

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Cakalang

Hasil Analisa kandungan Limbah cair ikan cakalang sebelum penambahan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Ikan Cakalang

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu *)
Histamin	mg/Kg	1,38	Maks 100
BOD	Mg/L	100,6	Maks 100
COD	Mg/L	323,1	Maks 200
TSS	mg/L	132,2	Maks 100
pH	-	7,4	6 – 9
Minyak	mg/L	3,0	Maks 15
Ammonia	mg/L	54,80	Maks 10

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

Berdasarkan data hasil pengujian sampel limbah cair ikan cakalang didapat kandungan histamin sebesar 1,38 mg/Kg, BOD sebesar 100,6 mg/L, COD sebesar 132,2 mg/L, pH sebesar 7,4, Minyak sebesar 3,0 mg/L, Ammonia sebesar 54,80 mg/L. Dari hasil pengujian sampel limbah cair pembekuan ikan cakalang beberapa parameter menunjukkan kandungan yang melebihi batas maksimal yang telah ditentukan oleh Permen LH no.5 Tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.

4.2 Analisa Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hasil analisa limbah cair pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Bakteri *Acinetobacter baumannii*

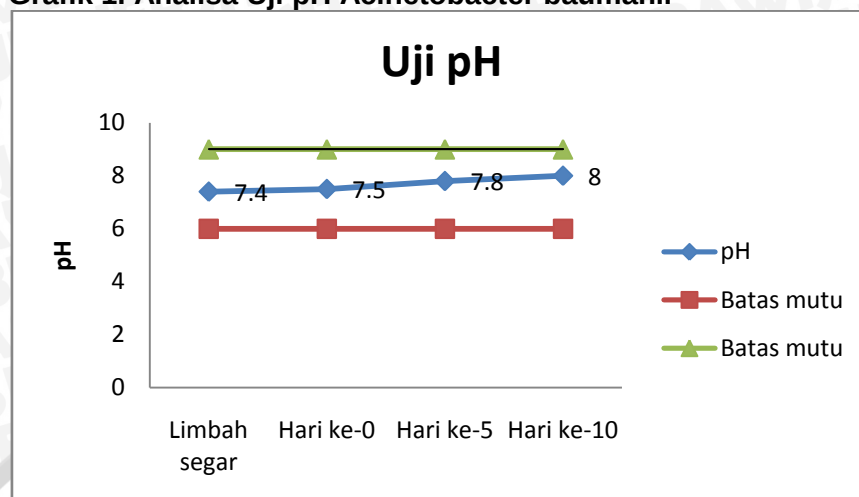
Paramater	Satuan	Pengamatan (Hari)			
		Limbah Segar	0	5	10
Histamin	Mg/L	1,38	ND	ND	ND
pH	-	7,4	7,5	7,8	8,0
BOD	Mg/L	100,6	105,6	86,4	58,40
COD	Mg/L	323,1	303,2	176,25	156,0
TSS	Mg/L	132,2	134,1	89,5	76,0
Amonia	Mg/L	54,8	52,6	45,7	28,0
Minyak	Mg/L	5	5	3,2	3

Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa kandungan histamine pada limbah segar sebesar 1,39 mg/L dan hari ke-0, hari ke-5 , hari ke -10 kandungan histamine mengalami perubahan *not detected*.

Tabel 4. Persentase (%) Perubahan pH Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hari Ke	pH	Perubahan	Persentase (%)
Limbah segar	7,4	-	
0	7,5	0,1 *	0,13 % *
5	7,8	0,3 *	4 % *
10	8,0	0,2 *	2,5 %
% Total Perubahan		0,6 *	8.1 %

Grafik 1. Analisa Uji pH *Acinetobacter baumannii*

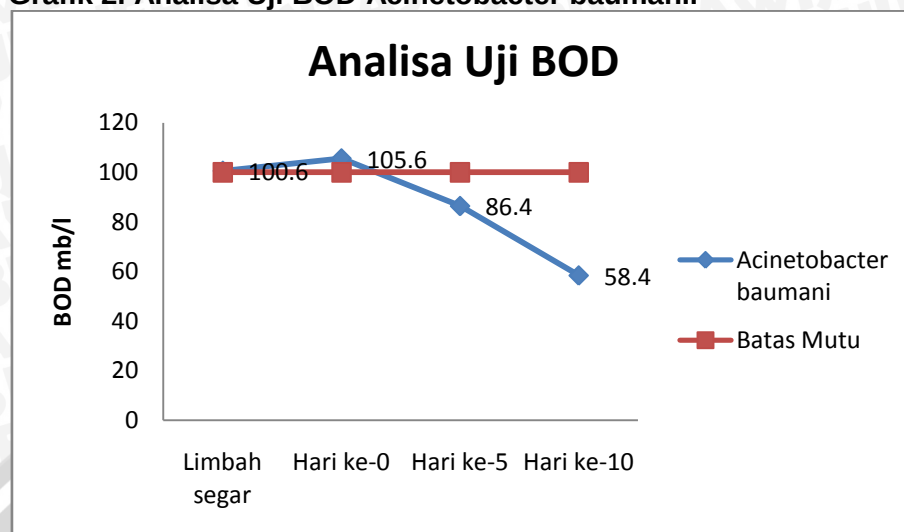


Pada hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa pH pada sampel sampel segar sebesar 7,4 pada hari ke-0 mengalami kenaikan menjadi 7,5, pada hari ke-5 mengalami kenaikan menjadi sebesar 7,8 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan menjadi 8,0. Menurut Setiarini (2013) bakteri tumbuh dan berkembang pada kondisi pH netral sehingga bakteri bakteri pada pengolahan ini dapat berkembang baik dengan kondisi pH yang cenderung netral. Menurut Waluyo (2007) Laju pertumbuhan dan aktivitas bakteri dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain pH, suhu, nutrisi, tekanan osmosis, pengeringan dan lain sebagainya. Suhu dan pH adalah faktor penting bagi pertumbuhan bakteri, karena masing-masing bakteri mempunyai suhu dan pH optimum untuk pertumbuhannya.

Tabel 5. Persentase (%) Perubahan BOD Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hari Ke	BOD	Perubahan	Persentase (%)
Limbah segar	100,6	-	
0	105,6	5	4,9 %
5	86,4	19,2	18, 18 %
10	58,4	28	32,40 %
% Total Perubahan		42,2	41,9 %

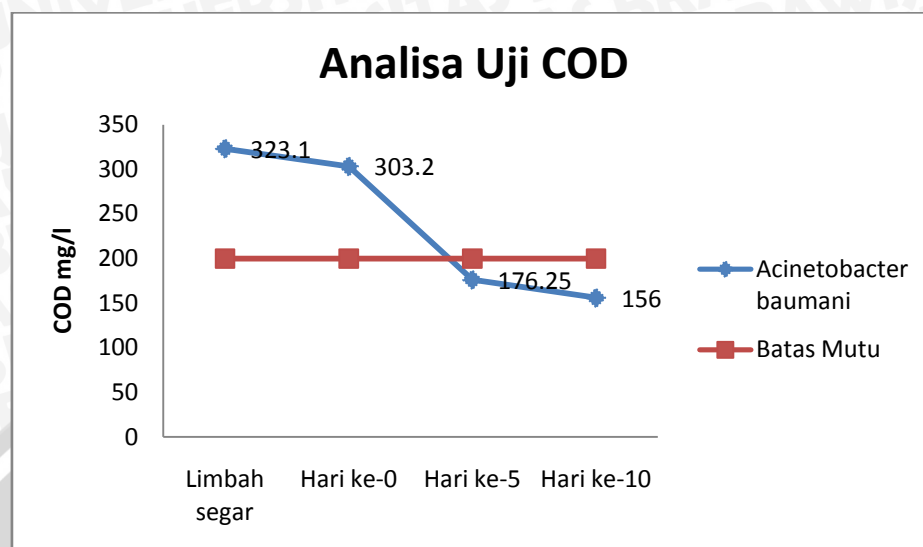
Grafik 2. Analisa Uji BOD *Acinetobacter baumannii*



