

PENURUNAN KANDUNGAN COD DAN BOD LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN METODE OZONASI

Richi Yulianto¹, Ratna Litza Prihanto¹, Sri Redjeki^{1*}, Iriani²

¹Program Studi Teknik Kimia, ²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar
Rungkut, Surabaya 60294 Indonesia

*e-mail: sri4tk@yahoo.com

Received: 20 Januari 2020; Accepted: 19 Maret 2020; Available online: 31 Maret 2020

Abstrak

Ozonasi merupakan gas yang bersifat desinfektan atau dapat membunuh mikroorganisme yang bersifat pathogen. Prinsip kerja dari metode ozonasi, yaitu dengan mengontakkan O_2 dengan elektron, kemudian menghasilkan O^* radikal ini apabila bertumbukan dengan protein akan membentuk ion hidroksil (OH^-) yang berguna dalam merombak ikatan-ikatan dari persenyawaan kimia, dari senyawa organik kompleks (protein) menjadi senyawa organik yang lebih sederhana, baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam limbah, sehingga dapat menurunkan parameter BOD dan COD. Tujuan penelitian ini untuk menurunkan kandungan BOD dan COD yang terdapat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan metode ozonasi. Pada penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil yang kurang sesuai dengan teori yang ada, maka dilakukan satu kali percobaan untuk laju alir 400 mg/jam. Penurunan BOD dari 2619,06mg/L menjadi 1769,63mg/L dan COD dari 5805,31mg/L menjadi 2690,27mg/L, sehingga sebaiknya laju alir yang digunakan laju alir 400mg/L dan waktu 60menit. Selain itu agar mendapatkan hasil yang maksimal sesuai baku mutu perlu dilakukan perlakuan khusus terlebih dahulu sebelum pengontakkan dengan ozon.

Kata kunci: bod; cod; ozonasi.

Abstract

Ozonation is a disinfecting gas or can kill pathogenic microorganisms. The working principle of the ozonation method, namely by contacting O_2 with electrons, then produces O^* radicals when colliding with proteins will form hydroxyl ions (OH^-) that are useful in breaking bonds of chemical compounds, from complex organic compounds (proteins) to compounds simpler organic, both organic and inorganic contained in waste, so as to reduce the BOD and COD parameters. The aim of this research is to reduce the BOD and COD content contained in tofu industrial wastewater using ozonation method. In the research that has been done, the results are not in accordance with existing theories, then one-time trial is carried out for a flow rate of 400 mg / hour. The reduction of BOD from 2619.06mg/L to 1769.63mg/L and COD from 5805.31mg/L to 2690.27mg/L, so the flow rate used should be 400 mg/L and a time of 60minutes. In addition, in order to get maximum results according to quality standards, treatment needs to be done before contacting with ozone.

Keywords: bod; cod; ozonation.

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan usaha yang didirikan dalam rangka pengembangan kegiatan dibidang pangan yang mempunyai dampak positif dan dampak negatif bagi lingkungan sekitar. Dampak positif dari industri adalah juga dapat meningkatkan perekonomian di masyarakat sekitar. Dampak negatif yang timbulkan yaitu berupa limbah. Limbah dari industri tahu ini berupa padatan dan cairan yang sama – sama dapat mencemari lingkungan. Limbah padatan lebih mudah penanganannya, karena dapat dimanfaatkan langsung oleh warga sekitar sebagai pakan ternak dan campuran pembuatan pupuk organik. Sedangkan, limbah cairnya harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan perairan karena di dalamnya mengandung beberapa senyawa yang merusak bagi lingkungan [1]. Limbah cair industri tahu mengandung bahan organik yang cukup tinggi karena bahan bakunya yang berasal dari kedelai dengan komposisi 34.9% protein; 34.8% karbohidrat; dan 18.1% bahan – bahan nutrisi yang lain. Sehingga, limbah tersebut menjadi tempat favorit bagi mikroba untuk berkembang biak dan menghasilkan pencemaran serius bagi lingkungan sekitar. Hal tersebut membutuhkan pengolahan yang cukup serius. Menurut penelitian limbah tahu memiliki kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) antara (1070 – 2600mg/l), *Chemical Oxygen Demand* (COD) (1940-4800mg/l), dan suhu mencapai 40°C-46°C, *Total Suspended Solid* (TSS) (2100-3100mg/l) dan pH 4,5 – 5,7. Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah tahu adalah gas nitrogen (N_2), oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), karbondioksida (CO_2) dan metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan[2].

