

Pengaruh Penambahan Kapur (CaO) dan Waktu Pengadukan Terhadap Penurunan Nilai COD Raw Water Pada Water Treatment Plant Di PPSDM Migas Cepu

Suntoro¹ dan Fitri Junianti^{2*}

¹PPSDM Migas Cepu

²Jurusan Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

Email: fitri.junianti@atim.ac.id

ABSTRAK

Sungai Begawan Solo merupakan salah satu sungai yang banyak dimanfaatkan baik untuk keperluan industri maupun rumah tangga yang berada di sekitar aliran sungai. Salah satu pemanfaatannya sebagai air baku untuk penyediaan air di PPSDM Migas. Penggunaan air untuk memenuhi kebutuhan air di lingkungan PPSDM Migas Cepu baik untuk proses di Kilang ataupun untuk kebutuhan air bersih dan juga untuk penyediaan air bersih masyarakat di Cepu. Namun kualitas air sungai Begawan Solo untuk daerah Cepu status mutu airnya tercemar sedang. Olehnya itu dibutuhkan penanganan yang khusus seperti penggunaan bahan kimia yang banyak dan proses treatment yang lama untuk mendapatkan kualitas air yang baik. Salah satu parameter kualitas air sungai agar dapat digunakan sebagai air baku adalah kadar COD dengan baku mutu 10 mg/L. Penurunan kadar COD dapat dilakukan salah satunya dengan penambahan kapur (CaO) sebagai koagulan dan mengatur waktu pengadukannya. Variasi penambahan kapur masing-masing 3,5; 4 dan 4,5 gram, kecepatan pengadukan 150 rpm dengan masing-masing waktu pengadukan bervariasi mulai dari 20 menit; 25 dan 30 menit. Penurunan COD optimum pada penambahan 4,5 gram kapur dengan waktu pengadukan 20 menit yaitu 95,24%.

Kata kunci: *Begawan Solo, Kadar COD, Kapur, Waktu Pengadukan*

ABSTRACT

The Begawan Solo River is one of the rivers widely utilised for industrial and household needs around the river flow. One of its uses is as a raw water source for water supply in the PPSDM Migas. The use of water to meet the water needs in the PPSDM Migas Cepu environment, both for the process in the factory or for clean water needs and also for the provision of clean water to the community in Cepu. However, the water quality of the Begawan Solo River in the Cepu area has a moderate pollution level. Therefore, special handling is needed, such as using many chemicals and a lengthy treatment process to obtain good water quality. One of the parameters of water quality that can be used as raw water is the COD level with a standard of 10 mg/L. The COD level can be reduced by adding lime (CaO) as a coagulant and adjusting the mixing time. Variations of lime addition are 3,5; 4, and 4,5 grams, mixing speed of 150 rpm with varying mixing times ranging from 20; 25 and 30 minutes. The optimum COD reduction at 4.5 grams of lime with a mixing time of 20 minutes is 95.24%.

Keywords: *Begawan Solo, COD rate, Limestone, Mixing time*

PENDAHULUAN

Sungai Kali Solo atau Bengawan Solo merupakan sungai terbesar di Pulau Jawa dengan daerah aliran sungai (DAS) sepanjang \pm 600 km yang mengalir dari pegunungan Sewu sampai ke Laut Jawa di bagian utara Surabaya. Di sepanjang DAS Bengawan Solo ini terdapat berbagai industri mulai dari industri kecil (rumahan) sampai dengan industri besar sehingga secara otomatis air sungai Bengawan Solo digunakan sebagai sumber air dalam industri tersebut. Selain itu juga sungai Bengawan Solo menjadi tempat pembuangan akhir dari industri-industri tersebut. Sebagai tempat pembuangan akhir, kualitas air sungai Bengawan Solo mengalami pencemaran.

