

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan

Hasil analisa kandungan awal sampel limbah cair ikan cakalang sebelum dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^{-6} CFU/mL dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Cakalang

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu *)
Histamin	1,38mg/Kg	Maks 100
TSS	131,8mg/L	Maks 100
pH	7,3	6 – 9
Minyak	3,25mg/L	Maks 15
Amonia	54,15mg/L	Maks 10
COD	322,7mg/L	Maks 200
BOD	101,05mg/L	Maks 100

*) PermenLH No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Dari data hasil pengujian sampel limbah cair ikan cakalang diketahui kandungan histamin sebesar 1,38 mg/Kg; TSS sebesar 131,8 mg/L; pH sebesar 7,3; kandungan minyak sebesar 7,3 mg/L; amonia sebesar 54,15 mg/L; COD sebesar 322,7 mg/L; BOD sebesar 101,05 mg/L. Hasil pengujian sampel limbah cair ikan cakalang tersebut melebihi batas maksimal yang telah ditentukan oleh PermenLH No. 5 Tahun 2014 sebagaimana tertera pada Tabel 3 untuk parameter uji histamin, pH, TSS, Amonia, Minyak, BOD, dan COD.

4.2. Analisa Kadar Histamin

Hasil analisa kadar histamin pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus subtilis*, *Nitrococcus. Sp* dan

Pseudomonas putida sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Histamin

Jenis Kombinasi	Blok Pengamatan		
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A+BS+E+BM	1.38mg/L	ND	ND
A+BS+E+N	1.38mg/L	ND	ND
A+BS+E+P	1.38mg/L	ND	ND

Keterangan :

A+BS+E+BM : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus megenterium*

A+BS+E+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*

A+BS+E+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*

Catatan :

ND (Not Detected) : nilai absorbansi sampai dibawah absorbansi blanko (1,163) nilai absorbansi = 0,350 sehingga jika masuk dalam perhitungan regresi nilainya = 0,7206 mg/kg

Berdasarkan tabel hasil analisa histamin diatas, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus. Sp*, dan *Pseudomonas putida* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke-0 kadar histamin limbah cair industri pembekuan ikan cakalang terdeteksi sebanyak 1,38 mg/kg, sedangkan pada hari ke-5 dan hari ke-10 kadar histamin tidak terdeteksi (*not detected*). Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan kombinasi bakteri pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang dapat menurunkan kadar histamin.

Bakteri yang digunakan diantaranya *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus. Sp* dan *Pseudomonas putida* yang merupakan kelompok bakteri termofilik fakultatif yang optimal bekerja pada suhu 35-55°C. Bakteri tersebut juga merupakan kelompok bakteri proteolitik dan lipolitik yang mampu mendegradasi senyawa-senyawa protein dan lemak. Menurut Khaeruni *et al.*, (2013), *Bacillus subtilis* adalah bakteri saprofit yang dapat bertahan dan berkembang biak pada sisa-sisa bahan organik.

Berdasarkan sifat tersebut sehingga bakteri ini dapat ditumbuhkan dan diperbanyak pada limbah cair yang dihasilkan oleh industri perikanan. *Bacillus subtilis* merupakan mikroba proteolitik yang menghasilkan enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi senyawa polipeptida, oligopeptida dan asam-asam amino (Alamsjah *et al.*, 2011). Sedangkan pada bakteri *Acinetobacter baumannii* tidak menghasilkan enzim histidin decarboksilase (HDC) karena sifatnya sebagai penghasil senyawa inhibitor protease. Menurut Yahya *et al.*, (2012), lama fermentasi dalam menurunkan kadar histamin dapat menjadi kendala karena aktivitas bakteri *Acinetobacter baumannii*. *Acinetobacter baumannii* dapat menghasilkan senyawa inhibitor protease, yang memiliki aktivitas tertinggi sebesar 1,64 u/mL dan konsentrasi protein 0,152 mg/mL dengan waktu produksi hingga 20 jam dan senyawa tersebut dihasilkan fase logaritmik.