Penelitian bertujuan untuk menganalisa kasus pencemaran yang terjadi di daerah Ledok Kulon, kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. Pencemaran lingkungan ini disebabkan oleh adanya pabrik tahu yang berdiri di tengah-tengah permukiman penduduk Ledok Kulon. Limbah tahu yang dihasilkan masih dibuang langsung pada saluran air, padahal limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan

organik yang tinggi terutama protein dan asam amino. Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu mengandung kadar *Total Suspended solid* (TSS) yang cukup tinggi sehingga menghasilkan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) tinggi pula [3]. Dampak yang ditimbulkan dari kandungan pencemar seperti zat organik dan TSS yang tinggi dapat berbahaya sekaligus mematikan bagi ekosistem di perairan apabila langsung dibuang ke saluran air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Masuknya padatan tersuspensi (TSS) ke dalam air dapat menimbulkan kekeruhan air, yang menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya, sehingga produktivitas primer dari perairan mengalami penurunan [4]. Proses dekomposisi bahan organik menyebabkan mikroorganisme memerlukan jumlah oksigen yang cukup banyak untuk memperoleh energi. Kekurangan oksigen terlarut menyebabkan penguraian zat organik yang dilakukan oleh mikroorganisme anaerob yang mengeluarkan gas asam sulfida (H_2S) dan gas metana (CH_4) yang berbau seperti telur busuk. Tingginya konsentrasi zat organik dalam limbah cair industri tahu menyebabkan kebutuhan oksigen biologi dan oksigen kimia dalam perairan semakin tinggi [5].

Beberapa metode pengolahan limbah cair industri tahu dapat digolongkan atas tiga jenis metode pengolahan, yaitu secara fisika, kimia dan biologis. Sistem pengolahan limbah yang digunakan adalah dengan prinsip fisika, lebih tepatnya menggunakan metode ozonasi. Ozonasi merupakan gas yang bersifat desinfektan atau dapat membunuh mikroorganisme yang bersifat merusak. Fungsi ozon pada saat ini digunakan untuk membunuh alga, mengoksidasi bahan organik, sehingga dapat menghilangkan rasa, bau, dan warna yang tidak diinginkan yang diakibatkan oleh reaksi bahan organik.

Ozon (O^*) dapat mengoksidasi logam berat seperti besi dan mangan, menguraikan sulfit, menguraikan surfaktan dan menghilangkan kekeruhan. Ozon mempunyai sifat sebagai desinfektan yang biasanya digunakan dalam pengolahan air minum [6]. O^* bersifat radikal sehingga apabila bertumbukan

dengan air akan membentuk ion hidroksil (OH^-) yang kemudian pada gilirannya akan berperan dalam merombak ikatan-ikatan dari persenyawaan kimia, baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam limbah. Sehingga mikroorganisme akan mengalami kekurangan bahan atau nutrisi yang akan diurai, dengan demikian akan menambah jumlah oksigen yang terkandung di dalam limbah sehingga kadar dari COD dan BOD menurun [4].

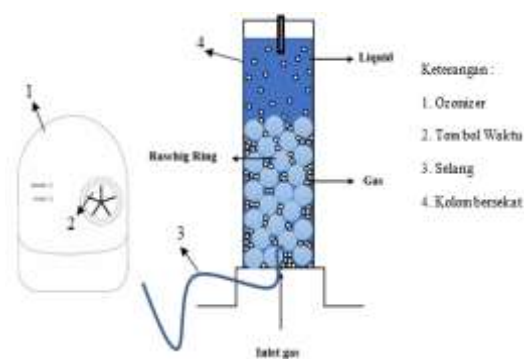
Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penurunan kadar COD dan BOD pada limbah tahu antara lain, pemanfaatan sedimen perairan tercemar sebagai bahan lumpur aktif dalam pengolahan limbah industri tahu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi lumpur yang terbaik digunakan sebagai lumpur aktif adalah komposisi lumpur yang berasal dari lumpur selokan industri tahu (50%), lumpur dari rumah potong hewan pesanggaran (25 %) dan lumpur dari Sungai Badung (25 %). Lumpur aktif memiliki pertumbuhan biomassa mikroba yang signifikan dan nilai TSS sebesar 2265mg/L serta mampu menurunkan nilai COD limbah cair industri tahu yang diolah hingga mencapai 46,645mg/L[2]. Rezagama pada tahun 2012 telah melakukan penelitian tentang studi ozonasi air lindi tempat pemrosesan akhir Sarimukti. Pada penelitian tersebut dikemukakan bahwa penurunan bahan organik mengindikasikan terjadinya proses mineralisasi zat organik air lindi. Penurunan TOC dan COD memiliki kecenderungan dipengaruhi pH dengan nilai optimal pH 8-9. Kemudian nilai pH basa 10 dan 11 menunjukkan penyisihan nilai TOC semakin buruk. Pada pH tinggi akan terbentuk radikal hidroksil yang banyak, namun di sisi lain pH yang basa membuat karbonat (CO_3) terbentuk semakin besar yang menghabisi senyawa ozon dengan cepat [7]. Nevya Rizky, dkk. 2014 telah melakukan penelitian mengenai penurunan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair tahu dengan teknologi kolam (*pond*) – *biofilm* menggunakan media *biofilter* jaring ikan dan *bioball*. Hasil yang didapatkan pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi penurunan konsentrasi COD dan TSS terjadi dengan baik pada drum dan kolam. Dimana, semakin lama waktu kontak berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD dan TSS.

