

**Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap
Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri
Sari Apel**

SKRIPSI

oleh:
LULUK INDRI ASTUTI
155090209111001



JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017



**Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap
Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri
Sari Apel**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

oleh:

LULUK INDRI ASTUTI

155090209111001



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**





LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap
Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri
Sari Apel

oleh:
LULUK INDRI ASTUTI
155090209111001

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

Akhmad Sabarudin, S.Si., M.Sc., Dr.Sc
NIP. 19740418 199702 1 001

Qonitah Fardiyah, S.Si., M. Si
NIP. 19770705 200312 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Masruri, S.Si., M.Si., Ph. D.
NIP. 19731020 200212 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luluk Indri Astuti

NIM : 155090209111001

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul:

Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Sari Apel

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2017
Yang menyatakan,

(Luluk Indri Astuti)
NIM. 155090209111001

Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Sari Apel

ABSTRAK

Pada penelitian ini, telah dipelajari pengaruh penambahan NaOH dan CaO terhadap penurunan BOD dan COD pada limbah cair industri sari apel. Sebelum dilakukan penelitian, limbah cair industri sari apel dibuat dalam beberapa variasi pH yaitu 4, 5, 6, 7, 8, 9 yaitu dengan cara menambahkan NaOH dan CaO dengan konsentrasi masing-masing 1M. Pada masing-masing nilai pH dilakukan pengukuran kadar BOD dan COD dengan mengikuti metode standar, pada BOD menggunakan metode Winkler, yaitu dengan cara menghitung selisih kandungan oksigen terlarut awal (DO_0) dengan kandungan oksigen terlarut setelah masa inkubasi selama 5 hari (DO_5), sedangkan pada COD menggunakan metode refluks yaitu dengan cara menguraikan bahan organik dengan menggunakan kalium bikromat dalam suasana asam dan panas menggunakan katalisator perak sulfat, kelebihan kalium bikromat yang terpakai dititrasi dan dihitung sehingga nilai COD dapat diketahui. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa pada penambahan NaOH persentase penurunan BOD tertinggi pada pH 7 yaitu sebesar 82,50% dan COD pada pH 6 yaitu sebesar 30,76%. Sedangkan pada penambahan CaO persentase penurunan BOD dan COD tertinggi ada pada pH 7 yaitu sebesar 64,75% dan 19,23%. Dilihat dari segi keefektifannya maka NaOH adalah lebih efektif menurunkan kadar BOD dan COD dibandingkan dengan CaO. Karena mampu menurunkan kadar BOD dan COD lebih besar.

Keywords : Limbah cair, BOD, COD, NaOH, CaO

Effect of Addition of NaOH and CaO to Decrease of BOD and COD on Liquid Waste of Apple Cider Industry

ABSTRACT

In this study, we have studied the effect of NaOH and CaO addition on the decrease of BOD and COD on industrial effluent of apple juice. Prior to the research, the liquid waste of the apple cider industry was made in several variations of pH of 4, 5, 6, 7, 8, 9 by adding NaOH and CaO with concentrations of 1M each. At each pH value, BOD and COD measurements were performed by using the standard method, in BOD using Winkler method, by calculating the difference of dissolved oxygen content (DO₀) with dissolved oxygen content after incubation period for 5 days (DO₅), while In COD using reflux method that is by decomposing organic material by using potassium bichromate in acidic and hot atmosphere using silver sulfate catalyst, excess potassium bichromate which is used is titrated and calculated so that COD value can be known. The result of the research showed that in addition NaOH the highest percentage of BOD decrease at pH 7 that is 82,50% and COD at pH 6 that is 30,76%. While in addition CaO percentage decrease BOD and COD highest at pH 7 that is equal to 64,75% and 19,23%. In terms of its effectiveness, NaOH is more effective in lowering BOD and COD levels compared with CaO. Because it can reduce the BOD and COD levels greater.

Keywords: Liquid waste, BOD, COD, NaOH, CaO

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Sari Apel” dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Akhmad Sabarudin, S.Si., M.Sc., Dr.Sc selaku dosen pembimbing I dan Qonitah Fardiyah, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, perhatian, dukungan, kesabaran dan doa yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr.rer.nat. Rachmat Triandi T., S.Si., M.Si. selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan selama kuliah
3. Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk mengadakan penelitian di laboratorium kimia analitik.
4. Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan (BPPSDM Kesehatan) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia selaku Pemberi Bantuan Tugas Belajar selama menempuh pendidikan selama empat semester.
5. Bapak dan Ibu staf Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya atas bantuan dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan, Mbak Erna, Pak Wasino, Mas Hartoyo, dkk serta Bapak Darwin selaku PLP Laboratorium Kimia Analitik yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian.
6. Kedua orang tua, Bapak Soekirno dan Ibu Wiji Winarsih, bapak ibu mertua, Bapak H. Rochmad Iksan dan Almh. Ibu Hj. Solichah, suami dan anak-anak tercinta, Ayah Irkham

Fuadi dan Chiquita Azarine, Ervin Haidar Rahman serta semua kakak-kakak tersayang, Mas Budi Susanto, Mas Tulus Winarsunu, Mbak Nanik Setyaningsih, Mas Joko Sanyoto, Mbak Titik Setyarini, Mbak Yayuk Rahayuningtyas dan seluruh keluarga besar yang telah banyak memberikan bantuan moril, material, arahan, dan selalu mendoakan keberhasilan dan keselamatan selama menempuh pendidikan.

7. Rekan-rekan Jurusan Kimia atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis selama menempuh masa studi.
8. Rekan-rekan seperjuangan penerima Bantuan Tugas Belajar di Fakultas Kedokteran atas kerjasama yang baik selama ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Malang, 2017
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	.xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG	xvi
DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Limbah	5
2.1.1 Definisi	5
2.1.2 Proses Pembuatan Sari Apel dan Limbah yang Dihasilkan	5
2.2 Parameter Air Limbah	6
2.2.1 pH	6
2.2.2 BOD	7
2.2.3 COD	8
2.3 NaOH	9
2.4 CaO	10
2.5 Hipotesis	10
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.1.1 Tempat	11
3.1.1 Waktu	11
3.2 Bahan dan Alat	11
3.2.1 Bahan	11