4.3. Analisa pH

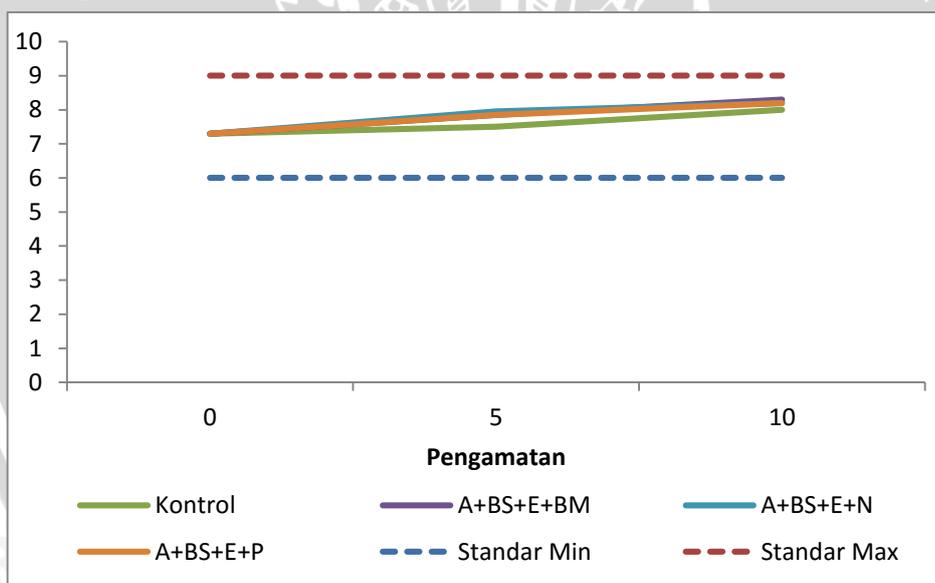
Hasil analisa pH pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus. Sp*, dan

Pseudomonas putida sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian pH

Jenis Kombinasi	Blok Pengamatan		
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
Kontrol	7,3	7,5	8
A+BS+E+BM	7,3	7,85	8,3
A+BS+E+N	7,3	7,95	8,2
A+BS+E+P	7,3	7,85	8,2

Keterangan :
 A+B+C+M1 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus meganterium*
 A+B+C+M2 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*
 A+B+C+M3 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*



Grafik 1. Hasil Uji pH Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Cakalang Dengan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus. Sp* dan *Pseudomonas putida*

Berdasarkan tabel hasil analisa pH diatas, dapat diketahui bahwa hasil rata-rata dari ulangan 1, 2, dan 3 pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter*

baumannii, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus. Sp* dan *Pseudomonas putidada* diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, pH limbah cair pembekuan ikan cakalang dianalisa dengan menggunakan pH meter dan didapatkan hasil 7,3. Kemudian perlakuan kontrol pada hari ke 5 didapatkan hasil 7,5 sedangkan kontrol hari ke 10 didapatkan hasil 8. Kemudian diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa pH hari ke 5 dengan menggunakan pH meter perlakuan pemberian kombinasi A+BS+E+BM mengalami kenaikan pH menjadi 7,85. Kemudian pada hari ke 10 dengan pemberian kombinasi bakteri A+BS+E+BM mengalami kenaikan lagi menjadi 8,3. Pada hari ke 5 dengan menggunakan pH meter dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+BS+E+N didapatkan hasil 7,95. Kemudian pada hari ke 10 mengalami kenaikan menjadi 8,2. Pada hari ke 5 dengan menggunakan pH meter dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+BS+E+P didapatkan hasil 7,85. Kemudian pada hari ke 10 mengalami kenaikan menjadi 8,2.

Hasil analisa pH setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan ANOVA, dihasilkan data perhitungan dimana F hitung 1% lebih besar dari F tabel 5%. Sehingga dihasilkan perbedaan yang nyata dan dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 2,074 untuk Sehingga tidak ada yang membedakan antara bakteri satu dengan bakteri yang lain dan lama waktu aerasi pada hari ke-5 dan ke-10 memberi pengaruh akan peningkatan nilai pH pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang.

Pada kondisi basa, amonia akan dilepas ke atmosfer sehingga tercium bau gas amonia. Mekanisme mikroorganisme pada proses dekomposisi bahan organik yang terdapat pada limbah cair menunjukkan bahwa lingkungan bersifat basa karena terbentuk amonia (Munawaroh *et al.*, 2013). Menurut PermenLH nomor.5 (2014), tentang baku mutu air limbah pada industri pembekuan ikan

persyaratan pH adalah berkisar antara 6-9. Dengan demikian parameter pH yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat perlakuan memenuhi persyaratan selama 5-10 hari pengolahan.

Menurut Jasmiati *et al.*, (2010), peningkatan nilai pH disebabkan oleh mikroorganisme yang merombak sisa bahan organik dari limbah cair. Dari penguraian senyawa organik dapat menghasilkan amoniak dan karbondioksida yang secara otomatis meningkatkan nilai pH. Nilai pH digunakan sebagai dasar untuk

Jenis	Blok Pengamatan
-------	-----------------

menentukan apakah limbah cair pembekuan ikan yang diolah secara aerob dapat memenuhi standart air limbah sebelum dibuang ke sungai. pH normal untuk kehidupan air adalah 6–8. pH menjadi faktor penentu dalam proses biologis, karena pH mempengaruhi kinerja mikroba yang berperan dalam degradasi materi organik dalam limbah, oleh karena itu pH air limbah harus netral sebelum dibuang kesungai (Junaidi dan Hatmanto, 2006).

