Deterjen memiliki kemampuan untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain, alat-alat rumah tangga, dan peralatan

lainnya. Oleh karena itu, deterjen masuk ke badan air sebagai buangan rumah tangga atau sering disebut dengan limbah domestik. Penggunaan deterjen bersifat kontinyu (terus menerus) dan menyebabkan ketergantungan. Limbah deterjen bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Limbah ini membuat permukaan badan air tertutup busa.

Dengan semakin meningkatnya pemakaian bahan ber kandungan deterjen oleh masyarakat atau industri, maka makin meningkat pula potensi pencemaran yang diakibatkan oleh buangan yang mengandung deterjen tersebut. Keberadaan deterjen dalam air semakin meningkat sehingga menjadi lebih tinggi dari ambang batas yang telah ditentukan akan mengakibatkan menurunnya kualitas air, yang pada akhirnya akan berakibat pada kualitas kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas III bahwa kandungan deterjen dalam air limbah tidak boleh melebihi 0,2 mg/L.

Deterjen yang dijual bebas di pasaran biasanya mengandung 20 – 40% surfaktan, sedangkan sisanya adalah bahan kimia yang biasanya disebut dengan *additives* atau *deterjen builders* yang berfungsi untuk meningkatkan daya bersih deterjen. Bahan surfaktan yang biasa digunakan adalah alkyl benzene (ABS). Senyawa ini termasuk dalam senyawa non biodegradable yaitu tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme, dan juga banyak menimbulkan busa baik pada sungai ataupun air tanah [1]. Akumulasi deterjen dalam perairan dapat meningkatkan nilai kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD)/kebutuhan oksigen kimiawi, *Biological Oxygen Demand* (BOD)/kebutuhan oksigen biologi, dan angka permanganate.

Air yang penuh dengan limbah deterjen mengalir menuju hilir dan berkumpul pada ujung rumah pompa. Kemudian saat rumah pompa beroperasi, turbulensi dari pompa menyebabkan terbentuknya buih yang melimpah yang dapat menutupi badan air. Kasus ini banyak terjadi pada rumah pompa yang ada di Kota Surabaya, salah satu contohnya yang terjadi di Rumah Pompa Boezem Kalidami.

Saluran Kalidami merupakan muara dari 3 bagian yaitu, bagian utara berasal dari daerah Baskarasari, Mulyosari, dan Dharmahusada, pada bagian selatan berbatasan dengan Kejawan, Keputih, ITS dan Gebang, serta pada bagian barat berasal dari Kalidami, Kertajaya dan Manyar Sabrangan.

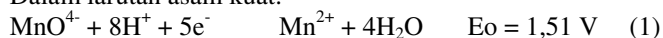
Pengolahan air limbah yang mengandung surfaktan deterjen yang disarankan oleh beberapa buku teks adalah

proses koagulasi dan sedimentasi, flotasi dan adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif [2]. Namun pada penelitian kali ini akan dilakukan percobaan pengurangan kandungan bahan organik dan buih yang berasal dari deterjen menggunakan Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) dan Kalium Permanganat ( $KMnO_4$ ). Hidrogen peroksida merupakan senyawa oksidator kuat yang dapat dikatakan ramah lingkungan. Hidrogen peroksida sendiri biasa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah larut dalam air. Hidrogen peroksida di sisi lain, hanyalah air dengan molekul oksigen tambahan dan akan terurai menjadi oksigen dan air.

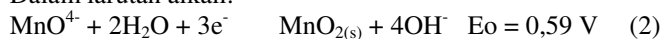
Namun, terdapat oksidator kuat lainnya yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kalium Permanganat ( $KMnO_4$ ).

Kalium permanganat atau  $KMnO_4$  adalah garam yang tidak tersedia di alam. Sebenarnya, itu dihasilkan dari  $MnO_2$  yang disatukan dengan KOH dan nya.  $MnO_4^-$  adalah oksidan kuat, dimana Mn memiliki keadaan oksidasi +7 yang dimilikinya tinggi pe pada pH rendah. pH sangat mempengaruhi potensi redoks  $KMnO_4$ , untuk diketahui bahwa oksidasi  $KMnO_4$  akan menghasilkan Mn dalam berbagai keadaan oksidasi ( $Mn^{6+}$ ,  $Mn^{5+}$ ,  $Mn^{4+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ) tergantung pada reaktan dan pH sistem. Potensi redoks di bawah berbeda tergantung pada kondisi pH, seperti dijelaskan di bawah ini:

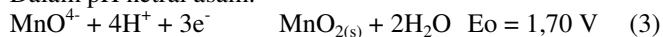
Dalam larutan asam kuat:



Dalam larutan alkali:



Dalam pH netral asam:



$KMnO_4$  diketahui mudah mengoksidasi ikatan rangkap karbon karbon alkena dan berpotensi mengoksidasi ikatan rangkap aromatik [3].