3.2.2	Alat	11
3.3	Tahapan Penelitian	11
3.4	Prosedur Penelitian	12
3.4.1	Preparasi Larutan $MnSO_4$ 40%	12
3.4.2	Preparasi Larutan Alkali Azida	12
3.4.3	Preparasi Larutan Indikator Amilum 1%	12
3.4.4	Preparasi Larutan $Na_2S_2O_3$ 0,0125 M	12
3.4.5	Preparasi Larutan Ferroammonium Sulfat 0,25 M	13
3.4.6	Preparasi Larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,0417 M	13
3.4.7	Preparasi Larutan NaOH 1 M	13
3.4.8	Preparasi Larutan CaO 1 M	13
3.4.9	Preparasi Larutan Indikator Ferroin 0,1 %	13
3.4.10	Pembuatan Variasi pH	13
3.4.11	Penentuan BOD	13
3.4.11.1	Penentuan $DO_{(0)}$	13
3.4.11.2	Penentuan $DO_{(5)}$	14
3.4.12	Penentuan COD	15
3.4.13	Analisa Data	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO pada Penurunan BOD	17
4.1.1	Penambahan NaOH	17
4.1.2	Penambahan CaO	18
4.1.3	Perbandingan Penambahan NaOH dan CaO	19
4.2	Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO pada Penurunan COD	20
4.2.1	Penambahan NaOH	20
4.2.2	Penambahan CaO	21
4.2.3	Perbandingan Penambahan NaOH dan CaO	22
4.3	Rasio BOD/COD pada Penambahan NaOH dan CaO	23
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	25
5.2	Saran	25
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
		30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pembuatan sari apel	6
Gambar 2.2 Reaksi pada penentuan BOD	7
Gambar 2.3 Reaksi pada penentuan COD	8
Gambar 2.4 Peralatan refluks untuk mengukur COD	9
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara pH dan persentase penurunan kadar BOD pada penambahan NaOH dan CaO pada limbah cair sari apel	20
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara pH dan persentase penurunan kadar COD pada penambahan NaOH dan CaO pada limbah cair sari apel	22
Gambar 4.3 Rasio BOD/COD pada penambahan NaOH dan CaO	24
Gambar D.1 Kurva hubungan pH dengan BOD pada penambahan NaOH	35
Gambar D.2 Kurva hubungan pH dengan COD pada penambahan NaOH	36
Gambar D.3 Kurva hubungan pH dengan BOD pada penambahan CaO	37
Gambar D.4 Kurva hubungan pH dengan COD pada penambahan CaO	38



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Persentase penurunan kadar BOD pada Penambahan NaOH 18

Tabel 4.2 Persentase penurunan kadar BOD pada penambahan CaO 19

Tabel 4.3 Persentase penurunan kadar COD pada Penambahan NaOH 21

Tabel 4.4 Persentase penurunan kadar COD pada Penambahan CaO 21

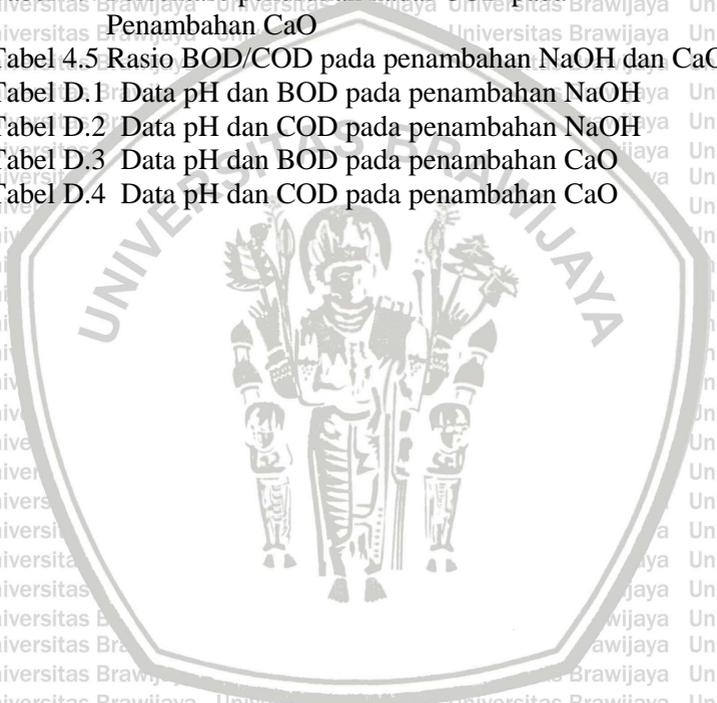
Tabel 4.5 Rasio BOD/COD pada penambahan NaOH dan CaO 23

Tabel D.1 Data pH dan BOD pada penambahan NaOH 35

Tabel D.2 Data pH dan COD pada penambahan NaOH 36

Tabel D.3 Data pH dan BOD pada penambahan CaO 37

Tabel D.4 Data pH dan COD pada penambahan CaO 38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Diagram Alir Penelitian	30
Lampiran B. Diagram Alir Percobaan	
B.1 Diagram Alir Pembuatan Variasi pH	30
B.2 Diagram Alir Penentuan BOD	31
B.3 Diagram Alir Penentuan COD	32
Lampiran C. Perhitungan	
C.1 Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 M	32
C.2 Pembuatan Larutan Ferroammonium Sulfat 0,25 M	33
C.3 Pembuatan Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,0417 M	33
C.4 Pembuatan Larutan NaOH 1M	33
C.5 Pembuatan Larutan CaO 1M	34
Lampiran D. Data Hasil Penelitian	
D.1 Data Kurva Hubungan pH dan BOD pada Penambahan NaOH	35
D.2 Data Kurva Hubungan pH dan COD pada Penambahan NaOH	36
D.3 Data Kurva Hubungan pH dan BOD pada Penambahan CaO	37
D.4 Data Kurva Hubungan pH dan COD pada Penambahan CaO	38
D.5 Perhitungan nilai BOD pada penambahan NaOH	39
D.6 Perhitungan nilai COD pada penambahan NaOH	45
D.7 Perhitungan nilai BOD pada penambahan CaO	47
D.8 Perhitungan nilai COD pada penambahan CaO	53

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri sari apel merupakan bidang usaha yang didirikan dalam rangka pengembangan kegiatan di bidang pangan yang mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Dampak positif berupa pemenuhan kebutuhan ekonomi bagi masyarakat sekitar dan dampak negatifnya adalah limbah yang dihasilkan dari proses produksi yang mengakibatkan pencemaran lingkungan [1].

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik [2]. Limbah industri Industri sari apel menghasilkan limbah cair, padat, dan gas, dengan prosentase terbesar adalah limbah cair yang bersumber dari sisa buangan produksi [1]. Pada umumnya limbah cair bersifat merugikan. Indikator yang dapat menentukan adanya limbah cair yaitu : nilai pH, suhu, warna, bau, rasa, jumlah padatan, nilai BOD, pencemaran mikroorganisme patogen, kandungan minyak, kandungan logam berat, dan bahan radioaktif. Tingkat pencemaran air limbah juga dapat dilihat dari parameter BOD dan CODnya, apabila kandungan bahan organik dalam limbah tinggi, maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik tersebut, sehingga nilai BOD dan COD limbah akan tinggi dan makhluk air tidak dapat bertahan hidup. Sebaliknya jika nilai BOD dan COD rendah maka dapat dikatakan bahwa bahan organik dalam limbah adalah rendah[2,3].

Limbah cair dari industri sari apel harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum masuk ke badan air yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan, selain itu kandungan zat pencemar dalam limbah cair harus memenuhi baku mutu limbah cair yang sudah ditetapkan oleh pemerintah [4]. Baku mutu limbah cair industri sari apel menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no.5 tahun 2014 [5] termasuk dalam baku mutu air limbah bagi pengusaha dan/atau kegiatan pengolahan buah-buahan dan/atau sayuran, dengan parameter dan kadar yang diperbolehkan yaitu pH 6-9, BOD maksimal 75 ppm, dan COD maksimal 150 ppm.