4.4 Analisa Total Suspended Solid (TSS)

Hasil analisa *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus subtilis*, *Nitrococcus.sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10⁶ CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Total Solid Suspended

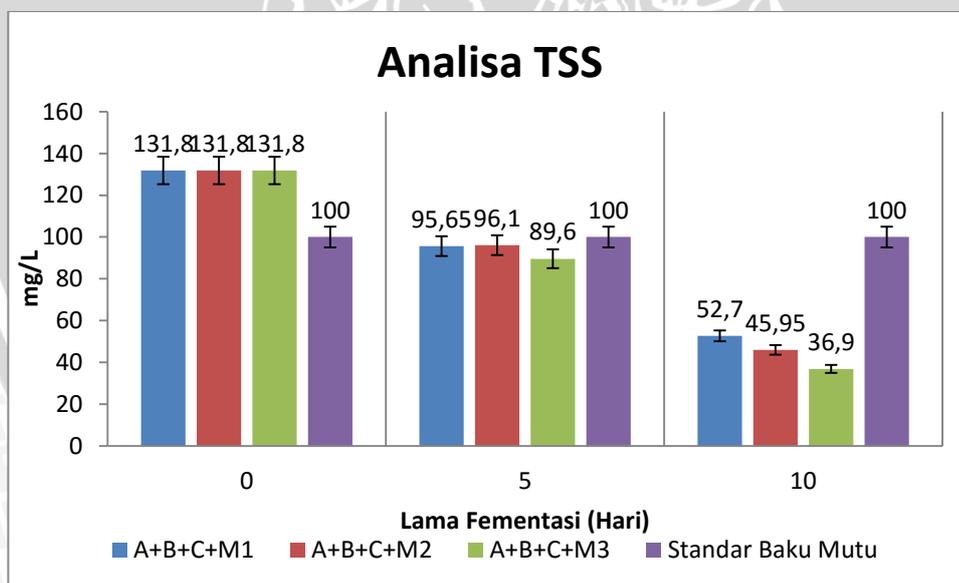
Kombinasi	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A+B+C+M1	131,8	95,65	52,7
A+B+C+M2	131,8	96,1	45,95
A+B+C+M3	131,8	89,6	36,9

Keterangan :

A+B+C+M1 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus meganterium*

A+B+C+M2 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*

A+B+C+M3 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*



Grafik 2. Hasil Uji TSS Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Cakalang Dengan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus. Sp* dan *Pseudomonas putida*

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa hasil TSS rata-rata dari ulangan 1 dan 2 pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah

dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus.sp* dan *Pseudomonas putidada* diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, hasil TSS pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dianalisa dengan menggunakan metode gravimetri dan didapatkan hasil 131,8 mg/L. Kemudian diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada hari ke 5 dengan pemberian kombinasi A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 95,65 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 dengan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 52,7 mg/L. Pada hari ke 5 dengan dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₂ didapatkan hasil 96,1 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 45,95 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₃ didapatkan hasil 89,6 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan lagi menjadi 36,9mg/L. Hasil pengamatan hari ke-5 sampai hari ke-10 nilai TSS terus mengalami penurunan dibandingkan dengan hari ke-0 atau kontrol yang tidak diberikan perlakuan penambahan kombinasi bakteri.

Pada analisa data dengan menggunakan rancangan acak kelompok linier, ternyata dihasilkan perhitungan F hitung lebih kecil daripada F tabel. Hasil menunjukkan uji TSS tidak berbeda nyata, pada perlakuan pemberian bakteri yang berbeda dapat meningkatkan kadar nilai TSS. Tetapi tidak ada yang membedakan antara bakteri satu dengan bakteri yang lain dan lama waktu aerasi pada hari ke-5 dan ke-10 memberi pengaruh akan peningkatan nilai TSS pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang.

Menurut Wigyanto (2009), penurunan kadar TSS disebabkan oleh aktivitas pendegradasi senyawa organik oleh bakteri pendegradasi. Selama proses degradasi berlangsung, molekul kompleks bahan cemaran organik dipecah oleh enzim-enzim bakteri pendegradasi melalui proses hidrolisis menjadi

senyawa yang lebih sederhana. Senyawa-senyawa sederhana tersebut digunakan oleh bakteri untuk metabolisme tubuhnya sehingga menghasilkan energi, CO₂, H₂O dan sisa metabolisme yang berupa lumpur yang mudah mengendap ke dasar, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan cemaran organik berupa padatan tersuspensi yang berada pada limbah semakin lama semakin berkurang sehingga nilai TSS-nya juga semakin menurun. Menurut PermenLH nomor.5 (2014), tentang baku mutu air limbah kadar TSS maksimal untuk industri pembekuan ikan adalah 100 mg/L dengan demikian dari hasil penelitian kadar TSS masih melebihi baku mutu.