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya. Limbah berasal dari inlet Rumah Pompa Boezem Kalidami. Sampel yang digunakan adalah sampel asli. Metode yang digunakan adalah pengadukan cepat dengan prinsip jar test dalam keadaan batch dalam gelas beaker 1 L. Selanjutnya dilakukan analisis COD dan perhitungan analisis MBAS untuk mengetahui kandungan LAS dan ABS.

### B. Penelitian Pendahuluan

Pada Penelitian pendahuluan dilakukan penelitian dengan sampel air baku untuk menentukan dosis yang akan digunakan pada penelitian utama. Penentuan dosis penelitian ini dilakukan dengan penambahan 0,1 mg/L, 0,3 mg/L, 0,5 mg/L, 0,7 mg/L, dan 0,9 mg/L masing-masing oksidator. Selanjutnya menentukan kecepatan dari Jar Test yang akan digunakan. Pada penelitian pendahuluan ini, kecepatan dilakukan dari rentang yang besar 10-100 rpm hingga didapatkan kecepatan pengadukan paling optimum. Begitu pula dengan penelitian pendahuluan terhadap lamanya pengadukan. Pada oksidator  $H_2O_2$  dilakukan penelitian selama 1 menit, 2 menit, 3 menit, 5 menit dan 10 menit sedangkan untuk oksidator  $KMnO_4$  penelitian dilakukan selama 15 menit hingga 2 jam. Masing-masing penentuan optimum dari penelitian pendahuluan

dilihat dari penyisihan COD pada air limbah yang paling besar.

### C. Penelitian Utama

Pada penelitian utama dilakukan pengkondisian limbah dalam kondisi pH berbeda yaitu 3,7 dan 9 dengan masing-masing variasi penambahan dosis  $H_2O_2$  dari hasil penelitian pendahuluan dengan rentang telah dipersempit yaitu 0,1 mL/L, 0,2 mL/L dan 0,3 mL/L. Penelitian ini dilakukan dengan kecepatan pengadukan sebesar 70 rpm dalam 5 menit.

Sedangkan pada penelitian pendahuluan menggunakan  $KMnO_4$  sebelumnya, dosis optimum didapatkan 0,7 mg/L sehingga dilakukan dalam rentang dosis 0,6 mg/L, 0,65 mg/L dan 0,7 mg/L. Pada penelitian ini limbah pada kondisi awal dikondisikan dalam variasi pH berbeda, masing-masing dengan pH 3, 7 dan 9. Penelitian dilakukan dengan pengadukan dengan kecepatan 90 rpm dan waktu pengadukan selama 30 menit, serta waktu pengendapan 30 menit.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Limbah Awal

Air limbah domestik yang digunakan pada penelitian ini diambil dari inlet pada Rumah Pompa Boezem Kalidami, Surabaya Jawa Timur. Analisis yang dilakukan pada air limbah ini diantaranya adalah pengukuran nilai COD, kandungan surfaktan anionik meliputi nilai LAS dan ABS, serta pH. Analisis dilakukan sebanyak tiga kali pada pagi hari pada saat keadaan tidak hujan pada satu hari sebelumnya dan pompa sedang dijalankan. Hasil analisis awal limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

karakteristik Limbah Awal				
day	pH	COD (mg/L)	LAS (mg/L)	ABS (mg/L)
1	7,44	160	9,85	34,25
2	7,62	164	5,95	19,54
3	7,58	160	12,42	34,75

Tabel diatas merupakan nilai dari pengamatan dalam 3 kali pengambilan sampel untuk masing-masing parameter. pH dari saluran Kalidami beradda dalam keadaan netral. Pada parameter COD didapatkan dalam tiga kali penelitian nilai rata-rata sebesar 161,33 mg/L sedangkan nilai pada rata-rata untuk LAS dan ABS adalah sebesar 9,41 mg/L dan 29,51 mg/L. Baku mutu yang digunakan pada penelitian ini yaitu Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 02 Tahun 2004 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lampiran I Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas Air, Kelas III) masing-masing penggunaan pada parameter COD sebesar 50 mg/L dan Deterjen sebagai MBAS sebesar 200 mikrogram/Liter.