Efisiensi konsentrasi COD paling tinggi pada kolam dan drum (reaktor *biofilter*) yaitu pada waktu kontak jam ke-8 dengan efisiensi 22,89% dan 15,49%. Dan, efisiensi konsentrasi TSS paling tinggi pada kolam dan drum (reaktor *biofilter*) yaitu pada waktu kontak jam ke-8 menghasilkan efisiensi 80,60% dan 72,99% [8]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ozon setelah kontak dengan limbah cair industri tahu. Analisis tersebut dilakukan agar dapat mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap limbah cair ini, setelah mengetahui reaksi yang dihasilkan oleh ozon. Dengan begitu limbah yang dikontakkan dengan ozon mengalami perubahan fisik dan senyawa organik yang ada didalamnya. Sehingga, hal ini dapat menyebabkan penurunan parameter BOD dan COD yang berada pada limbah cair industri tahu.

METODE PENELITIAN

Bahan dan alat

Penelitian ini menggunakan bahan yang berasal dari limbah cair industri tahu. Limbah tersebut diambil dari UD. Barokah, desa Ledok Kulon, Bojonegoro, Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan alat *ozonizer* dengan kecepatan 400mg/jam dan menggunakan kolom bersekat dengan volume 1000 ml dan dengan waktu kontak 5 – 25 menit (gambar 1).



Gambar 1. Rangkaian alat ozonasi

Prosedur

Proses ozonasi

Ozonasi merupakan molekul yang terdiri dari 3 atom oksigen, dan pertama kali ditemukan oleh Van Marum pada tahun 1785 dengan

menggunakan peralatan yang bersumber dari tenaga listrik. Ozon mempunyai berat molekul 48g/mol, tidak berwarna pada suhu ruang, dan berupa cairan biru tua pada keadaan tekanan tinggi. Ozon mampu bereaksi secara langsung dan tidak langsung. Dua macam cara tersebut menyebabkan perbedaan pada produk oksidasi yang dihasilkan [9].

Untuk penelitian yang terdahulu oleh Estikarini pada tahun 2016, metode ozonasi dan adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif telah digunakan. Prosedur pelaksanaan menggunakan dosis ozon 24ppm dan 32ppm yang bersal dari generator ozon, serta menggunakan waktu pengontakan selama 15 sampai 180menit. Setelah selesai melakukan kontak dengan ozon, dilanjutkan dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif 700gram [10]. Sedangkan penelitian ini menggunakan reaksi dengan kontak tidak langsung pada bahan dan dengan variasi waktu yang berbeda serta menggunakan satu metode saja.

Pertama, limbah cair industri tahu dimasukkan ke dalam kolom bersekat sebanyak 600ml, dan tutup dengan rapat kolom yang sudah berisi limbah agar gas ozon tidak ikut keluar. Kemudian, waktu kontak diatur sesuai dengan variabel yaitu 5; 10; 15; 20; dan 25menit. Setelah itu aliran gas juga diatur dengan variabel yang ditetapkan yaitu 100mg/L; 200mg/L; 300mg/L; dan 400mg/L. Selanjutnya gas ozon diinjeksikan sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan. Setelah semua selesai segera penurunan kadar BOD dan COD diuji, bilamana telah memenuhi baku mutu yang ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pengolahan terlebih dahulu dilakukan analisa kandungan awal sampel. Analisa sampel limbah ini dilakukan untuk mengetahui kualitas limbah cair industri tahu melalui pengukuran BOD dan COD yang terkandung didalamnya. Dari data awal uji kandungan BOD dan COD didapatkan hasil sebagai berikut, untuk BOD sebesar 2634mg/L dan untuk COD sebesar 6303.57mg/L. Berdasarkan analisa tersebut BOD dan COD dipengaruhi oleh kandungan senyawa organik yang cukup tinggi, maka dari itu harus dikurangi