Dampak dari pencemaran ini salah satunya terjadi pada kualitas air minum PDAM di kabupaten Blora. Menurut Chanief (2022) dalam liputannya di Radar Kudus, PDAM daerah Blora menghentikan proses penyediaan airnya karena kondisi air bakunya yaitu air sungai Bengawan Solo sangat tercemar. Selain itu juga data dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo menunjukkan pada tahun 2021 status mutu air di sepanjang DAS Bengawan Solo tercemar sedang-tercemar berat seperti untuk daerah Cepu status mutu airnya tercemar sedang.

Aliran sungai Bengawan Solo di daerah Cepu dimanfaatkan juga oleh PPSDM Migas sebagai air baku untuk penyediaan air. Penyediaan air di PPSDM Migas sendiri digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di lingkungan PPSDM Migas baik untuk proses di Kilang ataupun untuk kebutuhan air bersih dan juga untuk penyediaan air bersih masyarakat di Cepu.

Kualitas air yang buruk tentunya membutuhkan penanganan yang khusus seperti penggunaan bahan kimia yang banyak dan proses treatment yang lama. Kualitas air dapat ditentukan dengan beberapa parameter

sesuai peruntukannya. Parameter fisika seperti total Suspended Solid (TSS) dan temperature. Parameter kimia diantaranya Biochemical Oxygen Demand (BOD), Nitrate (NO₃-N), Fosfat dan Chemical Oxygen Demand (COD). Dalam PP No. 22 tahun 2021, untuk air sungai agar dapat digunakan sebagai air baku harus sesuai dengan nilai standar yang ditentukan salah satunya kadar COD dengan baku mutu 10 mg/L.

Kadar COD menunjukkan banyaknya oksigen terlarut sehingga semakin tinggi kadar COD maka semakin tinggi konsentrasi oksigen terlarutnya yang mengakibatkan konsentrasi oksigen dalam air semakin sedikit dan dapat mengganggu ekosistem dalam perairan tersebut. Penurunan kadar COD dapat dilakukan seperti dengan proses mikrobiologi, proses koagulasi, teknik filtrasi dan adsorpsi dengan karbon aktif, maupun dengan penambahan bahan kimia oksidator. Study lebih lanjut mengenai penggunaan bahan kimia yang bersifat oksidator seperti yang dilakukan oleh (Rahimah dkk., 2016) menggunakan kapur dan PAC untuk menurunkan kadar COD. Penurunan maksimum didapat pada penggunaan kapur 5 gram dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit sekitar 75% pada limbah laundry. Prihatin dan Agung (2021) menunjukkan kadar COD dapat diturunkan sampai penurunan 88,89% dengan penambahan kapur (CaO) pada variabel 3,5 gram CaO dengan pengadukan 150 rpm selama 20 menit.

Kapur (CaO) merupakan bahan kimia pengoksidasi yang murah dan mudah didapatkan. Kapur memiliki sifat mudah larut dalam air, menghasilkan gugus hidroksil yaitu Ca(OH)₂, berwarna putih, memiliki tingkat kepadatan kira-kira 2,3 g/gm. Menurut Tarmiji (1986) dalam (Rahimah dkk., 2016) kapur digunakan dalam bidang kesehatan,

pengolahan air kotor, air limbah maupun industri lainnya. Pada pengolahan air, kapur dapat mereaksikan alkali bikarbonat sehingga dapat mengurangi kandungan bahan organik pada air limbah.

Selain penambahan bahan kimia faktor fisika juga berpengaruh pada proses penurunan COD yaitu waktu pengadukan. Partikel yang terbentuk sebagai hasil reaksi bahan organik dengan senyawa oksidator dapat dengan mudah diendapkan karena adanya pembentukan flok selama proses pengadukan. Menurut Tambak Manurung, dkk (2012) dalam (Prihatin & Sugiharto, 2021) kecepatan pengadukan dapat berpengaruh terhadap proses pembentukan flok, jika kecepatan pengadukan lambat ikatan flok akan lemah dan flok yang dihasilkan akan sedikit, dan apabila kecepatan pengadukan terlalu cepat flok yang terbentuk dapat terurai kembali karena tumbukan antar partikel menimbulkan gaya gesek yang tinggi dan susunan flok tidak sesuai yang diharapkan sehingga diperlukan pengadukan yang stabil.

Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan kapur dan lama pengadukan terhadap penurunan kadar COD pada air baku yang digunakan di water treatment PPSDM Migas Cepu.

METODOLOGI

Pengambilan Sampel

Sampel yang berupa air baku *water treatment* PPSDM Migas, air sungai Begawan Solo, diambil sesuai metode pada SNI 8990:2021. Sampel dimasukkan ke dalam wadah plastik dan diawetkan dengan menggunakan H₂SO₄ 6 N dan ditempatkan dalam lemari pendingin.

Penambahan Kapur (CaO)

Sampel sebanyak 500 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan

dengan kapur masing-masing 3,5; 4 dan 4,5 gram. Masing-masing sampel diaduk menggunakan *Flocculator SW1* (Stuart Scientific, United Kingdom) dengan kecepatan 150 rpm untuk masing-masing waktu pengadukan bervariasi mulai dari 20 menit; 25 dan 30 menit. Sampel kemudian didiamkan dan disiapkan untuk penentuan kadar COD.

Penentuan Kadar COD

Sampel dalam berbagai kondisi operasi dipipet masing-masing sebanyak 2 ml dimasukkan kedalam digestion vessel dan ditambahkan dengan larutan digestion sebanyak 2 mL serta larutan pereaksi asam sulfat sebanyak 3 mL. Larutan kemudian dihomogenkan dan diletakkan dalam *heating block* lalu dipanaskan pada suhu 150°C selama 2 jam. Setelah 2 jam masing-masing sampel didinginkan kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan indikator ferroin lalu dititrisi dengan larutan *Ferro Ammonium Sulfat* (FAS) yang telah distandarisasi. Titik akhir ditandai dengan perubahan dari hijau biru menjadi coklat-kemerahan. Hal yang sama dilakukan untuk blanko dengan mengganti sampel uji dengan akuades. Perhitungan untuk penentuan kadar COD adalah sebagai berikut:

$$COD \left(mg \frac{O_2}{L} \right) = \frac{A - B \times M \times 8000}{mL \text{ contoh uji}} \quad (1)$$

Keterangan:

A: Volume FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL)

B: Volume FAS yang dibutuhkan untuk sampel (mL)

M: Molaritas larutan FAS

8000: berat mL equivalen oksigen x 1000 mL/L

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa COD merupakan analisa yang menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia baik yang dapat didegradasi maupun yang sukar didegradasi. Semakin

tinggi nilai COD maka semakin sedikit nilai oksigen terlarut dalam air karena oksigen digunakan untuk mengoksidasi bahan buangan dalam air menjadi CO₂ dan H₂O. Pada tabel.1 menunjukkan persen penurunan kadar COD dengan penambahan kapur 3,5 gram; 4 gram;

dan 4,5 gram; kecepatan pengadukan 150 rpm masing-masing selama 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Variasi banyaknya penambahan kapur dan lama pengadukan dilakukan untuk menentukan optimum penurunan kadar COD.

Tabel 1. Nilai COD pada Berbagai Variasi Sampel

Massa kapur (gram)	Waktu Pengadukan (menit)	COD (mg O ₂ /l)	Penurunan COD (%)
3,5	20 menit	55,0459	71,43
4		36,6972	80,95
4,5		9,1743	95,24
3,5	25 menit	45,8716	76,19
4		36,6972	80,95
4,5		73,3945	61,90
3,5	30 menit	100,9174	47,62
4		68,8073	64,29
4,5		68,8073	64,29