4.5 Analisa Kadar Minyak dan Lemak

Hasil analisa kadar minyak dan lemak pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus. Sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10⁶ CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel. 7 Hasil Uji Minyak dan Lemak

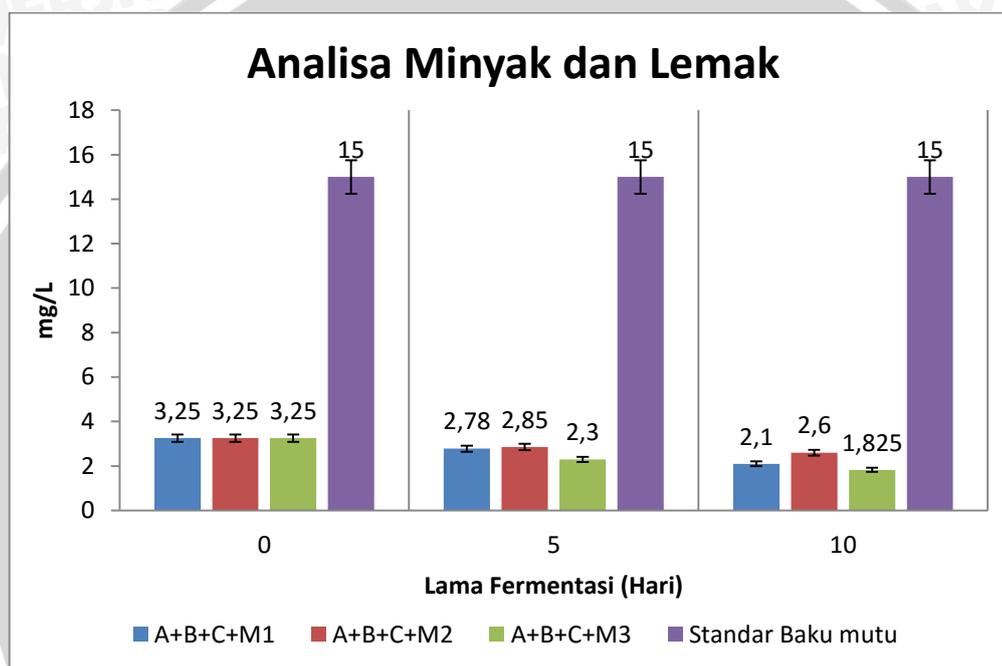
Jenis Kombinasi	Blok Pengamatan		
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A+B+C+M1	3,25	2,78	2,1
A+B+C+M2	3,25	2,85	2,6
A+B+C+M3	3,25	2,3	1,825

Keterangan :

A+B+C+M1 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus meganterium*

A+B+C+M2 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*

A+B+C+M3 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*



Grafik 3. Hasil Uji Minyak Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Cakalang Dengan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida*

Berdasarkan Tabel 7, hasil analisa minyak dan lemak dapat diketahui bahwa hasil rata-rata dari ulangan 1 dan 2 pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, hasil minyak dan lemak pada limbah cair pembekuan ikan

cakalang pada hari ke 0 dan didapatkan hasil 3,25 mg/L. Kemudian diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada hari ke 5 dengan pemberian kombinasi A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 2,78 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 dengan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 2,1 mg/L. Pada hari ke 5 dengan dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₂ didapatkan hasil 2,85 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 2,6 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₃ didapatkan hasil 2,3 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 1,825 mg/L.

Pada hasil uji hari ke-5 kadar minyak dan lemak mengalami penurunan jika dibandingkan dengan pengamatan uji hari ke-0, sedangkan pada pengamatan uji hari ke-10 kadar minyak dan lemak mengalami penurunan. Pada analisa kadar minyak dan lemak setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan rancangan acak kelompok linier, ternyata dihasilkan perhitungan F hitung lebih kecil daripada F tabel. Tetapi tidak ada yang membedakan antara bakteri satu dengan bakteri yang lain dan lama waktu aerasi pada hari ke-5 dan ke-10 memberi pengaruh akan peningkatan nilai Minyak dan Lemak pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang.

Menurut Risqon *et al* (2013), Kandungan minyak dan lemak yang terdapat dalam limbah industri pengolahan ikan bersumber dari pencucian, pembersihan isi perut ikan, dan pengolahan. Pada proses ini, minyak lemak yang terdapat dalam ikan akan keluar dan menjadi limbah. Pada pengamatan hari ke-5 sebagian besar terjadi kenaikan kandungan minyak dan lemak dikarenakan pH.