Pada hasil analisa uji BOD air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa nilai BOD pada limbah segar sebesar 106.1 mg/L, pada hari ke-0 sebesar 105,6 , pada hari ke-5 nilai BOD turun menjadi sebesar 86,4 mg/L pada hari ke-10 nilai BOD menjadi 58,40 mg/L. Salah satu contoh bakteri heterotrop berdasarkan aktifitasnya terhadap oksigen adalah bakteri aerobik, bakteri ini memerlukan oksigen bebas terlarut untuk memecah senyawa organik guna mendapatkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. (Muljadi,2005).

Tabel 6. Persentase (%) Perubahan COD Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hari Ke	COD mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	323,1	-	
0	303,2	19,9	6,1 %
5	176,25	126,95	41,8 %
10	156,0	20,25	11,4 %
% Total Penurunan		167,1	51,7 %

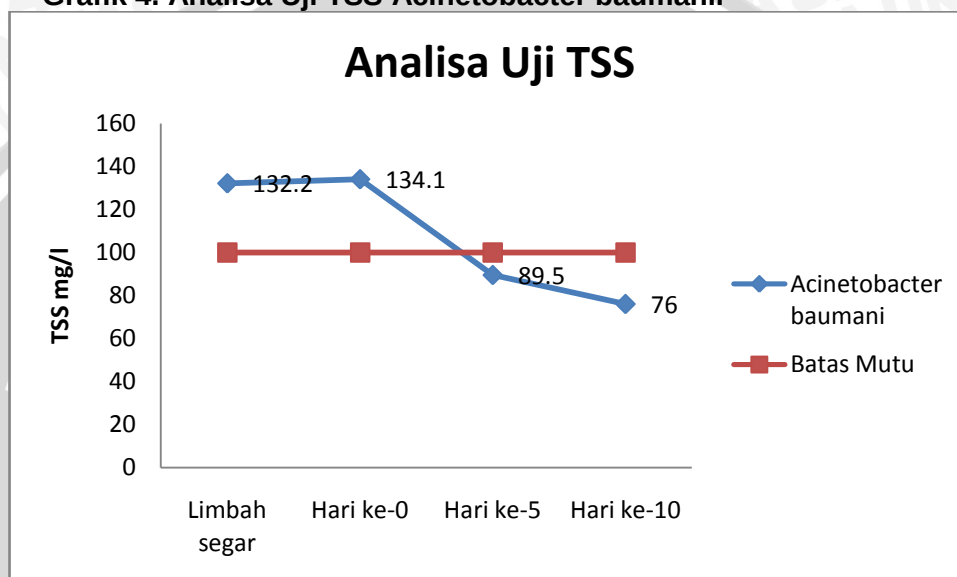
Grafik 3. Analisa Uji COD *Acinetobacter baumannii*

Pada hasil analisa uji COD air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa nilai COD pada air limbah segar sebesar 323,2 mg/L, pada hari ke-0 sebesar 303,2, pada hari ke-5 mengalami penurunan sebesar 176,25, pada hari ke-10 sebesar 156,0. Penurunan dari hari ke-0 sampai hari ke-5 ini sangat signifikan hal ini diduga pada waktu ini bakteri sedang pada fase pertumbuhan sehingga banyak menggunakan oksigen terlarut untuk menguraikan bahan organik. Oksigen terlarut diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme di perairan, oksigen juga diperlukan dalam proses dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi senyawa anorganik (Laili et al., 2015). Bahan organik akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi gas CO_2 , H_2O dan gas NH_3 . Gas NH_3 inilah yang menimbulkan bau busuk. Demikian juga dengan angka *Chemical Oxygen Demand* (COD atau kebutuhan oksigen kimiawi) sangat tinggi sehingga akan membutuhkan oksigen yang sangat besar agar limbah cair tersebut dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini limbah organik akan dioksidasi oleh Kalium bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) menjadi gas CO_2 dan H_2O serta ion Chrom (Wardhana, 2004).

Tabel 7. Persentase (%) Perubahan TSS Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hari Ke	TSS mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	132,2	-	
0	134,1	1,9 *	1,43 % *
5	89,5	44,6	49,8 %
10	76	13,5	15,08 %
% Total Penurunan		56,2	42,5 %

Grafik 4. Analisa Uji TSS *Acinetobacter baumannii*



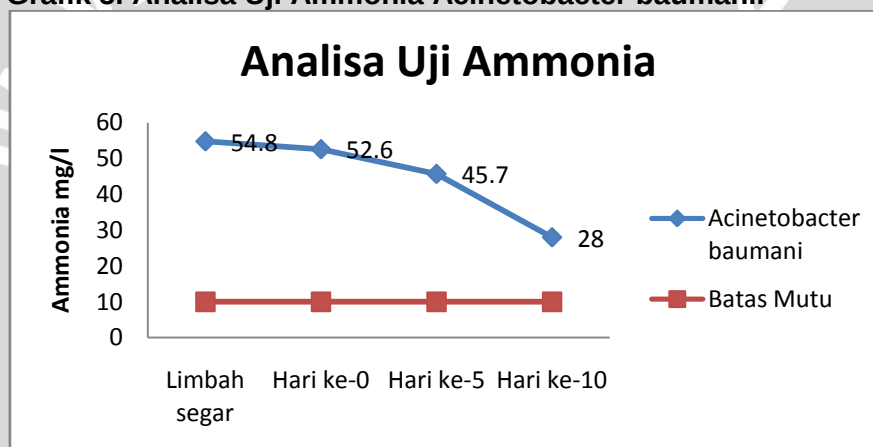
Pada hasil uji analisa TSS air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa nilai TSS pada limbah segar sebesar 132,2 mg/L, pada hari ke-0 sebesar 134,1 mg/L, pada hari ke-5 mengalami penurunan sebesar 89,5 mg/L dan pada hari ke-10 sebesar 76,0 mg/L. Dari hari ke-0 hingga ke-10 kadar TSS berkurang sebanyak 56,2 mg/L. 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.

