

**PENGARUH PERLAKUAN AEROB DAN ANAEROB TERHADAP VARIABEL  
BOD, COD, pH, DAN BAKTERI DOMINAN LIMBAH INDUSTRI  
DESICCATED COCONUT PT. GLOBAL COCONUT  
RADEY, MINAHASA SELATAN**

[*Aerob and Anaerob Treatments to BOD, COD, pH, and Dominant of Bacteria of  
Dessicated Coconut Industry Wastewater of PT. Global Coconut, Radey, South Minahasa*]

**Muson B. Hermanus<sup>1)</sup>, Bobby Polii<sup>2)</sup>, Lucia C. Mandey<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Agronomi, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

<sup>2)</sup>Program Studi Agronomi, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

<sup>3)</sup>Program Studi Ilmu Pangan, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

**ABSTRAK**

Limbah industri desiccated coconut berupa air kelapa, air bekas pencucian daging kelapa, pencucian peralatan dan mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran bahan organik (BOD dan COD) setelah dilakukan perlakuan aerob dan anaerob juga mendapatkan jenis bakteri yang dominan. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Global Coconut Radey Minahasa Selatan bulan juni 2015. Penelitian dilakukan di Laboratorium FMIPA Unsrat dan disimpulkan bahwa perlakuan aerob (penambahan oksigen) lebih baik dalam mengurangi nilai-nilai BOD, COD, pH dan aktivitas bakteri dominan *Escherichia coli*, *Streptococcus* sp, *Staphylococcus* sp dan *Clostridium* sp dibandingkan dengan perlakuan anaerob (tanpa oksigen).

**Kata Kunci:** limbah industri, air kelapa, pencemaran bahan organik, perlakuan aerob, perlakuan anaerob

**ABSTRACT**

*Industrial waste dessicated coconut are coconut water, water from coconut meat washing and water from the equipment washing. The aims of this research are to find out the level of organic contaminant (BOD and COD) after aerob and anaerob treatments and to determine the dominant bacteria. The research was done in PT Global Coconut Radey Minahasa on June 2015 and laboratory of FMIPA Unsrat. The research conclude that aerob treatment (with oxygen) are better in decreasing BOD, COD and pH values and are better in decreasing BOD, COD, and pH values and the dominant bacteria are Escherichia coli, Streptococcus sp, Staphylococcus sp, and Clostridium sp compared with anaerob treatment (without oxygen).*

**Keywords:** industrial waste, coconut water, contamination of organic materials, aerob treatment, anaerob treatment

## PENDAHULUAN

PT. Global Coconut memproduksi kelapa rata-rata 90.000 – 100.000 biji kelapa per hari dan menghasilkan air kelapa sekitar 25.000 liter per hari. Air kelapa ini belum dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai limbah cair. Limbah industri desiccated coconut berupa limbah cair berasal dari bahan baku kelapa seperti air kelapa, air bekas pencucian daging kelapa, pencucian peralatan dan mesin. Sedangkan untuk limbah padat berupa partikel/padatan kelapa yang terbuang serta padatan lainnya. Limbah tersebut mengandung minyak, karbohidrat, protein dan lain-lain yang mudah terkontaminasi oleh mikroba pengurai. Penguraian bahan organik itu menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana menimbulkan bau tidak baik dan bersifat asam karena terbentuknya amoniak, nitrat, nitrit dan asam-asam organik lainnya.

Selama ini telah dilakukan beberapa cara pengelolaan limbah industri desiccated coconut dengan metode pengelolaan terpadu baik secara fisika, kimia dan biologi maupun kombinasinya. Namun metode-metode dari pengelolaan ini masih belum mendapatkan hasil yang cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan masih adanya keluhan-keluhan dari masyarakat sekitar pabrik. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian lebih lanjut melalui pemberian perlakuan secara aerob maupun anaerob yang mengacu pada variabel-variabel BOD, COD, pH sesuai ketentuan baku mutu air limbah dan aktivitas bakteri dominan limbah cair industri desiccated coconut PT. Global Coconut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan 2 bentuk perlakuan yang berbeda.

Perlakuan 1 : Perlakuan aerob dengan penambahan oksigen (aerasi)

Perlakuan 2 : Perlakuan anaerobik dengan menutup wadah sampel dengan plastik hitam

Kontrol : Tanpa perlakuan

Variabel yang diukur adalah nilai BOD, COD, dan pH setiap lima hari berselang dimulai dari hari pengambilan sampel sampai 25 hari kemudian (0, 5, 10, 15, 20, dan 25). Untuk identifikasi bakteri dominan diuji pada hari pertama dan hari ke-25.