Dapat dilihat bahwa nilai dari kandungan COD dan deterjen berada diatas ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah Kota Surabaya. Sehingga dalam penelitian ini akan digunakan pengolahan kimiawi menggunakan oksidator kuat yaitu  $H_2O_2$  dan  $KMnO_4$  untuk mengetahui kemampuan masing-masing oksidator dalam

menurunkan kandungan bahan organik dalam bentuk COD dan deterjen yang ada

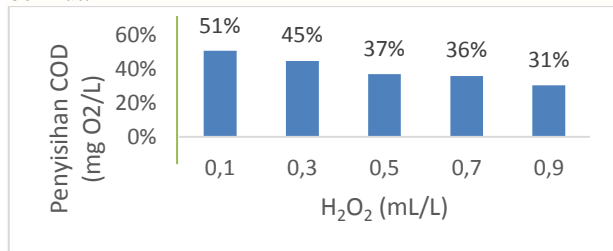
Dengan sifat hidrogen peroksida yang terurai menjadi air, menyebabkan penambahan hidrogen peroksida kedalam badan air tidaklah menimbulkan dampak yang besar [4]. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> juga merupakan oksidan yang kuat dan dapat digunakan untuk menghasilkan radikal hidroksil (.OH) dengan reaktivitas kedua setelah fluorin. Hidrogen peroksida telah digunakan untuk mengoksidasi bahan organik dalam limbah domestik ataupun industri selama bertahun-tahun [5].

Sedangkan Kalium permanganat mampu mengoksidasi senyawa organik yang mengandung ikatan rangkap karbon-karbon, gugus aldehyd atau hidroksil. Kalium permanganat memberikan beberapa keuntungan seperti penanganan mudah, dan merupakan padatan mudah larut dan sangat efektif dalam pengolahan air dan air limbah.

**B. Penelitian Pendahuluan**

- Penentuan dosis penelitian

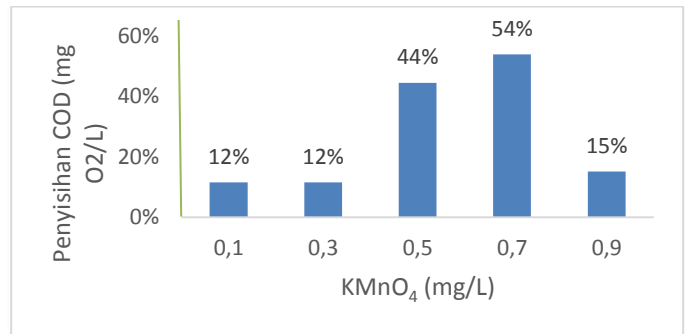
Dalam penelitian ini akan dilakukan penentuan dosis penambahan dari masing-masing reagen yaitu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan KMnO<sub>4</sub>. Dalam percobaan ini dilakukan dengan penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebanyak 0.1 mL, 0.3 mL, 0.5 mL, 0.7 mL dan 0.9 mL. Hidrogen peroksida yang digunakan dengan konsentrasi sebesar 50%. Dilakukan pengadukan menggunakan jartest dengan kecepatan 100rpm dan waktu pengadukan selama 5 menit sehingga didapatkan hasil pada Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Penentuan Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Pada Gambar 1. menunjukkan pengaruh penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap penyisihan COD. Semakin banyak penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menyebabkan penurunan penyisihan COD. Pada Gambar 1. penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebanyak 0,1 mL/L menunjukkan penyisihan COD optimum, sedangkan pada penambahan selanjutnya sebesar 0,3 mL/L hingga 0,9 mL/L menghasilkan nilai penurunan efisiensi COD yang semakin menurun. Hal ini dikarenakan adanya senyawa organik ikatan rangkap yang tidak terurai secara sempurna menyebabkan terbaca sebagai nilai COD. Secara teori, penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> semakin banyak maka semakin besar penurunan COD.

Pada oksidator KMnO<sub>4</sub> penambahan dosis dilakukan sebesar 0.1 mg/L, 0.3 mg/L, 0.5 mg/L, 0.7 mg/L dan 0.9 mg/L. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan sebesar 100rpm dengan waktu pengadukan selama 30 menit dan pengendapan selama 30 menit. Dan didapatkan nilai dari penambahan KMnO<sub>4</sub> dengan penyisihan COD terbesar yaitu 0,7 mg/L seperti pada Gambar 2. berikut:

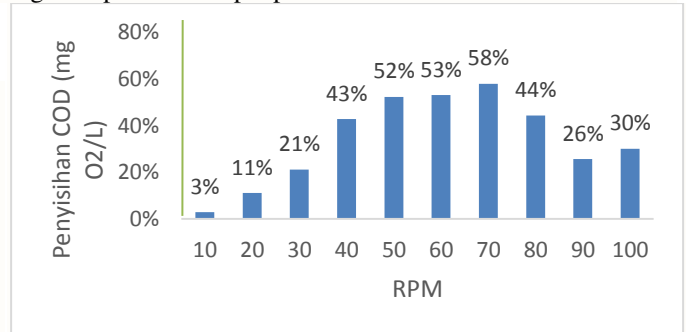


Gambar 1. Penentuan Penambahan KMnO<sub>4</sub>

Pada Gambar 2. menunjukkan nilai dari KMnO<sub>4</sub> yang ditambahkan meningkat pada 0,5 mg/L dan optimum pada 0.7 mg/L dengan penyisihan COD sebesar 54% kemudian kembali turun pada 0.9 mg/L. Hal ini disebabkan kandungan senyawa organik yang berada didalam air limbah telah terdegradasi optimum.