Tabel 8. Persentase (%) Perubahan Ammonia Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hari Ke	TSS mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	54,8		
0	52,6	2,2	4,01 %
5	45,7	6,9	13,1 %
10	28	17,7	38,7 %
% Total Penurunan		26,8	48,9 %

Grafik 5. Analisa Uji Ammonia *Acinetobacter baumannii*



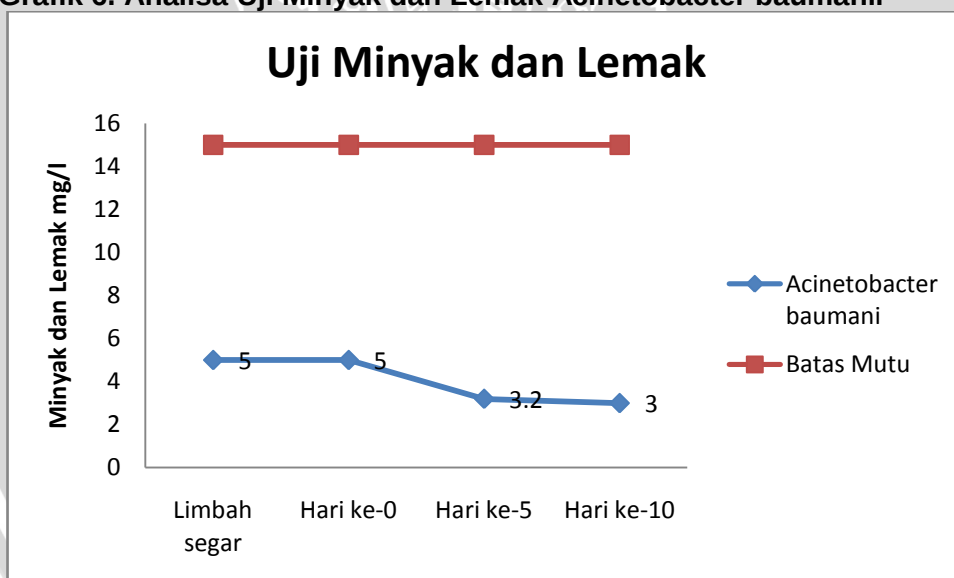
Pada hasil uji analisa Ammonia air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa kadar ammonia pada air limbah segar sebesar 54,8 mg/L, pada hari ke-0 sebesar 52,6 mg/L, pada hari ke-5 45,7 mg/L pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 28,0 mg/L. penurunan nilai ammonia yang signifikan terjadi pada hari ke-5 hingga ke-10 yaitu 17,7 mg/L. Pada fase awal bakteri baru beradaptasi sehingga hanya sedikit bakteri yang menguraikan asam organik, sedangkan pada fase pertumbuhan bakteri menguraikan asam organik menggunakan enzim sebagai sumber makanan sehingga asam organik habis dan tidak terbentuk amonia, dimana amonia berasal dari bahan-bahan organik. Asam nitrat dalam limbah

cair diuraikan menjadi gas nitrogen melalui proses denitrifikasi, yang berlangsung secara paralel dengan degradasi zat organik (substrat) secara proses biooksidasi dengan menggunakan bakteri aerob yang diberi aerasi dan diberi nutrisi (Salimin, 2015).

Tabel 9. Persentase (%) Perubahan Minyak dan Lemak Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Hari Ke	Minyak dan Lemak mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	5		
0	5	0	0 %
5	3,2	1,8	36 %
10	3	0,2	6,2 %
% Total Penurunan		2	40 %

Grafik 6. Analisa Uji Minyak dan Lemak *Acinetobacter baumannii*



Pada hasil uji kandungan minyak air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat dilihat bahwa kadar minyak pada air limbah segar sebesar 5 mg/L begitu juga pada hari ke-0 belum mengalami perubahan masih sebesar 5 mg/L. pada hari ke-5 mengalami perubahan menjadi 3,2 mg/L pada waktu ini diduga bakteri tengah berada pada fase pertumbuhan sehingga banyak menguraikan lemak untuk memenuhi nutrisi

pada bakteri. Pada hari ke-10 nilai ammonia sebesar 3 mg/L. Menurut Januar et al (2013) Menurunnya kadar lipid adalah indikasi berperannya bakteri dalam merombak senyawa organik yang terdapat dalam kultur. Kultir bakteri yang mengalami aktivitas perombakan disebabkan oleh enzim membranebound oxygenase yang dikeluarkan oleh bakteri untuk meningkatkan kontak secara langsung antara minyak dan bakteri, sehingga bakteri tersebut dapat memanfaatkan minyak tersebut sebagai sumber karbon.

4.3 Analisa Bakteri *Bacillus subtilis*

Hasil analisa limbah cair pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 10. Hasil Analisa Bakteri *Bacillus subtilis*

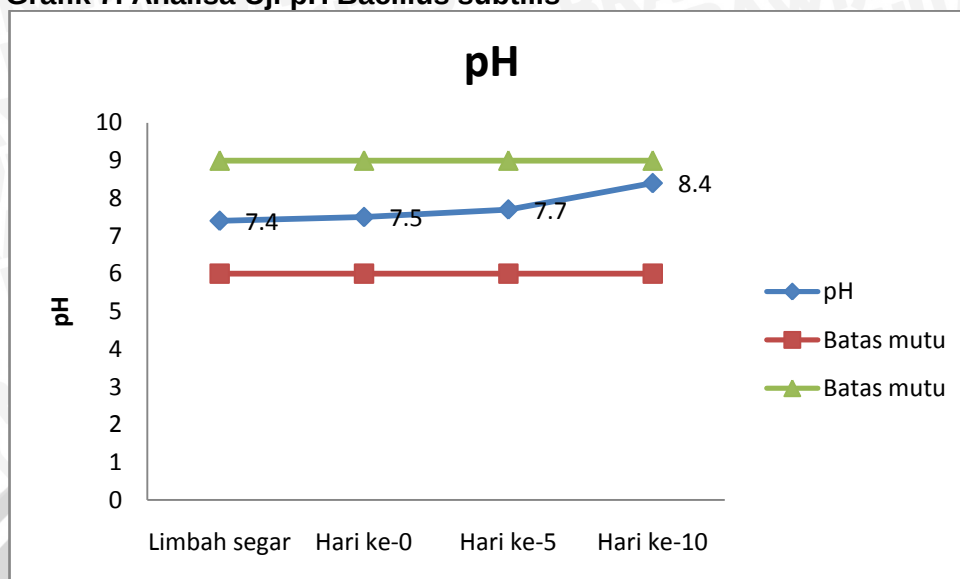
Paramater	Satuan	Pengamatan (Hari)			
		Limbah Segar	0	5	10
Histamin	Mg/L	1,38	ND	ND	ND
pH	-	7,4	7,5	7,7	8,4
BOD	Mg/L	100,6	99,6	82,4	67,9
COD	Mg/L	323,1	320,2	253,42	233,5
TSS	Mg/L	132,2	137,1	113,2	96,0
Amonia	Mg/L	54,8	50,6	48,15	16,74
Minyak	Mg/L	5	3	2,5	1,9

Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa kandungan histamine pada air limbah segar sebesar 1,39 mg/L dan hari ke-0, hari ke-5 , hari ke -10 kandungan histamine mengalami perubahan *not detected*

Tabel 11. Persentase (%) Perubahan pH Bakteri *Bacillus subtilis*

Hari Ke	pH	Perubahan	Persentase (%)
Limbah segar	7,4	-	
0	7,5	0,1 *	0,13 % *
5	7,7	0,2 *	2,6 % *
10	8,4	0,3 *	3,8 %*
% Total Perubahan		1 *	13,5 %*