Penurunan kadar COD optimal pada penambahan kapur 4,5 gram dengan lama pengadukan 20 menit. Bertambahnya massa kapur (CaO) maka semakin tinggi penurunan kadar COD. Hal ini sejalan dengan yang dilakukan (Rahimah dkk., 2016) yang menggunakan kapur dan PAC (Poli Aluminium Klorida) untuk menurunkan kadar COD pada limbah deterjen. Pada penelitiannya (Rahimah dkk., 2016) mendapatkan bahwa dengan bertambahnya massa koagulan maka semakin tinggi nilai penurunan COD-nya. Penurunan nilai COD ini disebabkan banyaknya partikel-partikel koloid yang menggumpal membentuk flok-flok dan mengendapkan zat-zat organik. Pada waktu pengadukan 25 menit pada penambahan 3,5; 4 dan 4,5 gram, kadar COD turun dari tanpa penambahan kapur 192,6606 mg/L menjadi masing-masing 45,8716 mg/L; 36,6972mg/L dan 63,3945 mg/L. Presentase penurunan COD mengalami kenaikan dari

penambahan 3,5 gram sebesar 76.19% menjadi 80,95% pada penambahan 4 gram namun mengalami penurunan pada penambahan 4,5 gram yaitu 61,90%. Penurunan presentase kadar COD karena beberapa faktor diantaranya lamanya waktu pengadukan membuat flok-flok yang terbentuk akibat pencampuran kapur sebagai koagulan yang mendestabilisasikan partikel, kembali terurai menjadi partikel yang sulit mengendap, flok sudah berada pada kondisi jenuh, atau karena lamanya pengadukan menurunkan efektifitas koagulasi. Hal yang sama juga terjadi pada penambahan 4,5 gram kapur dengan waktu pengadukan 30 menit, presentase kadar COD mengalami penurunan dan stabil pada penambahan 4 dan 4,5 gram yaitu masing-masing 47,62% pada penambahan 3,5 gram; 64,29% pada penambahan 4 dan 4,5 gram.



Gambar 1. Pengaruh waktu pengadukan terhadap presentase penurunan COD

Pada gambar 1 menunjukkan presentase penurunan COD pada penambahan 3,5 gram kapur mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya waktu pengadukan, begitu juga untuk penambahan kapur pada 4 dan 4,5 gram cenderung mengalami penurunan. Bertambahnya waktu pengadukan dapat mengurai flok-flok yang terbentuk sehingga mengurangi kemampuan koagulan dalam hal ini kapur untuk membentuk flok kembali. Presentase penurunan kadar COD optimal didapatkan pada penambahan 4,5 gram dengan waktu pengadukan 20 menit sebesar 95,24% dari nilai COD tanpa penambahan kapur.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa selain penambahan kapur waktu pengadukan sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar COD. Waktu pengadukan berpengaruh pada pembentukan flok-flok yang akan mengendap sebagai COD. Pengadukan yang terlalu lambat tidak akan membentuk flok secara cepat dan pengadukan yang cepat akan membuat flok-flok yang terbentuk terurai kembali.

KESIMPULAN

Kadar COD pada raw material water treatment yaitu air baku Begawan Solo dapat secara efektif diturunkan dengan

menambahkan kapur dalam berbagai variasi massa dan waktu pengadukan. Semakin banyak penambahan massa kapur maka semakin kecil nilai COD. Namun semakin cepat pengadukan kurang efektif menurunkan kadar COD. Kondisi operasi yang optimum menurunkan kadar COD pada penambahan 4,5 gram kapur dengan waktu pengadukan 20 menit yaitu 95,24%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada PPSDM Migas Cepu yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian dengan menggunakan sarana dan prasarana di PPSDM Migas Cepu. Ucapan terima kasih juga kepada Politeknik ATI Makassar yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan Kerjasama dengan PPSDM Migas Cepu berupa magang industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad.Z Chanief, radar kodus, 2022, <https://radarkodus.jawapos.com/blora/02/08/2022/bengawan-solo-tercemar-aliran-pdam-di-blora-tersendat/> akses 26 agustus 2022
- Prihatin, S., & Sugiharto, A. (2021). Pengaruh Variasi Dosis Kapur Terhadap Penurunan

Kadar COD dan Fosfat Pada Limbah Usaha Laundry. IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis), 4(2), 58–63.

Peraturan Pemerintah REPUBLIK INDONESIA Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqlah, I. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan PAC. Konversi, 5(2), 13–19.