### Analisis bakteri dominan

Isolasi dan identifikasi bakteri dilakukan pada hari pertama dan hari terakhir dari masing-masing perlakuan. Analisis bakteri dilakukan untuk melihat bakteri yang paling dominan dengan berpedoman pada Determinatif Bakteriologi Manual Bergey (Breed, Murray dan Hitchens, 1948).

### Analisis data

Data dianalisis untuk memperoleh nilai BOD dan COD berdasarkan Analisis Kadar Parameter Air Limbah Industri (Dwinanto, 2009).

Untuk perhitungan BOD sebelum perlakuan adalah sebagai berikut :

$$DO = \frac{V \text{ Thiosulfat} \times N \text{ Thiosulfat} \times Be \ O_2 \times P}{V \text{ Sampel}}$$

Dimana:

- DO = oksigen terlarut (mg/L)
- V = volume titran natrium thiosulfat (ml)
- N = normalitas larutan natrium thiosulfat (ek/L)
- Be O<sub>2</sub> = 8000
- P = pengenceran

$$BOD = DO_0 - DO_5$$

Dimana :

- DO<sub>0</sub> = oksigen terlarut 0 hari
- DO<sub>5</sub> = oksigen terlarut 5 hari

Perhitungan BOD setelah perlakuan adalah sebagai berikut :

$$BOD = \frac{(BOD\ awal - BOD\ sampel)}{BOD\ awal}$$

Nilai COD dihitung dengan rumus berikut ini :

$$COD = \frac{(A - B) \times N\ FAS \times BeO_2 \times P}{V\ Sampel}$$

Dimana:

- A = mL titrasi blanko
- B = ml titrasi sampel
- N = normalitas FAS
- BeO<sub>2</sub> = 8000
- P = pengenceran

Perhitungan COD setelah perlakuan adalah sebagai berikut :

$$COD = \frac{(COD\ awal - COD\ akhir) \times 100\%}{COD\ awal}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas fisik menunjukkan perlakuan aerob lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan aerob air limbah yang dihasilkan lebih jernih dan kurang berbau busuk dibandingkan dengan perlakuan pada kontrol yaitu keruh dan berbau busuk. Sedangkan pada perlakuan anaerob meskipun tidak lebih baik daripada perlakuan aerob, air limbah berkurang kekeruhannya namun masih busuk. Dengan demikian, untuk pengolahan limbah PT. Global Coconut lebih dianjurkan dikelola dengan perlakuan aerob melihat hasil kualitas fisik air limbah setelah perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji kualitas fisik limbah cair industri dessicated coconut

No.	Perlakuan	Kualitas Fisik (Hari ke-25)
1.	Aerob	Lebih jernih dan kurang berbau busuk
2.	Anaerob	Agak keruh dan berbau busuk
3.	Kontrol	Keruh dan berbau busuk

Hasil uji COD kedua perlakuan sampel dari awal sampai hari ke-25 masih belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan yaitu berada di atas nilai 150 mg/L. Akan tetapi hasil uji terakhir (H25) kadar COD menunjukkan adanya penurunan nilai yaitu dengan perlakuan aerob menurun sebesar 59,08% (480 mg/L) perlakuan anaerob menurun sebesar 49,96% (587 mg/L) dengan sampel kontrol menurun sebesar 68,20% (373 mg/L). Ketiga tabel tersebut

menunjukkan perlakuan dengan aerob mampu menurunkan kadar persentase COD lebih besar dibandingkan sampel uji dengan perlakuan anaerob.

Penurunan kadar BOD optimum dengan perlakuan aerob terjadi pada hari ke-15 sebesar 47,83% (120 mg/L). Sedangkan penurunan kadar COD optimum dengan perlakuan aerob terjadi pada hari ke-5, 20 dan 25 sebesar 59,08% (480 mg/L). Meskipun pada hari ke-10 nilai COD naik sebesar 55,01% (1067 mg/L) namun di hari-hari selanjutnya terus terjadi penurunan nilai. Karakteristik fisik menunjukkan perlakuan dengan aerob lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya karena hasil sampel yang diperoleh air limbah menjadi lebih jernih dan bau busuknya berkurang. Nilai pH memenuhi standar baku mutu (6-9) terjadi pada hari ke-10 yaitu 6,85. Meskipun nilai pH terus mengalami penurunan di hari-hari berikutnya. Penurunan nilai pH menyatakan bahwa pengolahan limbah cair PT. Global Coconut ke depan diperlukan tambahan perlakuan seperti kapur untuk menetralkan namun tidak berlebihan agar endapan kalsium karbonat tidak terlalu tebal.