Pada limbah cair masih bersifat asam, oleh karena itu aktivitas bakteri dalam mendegradasi minyak dan lemak terhambat. Ditambahkan Oktavia *et al* (2012), peningkatan kadar lemak dan minyak pada limbah disebabkan karena bahan organik terlarut dan tersuspensi menjadi sangat tinggi pada limbah cair.

minyak dan lemak yang terdapat di permukaan air akan menghambat proses biologis dalam air dan menghasilkan gas berbau. Pada pengamatan hari ke-10 limbah cair yang diberi perlakuan kombinasi mengalami penurunan kadar minyak dan lemak hingga $< 1,9$. Menurut Januar *et al* (2013) berdasarkan penelitian kemampuan bakteri dalam mendegradasi senyawa lipid, aktivitas bakteri mampu menurunkan kadar lipid hingga 25%. Menurunnya kadar lipid adalah indikasi berperannya bakteri dalam merombak senyawa organik yang terdapat dalam kultur. Kultir bakteri yang mengalami aktivitas perombakan disebabkan oleh enzim membrane-bound oxygenase yang dikeluarkan oleh bakteri untuk meningkatkan kontak secara langsung antara minyak dan bakteri, sehingga bakteri tersebut dapat memanfaatkan minyak tersebut sebagai sumber karbon.

4.6 Analisa Kadar Amonia

Jenis Kombinasi	Blok Pengamatan		
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A+B+C+M1	54,15	4,35	0,485
A+B+C+M2	54,15	4,11	0,22

Hasil analisa kadar amoniapada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putidase* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel. 8 Hasil Uji Amonia

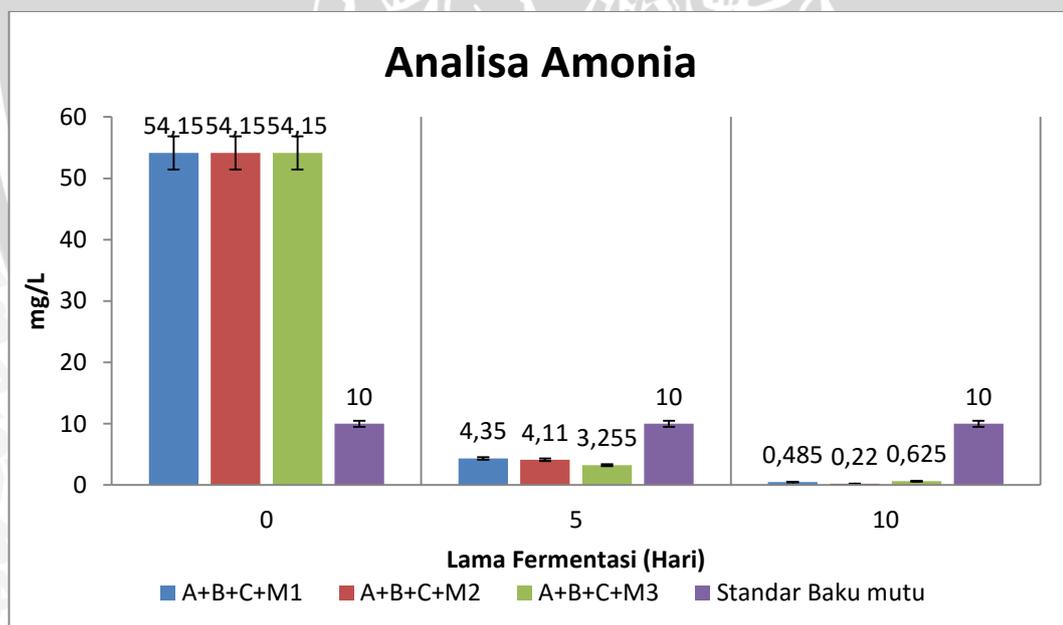
A+B+C+M3	54,15	3,255	0,625
-----------------	-------	-------	-------

Keterangan :

A+B+C+M1 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus megantherium*

A+B+C+M2 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*

A+B+C+M3 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*



Grafik 4. Hasil uji Amonia limbah cair industri pembekuan ikan cakalang dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida*

Berdasarkan Tabel 8, hasil analisa amonia dapat diketahui bahwa rata-rata dari ulangan 1 dan 2 pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, hasil amonia pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dan didapatkan hasil 54,15 mg/L. Kemudian diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada hari ke 5 dengan pemberian kombinasi A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 44,35 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 dengan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 0,485 mg/L. Pada hari ke 5 dengan dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₂ didapatkan hasil 4,11 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 0,22 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₃ didapatkan hasil 3,255 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 0,625 mg/L. Pada hasil uji hari ke-5 kadar amonia mengalami penurunan dibandingkan dengan pengamatan uji hari ke-0, sedangkan pada pengamatan uji hari ke-10 kadar amonia sama mengalami penurunan dengan hari ke-0 dan ke-5.