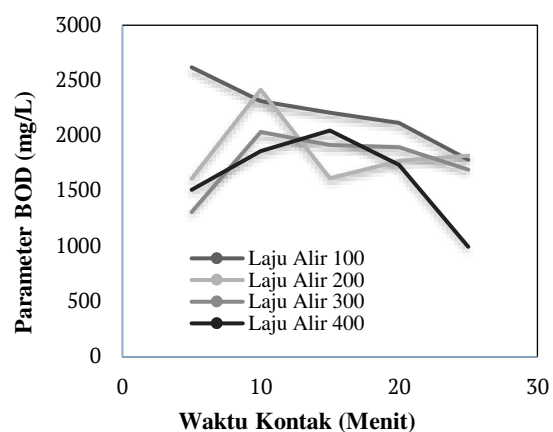
terlebih dahulu kandungan senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Cara yang paling sering digunakan adalah pengolahan secara fisik, contohnya dengan cara ozonasi. Menurut Budiono pada tahun 2007 yang melakukan penelitian tentang pengolahan air limbah rumah potong hewan dengan metode ozonasi dapat menurunkan parameter COD dari kadar awal 1421mg/L menjadi 126mg/L dengan pengaruh waktu pengontakan [11]. Pada proses penurunan kadar COD dan BOD limbah cair industri tahu menggunakan metode ozonasi dengan variabel laju alir ozonasi dan waktu kontak yang dijalankan, diperoleh hasil analisa yang tercantum pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil analisa kandungan BOD limbah cair tahu (mg/L) setelah ozonasi

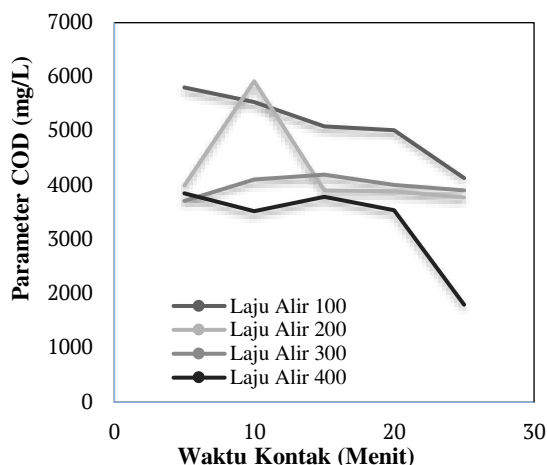
Laju alir ozon (mg/L)	Waktu kontak ozon (menit)				
	5	10	15	20	25
100	2619.06	2311.6	2209.1	2117	1782.4
200	1611.47	2416.1	1615.35	1771	1819.2
300	1309.4	2034.2	1916.96	1895	1694.5
400	1511.36	1862.4	2047.1	1737	994.99

Tabel 2. Hasil analisa kandungan COD limbah cair industri tahu (mg/L) setelah ozonasi

Laju alir ozon (mg/L)	Waktu kontak ozon				
	5	10	15	20	25
100	5805.31	5538.3	5090.56	5014	4133.9
200	3993.62	5920.9	3904.34	3891	3776.8
300	3713.01	4108.4	4197.7	4006	3904.34
400	3853.32	3521.7	3789.5	3540	1799.74



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak ozonasi terhadap parameter BOD



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak ozonasi terhadap parameter COD

Dari kedua gambar (gambar 2 dan gambar 3) terlihat bahwa kadar BOD dan COD mengalami fluktuasi selama ozonasi. Hal tersebut terjadi karena ozon bersifat tidak stabil dan ter-

dekomposisi secara cepat dengan keuntungan dan kerugian. Karena saat ozon terdekomposisi, senyawa radikal bebas terbentuk dan dimulai oksidasi lanjut. Namun disisi lain ketidakstabilan ozon membuat sulit digunakan dalam praktek desinfektan akhir. Tipikal umum dari penurunan kandungan BOD dan COD limbah yang didapat dibagi menjadi dua tahap.