Grafik 7. Analisa Uji pH *Bacillus subtilis*

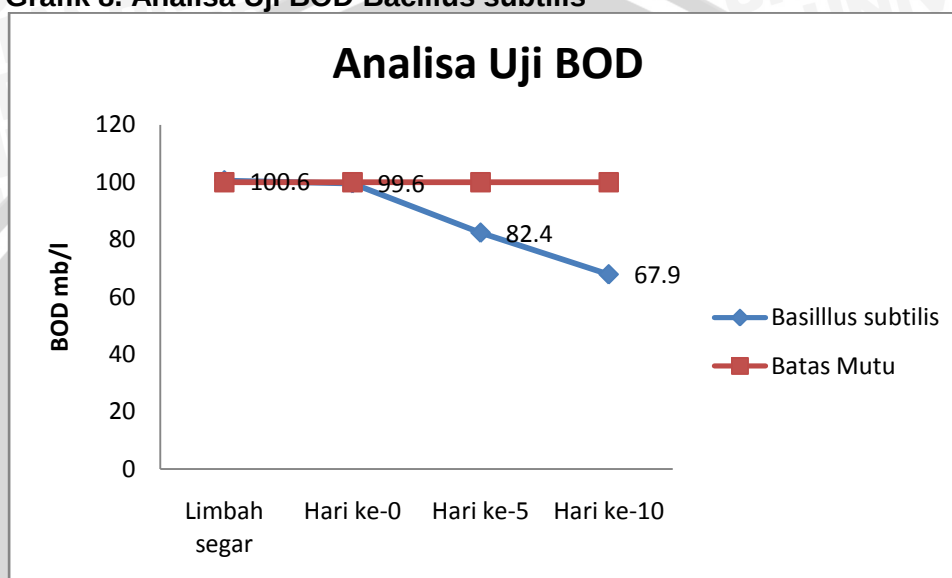


Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa pH air limbah segar adalah 7,4, pada hari ke-0 pH 7,5, pH pada hari ke-5 adalah 7,7 , pH pada hari ke-10 8,4. Nilai pH dari pengamatan ke-0 hingga ke-10 cenderung mengalami peningkatan. Menurut Gunandjar (2015). Kebanyakan proses oksidasi biokimia mempunyai daerah pH efektif yang relatif sempit yaitu pada nilai 5-9 dengan kondisi optimum pada pH 6,5-8,5. Paskandani dan husni (2014) menjelaskan bahwa pH limbah industri pengolahan ikan jarang bersifat asam dan biasanya mendekati 7 atau alkalis. Nilai ini umumnya disebabkan oleh dekomposisi protein dan emisi senyawa amonia. Derajat keasaman ini sangat mendukung aktivitas proteolitik dari isolat *B. soli*. Ditambahkan Rini (2011), *Bacillus subtilis* juga telah berevolusi sehingga dapat hidup walaupun dibawah kondisi keras dan lebih cepat mendapatkan perlindungan terhadap stres situasi seperti kondisi pH rendah (asam), alkali, osmosa dan suhu tinggi.

Tabel 12. Persentase (%) Perubahan BOD Bakteri *Bacillus subtilis*

Hari Ke	BOD mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	100,6		
0	99,6	1	1 %
5	82,4	17,2	17,2 %
10	67,9	14,5	17,5 %
% Total Penurunan		32,7	32,5 %

Grafik 8. Analisa Uji BOD *Bacillus subtilis*



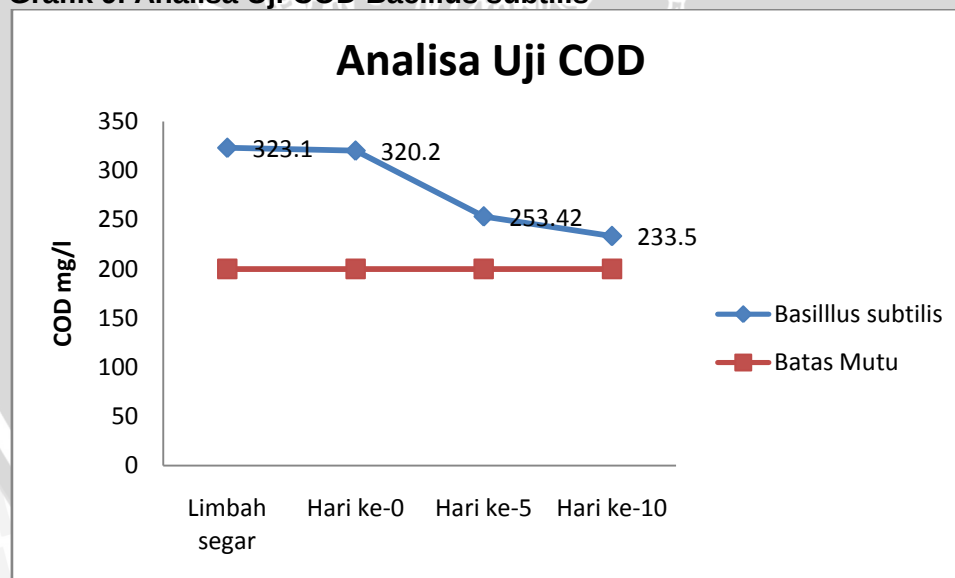
Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa nilai BOD pada air limbah segar sebesar 100,6 mg/L. pada hari ke-0 sebesar 99,6 mg/L. pada hari ke-5 terjadi penurunan menjadi sebesar 82,4 mg/L. pada hari ke-10 terjadi penurunan menjadi sebesar 67,9 mg/L. pada hari ke-5 terjadi penurunan nilai BOD yang signifikan yaitu dari 82,4 mg/L menjadi 67,9 mg/L pada waktu ini diduga bakteri berada pada fase pertumbuhan sehingga memerlukan banyak oksigen untuk menepatkan nutrisi. Oksigen terlarut diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme di perairan, oksigen juga diperlukan dalam proses dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi senyawa anorganik. (Laili et al., 2014). Menurut Juni dan Turista (2010), prinsip perombakan bahan dalam limbah ialah oksidasi, baik oksidasi biologis maupun kimiawi. Semakin

tinggi bahan organik dalam air menyebabkan kandungan oksigen terlarut semakin kecil, karena oksigen akan digunakan oleh mikroba untuk mengoksidasi bahan organik. Oleh karena itu adanya bahan organik yang tinggi di dalam air menyebabkan kebutuhan mikroba akan oksigen akan meningkat, sehingga menunjukkan nilai BOD dalam air tersebut meningkat. Untuk mempercepat perombakan umumnya diberikan aerasi untuk meningkatkan oksigen terlarut dan disertai dengan pengadukan. Setelah terjadi perombakan maka nilai BOD akan menurun hingga nilai tertentu dan menandakan bahwa air sudah bersih.