Penelitian terdahulu tentang penurunan BOD dan COD pada air limbah pernah dilakukan oleh Septiawan [6]. Septiawan memilih

metode biofilter dengan menggunakan tanaman cattail, dari penelitian yang dilakukan dapat dikatakan bahwa tanaman cattail mampu menurunkan kadar BOD pada limbah industri tahu hingga sebesar 78 % dan kadar COD sebesar 77,3 %. Penurunan ini terjadi karena bahan organik banyak yang terserap oleh tanaman, selain itu suplai oksigen dari fotosintesis tanaman cukup banyak sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi efektif. Penurunan BOD dan COD pada limbah cair juga dipelajari oleh Irmanto [7], yaitu penelitian pada limbah cair industri tapioka dengan memanfaatkan arang aktif ampas kopi dengan menentukan variasi waktu kontak 2, 10, 30, 60, 90, 120 menit untuk mengetahui pengaruh lama pengocokan terhadap proses adsorpsi arang aktif dalam menurunkan nilai BOD dan COD. Persentase penurunan BOD dan COD terbesar pada pengocokan 30 menit sebesar 39% dan 78%, yaitu terjadi penyerapan limbah paling besar dan semua permukaan arang aktif telah tertutup oleh adsorbat. Pada pengocokan lebih dari 30 menit persentase penurunan BOD dan COD mengalami penurunan karena arang aktif telah jenuh.

Dalam penelitian ini akan dilakukan upaya penurunan BOD dan COD pada limbah cair industri sari apel dengan cara menambahkan NaOH dan CaO sebagai senyawa basa yang akan meningkatkan pH limbah cair, sehingga persentase penurunan BOD dan COD pada kondisi optimum dapat diketahui. Rahajeng, dkk [8] menggunakan NaOH yang merupakan basa kuat untuk menaikkan pH air limbah yang bersifat asam. Boey [15] menyatakan bahwa CaO memiliki kekuatan basa yang tinggi, murah dan ramah lingkungan. Menurut Isyuniarto, dkk [9] CaO dapat mengefektifkan penurunan kadar BOD dan COD karena bersifat sebagai pengatur pH larutan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah pH optimum pada penambahan NaOH dan CaO yang mampu menurunkan nilai BOD dan COD pada limbah cair produksi sari apel?
2. Bagaimana tingkat keefektifan dari penambahan NaOH dan penambahan CaO terhadap penurunan nilai BOD dan COD?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, batasan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Limbah yang digunakan adalah air buangan dari industri sari apel PT.Mannasatria Kusumajaya Perkasa.
2. Parameter kualitas limbah cair yang diukur adalah pH, BOD, dan COD.

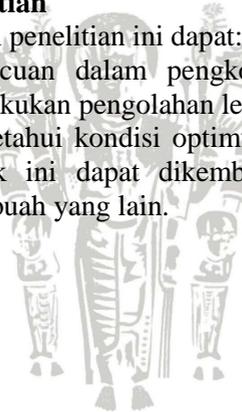
1.4. Tujuan Penelitian

1. Menentukan pH optimum pada penambahan NaOH dan CaO yang mampu menurunkan nilai BOD dan COD pada limbah cair produksi sari apel.
2. Mempelajari tingkat keefektifan dari penambahan NaOH dan penambahan CaO terhadap penurunan nilai BOD dan COD.

1.5. Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat:

1. Dijadikan acuan dalam pengkondisian limbah sari apel sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut.
2. Dengan diketahui kondisi optimum pada limbah sari apel, maka teknik ini dapat dikembangkan untuk pengolahan limbah sari buah yang lain.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

2.1.1 Definisi

Air limbah merupakan air bersih yang sudah tercemar kualitasnya sehingga memiliki kandungan yang berbeda dengan air murni. Air limbah terbentuk akibat buangan dari hasil kerja baik industri, agrikultur, maupun air buangan rumah tangga. Tingkat kontaminasi yang terjadi pada air limbah sangat bervariasi untuk setiap buangan dari setiap sumber yang berbeda dalam kontaminan dan konsentrasinya [2]. Air limbah yang tidak ditampung dan diolah dengan benar dapat mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan dan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Untuk menghindari gangguan tersebut air limbah yang dibuang ke lingkungan harus memenuhi ketentuan baku mutu air limbah. Apabila air limbah tidak memenuhi ketentuan tersebut, maka perlu dilakukan pengolahan sebelum dialirkan ke lingkungan[23].

2.1.2 Proses Pembuatan Sari Apel dan Limbah yang Dihasilkan

Dalam pembuatan sari apel dibutuhkan bahan baku utama buah apel malang dengan bahan tambahan yang digunakan adalah air, gula, dan asam sitrat. Apel sebagai bahan baku utama memiliki fungsi sebagai penghasil sari buah apel murni sedangkan gula sebagai penyeimbang rasa dan penambah rasa manis pada sari apel yang dihasilkan. Proses produksi sari apel diawali dengan tahap penyortiran atau pemilihan, pengupasan dan pemotongan buah agar ukuran lebih kecil. Selanjutnya buah apel dihancurkan dengan menggunakan mesin *juicer* yang dilengkapi alat pengepres, sehingga menghasilkan sari apel setengah jadi dan ampas. Sari apel setengah jadi selanjutnya dialirkan ke tangki *mixing* yang dilengkapi dengan pemanas, di tangki *mixing* sari apel setengah jadi ditambahkan dengan bahan lainnya dan dilanjutkan dengan proses pemasakan. Sari apel kemudian disterilisasi dan dikemas. Tahapan pembuatan sari apel ditunjukkan pada gambar 2.1 [1].



Gambar 2.1 Proses Pembuatan Sari Apel

Limbah cair dalam industri sari apel berasal dari proses penyiapan, proses pengolahan dan produk kadaluarsa yang dikembalikan oleh konsumen. Pada tahap persiapan, limbah cair berasal dari pencucian buah dan pencucian tangki masak, pada proses pengolahan berasal dari pengupasan, pencampuran dan penguapan. Produk kadaluarsa yaitu produk yang sudah tidak layak untuk dikonsumsi karena masa simpan yang terlalu lama atau melewati batas waktu yang ditentukan sehingga harus dibuang. Limbah cair dari proses produksi sari apel mempunyai kadar bahan organik yang tinggi, sehingga mudah terurai oleh mikroorganisme yang menyebabkan BOD tinggi [1,4].

2.2 Parameter Air Limbah

2.2.1 pH

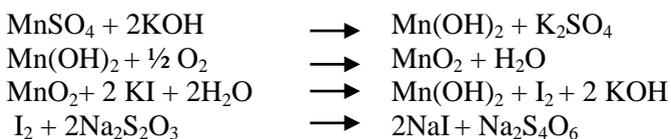
Salah satu kriteria kualitas air adalah derajat keasaman (pH/Potential Hydrogen). Menurut Sawyer [10], pH adalah sebuah istilah yang digunakan secara universal untuk menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Selain itu derajat keasaman air berkaitan dengan proses fotosintesis dan respirasi organisme.

Semakin banyak CO₂ yang dihasilkan dari respirasi membuat pH menjadi turun dan air bersifat asam.

Air yang baik adalah air yang bersifat netral. Jika di dalam suatu perairan terdapat zat pencemar maka akan berakibat pada sifat air, yaitu berubah menjadi asam atau basa. Air yang tidak tercemar memiliki pH antara 6,5—7,5, sifat air tergantung pada besar kecilnya pH, air dengan pH lebih kecil dari pH normal maka akan bersifat asam sedangkan yang lebih besar dari pH normal maka akan bersifat basa. Untuk menetralisasi air yang bersifat asam atau basa maka harus ditambahkan bahan yang bersifat basa atau asam kuat [11].