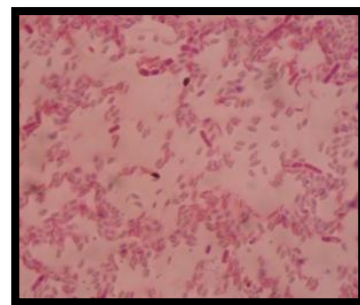
Penurunan kadar BOD optimum dengan perlakuan anaerob terjadi pada hari ke-10 sebesar 60,87% (90 mg/L). Sedangkan penurunan kadar COD optimum dengan perlakuan anaerob terjadi pada hari ke- 25 sebesar 49,96% (587 mg/L). Karakteristik fisik menunjukkan perlakuan dengan anaerob masih lebih baik dibandingkan dengan sampel kontrol karena hasil sampel yang diperoleh warna air limbah agak keruh meskipun masih berbau busuk. Nilai pH memenuhi standar baku mutu (6-9) terjadi pada hari ke-10 yaitu 6,46. Meskipun nilai pH terus mengalami penurunan di hari-hari berikutnya.

Hasil uji sampel kontrol untuk penurunan BOD optimum terjadi pada

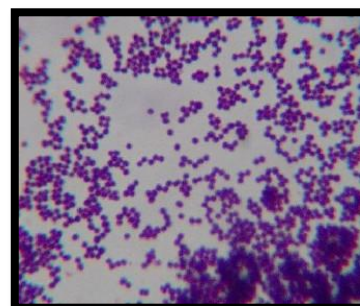
hari ke-10 yaitu menurun sebesar 47,83% (120 mg/L), penurunan COD optimum terjadi pada hari ke-25 sebesar 68,20% (373 mg/L). Karakteristik fisik yang terlihat pada kontrol menunjukkan warna air limbah paling keruh dan sangat berbau busuk. Nilai pH memenuhi standar baku mutu (6-9) terjadi pada hari ke-10 yaitu 6,11 dan nilai pH pada hari terakhir menunjukkan nilai yang paling rendah (4,09).

### Identifikasi bakteri dominan

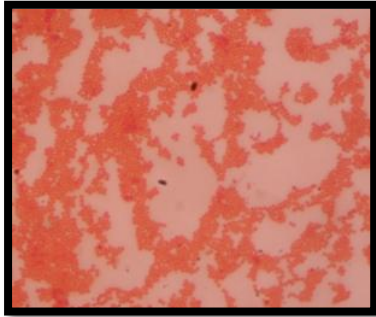
Berdasarkan hasil uji morfologi, uji fisiologi dan uji biokimia sampel bakteri dominan di laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNSRAT teridentifikasi bakteri yang paling sering muncul dan dominan (koloni terbesar). Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan, Gambar 4 menunjukkan jenis bakteri yang ditemukan dan analisis bakteri dominan dapat dilihat pada Tabel 2.



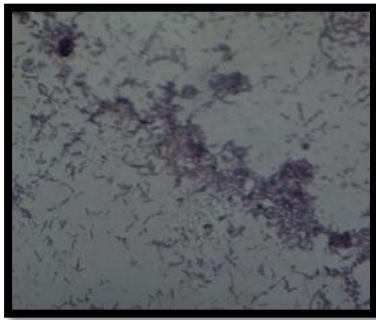
Gambar 1. *Escherichia coli* pada pewarnaan Gram



Gambar 2. *Staphylococcus* sp. pada pewarnaan Gram



Gambar 3. *Streptococcus* sp. pada pewarnaan Gram



Gambar 4. *Clostridium* sp. pada pewarnaan Gram

Tabel 2. Hasil uji bakteri dominan

No.	Per lakuan	Awal (H0)	Akhir (H25)
1.	Aerob	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp.	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp.
2.	Anaerob	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Clostridium</i> sp.	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Clostridium</i> sp.
3.	Kontrol	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp.	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp.

Pada perlakuan dengan aerob didapatkan 3 (tiga) jenis bakteri dominan yaitu *Escherichia coli*, *Streptococcus* sp. dan *Staphylococcus* sp. sama seperti pada sampel kontrol. Sedangkan pada perlakuan dengan anaerob didapatkan 4 (empat) jenis bakteri dominan yaitu *Escherichia coli*, *Streptococcus* sp., *Staphylococcus* sp., dan *Clostridium* sp. tergolong pada bakteri anaerob obligat yaitu bakteri yang tidak bisa hidup jika ada oksigen. Sedangkan 3 jenis bakteri lainnya tergolong pada bakteri anaerob fakultatif yang masih bisa bertahan jika ada oksigen.