- Penentuan pengadukan pengolahan

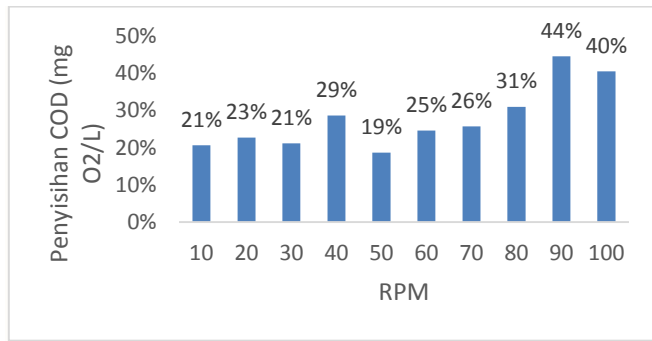
Pada penentuan kecepatan pengolahan untuk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dilakukan pengadukan sebanyak 10 kali dengan 10 kecepatan berbeda dimulai dengan 10 rpm, 20 rpm, 30 rpm, 40 rpm, 50rpm, 60rpm, 70 rpm, 80 rpm, 90 rpm dan 100 rpm dengan penambahan 0.1 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 50% selama 5 menit. Berikut data yang di dapatkan terdapat pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Penentuan Kecepatan dengan Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Dari Gambar 3. diatas terlihat penyisihan COD terus meningkat pada rpm 10 hingga didapatkan nilai maksimum sebesar 58% pada 70 rpm. Selanjutnya penyisihan COD menurun pada kecepatan 80 rpm dan 90 rpm namun kembali naik pada 100rpm. Hal ini diakibatkan oleh tumbukan antara partikel yang menyebabkan terbentuknya larutan yang homogen. Uji coba kecepatan dilakukan pada rpm rendah karena dikhawatirkan pada rpm yang tinggi dapat menyebabkan terbentuknya busa. Tujuan dari pengadukan ini adalah menentukan kecepatan optimum agar limbah dan oksidator tercampur secara homogen.

Pada KMnO<sub>4</sub> juga dilakukan pengujian yang sama dengan variasi kecepatan 10 rpm hingga 100 rpm dengan penambahan KMnO<sub>4</sub> sebanyak 0,7 mL dengan pengadukan 30 menit dan pengendapan selama 30 menit. Dari penelitian didapatkan tabel Removal COD seperti pada Gambar 4. berikut hingga didapatkan kecepatan optimum pada kecepatan 90rpm sebesar 44% penyisihan COD.

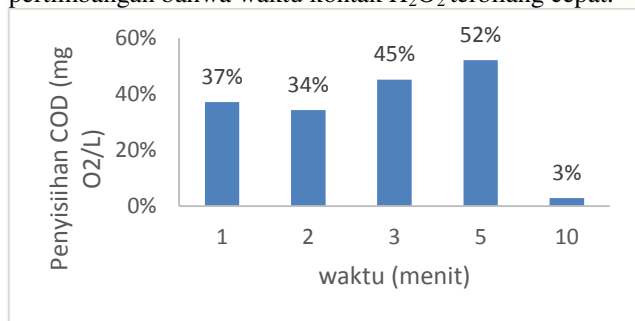


Gambar 4. Penentuan Kecepatan dengan Penambahan KMnO<sub>4</sub>

Pada Gambar 4, nilai penyisihan COD semakin meningkat pada rpm ke 40 lalu turun kembali hingga menghasilkan nilai optimum pada rpm ke 90. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh kecepatan pengadukan dapat meningkatkan tumbukan antar molekul-molekul sehingga dapat meningkatkan terjadinya proses kimia. Pada penelitian ini hanya dibatasi hingga rpm ke 100 dikarenakan menghindarinya terbentuk busa pada sampel limbah asli yang digunakan. Laju 90 rpm ini belum dapat dikatakan laju optimum karena penyisihan COD yang lebih besar masih mungkin diperoleh pada laju pengadukan yang lebih tinggi. Pengadukan menggunakan jartest berfungsi sebagai media pemerataan pada limbah dengan larutan oksidator yang ditambahkan.