2.2.2 BOD

BOD atau *Biological Oxygen Demand* menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dengan kondisi aerob dalam perairan. Prinsip pengukuran BOD adalah menghitung selisih kandungan oksigen terlarut awal (DO₍₀₎) dengan kandungan oksigen terlarut pada sampel setelah masa inkubasi 5 hari dengan kondisi gelap dan temperatur 20⁰ C yang disebut dengan DO₍₅₎. Selisih DO₍₀₎ dan DO₍₅₎ disebut BOD yang dinyatakan dalam mg/L. Metode penentuan BOD secara analitik adalah dengan cara titrasi (metode Winkler, iodometri) [12]. Penentuan lama inkubasi selama 5 hari merupakan kesepakatan umum dalam penentuan BOD, sedangkan kondisi gelap diperlukan agar tidak terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen, sehingga limbah hanya terdekomposisi oleh mikroorganisme, dan temperatur selama inkubasi adalah 20⁰ C dengan anggapan bahwa temperatur tersebut merupakan kondisi sungai beraliran lambat pada iklim sedang [13]. Reaksi penentuan BOD [20].



Gambar 2.2 Reaksi pada penentuan BOD

2.2.3 COD

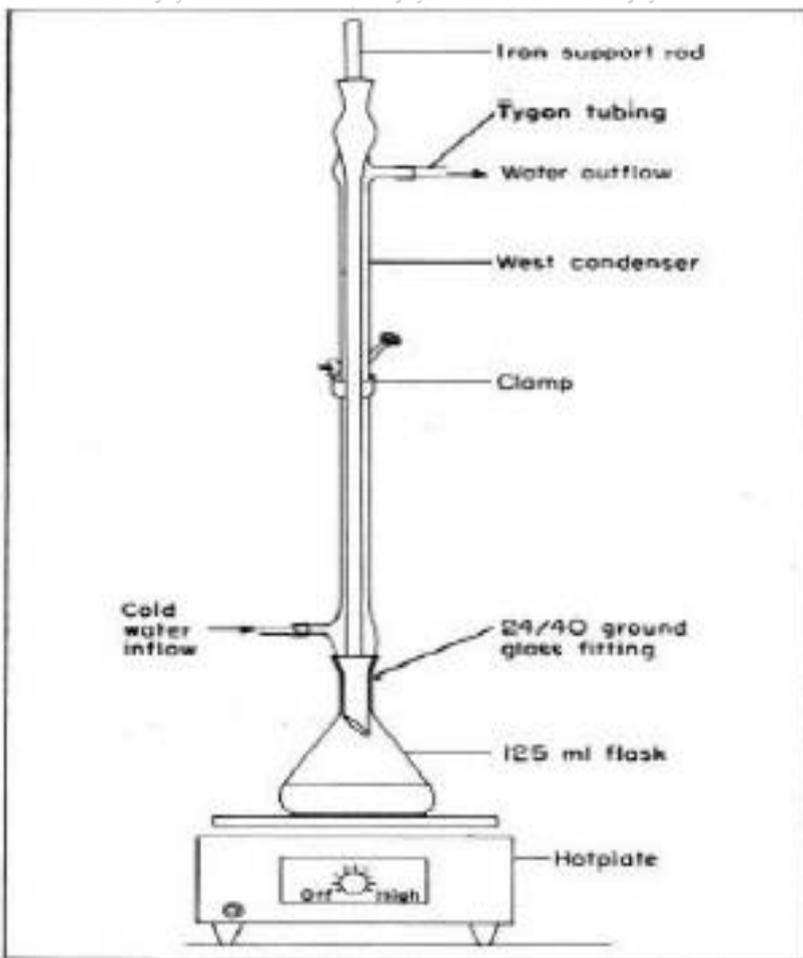
COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang digunakan untuk mengurai seluruh bahan organik yang mudah maupun sulit terurai yang ada di perairan. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat dengan suasana asam dan panas menggunakan katalisator perak sulfat, kemudian kelebihan kalium bikromat dapat diketahui dengan cara titrasi. Sehingga jumlah kalium bikromat yang terpakai untuk mengoksidasi bahan organik dapat dihitung dan nilai COD dapat diketahui. COD menggambarkan semua bahan organik yang ada. Kelemahannya senyawa kompleks anorganik yang ada di perairan yang dapat teroksidasi juga ikut dalam reaksi [12]. Reaksi yang terjadi pada penentuan COD tampak pada gambar 2.3 [12].



Gambar 2.3 Reaksi pada penentuan COD

Rangkaian alat untuk mengukur COD seperti pada gambar 2.4 [18], yang terdiri dari alat pemanas, erlenmeyer, statif penyangga, penjepit, dan pipa kondensor yang dilengkapi dengan selang untuk sirkulasi air masuk dan keluar kondensor.





Gambar 2.4 Peralatan refluks untuk mengukur COD

2.3 NaOH

NaOH atau natrium hidroksida atau soda api merupakan senyawa yang bersifat basa anorganik berbentuk kristal dan berwarna putih terang agak transparan. NaOH larut dalam air dan bersifat higroskopis. Pada proses pembuatan biodiesel NaOH digunakan sebagai katalis [15]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahajeng,

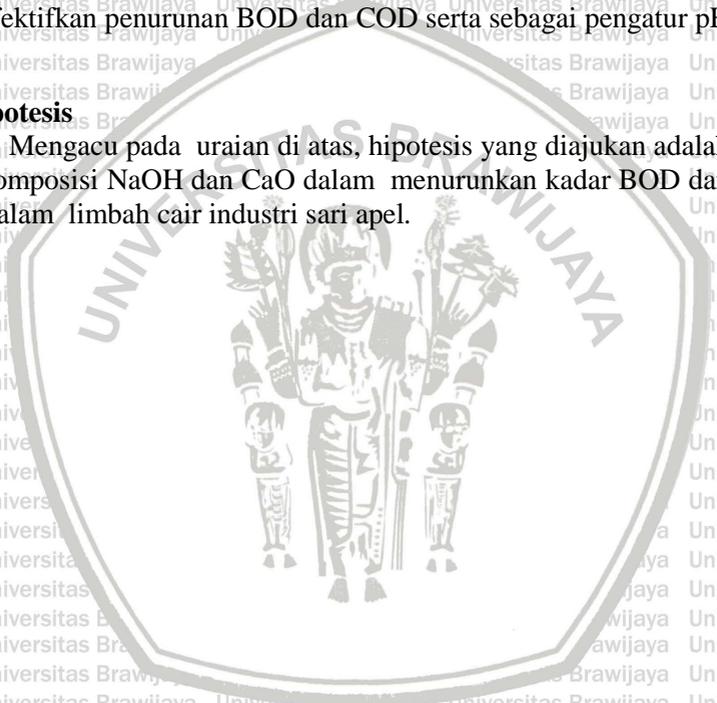
dkk [8] NaOH digunakan untuk memvariasikan pH air limbah yang bersifat asam dengan cara meneteskan hingga pH tercapai.