### Penurunan BOD

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam

kondisi aerobik (Umaly dan Cuvin, 1988; Metcalf, 1991). Dapat dikatakan bahwa walaupun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan.

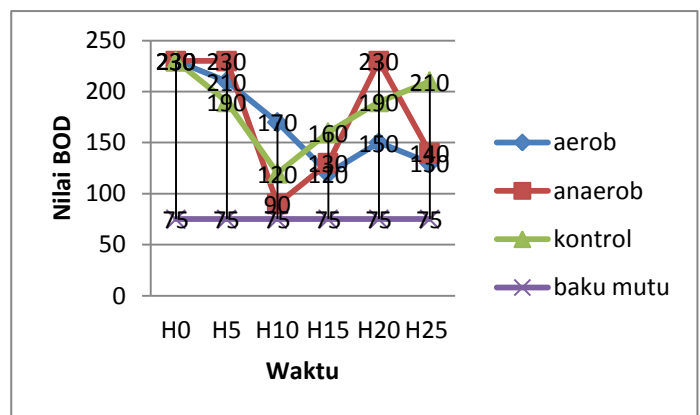
Pada prakteknya, pengukuran BOD memerlukan kecermatan tertentu mengingat kondisi sampel atau perairan yang sangat bervariasi, sehingga kemungkinan diperlukan penetralan pH, pengenceran, aerasi, atau penambahan populasi bakteri. Pengenceran dan/atau aerasi diperlukan agar masih cukup tersisa oksigen pada hari kelima.

Zoko (2011) menyatakan bahwa dalam kondisi perairan yang nilai BOD-nya masih dalam nilai ambang batas (NAB) dari baku mutu air, belum juga dapat dikatakan bahwa perairan itu belum tercemar. Meskipun ada kelemahan-kelemahan tersebut, BOD tetap digunakan sampai sekarang. Hal ini menurut Metcalf (1991) terjadi karena beberapa alasan, terutama dalam hubungannya dengan pengolahan air limbah, yaitu:

- a. BOD penting untuk mengetahui perkiraan jumlah oksigen yang diperlukan untuk menstabilkan bahan organik yang ada secara biologi
- b. Untuk mengetahui ukuran fasilitas unit pengolahan limbah
- c. Untuk mengukur efisiensi suatu proses perlakuan dalam pengolahan limbah
- d. Untuk mengetahui kesesuaiannya dengan batasan yang diperbolehkan bagi pembuangan air limbah.

Selain itu dengan melakukan uji BOD secara apa adanya, yakni dengan tidak memperhatikan ada tidaknya kandungan bahan toksik, sedikit atau banyaknya kandungan bakteri, tetapi dengan tetap melakukan pengenceran atau aerasi bilamana diperlukan dan

inkubasi pada suhu setara suhu perairan, maka akan diperoleh suatu nilai BOD yang akan memberikan gambaran kemampuan alami perairan dalam mendegradasi bahan organik yang dikandungnya. Dari nilai tersebut akan dapat dilihat apakah kemampuan perairan dalam mendegradasi bahan organik masih cukup baik atau tidak. Bila tidak cukup baik, berarti kemampuan pulih diri (*self purification*) perairan sudah sangat berkurang. Hasil pengukuran nilai BOD dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai BOD sampel penelitian

Nilai BOD menunjukkan tingkat permintaan oksigen oleh makhluk hidup (mikroba) dalam limbah cair industri desiccated coconut ini. Dari hasil penelitian didapatkan nilai BOD yang masih belum memenuhi standar baku mutu air limbah yaitu berada di atas 75 mg/L pada BOD<sub>5</sub> yaitu 210 mg/L pada kondisi aerob dan 230 mg/L pada kondisi anaerob. Namun dilihat pada kualitas awal limbah cair terjadi penurunan sebesar 8,69% pada perlakuan aerob.

Penurunan nilai BOD dapat diindikasikan dengan besarnya senyawa organik yang terurai secara biologi. Hampir seluruh bakteri yang ada mampu menurunkan senyawa organik biodegradable ini terutama pada zona aerob. Oleh karena itu pada perlakuan

anaerob masih belum menunjukkan penurunan pada hari ke 5. Pada kondisi ini bakteri memerlukan senyawa organik untuk pertumbuhannya (Komala, Helard dan Delimas, 2012).