- Penentuan waktu pengolahan

Penentuan waktu pengolahan ditentukan berdasarkan penurunan COD optimum seiring dengan lamanya waktu kontak. Pada penelitian H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ini dilakukan pada penambahan 0,1 mL/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 50% dengan kecepatan sebesar 70 rpm. Pada penelitian ini dilakukan percobaan selama 1 menit, 2 menit, 3 menit, 5 menit hingga 10 menit. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa waktu kontak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terbilang cepat.

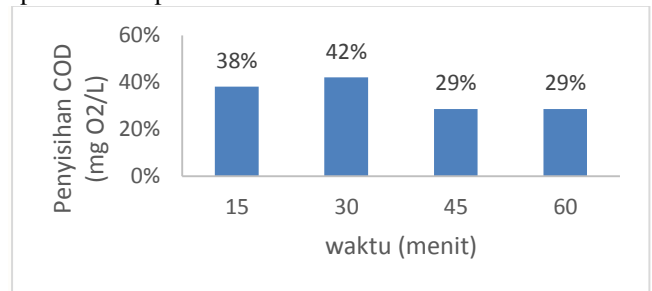


Gambar 5. Penentuan Waktu Pengolahan dengan Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Pada penelitian didapatkan waktu kontak optimum pada menit ke 5 dengan penurunan efisiensi hingga 52% dan menurun secara drastis hingga menit ke 10 dengan penyisihan COD hanya 3%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5. diatas.

Hal ini diakibatkan pada fase pertama, terbentuknya hidroksil radikal dari reaksi antara H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> berlangsung sangat cepat yang selanjutnya reaksi reaksi pembentukan hidroksil radikal akan menurun seiring dengan berkurangnya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang telah dikonsumsi. Dari analisis didapatkan removal tertinggi dari COD pada menit ke 5 sehingga pada penelitian utama ditentukan waktu pengadukan selama 5 menit.

Sementara itu pada penelitian KMnO<sub>4</sub>, dilakukan pengadukan menggunakan jartest dengan penambahan oksidator KMnO<sub>4</sub> sebesar 30 menit dengan pengendapan 30 menit dengan kecepatan pengadukan sebesar 90 rpm hingga didapatkan hasil pada Gambar 6. berikut



Gambar 6. Penentuan Waktu Pengolahan dengan Penambahan KMnO<sub>4</sub>

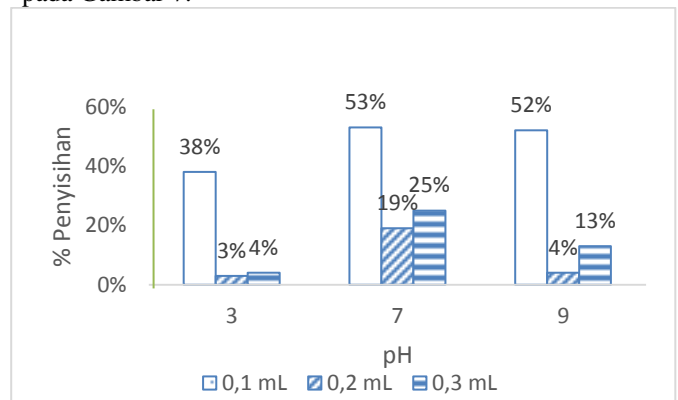
Hasil penelitian dapat dinyatakan waktu kontak optimum dari KMnO<sub>4</sub> terdapat pada Gambar 6. berikut yaitu pada menit ke-30 dengan penyisihan COD sebesar 42%. Pada menit ke 15 penyisihan COD meningkat hingga menit ke 30 mencapai 42% namun kembali turun hingga menit ke 45 dan 60 sebesar 29%. Menurunnya penyisihan pada menit ke 45 hingga ke 60 diakibatkan partikel mangan oksida yang digunakan sebagai pengoksidasi senyawa organik telah habis bereaksi ataupun sudah habisnya senyawa organik yang hendak didegradasi oleh mangan oksida, sehingga nilai penyisihan COD berkurang.

C. Penelitian Utama

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Penurunan COD pada pH berbeda

Pada penelitian utama dilakukan pengkondisian limbah dalam kondisi pH berbeda dengan masing-masing variasi penambahan dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang sama dengan kecepatan pengadukan sebesar 70 rpm dalam 5 menit. Untuk mengetahui jumlah optimum H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> untuk COD removal, serangkaian percobaan telah dilakukan pada konsentrasi awal hidrogen peroksida yang berbeda. Dalam percobaan ini persentase pemindahan COD diukur selama periode reaksi 5 menit. Berikut hasil analisis penyisihan COD dapat dilihat pada Gambar 7.