Tabel 13. Persentase (%) Perubahan COD Bakteri *Bacillus subtilis*

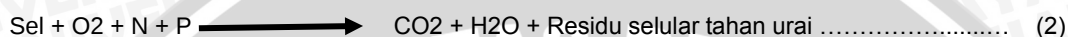
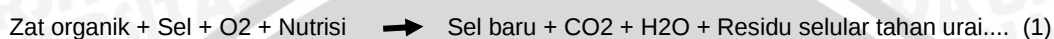
Hari Ke	COD mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	323,1		
0	320,2	2,9	0,89 %
5	253,42	66,78	20,8 %
10	233,5	19,99	7,8 %
% Total Penurunan		89,6	27,73 %

Grafik 9. Analisa Uji COD *Bacillus subtilis*



Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa nilai COD pada air limbah segar sebesar 323,1 mg/L. pada hari ke-0 nilai COD sebesar 320,2 mg/L, pada hari ke-5 sebesar 253,42 mg/L, psds hari ke-10 sebesar 233,5 mg/L. dari

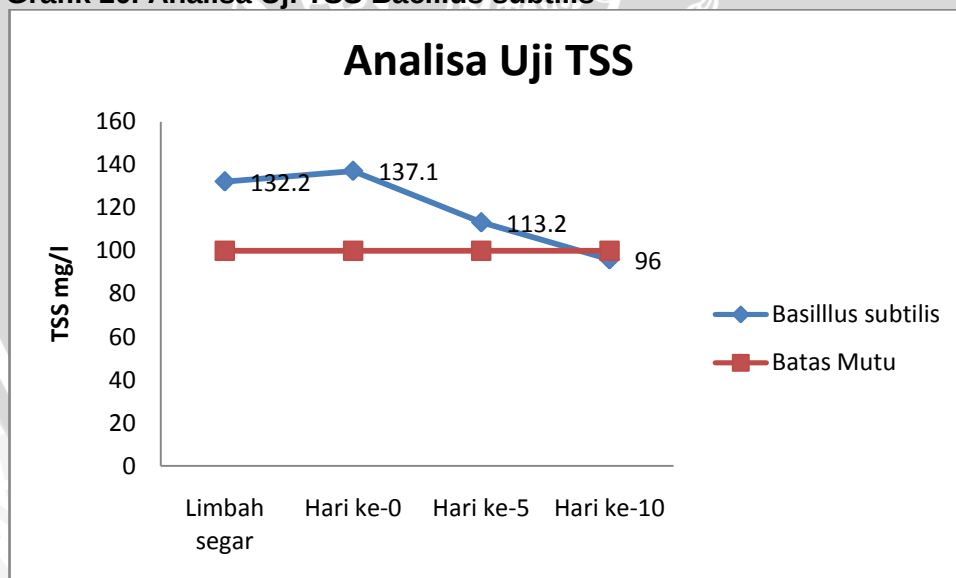
nilai-nilai tersebut penurunan signifikan terjadi mulai pada hari ke-0 hal ini diduga pada waktu tersebut bakteri sedang pada fase pertumbuhan. Bakteri aerob yang diberi aerasi dan nutrisi akan tumbuh berkembang biak memakan zat organik tersebut sehingga terurai menjadi CO₂ dan H₂O sehingga nilai COD menjadi turun. Menurut Salimin (2015). Reaksi penguraian zat organik oleh bakteri (sel) mengikuti persamaan:



Tabel 14. Persentase (%) Perubahan TSS Bakteri *Bacillus subtilis*

Hari Ke	TSS mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	132,2		
0	137,1	4,9 *	3,7 %
5	113,2	23,9	17,4
10	96	17,2	17,91
% Total Penurunan		36,2	27,38

Grafik 10. Analisa Uji TSS *Bacillus subtilis*

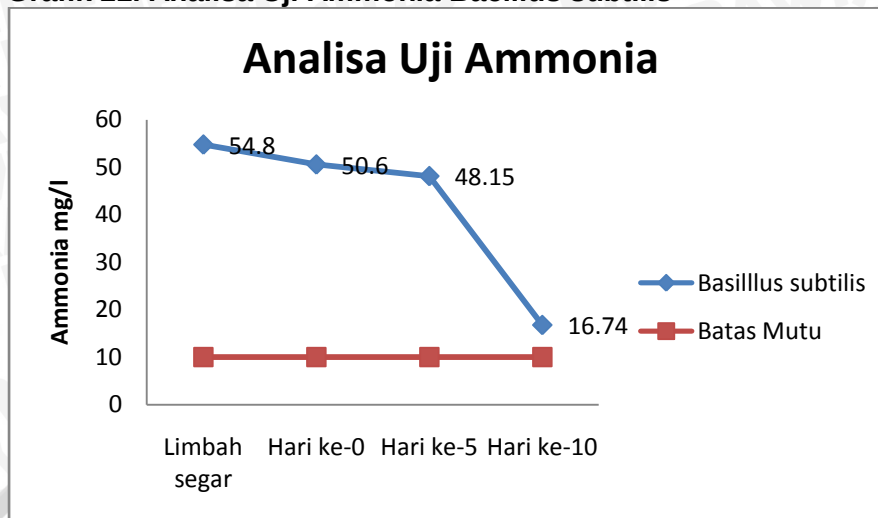


Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa nilai TSS pada air limbah segar sebesar 132,2 mg/L. pada hari ke-0 137,1 mg/L , pada hari ke-5 113,2 mg/L, pada hari ke-10 96,0 mg/L. Pada hari ke-0 TSS yang terurai sedikit

diduga bakteri masih pada fase adaptasi sehingga tidak banyak menguraikan zat organik. Perubahan signifikan terjadi pada hari ke-5 hingga ke-10 diduga pada waktu ini bakteri telah pada fase pertumbuhan. 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.

Tabel 15. Persentase (%) Perubahan Ammonia Bakteri *Bacillus subtilis*

Hari Ke	Ammonia mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	54,8		
0	50,6	4,2	7,6 %
5	48,15	2,46	4,8 %
10	16,74	31,4	65,2 %
% Total Penurunan		38,06	69,45 %

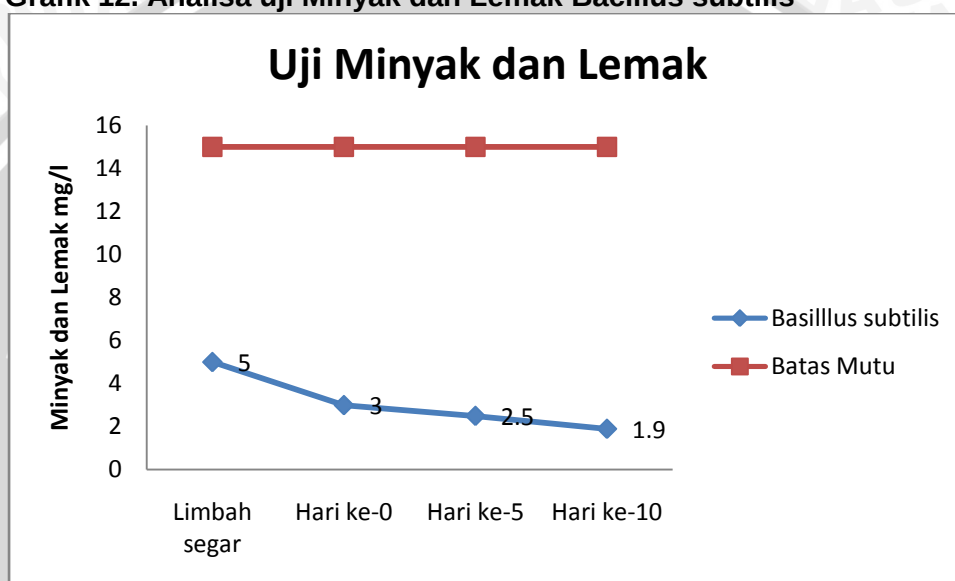
Grafik 11. Analisa Uji Ammonia *Bacillus subtilis*

Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa kadar ammonia pada air limbah segar sebesar 54,8 mg/L. pada hari ke-0 sebesar 50,6 mg/L, pada hari ke-5 sebesar 48,15 mg/L, pada hari ke-10 terjadi penurunan sangat signifikan menjadi sebesar 16,74 mg/L. Perbedaan hasil dari sampel awal, hari ke-0, sampai hari ke-10 diduga pengaruh fase-fase pertumbuhan bakteri. Pada fase awal bakteri baru beradaptasi sehingga hanya sedikit bakteri yang mengurai asam organik, sedangkan pada fase pertumbuhan bakteri menguraikan asam organik dengan menggunakan enzim yang dihasilkan dan merubah asam organik sebagai sumber makanan sehingga asam organik habis dan tidak terbentuk ammonia, dimana ammonia berasal dari bahan-bahan organik. Ammonia merupakan hasil perombakan asam-asam amino oleh berbagai jenis bakteri aerob dan anaerob. Peningkatan kadar ammonia dalam perairan dipicu oleh tingginya proses perombakan protein yang dilakukan oleh bakteri dan akan menghasilkan nitrat (Kurniawan, 2009).

Tabel 16. Persentase (%) Perubahan Minyak & Lemak Bakteri *Bacillus subtilis*

Hari Ke	Minyak & Lemak mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	5		
0	3	2	40 %
5	2,5	0,5	16,5 %
10	1,9	0,6	24 %
% Total Penurunan		3,1	62 %

Grafik 12. Analisa uji Minyak dan Lemak *Bacillus subtilis*



Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat bahwa kadar minyak pada air limbah segar sebesar 5 mg/L, pada hari ke-0 sebesar 3,2 mg/L, pada hari ke-5 sebesar 2,9 mg/L, pada hari ke-10 menjadi sebesar 2 mg/L. 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. Adapun jenis – jenis bakteri pendegradasi lipid yang sering dijumpai diantaranya *Bacillus* sp., *Klebsiella* sp., dan *Staphylococcus* sp.

4.4 Analisa *Enterobacter gergioviae*

Hasil analisa limbah cair pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 17. Hasil Analisa Bakteri *Enterobacter gergioviae*

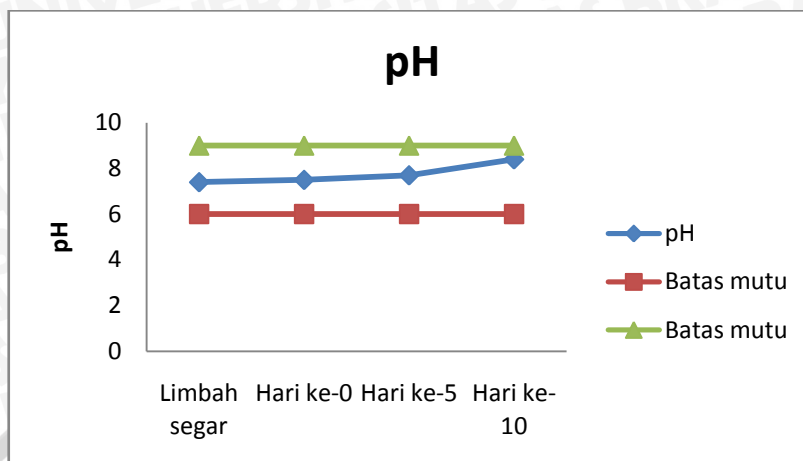
Paramater	Satuan	Pengamatan (Hari)			
		Limbah Segar	0	5	10
Histamin	Mg/L	1,38	N	ND	ND
pH	-	7,4	7,2	7,7	8,5
BOD	Mg/L	100,6	100,4	88,4	83,9
COD	Mg/L	323,1	321,2	249,5	280,4
TSS	Mg/L	132,2	135,1	125,6	108
Amonia	Mg/L	54,8	45,6	36,45	14,08
Minyak	Mg/L	5	3,2	2,9	2

Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat bahwa kandungan histamine pada air limbah segar adalah 1,38 mg/L. dan hari ke-0, hari ke-5 , hari ke -10 kandungan histamine mengalami perubahan *not detected*. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan kombinasi bakteri pada limbah cair industri pembekuan ikan cakalang dapat menurunkan kadar histamin.

Tabel 18. Persentase (%) Perubahan pH *Enterobacter gergioviae*

Hari Ke	pH	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	7,4		
0	7,2	0,2	2,7 %
5	7,7	0,5 *	6,9 % *
10	8,5	0,8 *	10, 3 % *
% Total Penurunan		1,1 *	14.8 % *

Grafik 13. Analisa Kadar pH Enterobacter gergioviae

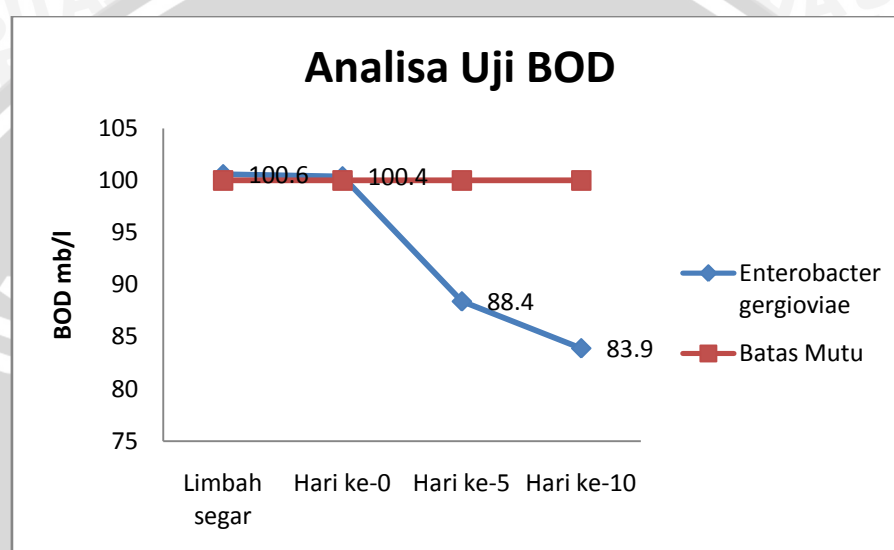


Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat bahwa pH pada air limbah segar 7,4, pada hari ke-0 7,2, pada hari ke-5 7,7 , pada hari ke-10 8,5. Nilai pH berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah organik, karena aktivitas mikroorganisme akan mempengaruhi nilai pH dan sebaliknya nilai pH juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dimana mikroorganisme sebagian hidup pada kisaran pH netral, namun ada juga mikroorganisme yang mampu hidup pada pH rendah (asam).(Shita,2015). Paskandani dan husni (2014), menjelaskan bahwa pH limbah industri pengolahan ikan jarang bersifat asam dan biasanya mendekati 7 atau alkalis. Nilai ini umumnya disebabkan oleh dekomposisi protein dan emisi senyawa ammonia.