Gambar 5 menunjukkan perlakuan secara aerobik lebih baik dibanding perlakuan secara anaerob. Meskipun terjadi kenaikan sebesar 34,78% (150 mg/L) pada Hari ke-20 namun dihari berikutnya Nilai BOD dengan perlakuan aerobik adalah yang paling rendah, turun sebesar 43,48% (130 mg/L). Sedangkan pada perlakuan anaerob juga menunjukkan penurunan yang signifikan pada hari ke-25 sebesar 39,13% (140 mg/L) dibanding nilai BOD pada sampel kontrol yang terus naik mulai dari hari ke-15.

Nilai penurunan terbaik terjadi pada hari ke-10 pada perlakuan anaerob kemudian terjadi kenaikan BOD lagi pada hari berikutnya. Kenaikan nilai BOD ini mungkin disebabkan karena laju pembentukan asam oleh bakteri yang ada melampaui laju pemecahannya menjadi metan sehingga nilai pH juga menjadi rendah dan kandungan CO<sub>2</sub> naik sehingga nilai BOD pun ikut naik. Bakteri anaerob efektif bekerja pada kisaran pH 6,6 – 7,6 dengan pH optimum 7. Sedangkan pada hari ke-15 nilai pH pada perlakuan anaerob sudah mencapai 5,37. Oleh karena itu, agar nilai BOD dengan perlakuan anaerob tetap terus menurun, perlu dijaga alkalinitasnya untuk menjamin laju metan. Alkalinitas dapat dikontrol dengan menambah alkalinitas pada air limbah seperti pemberian kapur (kalsium karbonat) sehingga pH-nya menjadi netral.

Kenaikan nilai BOD pada perlakuan aerob yang terjadi pada hari ke-20 juga mungkin disebabkan oleh semakin rendahnya nilai pH air limbah yang menghambat laju pertumbuhan bakteri aerob. Bakteri aerob bekerja efektif pada kisaran pH 6,5 - 7,5

sedangkan pada hari ke-20 nilai pH sudah mencapai 4,43.

Penurunan nilai BOD ini membuktikan kemampuan perairan yang terkena limbah cair dari industri tepung kelapa ini masih cukup baik dalam mendegradasi bahan organik dan masih memiliki kemampuan pulih diri yang besar. Penambahan aerasi adalah cara yang terbaik untuk mendukung penurunan nilai BOD karena mikroba mendapat suplai oksigen yang cukup untuk bisa mengurai bahan organik yang mudah urai dalam perairan.

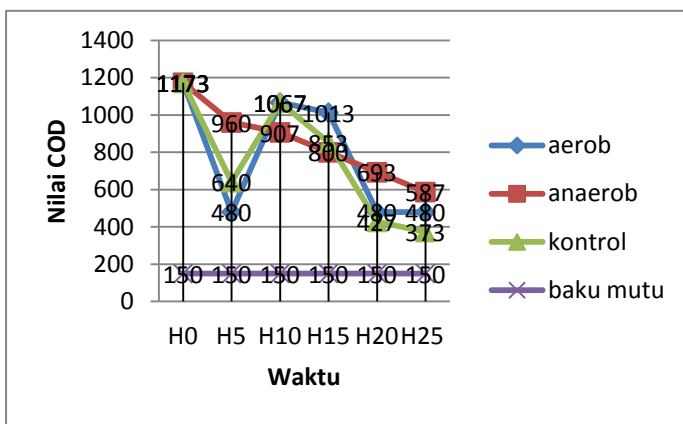
### **Penurunan COD**

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 L sampel air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. COD menyatakan banyaknya O<sub>2</sub> yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung di dalam substrat pada zona aerob dan reaksi fermentasi pada zona anaerob sehingga terurai menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Nilai COD dianggap sebagai indikator pencemaran air oleh bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair industri.

Gambar 6 menunjukkan perlakuan secara aerob masih lebih baik dibanding perlakuan secara anaerob. Namun perlakuan secara anaerob menunjukkan penurunan COD yang lebih konsisten dibandingkan perlakuan aerob. Meskipun terjadi penurunan yang signifikan pada perlakuan Aerob pada hari ke-5 sebesar 59,08% (480 mg/L), pada hari ke-10 nilai COD naik sebesar 55,01% (1067) kemudian mulai menurun dan kembali pada angka 480 mg/L pada hari ke 20 dan 25 dan nilai ini masih lebih baik



dibandingkan dengan perlakuan anaerob. Kenaikan nilai COD ini mungkin dipengaruhi oleh proses degradasi minyak yang terbentuk dari limbah air kelapa oleh mikroorganisme. Degradasi minyak akan berjalan terus-menerus hingga rantai hidrokarbon jenuh pada minyak habis teroksidasi (Suyasa dan Arsa, 2013). Proses inilah yang mungkin menyebabkan kenaikan nilai COD akibat banyaknya oksigen yang diperlukan dalam reaksi oksidasi tersebut.