Pertama, fase penurunan cepat dimana terjadi penurunan dengan kecepatan tinggi. Setelah itu tahap kedua terjadi titik balik dimana kecepatan reaksi menurun akibat terbentuknya karbon organik sebagai hasil sementara dari proses. Proses kontak senyawa ozon yang dilakukan pada penelitian ini mengakibatkan turunnya parameter BOD dan COD pada limbah cair industri tahu. Perubahan kadar BOD dan COD pada limbah cair industri tahu pada laju alir 200mg/L dan 300mg/L mengalami fluktuasi yang relatif naik turun. Berdasarkan pernyataan tersebut, ozon memiliki dua cara untuk bereaksi dengan bahan lain, yaitu dengan cara reaksi langsung dan tidak langsung.

Reaksi oksidasi secara langsung terjadi saat ozon di dalam air menimbulkan ikatan tak jenuh dan akan memicu terjadinya pemecahan

ikatan yang relatif kecil. Sedangkan reaksi dengan cara tidak langsung yaitu, ozon memanfaatkan radikal hidroksil yang merupakan hasil dari dekomposisi ozon. Pada pengolahan limbah cair ini pada saat laju alir 200mg/L sampai 300mg/L, BOD di waktu 10 sampai 20menit mengalami sedikit kenaikan yang sedikit tinggi. Kemudian ozonasi pada laju alir 200mg/L sampai 300mg/L, di waktu 10 menit sampai 20 menit dan dilaju alir 300mg/L pada waktu 25 menit, kadar COD mengalami sedikit kenaikan. Hal ini disebabkan oleh generator ozon atau *ozonizer* yang kurang optimum untuk menghasilkan ozon. Selain itu hal ini juga dipengaruhi oleh suhu dan keadaan pH yang kurang stabil saat injeksi gas ozon ke limbah cair ini. Hal ini menunjukkan bahwa ozon (O_3) dapat memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik yang lebih sederhana. Ini terjadi oleh karena senyawa organik kompleks teroksidasi oleh atom oksigen [10].

Dalam limbah industri tahu ini memiliki kandungan protein yang cukup kompleks, karena limbah cair ini berasal dari tumbuhan kedelai yang memiliki protein tinggi, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama dan laju alir ozon yang cukup tinggi agar memiliki hasil yang cukup maksimal. Seperti yang ditunjukkan pada penurunan parameter BOD dan COD pada waktu 25menit dan laju alir 400mg/L yang mampu menurunkan parameter yang cukup baik, untuk BOD dari 2634.88mg/L menjadi 994.99mg/L, serta kadar COD dari 6303.57mg/L menjadi 1799.74mg/L.

Pada akhirnya penelitian ini belum mampu menurunkan kadar BOD dan COD sebanyak 100% namun mampu mengurangi kandungan BOD dan COD sebanyak 75%. Hasil ini juga masih cukup jauh dari baku mutu yang ditentukan oleh peraturan Gubernur Jawa Timur No: 72 tahun 2013 tentang baku mutu air limbah industri tahu. Isi dari peraturan tersebut menyebutkan parameter untuk BOD sebesar 150mg/L dan COD sebesar 300mg/L. Kedua nilai tersebut merupakan batas maksimum untuk air limbah buangan industri tahu. Berdasarkan hal tersebut, hasil dari penelitian ini sebaiknya ditingkatkan lagi dari variabel waktu dan kontrol pH yang baik agar mendapatkan hasil yang maksimum. Dari hasil penelitian ini