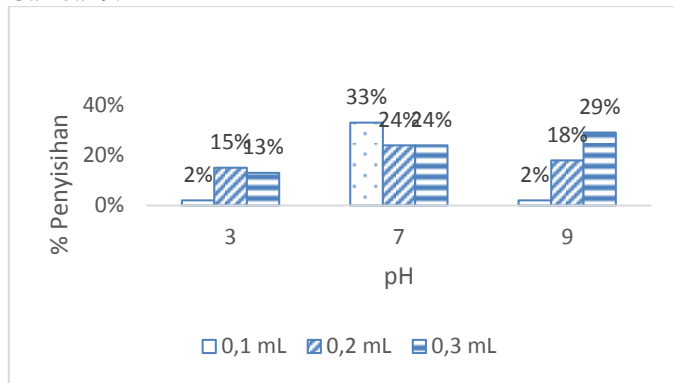
Gambar 7. Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap Penyisihan COD dan pH

Pada saat percobaan pada masing-masing pada pH 7 dan 9 warna limbah setelah terjadi penambahan oksidator tetap berwarna bening sedangkan pada pH 3 (asam) warna limbah yang telah diberikan oksidator berwarna putih susu. Hal ini

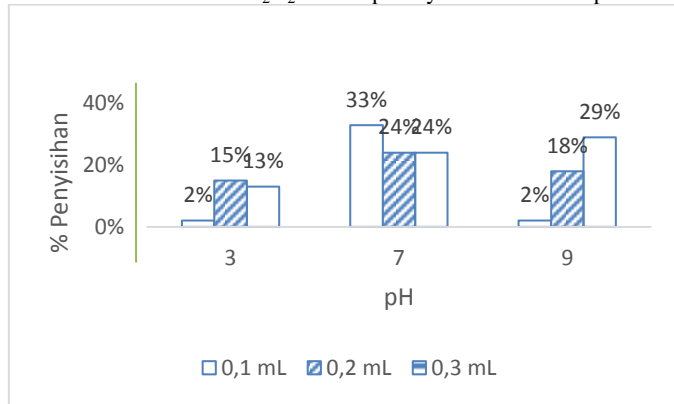
diperkirakan menyebabkan nilai COD pada pH asam lebih kecil dibandingkan yang terjadi pada pH netral ataupun basa. tingkat kontaminasi, peningkatan dosis hidrogen peroksida dari 0,1 mL/L sampai 0,3 mL/L menurun pada saat penambahan dosis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> di tiap-tiap pH yang dikondisikan. Jumlah H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang dibutuhkan akan lebih besar tergantung pada tingkat removal COD yang dibutuhkan. Dapat disimpulkan bahwa dosis 0,1 ml/L adalah dosis optimal untuk menghancurkan mayoritas produk. Namun demikian, nilai pereaksi ini melebihi 0,1 ml/L tidak memperbaiki kinerja proses.

Penurunan surfaktan pada pH berbeda

Penelitian selanjutnya dilakukan analisis terhadap nilai surfaktan anionik dengan menggunakan metode MBAS pada saluran Kalidami yang masing-masing limbah telah dikondisikan sesuai pH 3, 7 dan 9. Lalu dilakukan pengadukan menggunakan jarrest selama 5 menit dengan kecepatan 70rpm. Berikut hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 8. dan Gambar 9.

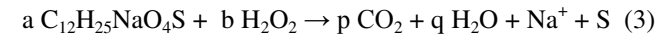


Gambar 8. Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap Penyisihan LAS dan pH



Gambar 9. Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap Penyisihan ABS dan pH

Pada Gambar 8. Dan Gambar 9. LAS maupun ABS nilai pH optimum pada percobaan didapatkan pada saat limbah mempunyai pH netral di saat awal. Baik LAS maupun ABS merupakan senyawa deterjen anionik yang termasuk dalam senyawa organik. Sehingga menyebabkan pH asam akan semakin asam setelah terjadi penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan menyebabkan keadaan tidak optimum lagi. Dan dibuktikan melalui persamaan berikut, bahwa reaksi sempurna menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O pada saat netral. Nilai deterjen yang diuji berupa surfaktan anionik yang merupakan LAS dan ABS. Reaksi antara H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan deterjen: [6].