Gambar 6. Grafik nilai COD sampel penelitian

Menurut Boyd (1990) COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi. Dengan demikian, selisih nilai antara COD dan BOD memberikan gambaran besarnya bahan organik yang sulit urai yang ada di perairan. Bisa saja nilai BOD sama dengan COD, tetapi BOD tidak bisa lebih besar dari COD. Jadi COD

menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada.

Analisis pengamatan ratio BOD<sub>5</sub>/COD dapat mengetahui sifat biodegradabilitas limbah organik. Semakin tinggi rasio BOD/COD suatu air limbah maka tingkatan biodegradabilitas dari air limbah tersebut semakin rendah. Rasio BOD/COD yang terdegradasi dengan baik berada pada kisaran 0,2-0,4 dan di bawah 0,2 bernilai sangat baik (Zahra dan Purwanti, 2015). Dalam penelitian ini didapatkan analisis pendahuluan pengamatan ratio BOD/COD sebesar  $230/1173 = 0,1961$  mg/L. Nilai ini menunjukkan limbah cair industri desiccated coconut PT. Global Coconut bersifat terdegradasi sangat baik sehingga limbah cair dapat diolah secara biologis.

Bila limbah bersifat biodegradable dengan konsentrasi COD yang cukup tinggi (lebih dari 1000 mg/L), maka dapat dilakukan proses anaerob dan jika berada di bawah 1000 mg/L cukup dilakukan proses aerob saja (Alaerts dan Santika, 1984). Pendapat Droste (1997) menyatakan bahwa batas minimum konsentrasi COD influen untuk mencapai keberhasilan pengolahan anaerob adalah 1000 mg/L. Melalui proses anaerob diharapkan senyawa-senyawa organik kompleks akan terurai menjadi senyawa organik sederhana. Namun jika nilai berada di bawah 1000 mg/L proses aerob sudah cukup untuk menurunkan nilai COD. Dan pada hari ke-5 nilai COD sudah berada di bawah 1000 mg/L yang berarti pengolahan limbah cair industri desiccated coconut ini cukup diberi perlakuan secara aerob saja. Hal ini dibuktikan pada hasil fisik air limbah pada Hari ke-25 pada perlakuan aerob yang berwarna lebih jernih dan kurang berbau busuk. Sedangkan nilai fluktuatif yang terjadi pada nilai BOD dan COD selain pH dan degradasi senyawa juga disebabkan oleh meningkatnya biomassa



mikroorganisme akibat penambahan sel (Jenie dan Rahayu, 1993). Sehingga untuk mendukung penurunan nilai BOD dan COD sebagai standar baku mutu limbah untuk kegiatan industri tepung kelapa selain perlakuan anaerob dan aerob juga perlu didukung dengan pemberian kondisi yang sesuai untuk kehidupan mikroba dalam air limbah sehingga memberikan waktu yang lama untuk kontak antara bahan organik yang terdapat dalam limbah cair dengan mikroba sehingga degradasi senyawa organik (penurunan BOD dan COD) semakin besar (Doraja, Shovitri dan Kuswytasari, 2011; Achmad dan Atikalidia, 2011).

**Karakteristik pH Limbah Cair**

Gambar 7 menunjukkan nilai pH dari sampel penelitian. Hasil pH yang memenuhi standar baku mutu limbah cair adalah 6-9 dan nilai terbaik yang didapat untuk semua perlakuan adalah pada hari ke-10. Namun pada hari ke-10 ini terjadi kenaikan nilai COD untuk semua perlakuan dan penurunan BOD pada semua perlakuan.