Pada analisa kadar amonia setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan rancangan acak kelompok linier, dihasilkan perhitungan F hitung lebih kecil daripada F tabel. Tetapi tidak ada yang membedakan antara bakteri satu dengan bakteri yang lain dan lama waktu aerasi pada hari ke-5 dan ke-10 memberi pengaruh akan peningkatan nilai Amonia pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang.

Pada pengamatan hari ke-5 kadar amonia pada sampel limbah cair mengalami penurunan. Senyawa-senyawa nitrogen yang terdapat dalam limbah cair terbentuk dalam bahan tersuspensi. Bahan-bahan tersuspensi yang

mengendap di dasar dapat menyerap senyawa amonia, sehingga pada endapan tersebut akan timbul bau gas NH_3 (Munawaroh *et al.*, 2007). Pada pengamatan hari ke-10 kadar amonia sampel limbah cair mengalami penurunan juga. Menurut Titiresmi dan Sopiah (2006), Senyawa nitrogen merupakan komponen dasar protein yang keberadaannya di perairan digunakan oleh produsen untuk memproduksi sel oleh hewan dan tumbuh-tumbuhan. Nitrogen amonia di lingkungan berada dalam bentuk ion amonium dan amonia yang tidak terionisasi. Hubungan antara kedua bentuk ini berada dalam suatu sistem keseimbangan adalah seperti persamaan berikut : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longleftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ Pada pH lebih besar dari 7 reaksi akan bergeser ke kiri, sedangkan pada pH kurang dari 7 reaksi akan bergeser ke kanan. Menurut PermenLH nomor.5 (2007) tentang baku mutu limbah cair nilai maksimal kadar amonia untuk industri pembekuan ikan adalah sebesar 10 mg/L. Dari hasil pengamatan hari ke-10 tersebut menunjukkan bahwa kadar amonia memenuhi persyaratan baku mutu air limbah.

Pada penelitian ini, proses pemecahan konsentrasi amonia berbeda – beda bergantung pada karakteristik bakteri yang ditambahkan. Proses pertama adalah proses heterotrofik dan autotrofik bakterial. Dalam proses pemanfaatan amonia, bakteri heterotrof dan autotrof menggunakan oksigen (Rosmaniar, 2011). Bakteri heterotrofik merupakan bakteri yang mengkonsumsi oksigen dalam proses perubahan ammonia yang menghasilkan produk akhir berupa biomassa sel. Sedangkan bakteri autotrofik nitrifikasi mengkonsumsi oksigen dan karbondioksida pada saat oksidasi ammonia yang menghasilkan produk akhir berupa nitrat. Beberapa contoh kelompok bakteri yang memiliki sifat heterotrof ialah *E. Coli*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Bacillus sp.* Sedangkan kelompok bakteri yang memiliki sifat autotrofik nitrifikasi adalah *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitroslobus* dan *Nitrosovibrio*.

Beberapa faktor lain menurut Titiresmi dan Nida (2006), konsentrasi ammonia dapat berubah – ubah sesuai dengan perubahan suhu. Pada musim panas, dimana suhu lingkungan meningkat, konsentrasi ammonia di perairan sangat rendah,

Jenis Kombinasi	Blok Pengamatan		
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A+B+C+M1	54,15	4,35	0,485
A+B+C+M2	54,15	4,11	0,22
A+B+C+M3	54,15	3,255	0,625

disebabkan aktivitas bakteri pada suhu ini meningkat sehingga proses nitrifikasi dan nitrafikasi terjadi dengan baik. Sedangkan pada musim penghujan, suhu lingkungan menjadi rendah, pada kondisi tersebut pertumbuhan bakteri menurun, proses nitrifikasi dan nitrafikasi berjalan lambat menyebabkan konsentrasi ammonia menjadi meningkat.

4.7. Analisa BOD

Hasil analisa kadar BOD pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel berikut:

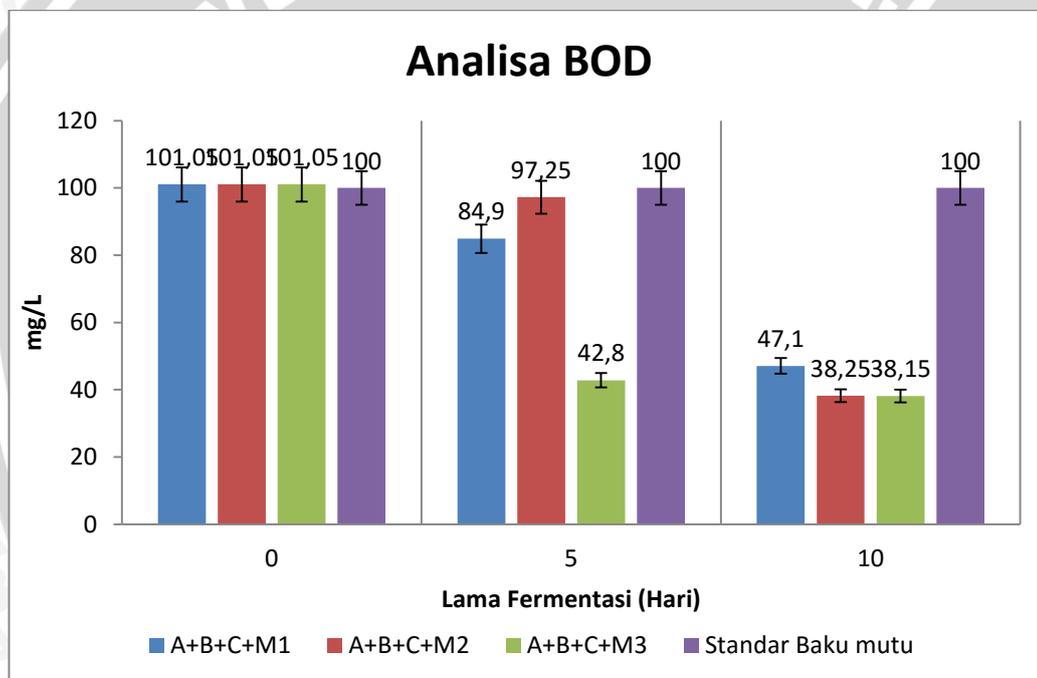
Tabel 9. Analisa Hasil Uji BOD

Keterangan :

A+B+C+M1 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus megantherium*

A+B+C+M2 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*

A+B+C+M3 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*



Grafik 5. Hasil Uji BOD Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Cakalang Dengan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida*

Berdasarkan Tabel 9, hasil analisa BOD dapat diketahui bahwa hasil rata-rata dari ulangan 1 dan 2 pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami

perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, hasil BOD pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dan didapatkan hasil 101,5 mg/L. Kemudian diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada hari ke 5 dengan pemberian kombinasi A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 84,9 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 dengan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 47,1 mg/L. Pada hari ke 5 dengan dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₂ didapatkan hasil 97,25 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 38,25 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₃ didapatkan hasil 42,8 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 38,15 mg/L. Pada hasil uji hari ke-5 hasil analisa BOD mengalami penurunan dibandingkan dengan pengamatan uji hari ke-0, sedangkan pada pengamatan uji hari ke-10 hasil analisa BOD sama mengalami penurunan dengan hari ke-0 dan ke-5. Dalam hal ini diduga akibat pemberian kombinasi bakteri tersebut yang dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan BOD maksimal yaitu sebesar 100 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan BOD telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 100 mg/L.

Pada hasil analisa BOD setelah dilakukan hasil perhitungan ANOVA, dihasilkan perhitungan F hitung lebih kecil daripada F tabel. Tetapi tidak ada yang membedakan antara bakteri satu dengan bakteri yang lain dan lama waktu aerasi pada hari ke-5 dan ke-10 memberi pengaruh akan peningkatan nilai kadar BOD pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang.

Menurut Mahida (1993), hancurnya bahan organik menjadi CO₂ dan amoniak oleh aktivitas bakteri yang terjadi pada tahap awal akan mengakibatkan penurunan nilai oksigen terlarut, sehingga nilai BOD tinggi. Adanya aktivitas

bakteri terus menerus menyebabkan kadar oksigen terlarut berkurang hingga mencapai tingkat paling rendah. Menurunnya populasi bakteri karena penurunan oksigen terlarut dalam air limbah mengakibatkan penurunan proses peruraian bahan organik yang ditunjukkan dengan penurunan BOD. Ditambahkan oleh Romayantoet *al.*, (2006). Dimana penurunan BOD dapat disebabkan oleh penguraian bahan organi. Dalam hal tersebut merupakan proses alami yang dilakukan oleh bakteri aerob. Proses ini dapat terjadi jika air mengandung oksigen yang cukup. Nilai BOD merupakan jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam air limbah. Penurunan nilai BOD terjadi karena adanya menurunnya jumlah bahan organik dan menurunnya jumlah bakteri yang menguraikan bahan organik dalam limbah menjadi CO₂ dan amoniak karena

Jenis Kombinasi	Blok Pengamatan
-----------------	-----------------

kekurangan bahan organik sebagai sumber substrat.