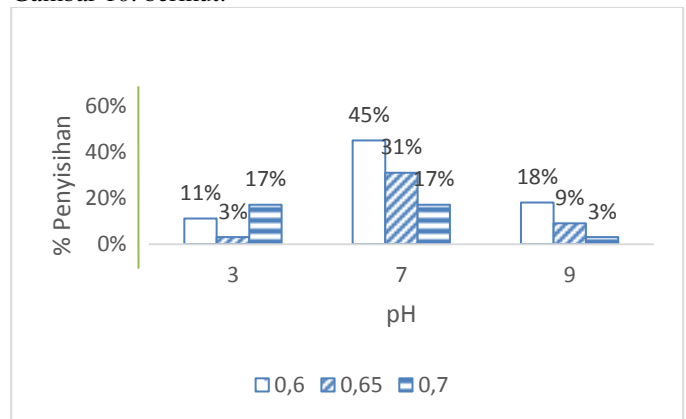


Pada reaksi diatas dapat terlihat bahwa pemecahan atom C dalam surfaktan akan teroksidasi dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sehingga menghasilkan CO<sub>2</sub> yang terlepas dan H<sub>2</sub>O yang akan larut dalam air yang pada akhirnya akan menurunkan kadar surfaktan. Pada reaksi ini tidak terlihat endapan setelah pengadukan menggunakan jarrest. Hal ini dikarenakan reaksi sempurna menghasilkan air, karbondioksida yang dilepaskan menjadi gas dan ion Na<sup>+</sup> + S<sup>-</sup> yang terlarut dalam air.

- KMnO<sub>4</sub>

Penurunan COD pada pH berbeda

Pada penelitian menggunakan KMnO<sub>4</sub> sebelumnya dosis optimum didapatkan 0,7 mg/L sehingga dilakukan dalam rentang dosis 0,6 mg/L, 0,65mg/L dan 0,7mg/L. Pada penelitian ini limbah pada kondisi awal dikondisikan dalam variasi pH berbeda, masing-masing dengan pH 3, 7 dan 9. Penelitian dilakukan dengan pengadukan dengan kecepatan 90 rpm dan waktu pengadukan selama 30 menit, serta waktu pengendapan 30 menit. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 10. berikut:



Gambar 10. Penambahan KMnO<sub>4</sub> terhadap Penyisihan COD dan pH

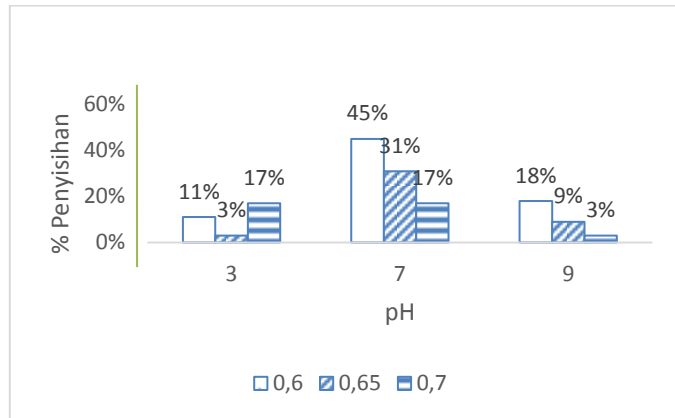
Pada gambar penambahan KMnO<sub>4</sub> terlihat optimum pada pH netral sesuai dengan teori, KMnO<sub>4</sub> akan teroksidasi menjadi MnO<sup>4-</sup> yang masing-masing pada pH tertentu memiliki nilai E<sup>o</sup> terbesar pada pH netral-asam. Reaksi MnO<sup>4-</sup> yang terurai pada masing-masing pH terdapat pada persamaan (1) hingga (3).

Kalium permanganat sangat reaktif dalam kondisi yang ditemukan di industri air. KMnO<sub>4</sub> akan mengoksidasi berbagai macam zat anorganik dan organik. Kalium permanganat (Mn<sup>7+</sup>) dikurangi menjadi mangan dioksida (MnO<sub>2</sub>) (Mn<sup>4+</sup>) yang mengendap dari larutan [7].

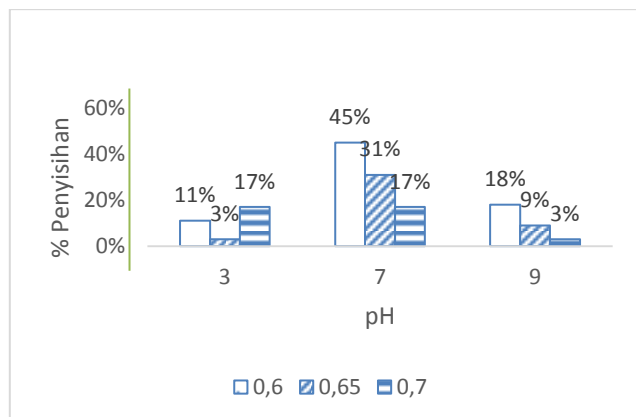
Pada gambar diatas didapatkan nilai penyisihan COD optimum terjadi pada saat pH netral dengan nilai penambahan oksidator sebesar 0,6 mg/L sebesar 53%. Berdasarkan penelitian, nilai COD meningkat namun pada titik tertentu senyawa organik yang didegradasi akan habis sehingga nilai COD akan semakin turun. Sesuai dengan teori [8], peningkatan konsentrasi COD dapat disebabkan oleh tingginya kandungan KMnO<sub>4</sub> dalam memutus ikatan karbon-karbon berantai rangkap pada senyawa organik namun secara tidak menyeluruh yang kemudian terdegradasi dan terbaca kembali sebagai COD.