memiliki hasil yang sangat berbeda pada warna dan bau pada limbah cair industri tahu. Limbah yang semula berwarna kuning keruh dan berbau busuk menjadi warna yang cukup jernih dan sudah tak berbau lagi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa awal, kualitas limbah cair hasil produksi industri tahu didapatkan parameter BOD awal sebelum diolah sebesar 2634.88mg/L dan COD sebesar 6303.57mg/L. kandungan BOD dan COD yang tinggi ini disebabkan oleh banyaknya senyawa organik yang cukup tinggi, yaitu senyawa protein yang kompleks. Protein yang tinggi ini berasal dari bahan dasar tahu dari tumbuhan kedelai yang memiliki kandungan protein yang tinggi. Kemudian setelah dilakukan pengolahan didapatkan hasil untuk BOD sebesar 994.99mg/L dari kadar awal 2634.88mg/L, kemudian untuk kadar COD sebesar 1799.74mg/L dari 6303.57mg/L. Penurunan parameter BOD dan COD sudah dapat dikatakan berhasil namun belum memenuhi standart baku mutu dari limbah cair industri tahu. Berdasarkan hasil analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian ini belum bisa berhasil 100%. Hal ini disebabkan oleh *ozonizer* yang belum mampu bekerja secara maksimal dan waktu pengontakan dengan ozon yang kurang lama sehingga hanya bisa menghasilkan penurunan parameter BOD dan COD dengan persentase sebesar 75% saja. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar laju alir yang dikeluarkan *ozonizer* dan semakin lama waktu kontak dengan ozon maka parameter BOD dan COD akan mengalami penurunan yang semakin besar pula.

SARAN

Sebaiknya sebelum melakukan ozonasi dicek terlebih dahulu jenis limbah yang akan digunakan. Jika menggunakan limbah cair industri tahu gunakan limbah yang masih segar yang belum terlalu lama dibuang ke penampung. Karena, jika limbah industri ini sudah berkontak dengan perairan akan menambah kandungan senyawa organiknya. Selanjutnya untuk limbah yang sudah selesai diozonasi segeralah untuk dianalisa agar limbah hasil ozonasi tidak

tercemar oleh mikroba dari udara bebas. Serta, jaga suhu limbah agar tetap dingin atau dibawah suhu kamar, dan gunakan waktu pengontakan ozonasi yang lebih lama. Akhirnya, cek terlebih dahulu pH dari bahan baku agar mendapatkan hasil penurunan parameter BOD dan COD yang maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Balai Riset dan Standarisasi Jawa Timur yang sudah membantu analisa parameter BOD dan COD, semoga selalu sukses dalam membantu para peneliti untuk analisa dan standarisasi sesuai dengan aturan yang diatur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Muhajir, "Penurunan limbah cair BOD dan COD pada industri tahu menggunakan tanaman cattail (*Typha Angustifolia*) dengan sistem constructed wetland," Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [2] N. L. G. Sudaryati, I. W. Kasa, and I. W. B. Suyasa, "Pemanfaatan sedimen perairan tercemar sebagai bahan lumpur aktif dalam pengolahan limbah cair industri tahu," *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, vol. 3, 2012.
- [3] A. Artiyani, "Penurunan kadar n-total dan p-total pada limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi aliran batch dan kontinyu menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata*," *Spectra*, vol. 9, pp. 9-14, 2011.
- [4] I. Isyuniarto and A. Andrianto, "Pengaruh Waktu Ozonasi Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod, Tss Dan Fosfat Pada Limbah Cair Rumah Sakit," *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir*, vol. 12, 2009.
- [5] M. Kasman, A. Riyanti, S. Sy, and M. Ridwan, "Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam sistem kombinasi constructed wetland dan filtrasi," *Jurnal Litbang Industri*, vol. 8, pp. 39-46, 2018.

- [6] A. Syafarudin and N. Novia, "Produksi Ozon Dengan Bahan Baku Oksigen Menggunakan Alat Ozon Generator," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 19, 2013.
- [7] A. Rezagama, "Studi Ozonasi Senyawa Organik Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sarimukti," *Teknik*, vol. 34, pp. 82-87, 2012.
- [8] N. Rizki, E. Sutrisno, and S. Sumiyati, "Penurunan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair tahu dengan teknologi kolam (pond)-biofilm menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball," Diponegoro University, 2015.
- [9] N. Fajri, M. Hadiwidodo, and A. Rezagama, "Pengolahan Lindi dengan Metode Koagulasi-flokulasi Menggunakan Koagulan Aluminium Sulfat dan Metode Ozonasi untuk Menurunkan Parameter Bod, Cod, dan Tss (Studi Kasus Lindi Tpa Jatibarang)," Diponegoro University, 2017.
- [10] H. D. Estikarini, M. Hadiwidodo, and V. Luvita, "Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Tekstil Dengan Metode Ozonasi," Diponegoro University, 2016.
- [11] W. I Nyoman and J. Seno, "Pengolahan Air Limbah Dengan Kandungan Padatan Tersuspensi dan Bahan Organik Tinggi dengan Ozonasi: Studi Kasus Pada Pengolahan Air Limbah RPH," 2007.