4.7. Analisa COD

Hasil analisa kadar COD pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus.sp.*, dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10⁶ CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Analisa Hasil Uji COD

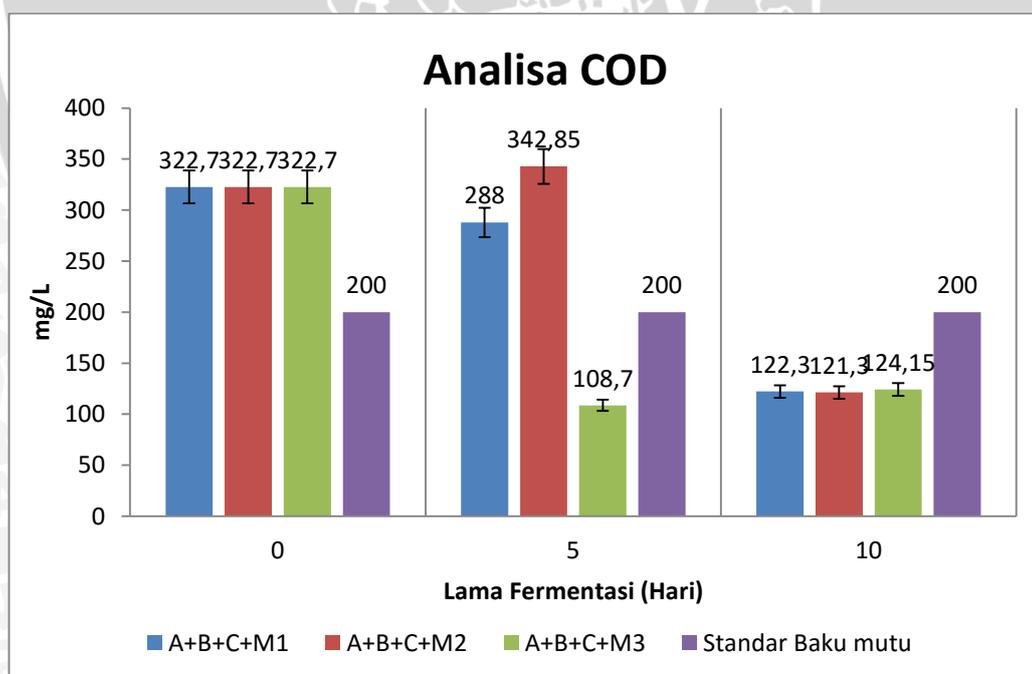
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A+B+C+M1	322,7	288	122,3
A+B+C+M2	322,7	342,85	121,3
A+B+C+M3	322,7	108,7	124,15

Keterangan :

A+B+C+M1 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Bacillus megantherium*

A+B+C+M2 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Nitrococcus. sp*

A+B+C+M3 : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* + *Pseudomonas putida*



Grafik 6. Hasil Uji COD Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Cakalang Dengan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus*

***subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*,
Nitrococcus. sp, dan *Pseudomonas putida***

Berdasarkan Tabel 10, hasil analisa COD dapat diketahui bahwa hasil rata-rata dari ulangan 1 dan 2 pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus.sp*, dan *Pseudomonas putida* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, hasil COD pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dan didapatkan hasil 322,7 mg/L. Kemudian diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada hari ke 5 dengan pemberian kombinasi A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 288 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 dengan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₁ mengalami penurunan menjadi 122,3 mg/L. Pada hari ke 5 dengan dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₂ didapatkan hasil 342,85 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 121,3 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B+C+M₃ didapatkan hasil 108,7 mg/L. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 124,15 mg/L. Pada hasil uji hari ke-5 hasil analisa COD mengalami penurunan dibandingkan dengan pengamatan uji hari ke-0, sedangkan pada pengamatan uji hari ke-10 hasil analisa COD sama mengalami penurunan dengan hari ke-0 dan ke-5. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan COD maksimal yaitu sebesar 200 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan COD telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 200 mg/L.

Pada hasil analisa COD setelah dilakukan hasil perhitungan ANOVA, dihasilkan perhitungan F hitung lebih kecil daripada F tabel. Tetapi tidak ada yang membedakan antara bakteri satu dengan bakteri yang lain dan lama waktu

aerasi pada hari ke-5 dan ke-10 memberi pengaruh akan peningkatan nilai kadar COD pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang.

Penurunan kadar COD disebabkan karena proses pemberian aerator yang mampu menghasilkan oksigen sehingga kebutuhan oksigen dalam limbah cair menurun (Hasan *et al.*, 2013). Kemudian menurut Septiawan *et al.*, (2014) COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan nilai dari jumlah oksigen dalam air yang dibutuhkan untuk mengoksidasi atau menguraikan unsur pencemaran yang ada secara kimiawi. Nilai dari COD biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BOD, hal tersebut dikarenakan bahan buangan yang dapat dioksidasi melalui proses kimia lebih banyak dibandingkan dengan bahan yang dapat dioksidasi secara biologi.