Penurunan surfaktan pada pH berbeda

Selanjutnya penelitian dilakukan dengan menganalisis kandungan dari deterjen yang dioksidasi menggunakan oksidator  $\text{KMnO}_4$  pada pH berbeda-beda sebesar 3, 7 dan 9. Analisis ini menggunakan metode MBAS untuk melihat penyisihan dari surfaktan anionik yaitu LAS dan ABS. Limbah dengan pengkondisian pH yang berbeda-beda diperlakukan sama dengan penambahan  $\text{KMnO}_4$  sebanyak 0,6 mg/L, 0,65 mg/L dan 0,7 mg/L dengan pengadukan menggunakan jartest dengan kecepatan 90 rpm dan dilakukan selama 30 menit dan pengendapan 30 menit. Hasil dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 11. dan Gambar 12. berikut:



Gambar 11. Penambahan  $\text{KMnO}_4$  terhadap Penyisihan LAS dan pH



Gambar 12. Penambahan  $\text{KMnO}_4$  terhadap Penyisihan ABS dan pH

Penyisihan LAS optimum pada penambahan 0,6 mg/L dengan penyisihan sebesar 53% dan penyisihan ABS optimum dengan penyisihan sebesar 45% dalam keadaan netral. Hal ini sesuai dengan teori sebelumnya bahwa pada pH netral asam memiliki nilai  $E^0$  terbesar sehingga penyisihan senyawa organik menjadi lebih optimum, dengan menurunnya senyawa organik ini sekaligus dapat menurunkan surfaktan yang terdapat dalam limbah tersebut.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah:

1. Nilai penyisihan COD dan surfaktan dengan menggunakan oksidator  $\text{H}_2\text{O}_2$  optimum pada saat dosis penambahan 0,1 mL dengan pH netral hingga didapatkan nilai penyisihan COD sebesar 53% dan penyisihan LAS dan ABS masing-masing sebesar 39% dan 33%.

2. Nilai penyisihan COD dengan menggunakan oksidator  $\text{KMnO}_4$  optimum pada saat penambahan 0,6 mL dengan pH netral sehingga didapatkan nilai COD sebesar 58% dan penyisihan nilai surfaktan berada pada penambahan dosis 0,6 mL pada pH netral dengan nilai penyisihan LAS dan ABS masing-masing sebesar 53% dan 45%

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Santi, L. 1999. *Adsorpsi deterjen oleh akar gulma itik (Lemna sp.)*, Skripsi, Jurusan Kimia FMIPA Unair, Surabaya.
- [2] Saifudin. 2005. *Fotodegradasi Limbah Deterjen dalam Suspensi Semikonduktor  $\text{TiO}_2$* . Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology) Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol. 3 No.6, Desember 2005 ISSN 1693-248X.
- [3] Aleboeyh, A., Olya, M.E., Aleboeyh, H. 2009. *Oxidative treatment of azo dyes in aqueous solution by potassium permanganate*. Journal of Hazardous Materials. 162:1530-1535.
- [4] Williams, D.G. *The many benefits of hydrogen peroxide*. Family Health News [homepage on the internet]. c2003 [diakses 20 Desember 2016]. Available from: <http://www.rebprotocol.net/November2007/The%20Many%20Benefits%20of%20Hydrogen%20Peroxide.pdf>
- [5] Ksibi, M. 2006. *Chemical Oxidation with Hydrogen Peroxide for Domestic Wastewater Treatment*. Laboratoire de L'Eau, de L'Energie et de L'environnement (LEEE), Ecole Nationale d'Ingenieurs de Sfax (ENIS) Universite de Sfax, B.P. W 3038, Sfax, Tunisia. Chemical Engineering Journal 119 (2006) 161-165
- [6] Elfiana. 2008. *Penurunan Konsentrasi LAS dalam Air Terkontaminasi Deterjen Menggunakan Reagen Fenton*. Jurnal Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Vol.6 No.11, Juni 2008 ISSN 1693-248X.
- [7] Chang, R. 2005. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Int Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- [8] Hendratna, A. 2011. *The Application of  $\text{MnO}_2$  and  $\text{KMnO}_4$  for Persistent Organic Compounds and COD Removals in Wastewater Treatment Process*. TRITA-LWR Degree Project 11:01. Department of Land and Water Resource Engineering, Royal Institute of Technology (KTH). SE-100 44 Stockholm, Sweden.