2.4 CaO

Kapur tohor atau kalsium oksida (CaO) merupakan padatan berwarna putih, bersifat alkali dan sedikit pahit. Kapur tohor bereaksi hebat dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Kapur banyak digunakan dalam pengolahan limbah dan sebagai bahan yang membantu dalam pengendapan flok-flok dalam air [16]. Iman, dkk [17] menyatakan bahwa kapur dapat mengefektifkan penurunan BOD dan COD serta sebagai pengatur pH larutan.

2.5 Hipotesis

Mengacu pada uraian di atas, hipotesis yang diajukan adalah studi komposisi NaOH dan CaO dalam menurunkan kadar BOD dan COD dalam limbah cair industri sari apel.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Organik dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

3.1.2. Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan yaitu pada bulan Februari – Juni 2017 diawali dengan konsultasi pembimbing, penelitian dan pelaporan.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, air limbah industri sari apel, padatan NaOH p.a (Merck), padatan CaO p.a (Merck), padatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ p.a (Merck), padatan $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ p.a (Merck), padatan KI p.a (Merck), padatan NaN_3 p.a (Merck), larutan H_2SO_4 95-97% (Merck), akuades, padatan amilum (Merck), padatan asam salisilat p.a (Merck), padatan KIO_3 p.a (Merck), padatan HgSO_4 p.a (Merck), padatan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a (Merck), padatan ammonium ferrosulfat p.a (Merck), padatan 1,10 phenantroline monohydrate p.a (Merck), dan padatan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ p.a (Merck).

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, neraca analitik, gelas ukur 1000 ml, gelas ukur 50 ml, erlenmeyer asah 250 ml, gelas kimia 250 ml, pengaduk kaca, botol winkler, botol semprot, buret, statif, gelas arloji, kondensor, selang air, inkubator, batu didih, pH meter.

3.3 Tahapan Penelitian

1. Penyiapan alat dan bahan
2. Preparasi larutan dan reagen
 - a. Preparasi larutan MnSO_4 40 %
 - b. Preparasi larutan alkali azida

- c. Preparasi larutan indikator amilum 1%
 - d. Preparasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 M
 - e. Preparasi larutan ferro ammonium sulfat 0,25 M
 - f. Preparasi larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,0417 M
 - g. Preparasi larutan indikator ferroin 0,1 %
 - h. Preparasi larutan NaOH 1 M
 - i. Preparasi larutan CaO 1 M
3. Pembuatan larutan limbah dengan variasi pH 4,5,6,7,8,9 dengan penambahan NaOH 1 M dan CaO 1 M.
 4. Penentuan BOD pada pH 4,5,6,7,8,9 pada penambahan NaOH 1 M dan CaO 1 M.
 5. Penentuan COD pada pH 4,5,6,7,8,9 pada penambahan NaOH 1 M dan CaO 1 M.
 6. Analisis data

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Larutan MnSO_4 40 %

Larutan MnSO_4 40% dibuat dengan melarutkan padatan MnSO_4 sebanyak 40 gram dengan pelarut akuades dalam gelas kimia. Larutan kemudian dipindahkan ke labu ukur 100 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.2 Preparasi Larutan Alkali Azida

Larutan alkali azida dibuat dari campuran 50 gram padatan NaOH, 15 gram padatan NaI, 1 gram padatan NaN_3 dan pelarut akuades hingga tanda batas pada labu ukur 100 ml.

3.4.3 Preparasi Larutan Indikator Amilum 1 %

Larutan Indikator amilum 1 % dibuat dengan melarutkan 1 gram padatan amilum dalam 100 ml akuades dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah itu ditambahkan 0,2 gram asam salisilat dalam larutan dan diaduk, biarkan dingin.

3.4.4 Preparasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 M

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 M dibuat dengan melarutkan 1,551 gram padatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan akuades dalam gelas kimia. Larutan kemudian dipindahkan ke labu ukur 500 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.5 Preparasi Larutan Ferro Ammonium Sulfat 0,25 M

Larutan ferro ammonium sulfat 0,25 M dibuat dengan melarutkan 9,75 gram padatan ammonium ferro sulfat dengan 2 ml larutan H_2SO_4 pekat dalam gelas kimia. Larutan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.6 Preparasi Larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,0417 M

Larutan $K_2Cr_2O_7$ dibuat dengan melarutkan padatan $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 12,258 gram dengan pelarut akuades dalam gelas kimia. Larutan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.7 Preparasi Larutan NaOH 1 M

Larutan NaOH 1 M dibuat dengan melarutkan padatan NaOH sebanyak 4 gram dengan pelarut akuades dalam gelas kimia. Larutan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.8 Preparasi Larutan CaO 1 M

Larutan CaO 1 M dibuat dengan melarutkan padatan CaO sebanyak 5,6 gram dengan pelarut akuades dalam gelas kimia. Larutan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.9 Pembuatan Larutan Indikator Ferroin 0,1 %

Pembuatan larutan indikator ferroin 0,1 % dibuat dengan melarutkan 1,485 gram 1,10 Phenantrolin monohydrate dan 0,695 gram $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dalam pelarut akuades. Setelah itu dipindahkan ke labu ukur 100 ml dan ditambahkan pelarut akuades hingga tanda batas.

3.4.10 Pembuatan variasi pH

Pembuatan variasi pH pada limbah cair industri sari apel yaitu pada 4;5;6;7;8;9 dengan ditambahkan NaOH 1 M dan CaO 1 M sehingga diperoleh pH yang sudah ditentukan nilainya.

3.4.11 Penentuan BOD

Pengukuran BOD dilakukan dengan menggunakan metode titrasi Winkler, yaitu dengan menggunakan rumus [21] :

$$\text{BOD} = \text{DO}_{(0)} - \text{DO}_{(5)}$$

3.4.11.1 Penentuan DO₍₀₎

Dipipet 14 ml sampel limbah cair kedalam gelas ukur 1000 ml, ditambahkan akuades sampai volume 700 ml (pengenceran 50x).

Dimasukkan ke dalam 2 botol Winkler hingga penuh dan ditutup. Botol Winkler pertama masing-masing ditambahkan 1 ml larutan MnSO₄ 40% dan larutan alkali azida tutup lalu kocok dengan membolak-balikkan botol Winkler. Dibiarkan 10 menit lalu dipindahkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 1 ml H₂SO₄ pekat dan dikocok. Dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,0125 M hingga berwarna kuning pucat, ditambahkan beberapa tetes amilum 1% (warna menjadi biru) kemudian titrasi dilanjutkan hingga warna biru tepat hilang.