Tabel 19. Persentase (%) Perubahan BOD *Enterobacter gergioviae*

Hari Ke	BOD mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	100,6		
0	100,4	0,4	0,4 %
5	88,4	12	11,9 %
10	83,9	4,5	5 %
% Total Penurunan		16,7	16,6 %

Grafik 14. Analisa Hasil BOD *Enterobacter gergioviae*

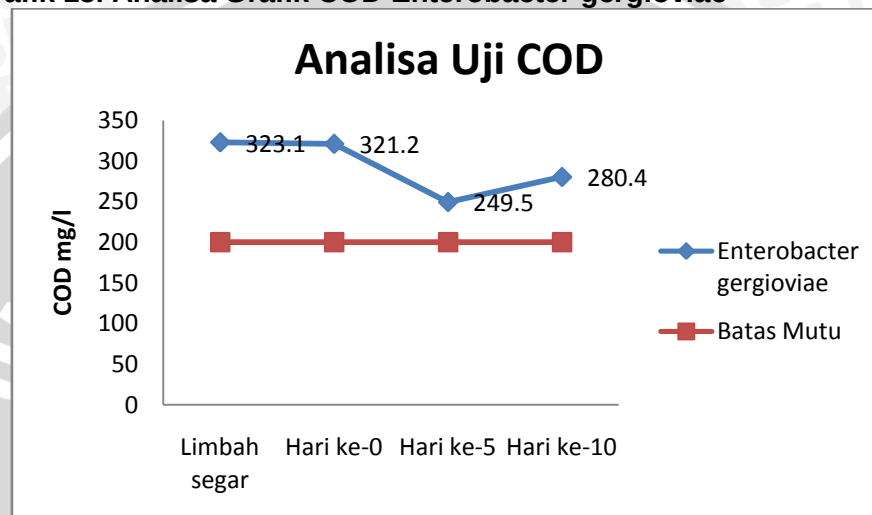


Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat bahwa nilai BOD pada air limbah segar sebesar 100,6 mg/L, pada hari ke-0 sebesar 100,4 mg/L pada waktu ini belum banyak perubahan nilai BOD diduga bakteri masih berada pada fase lag sehingga belum banyak beraktivitas. Pada hari ke-5 mulai mengalami penurunan yang signifikan menjadi 88,4 mg/L diduga pada waktu ini bakteri telah pada fase pertumbuhan sehingga lebih banyak menguraikan zat organik dan memerlukan oksigen lebih banyak pula. pada hari ke-10 menjadi sebesar 83,9 mg/L. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Alaerts dan Santika 1984).

Tabel 20. Persentase (%) Perubahan COD *Enterobacter gergioviae*

Hari Ke	COD mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	323,1		
0	321,2	1,9	0,5 %
5	249,5	71,7	22,3 %
10	280	30,5 *	12,2 % *
% Total Penurunan		43,1	13, %

Grafik 15. Analisa Grafik COD *Enterobacter gergioviae*



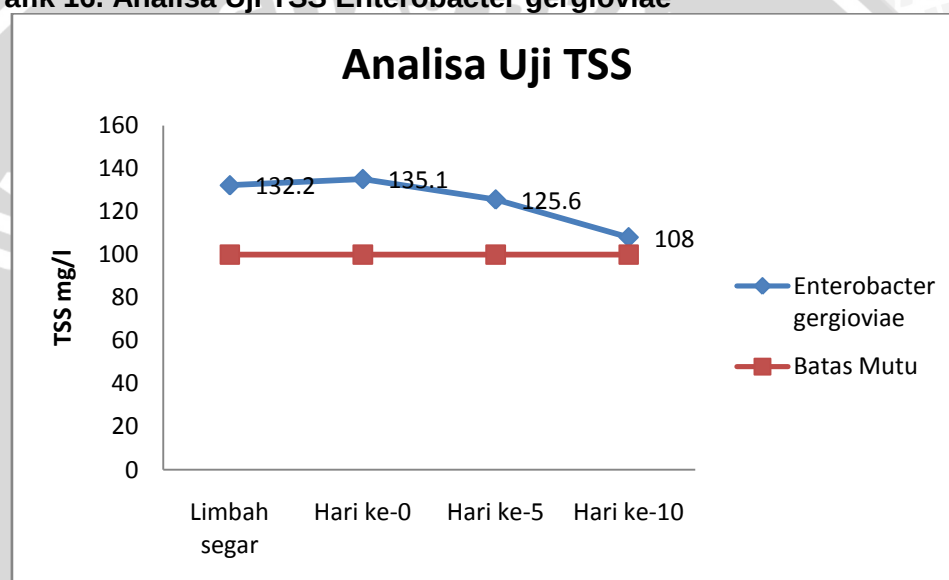
Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat bahwa nilai COD pada air limbah segar sebesar 323.1 mg/L. pada hari ke-0 penambahan bakteri belum ada perubahan yang signifikan yaitu 321,2 di duga bakteri yang ditambahkan masih pada fase adaptasi sehingga belum banyak menguraikan zat organik. Pada hari ke-5 terjadi perubahan signifikan pada hal ini diduga bakteri pada fase eksponensial sehingga memerlukan energy yang lebih besar dan lebih banyak menguraikan zat organik menjadi 249,5 mg/L. Pada hari ke-10 menjadi 240,4 mg/L. Nilai COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air secara kimiawi. Bakteri akan menggunakan oksigen untuk proses pembusukannya. Nilai COD biasanya lebih tinggi dari pada nilai BOD karena bahan buangan yang dapat dioksidasi

melalui proses kimia lebih banyak dari pada bahan buangan yang dapat dioksidasi melalui proses biologi (Muhajir, 2013)

Tabel 21. Persentase (%) Perubahan TSS *Enterobacter gergioviae*

Hari Ke	TSS mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	132,2		
0	135,1	2,9 *	2,1 %
5	125,6	9,5	7,03 %
10	108	17.6	16,29%
% Total Penurunan			