Menurut Luklema (1969) perubahan dalam pH diatur oleh dua faktor:

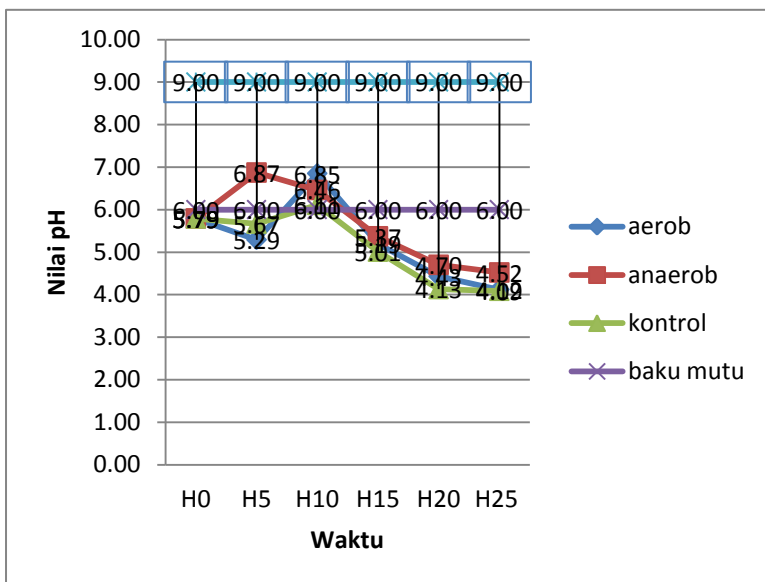
- a. Produksi substansi asam atau basa selama proses biologis.
- b. Pengaruh kapasitas buffer

Kapasitas buffer mengindikasikan resistensi terhadap perubahan pH melalui asam atau basa tergantung alkalinitasnya. Dengan kata lain pH mengendalikan proses produksi asam atau basa. Nilai pH yang tinggi bisa membatasi nitrifikasi atau penurunan nilai BOD. Hal ini menjelaskan kenapa setelah Hari ke-10 nilai pH semua perlakuan terus menurun. Penurunan COD akan berakibat pada tingginya produksi CO<sub>2</sub> dan berakibat pada penurunan nilai pH dan naiknya tingkat pemurnian.

Nilai pH yang semakin terus menurun akan semakin membatasi perkembangan mikroba yang membantu proses degradasi air limbah. Mikroba tidak bisa bertahan atau mati dengan nilai pH yang rendah. Oleh karena itu alkalinitas perlu dijaga pada kondisi mikroba bisa bertahan. Bakteri aerob bertahan pada pH 6,5 – 8,5 sedangkan bakteri anaerob bertahan pada pH 6,6 – 7,6. Alkalinitas air limbah dapat dikontrol dengan pemberian kapur dan diharapkan bikarbonat alkalinitasnya berada pada kisaran 2500 – 5000 mg/L sebagai kapasitas penyedia buffer untuk mengatasi kenaikan asam volatile dengan kenaikan pH minimal (Moertinah, 2010).

**Bakteri dominan**

Temperatur dan pH memainkan peranan penting dalam hidup matinya bakteri, seperti hewan dan tumbuhan mikroskopis lainnya. pH merupakan faktor kunci dalam pertumbuhan mikroorganisme. Sebagian besar mikroorganisme tidak dapat mentoleransi level pH diatas 9,5 atau dibawah 4,0. Nilai pH dalam penelitian ini berkisar antara 4,13 – 6,87 dan nilai ini masih bisa



Gambar 20. Grafik nilai pH sampel penelitian

ditoleransi oleh sebagian mikroorganisme. Secara umum pH optimal untuk pertumbuhan adalah antara 6,5 dan 7,5.

Dalam limbah cair industri desiccated coconut ditemukan 4 jenis bakteri dominan yaitu *Escherichia coli* yang ditemukan di semua sampel (aerob, anaerob dan kontrol), *Clostridium* sp, *Streptococcus* sp dan *Staphylococcus* sp yang ditemukan pada sampel dengan perlakuan anaerob.

Menurut Atlas dan Bartha (1981) *Clostridium* sp yang ditemukan dalam air limbah dengan perlakuan anaerob ini tergolong dalam mikroorganisme selulolitik. Oleh karena itu pentingnya keberadaan *Clostridium* sp. dan *Streptococcus* sp. sebagai bakteri hidrolitik adalah hasil kerja mereka bisa dimanfaatkan oleh mikroorganisme lain untuk metabolisme.

Tiga asam organik yang dihasilkan dalam fermentasi asam campuran adalah asam asetat, asam laktat, dan asam suksinat serta dihasilkan pula etanol, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. *Escherichia coli* adalah bakteri yang dapat melakukan fermentasi asam campuran ini. *Escherichia coli* tergolong bakteri anaerob fakultatif. Bakteri ini dapat hidup dengan adanya atau tidak adanya oksigen tetapi lebih memilih untuk menggunakan oksigen. Mungkin karena ini *Escherichia coli* bisa ditemukan di semua perlakuan sampel penelitian. Bakteri *Staphylococcus* sp dan *Streptococcus* sp yang ditemukan dalam perlakuan anaerob sampel juga tergolong dalam bakteri anaerob fakultatif.