3.4.11.2 Penentuan DO₍₅₎

Sampel dalam botol Winkler kedua dari pengerjaan DO₍₀₎ ditutup rapat dan jangan sampai timbul gelembung udara kemudian disimpan dalam inkubator pada temperatur 20°C selama 5 hari. Setelah inkubasi, ke dalam Botol Winkler masing-masing ditambahkan 1 ml larutan MnSO₄ 40% dan larutan alkali azida tutup lalu kocok dengan membolak-balikkan botol Winkler. Dibiarkan 10 menit lalu dipindahkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 1 ml H₂SO₄ pekat dan dikocok. Dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,0125 M hingga berwarna kuning pucat, ditambahkan beberapa tetes amilum 1% (warna menjadi biru) kemudian titrasi dilanjutkan hingga warna biru tepat hilang. Nilai DO dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{DO} = \frac{(V \times M \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times \text{BM O}_2 \times 1000 \times \text{faktor pengenceran}}{\text{ml sampel}}$$

3.4.12 Penentuan COD

Pengukuran COD dilakukan dengan metode refluks. Dipipet 25 ml akuades sebagai blanko dan 25 sampel limbah cair ke dalam 2 buah erlenmeyer asah 250 ml, masing-masing ditambahkan batu didih, 0,5 gram HgSO_4 dan 5 ml H_2SO_4 pekat kemudian dikocok hingga larut dan didinginkan. Setelah mencapai suhu ruang pada masing-masing erlenmeyer ditambahkan 10 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 M dan dikocok perlahan, dipanaskan sampai mendidih kemudian ditambahkan 13 ml H_2SO_4 pekat lewat lubang dari tabung kondensor, pemanasan dilakukan selama 2 jam. Setelah pemanasan selesai larutan didinginkan hingga suhu ruang, ditambahkan 6 tetes indikator ferroin dan dititiasi dengan larutan ferroammonium sulfat (FAS) 0,25 M sampai terjadi perubahan warna dari hijau kebiruan menjadi coklat kemerahan (merah bata). Perhitungan nilai COD [21] :

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(A - B) \times M \times \text{BM O}_2 \times 1000 \times \text{faktor pengenceran}}{\text{ml sampel}}$$

dimana : A : ml pentiter blanko

B : ml pentiter sampel

M : molaritas ferroammonium sulfat

3.4.13 Analisis Data

Membandingkan persentase penurunan nilai BOD dan COD dengan penambahan NaOH 1 M dan CaO 1 M pada pH 4,5,6,7,8,9.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan adalah membahas tentang pengaruh pH terhadap penurunan BOD dan COD pada limbah cair industri sari apel. Sampel limbah diambil dari sisa produksi pengolahan sari apel di PT.Mannasatria Kusuma jaya Perkasa yang dilakukan pada variasi pH 4,5,6,7,8,9 dengan cara menambahkan larutan NaOH 1 M dan CaO 1 M karena keduanya merupakan senyawa basa dan bersifat sebagai pengatur pH larutan [17]. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium untuk menguji kemampuan senyawa basa dalam menurunkan kadar BOD dan COD dalam limbah cair dan mengetahui presentase penurunan konsentrasi BOD dan COD dalam sampel limbah. Sampel limbah dianalisa mengikuti metode standar [21] pada BOD menggunakan metode Winkler yaitu BOD 5 day test dan untuk COD menggunakan metode refluks. Analisis dalam penelitian ini dilakukan secara duplo atau pengukuran secara berulang dengan menggunakan sampel yang sama, dengan parameter yang diuji adalah pH, BOD dan COD. Perbedaan reaksi penguraian pada BOD dan COD adalah apabila BOD menggunakan mikroorganisme serta membutuhkan waktu yang cukup lama, sedangkan COD menggunakan reaksi kimia serta membutuhkan waktu yang relatif lebih singkat. Semakin tinggi bahan pencemar dalam perairan baik itu berupa bahan organik dan anorganik maka oksigen yang dibutuhkan semakin banyak.

4.1 Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO pada Penurunan BOD

Penambahan NaOH dan CaO pada limbah cair sari apel dikondisikan dalam suasana yang bervariasi sehingga dapat diketahui kondisi yang optimum untuk menurunkan kadar BOD pada limbah cair. Penambahan NaOH dan CaO terhadap sampel limbah cair adalah sebanding dengan kenaikan pH, dimana semakin banyak NaOH atau CaO yang ditambahkan maka pH larutan semakin tinggi.

4.1.1 Penambahan NaOH

Penambahan NaOH terhadap sampel limbah cair pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa pada pH 4 persentase penurunan kadar BOD adalah 0%, karena awal penelitian ada di pH 4 yang merupakan pH limbah sebelum ditambahkan NaOH dan digunakan untuk mengetahui perubahan penurunan kadar BOD pada pH selanjutnya. persentase penurunan BOD pada pH 5 terjadi peningkatan sebesar 68,71%, pada pH 6 sebesar 80,34% dan terus terjadi peningkatan sampai pada pH 7 sebesar 82,50% yang merupakan kondisi optimum terjadinya penurunan kadar BOD. Kadar BOD pada suasana asam cenderung lebih tinggi karena mikroorganisme lebih menyukai kondisi asam, sebanding dengan kenaikan pH, persentase penurunan BOD semakin tinggi hingga mencapai pH 7, pada pH 8 persentase penurunan BOD mulai turun yaitu menjadi 82,05% dan pada pH 9 menjadi 77,72% . pada suasana netral mikroorganisme cenderung tidak bertahan sehingga mengakibatkan persentase penurunannya naik, hal ini terjadi karena ada penambahan NaOH yang merupakan senyawa basa yang mampu mendegradasi mikroorganisme sehingga mikroorganisme mati. Tetapi sejalan dengan kenaikan pH yaitu pada pH 8 dan 9 persentase penurunan BOD menjadi turun, hal ini bisa disebabkan karena larutan telah jenuh sehingga kemampuan mendegradasi menjadi berkurang.

pH	Persentase Penurunan Kadar BOD (%)
4	0
5	68,71
6	80,34
7	82,50
8	82,05
9	77,72

Tabel 4.1 Persentase Penurunan Kadar BOD pada penambahan NaOH

4.1.2 Penambahan CaO

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada pH 4 tidak terjadi perubahan, karena merupakan kondisi awal dan tidak terjadi penambahan CaO. Pada pH 5 terjadi kenaikan persentase penurunan pH sebesar 21,48%, kemudian pada pH 6 terjadi peningkatan yaitu menjadi 41,50% hal ini terjadi karena CaO yang merupakan senyawa basa mulai bekerja mendegradasi mikroorganisme, pada pH 7 terjadi persentase penurunan optimal yaitu sebesar 64,75%, pada pH 8 persentase penurunan BOD masih tinggi yang menandakan senyawa basa masih bekerja mendegradasi mikroorganisme, persentase penurunan BOD mengalami penurunan pada pH 9, hal ini kemungkinan karena larutan telah jenuh sehingga kemampuan untuk mendegradasi mikroorganisme menurun. Selain itu CaO juga mempunyai sifat mudah mengendap sehingga kemampuan mendegradasinya menjadi kurang maksimal.

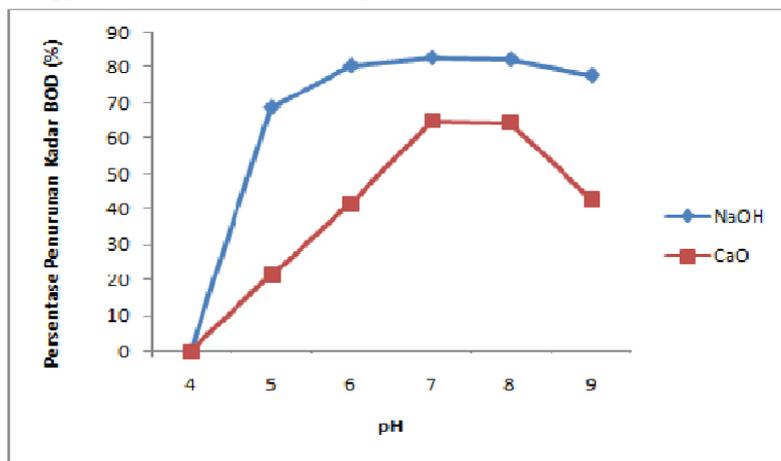
pH	Persentase Penurunan Kadar BOD (%)
4	0
5	21,48
6	41,50
7	64,75
8	64,41
9	42,87