Grafik 16. Analisa Uji TSS *Enterobacter gergioviae*



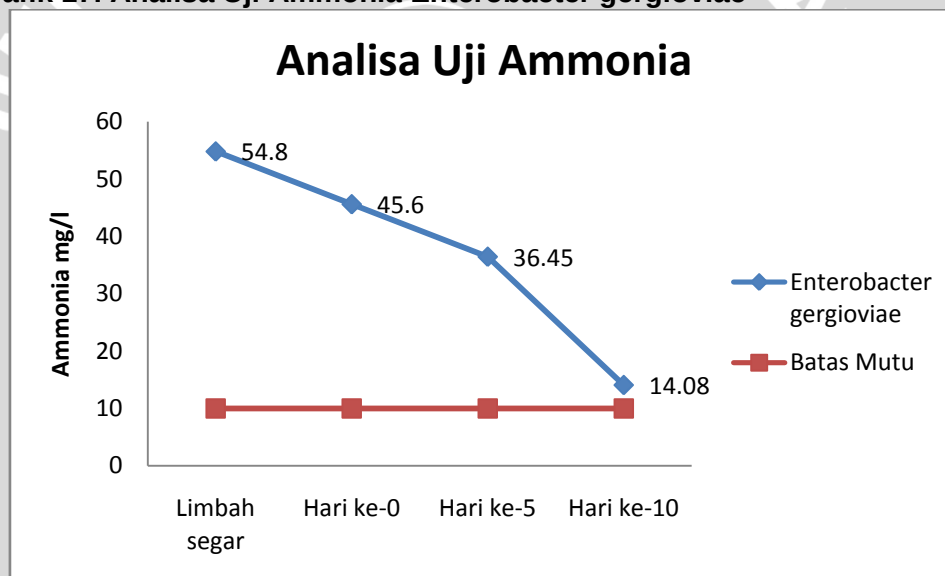
Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat bahwa nilai TSS pada air limbah segar 132,2 mg/L. pada hari ke-0 sebesar 135,1 mg/L. Pada hari ke-0 penambahan bakteri belum banyak terjadi perubahan hal ini diduga bakteri yang ditambahkan masih pada fase adaptasi yang merupakan fase awal pertumbuhan. Pada hari ke-5 sebesar 125,6 mg/L. pada hari ke-10 terjadi perubahan yang cukup signifikan karena mengalami pengurangan sebanyak 16 mg/L menjadi 108 mg/L. Berdasarkan pada data diatas fase eksponensial bakteri diduga dimulai pada hari ke-5. Bakteri mulai memanfaatkan nutrisi dengan menguraikan padatan untuk menunjang pertumbuhan. Menurut Retnosari dan Maya (2013),

menyatakan bahwa dengan adanya penambahan bakteri pada limbah cair dapat menurunkan nilai TSS secara signifikan yang menunjukkan adanya peningkatan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah cair.

Tabel 22. Persentase (%) Perubahan Ammonia *Enterobacter gergioviae*

Hari Ke	Ammonia mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	54,8		
0	45,6	9,2	16,78 %
5	36,45	9,15	20,06 %
10	14,08	22,37	61,37 %
% Total Penurunan		40,72	74,30 %

Grafik 17. Analisa Uji Ammonia *Enterobacter gergioviae*



Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Enterobacter gergioviae* dapat dilihat bahwa kandungan ammonia pada air limbah segar sebesar 54,8 mg/L. pada hari ke-0 sebesar 45,6 mg/L, pada hari ke-5 sebesar 36,45 mg/L, pada hari ke-10 sebesar 14,08 mg/L. Perbedaan hasil dari sampel awal, hari ke-0, sampai hari ke-10 diduga pengaruh fase-fase pertumbuhan bakteri. Pada fase awal bakteri baru beradaptasi sehingga hanya sedikit bakteri yang mengurai asam organik, sedangkan pada fase pertumbuhan bakteri menguraikan asam organik dengan menggunakan

enzim yang dihasilkan dan merubah asam organik sebagai sumber makanan sehingga asam organik habis dan tidak terbentuk ammonia. Menurut Titiresmi dan Nida (2006), proses perombakan ammonia melibatkan 2 tahap yaitu proses aerob atau yang dikenal nitrifikasi yang mengubah senyawa ammonia menjadi senyawa transisi nitrit. Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut :

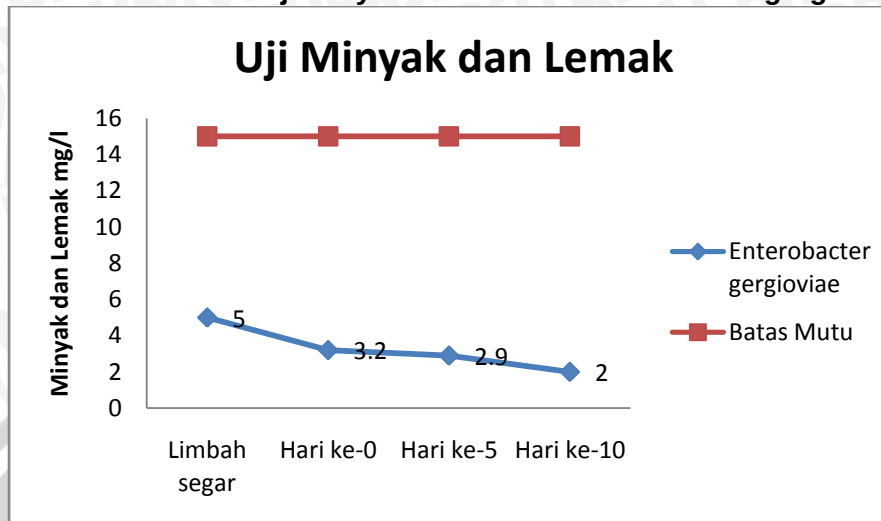


kemudian setelah tahap aerob berjalan sempurna dilanjutkan ke tahap anaerob yang dikenal sebagai denitrifikasi yaitu pemecahan senyawa hasil oksidasi ammonia menjadi nitrogen.

Tabel 23. Persentase (%) Perubahan Lemak & Minyak Enterobacter gergioviae

Hari Ke	Ammonia mg / L	Penurunan	% Penurunan
Limbah segar	5		
0	3,2	1,8	36 %
5	2,9	0,3	9,3 %
10	2	0,9	31,03 %
% Total Penurunan		3	60 %

Grafik 18. Analisa Uji Minyak dan Lemak Enterobacter gergioviae



Dari hasil analisa uji air limbah pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri Enterobacter gergioviae dapat dilihat kandungan minyak pada air limbah segar sebesar 5 mg/L. pada hari ke-0 mengalami perubahan menjadi 3,2 mg/L, pada hari ke-5 sebesar 2,9 mg/L, pada hari ke-10 terjadi penurunan menjadi 2 mg/L. 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. Adapun jenis – jenis bakteri pendegradasi lipid yang sering dijumpai diantaranya Bacillus sp., Klebsiella sp., dan Staphylococcus sp.

Dari penambahan ketiga bakteri pada limbah cair pembekuan ikan cakalang dengan parameter uji Histamin, pH, BOD, COD, TSS, Ammonia dan Minyak dan lemak yang paling efektif adalah bakteri Acinetobacter baumannii yang ditunjukan dari parameter uji dan pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-10 cenderung mengalami perbaikan kualitas limbah cair diantaranya nilai pH 7,4 menjadi 8,0 mengalami perubahan sebesar 8,1 %. Nilai BOD dari 100,6 mg/L menjadi 58,40 mg/L dapat menurunkan BOD mencapai 41,9 %. Nilai COD dari

323,1 mg/L menjadi 156,0 mg/L dapat menurunkan COD mencapai 51,7 %. Nilai TSS dari 132,2 mg/L menjadi 76,0 mg/L dapat menurunkan TSS mencapai 42,5 %. Nilai Ammonia dari 54,8 mg/L menjadi 28,0 mg/L dapat menurunkan Ammonia mencapai 48,9 %. dan nilai minyak sebesar 5 mg/L menjadi 3 mg/L dapat menurunkan Minyak dan lemak sebanyak 40%. dimana dari semua parameter memiliki nilai dibawah batas aman limbah cair perikanan yang berarti limbah cair pembekuan ikan cakalang yang ditambahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* aman untuk dibuang pada badan air.