Keempat bakteri ini semuanya tergolong bakteri anaerob. Tiga di antaranya adalah anaerob fakultatif. Namun bakteri tersebut lebih menyukai tumbuh pada kondisi aerob, terlihat pada *Escherichia coli* yang ditemukan di semua perlakuan. Keberadaan bakteri dominan ini membuktikan bahwa bakteri anaerob fakultatif adalah yang paling

banyak ditemukan dan berperan dalam mendegradasi senyawa-senyawa yang ada dalam limbah cair baik dalam kondisi aerob maupun anaerob dimana energi bakteri anaerob fakultatif berasal dari fermentasi yang mendukung proses degradasi limbah cair industri desiccated coconut PT. Global Coconut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Limbah cair desiccated coconut PT. Global Coconut dengan perlakuan aerob (penambahan oksigen) lebih baik daripada perlakuan anaerob (kondisi tanpa oksigen), perlakuan aerob lebih rendah (BOD<sub>5</sub> 210 mg/L; COD 480 mg/L) perlakuan anaerob (BOD<sub>5</sub> 230 mg/L; COD 960 mg/L).
2. Jenis bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp dan *Streptococcus* sp adalah bakteri bersifat fakultatif anaerob yang selain dapat bertahan pada kondisi aerob dan anaerob juga bermanfaat membantu memecah senyawa kompleks dalam air limbah industri desiccated coconut.

### Saran

1. Perlu dilakukan uji kuantitatif bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp dan *Streptococcus* sp untuk mengetahui jumlah koloni dan pengaruhnya dalam perombakan senyawa kompleks dalam pengolahan air limbah desiccated coconut PT. Global Coconut.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang penambahan bakteri dominan dalam menurunkan BOD dan COD limbah cair industri desiccated coconut PT. Global Coconut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A.S dan M. Atikalidia. 2011. *Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Produksi Biogas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob bermedia Cangkang Sawit*. Prosiding Seminar nasional teknik Kimia “Kejuangan”. Laboratorium Rekayasa Biopress Jurusan teknik Kimia Universitas Riau: 5-6.
- Alaerts G., and S.S Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Atlas, R.M. dan Bartha. R. 1981. *Microbiology Ecology: Fundamentals and Applications*. Addison Wesley Publishing Company, Inc. London.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama agricultural Experiment Station, Auburn University. Alabama.
- Breed, SE., E.G.D. Murray and A.P. Hitchens.1948. *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*. The William and Wilkins Company. Baltimore.
- Doraja, P.H., M. Shovitri dan N.D. Kuswytasari. 2011. *Biodegradable Limbah Dosmetik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik*. Jurusan Biologi FMIPA ITS. Surabaya.
- Droste, R. 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley and Son. Canada.
- Jenie B.S.L dan W.P. Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah industri Pangan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Komala, P.S., D. Helard dan D. Delimas. *Identifikasi Mikroba Anaerob Dominan pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Karet dengan Sistem Multi Soil Layering (MSL)*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND. Vol. 9 No. 1. Januari 2012: 74-88.
- Luklema, L. 1969. *Factors Affecting pH Change in Alkaline Waste Water Treatment-I*. Water Research Pergamon Press. Vol. 3: 913-930. Great Britain.
- Metcalf, E. 1991. *Wastewater Engineering; Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Moertinah, Sri. 2010. *Kajian Proses Anaerob sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi*. Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. Vol. 1. No. 2. November 2010: 104-114.
- Suyasa, I.W.B dan I.M Arsa. 2013. *Penurunan Kadar Minyak dan COD Air Limbah Operasional Pembangkit Listrik dengan Flotasi dan Lumpur Aktif*. Jurnal Bumi Lestari. Vol. 13 No. 1. Februari 2013: 9-105.
- Umaly, R. C. and Ma L.A. Cuvin. 1988. *Limnology: Laboratory and field guide, Physico-chemical factors, Biological factors*. National Book Store, Inc. Publishers. Metro Manila.

Zoko, G. 2011. *Korelasi BOD dan COD*.

<http://goalterzoko.blogspot.com/2011/05/korelasi-bod-dan-cod.html>

[10 agustus 2015]