Tabel 4.2 Persentase Penurunan Kadar BOD pada penambahan CaO

4.1.3 Perbandingan Penambahan NaOH dan CaO

Berdasarkan gambar 4.1 dapat diketahui bahwa pada kedua kurva masing-masing memiliki pola yang sama yaitu dari awal pada pH 4 sampai pH 6 menunjukkan bahwa persentase penurunan mengalami peningkatan, pada pH 7 keduanya mengalami kondisi optimum yaitu sebesar 82,50% pada penambahan NaOH dan 64,75% pada penambahan CaO dan perlahan mengalami penurunan pada pH 8 dan pH 9. Penurunan nilai BOD terjadi karena kandungan bahan organik pada limbah cair telah terdegradasi oleh mikroorganisme. Penambahan senyawa basa pada limbah cair yang bersifat asam membuat pH limbah cair yang semula asam menjadi normal, dimana pada pH normal (6,5- 8,5) bakteri aerob bekerja secara efektif untuk

mendegradasi bahan-bahan organik. Dilihat dari keefektifannya NaOH memiliki tingkat keefektifan yang lebih baik dibanding dengan CaO, karena NaOH memiliki kemampuan menurunkan kadar BOD lebih besar. Selain itu NaOH lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan CaO yang mudah mengendap dalam air sehingga NaOH lebih mudah digunakan.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara pH dan persentase Penurunan Kadar BOD pada Penambahan NaOH dan CaO pada Limbah Cair Sari Apel

4.2 Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO pada Penurunan COD

Nilai COD menunjukkan kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mendegradasikan zat organik tertentu secara kimia karena sulit terdegradasi secara biologis. Nilai COD umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih besar daripada nilai BOD, karena tidak hanya mampu memecah bahan-bahan organik yang sukar dihancurkan secara biologis, tetapi bahan pencemar anorganik juga mampu diuraikan secara kimiawi. Penelitian yang dilakukan adalah mengamati perubahan penurunan COD pada kondisi pH larutan 4,5,6,7,8,dan 9. pH 4 adalah kondisi awal sampel tanpa penambahan NaOH atau CaO. sehingga pH 4

digunakan untuk membandingkan perubahan nilai COD pada sampel.

4.2.1 Penambahan NaOH

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pada pH 4 persentase penurunan adalah 0% karena tidak ada perlakuan penambahan senyawa basa. Persentase mengalami kenaikan setelah pH 5 yaitu sebesar 7,69%, nilai optimal dari COD terjadi pada pH 6 yaitu sebesar 30,76%, kemudian semakin menurun pada pH 7 sebesar 15,36%, pH 8 dan 9 sebesar 11,54%. Penurunan nilai COD sebanding dengan kenaikan pH, karena dengan penambahan NaOH yang merupakan senyawa basa maka akan mendegradasi buangan organik sehingga akan menurunkan kadar COD.

pH	Persentase Penurunan Kadar COD (%)
4	0
5	7,69
6	30,76
7	15,38
8	11,54
9	11,54

Tabel 4.3 Persentase Penurunan Kadar COD pada penambahan NaOH

4.2.2 Penambahan CaO

Berdasarkan gambar 4.5 Persentase penurunan kadar COD mengalami peningkatan pada pH 5 yaitu sebesar 3,85% dan terus meningkat pada pH 6 sebesar 7,69%. kondisi optimum terjadi pada pH 7 yaitu sebesar 19,23% dan mengalami penurunan pada pH 8 sebesar 11,54% dan pada pH 9 sebesar 7,69%. Pada pH 8 persentase mengalami penurunan, ini disebabkan pada pH 8 larutan telah jenuh sehingga CaO tidak maksimal dalam mendegradasi senyawa organik yang terkandung dalam air limbah.

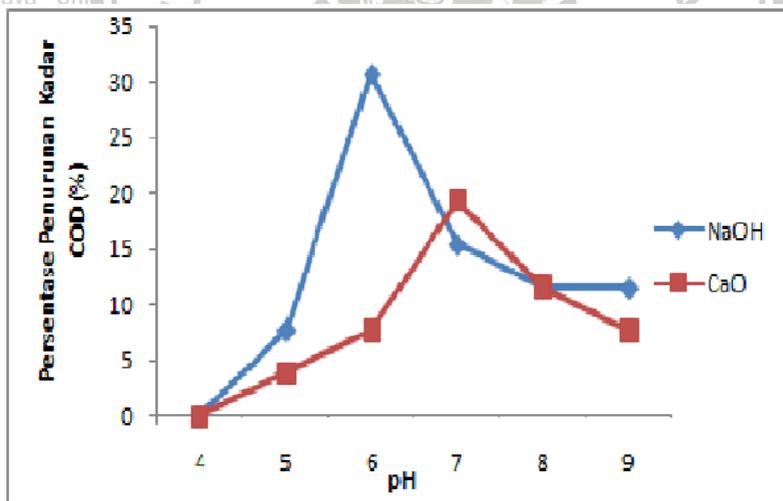
pH	Persentase Penurunan Kadar COD (%)
4	0

5	3,85
6	7,69
7	19,23
8	11,54
9	7,69

Tabel 4.4 Persentase Penurunan Kadar COD pada penambahan CaO

4.2.3 Perbandingan Penambahan NaOH dan CaO

Berdasarkan gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada kondisi awal pada pH 4 sampai pH 6 menunjukkan bahwa persentase penurunan COD mengalami peningkatan, pada penambahan NaOH kondisi optimum pada pH 6 dan pada penambahan CaO kondisi optimum pada pH 7 dan perlahan mengalami penurunan pada pH 8 dan pH 9. Dilihat dari keefektifannya NaOH memiliki tingkat keefektifan yang lebih baik dibanding dengan CaO, karena NaOH memiliki kemampuan menurunkan kadar COD lebih besar dibanding CaO. Selain itu NaOH lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan CaO yang mudah mengendap dalam air sehingga NaOH lebih mudah digunakan.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara pH dan persentase Penurunan Kadar COD pada Penambahan NaOH dan CaO pada Limbah Cair Sari Apel

4.3 Rasio BOD/COD pada Penambahan NaOH dan CaO

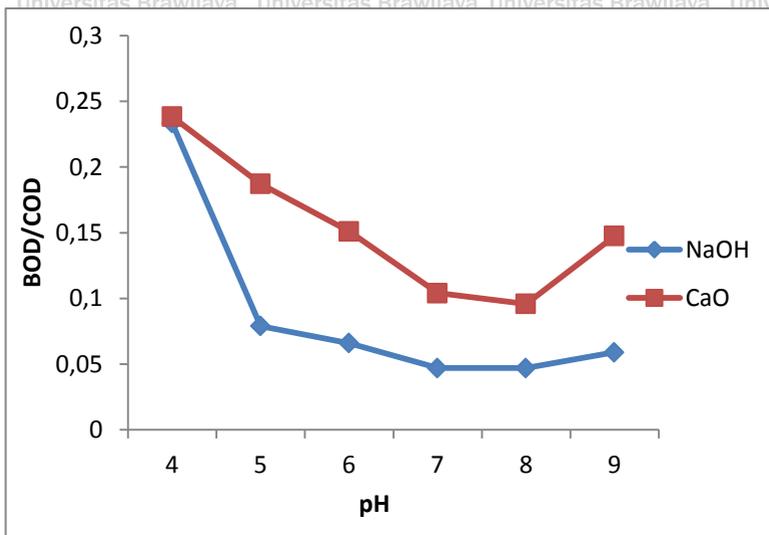
pH	Rasio BOD/COD pada Penambahan NaOH	Rasio BOD/COD pada Penambahan CaO
4	0,2334	0,2383
5	0,079	0,1871
6	0,066	0,1510
7	0,047	0,104
8	0,047	0,0958
9	0,059	0,1475

Tabel 4.5 Nilai Rasio BOD/COD pada Penambahan NaOH dan CaO

Rasio BOD/COD yang diperlukan adalah rasio yang optimal pada variasi pH agar efektif untuk mendegradasi limbah yang nantinya mempermudah dalam pembuangan ke badan air. Pada tabel 4.5 rasio didapatkan dengan membagi antara kadar BOD dengan kadar COD hasil penelitian. Rasio BOD/COD optimal dapat diketahui dengan melihat naik turunnya grafik, dimana pada kondisi terendah merupakan rasio BOD/COD optimal. Semakin tinggi rasio BOD/COD air limbah maka tingkatan biodegradabilitas dari air limbah tersebut semakin rendah. Dengan mengetahui kondisi air limbah maka dapat dilakukan pengolahan yang sesuai untuk menurunkan kandungan BOD dan COD.

Berdasarkan tabel 4.5 rasio BOD/COD pada penambahan NaOH terendah ada pada pH 7 dan 8 yaitu sebesar 0,047, sedangkan pada penambahan CaO rasio terendah pada pH 8 yaitu sebesar 0,0958. Semakin rendah nilai rasio BOD/COD maka menunjukkan bahwa kadar BOD juga semakin rendah yang berarti metabolisme mikroorganisme semakin terhambat [22]. BOD rendah menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air semakin kecil karena nilai BOD berkaitan dengan proses respirasi mikroorganisme. Dalam suasana asam terjadi penurunan oksigen terlarut sehingga konsumsi oksigen menurun dan terjadi pemecahan bahan-bahan organik. Perbandingan penambahan NaOH dan CaO dapat dikatakan bahwa penambahan

NaOH lebih efektif dibanding penambahan CaO, karena NaOH mampu menurunkan nilai BOD dan COD dengan persentase lebih besar dari pada CaO.



Gambar 4.3 Rasio BOD/COD pada Penambahan NaOH dan CaO

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Pengaruh Penambahan NaOH dan CaO terhadap Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Sari Apel dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi optimum pada penambahan NaOH yang mampu menurunkan nilai BOD adalah pada pH 7 yaitu sebesar 82,50% dan COD pada pH 6 yaitu sebesar 30,76%, sedangkan pada penambahan CaO, kondisi optimum pada pH 7 dengan penurunan BOD sebesar 64,75% dan COD sebesar 19,23%, karena pada kondisi optimum senyawa basa mampu mendegradasi partikel organik dengan optimal.
2. Penambahan NaOH lebih efektif dibandingkan pada penambahan CaO karena NaOH mampu menurunkan nilai BOD dan COD dengan persentase lebih besar daripada CaO.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pH pada penurunan kadar BOD dan COD pada limbah cair sari buah yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yasinta, R.N, dkk, 2013, **Perancangan Perusahaan Produsen Sari Apel**, *Paper*, Jurusan Teknologi Industri Pertanian,FTP, Universitas Brawijaya, Malang.
- [2] Sugiharto, 1987, **Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah** Universitas Indonesia, Jakarta.
- [3] Doraja, P.H., Shovitri, M., dan Kusvytasari, N.D, 2012, **Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik**, *Paper*, Jurusan Biologi FMIPA, ITS, Surabaya.
- [4] Susanto. J. P., Wiharja., dan Ganefati, S.P.,2002, **Teknologi Pengolahan Limbah Cair**, *Bagian 4 Industri Makanan dengan Bahan Baku Buah dan Sayuran*, BPPT, Jakarta.
- [5] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang **Baku Mutu Limbah Cair**.
- [6] Septiawan, M.K., 2010, **Penurunan Limbah Cair BOD dan COD pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) dengan Sistem Constructed Wetland**, *Skripsi*, Jurusan Kimia FMIPA, UNS, Semarang.
- [7] Irmanto, Suyata, 2010, **Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi**, *Jurnal*, Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- [8] Rahajeng, E.R, Sumiyati, S.,Samudro, G., 2014, **Pengaruh Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan pH Terhadap Kinerja Granular Activated Carbon Dual Chamber Microbial Fuel Cells (GAC-DCMFCs)**, *Jurnal*, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.

- [9] Isyuniarto, Widdi., U., Agus P., 2007, **Degradasi Limbah Cair Industri Kertas Menggunakan Oksidan Ozon dan Kapur**, **Jurnal**,ISSN 0216-3128.
- [10] Sawyer, C.N., 2003, **Chemistry for Environmental Engineering and Science 5th Edition**, Mc.Graw Hill Book Co., Singapore.
- [11] Widyaningsih, V., 2011, **Pengolahan Limbah Cair Kantin Yong Ma Fisip UI**, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- [12] Atima, W.A., 2014, **Jurnal Biology Science and Education**, *BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*, Prodi Pend. Biologi, IAIN Ambon.
- [13] Metcalf, Eddy, 1991, **Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse**, 3rd ed., (Revised by : G. Tchobanoglous and F.L. Burton), Mc. Graw-Hill, New York, Singapore, p 8.27-8.28.
- [14] American Public Health Association, 2005, **Standard Methods**, 21 st edition, Washington DC.
- [15] Boey, Peng. Lim, Maniam, G.P., Hamid, S.A., 2011, **Performance of Calcium Oxide as a Heterogeneous Catalyst in Biodiesel Production**, *A Review Chemical Engineering Journal* 168, 15-22.
- [16] Suharto, I., 2011, **Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air**, Andi, Yogyakarta.
- [17] Imam, F., Hiola, R.P., Bialangi, S., 2013, **Perbedaan Efektifitas Kapur Tohor (CaO) dalam meningkatkan Dissolved Oxygen (DO) pada Limbah Cair RSUD Datoe Binangkang Bolaang Mongondow**, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan, Universitas Negeri Gorontalo.

- [18] Boyd, C.E., 1979, **Water Quality in Warmwater Fish Ponds**, Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama, p 230.
- [19] Alaerts, G, dan S.S., Santika, 1984, **Metode Penelitian Air**, Usaha Nasional, Surabaya.
- [20] Salmin, 2005, **Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menurunkan Kualitas Perairan**, *Jurnal Oseana*, Vol XXX, No.3:21-26.
- [21] APHA, 2005, **Standard Methods for the Water and Wastewater**, Washington D.C.: American Public Health Association.
- [22] Zhang, L., Jahng, D, 2010, **Enhanced Anaerobic Digestion of Piggery Wastewater by Ammonia Stripping: Effect of Alkali Types**, *Journal of Hazardous Materials* 182: 536-543
- [23] Soemirat, J, 2011, **Kesehatan Lingkungan**, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.