

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

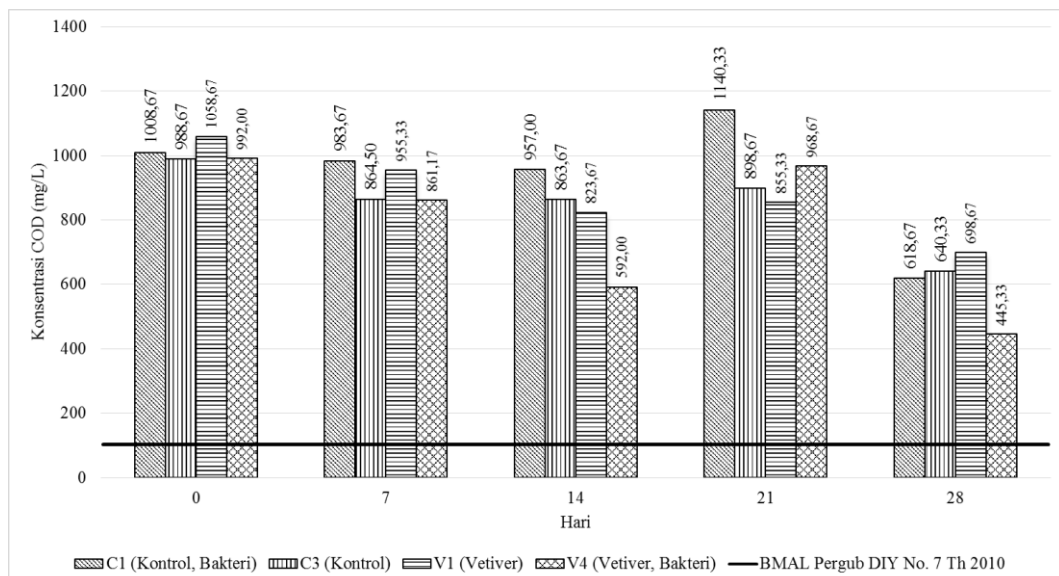
4.1 Analisis Parameter Uji

Pengujian COD, BOD, *oil and grease* dan *oil content* pada air limbah dilakukan pada outlet IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Standar Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 yang diperbolehkan dapat dilihat pada lampiran 6.

4.1.1 Chemical Oxygen Demand (COD)

A. Air limbah 50% dengan pengenceran 50%

Konsentrasi yang digunakan yaitu 50% air limbah dengan pengenceran 50% dikombinasikan dengan tanaman dan bakteri serta tanaman tanpa bakteri. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pada konsentrasi berapa air limbah dapat mengalami penurunan bahan pencemar. Berdasarkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada lampiran 1, didapatkan penurunan bahan pencemar pada konsentrasi 50% air limbah.



Gambar 4.1 Grafik Parameter COD dengan Air Limbah 50%

Kadar COD pada sampel C1, C3, V1 dan V4 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar COD pada setiap sampel tersebut

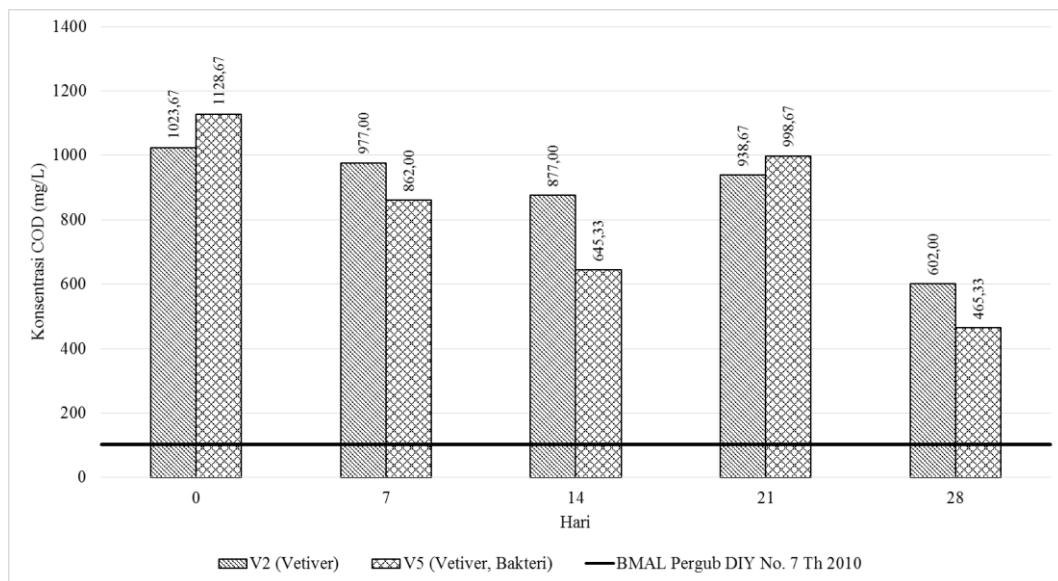
dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri. Pada sampel V1 hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 1058,67 mg/L menjadi 823,67 mg/L yang diakibatkan oleh penyerapan bahan pencemar oleh tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan sampel V4 mengalami penurunan cukup besar pada hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 992,00 mg/L menjadi 592,00 mg/L karena adanya penyerapan akar tanaman dan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD akhir semakin menurun.

Pada hari ke-21 semua sampel mengalami kenaikan kadar COD karena adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah dapat membuat bahan pencemar bertambah, sehingganya kadar COD kembali meningkat. Tetapi hari ke-28 pada sampel C1 dan V4 dengan penambahan bakteri mengalami penurunan kadar COD yang lebih besar dibandingkan sampel C3 dan V1 tanpa bakteri. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Dari data yang didapat untuk sampel C1, C3, V1 dan V4 tidak memenuhi standar Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 dengan nilai COD yang diperbolehkan yaitu 125 mg/L. Sedangkan kadar COD terendah pada sampel V1 hari ke-28 sebesar 445,33 mg/L. Tingginya kadar COD menunjukkan jumlah bahan organik yang banyak, sehingga air limbah tersebut tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan tanpa ada pengolahan hingga memenuhi standar baku mutu yang ada.

B. Air limbah 75 % dengan pengenceran 25%

Air limbah 75% ditambahkan air 25% kombinasi tanaman dan bakteri serta tanaman tanpa bakteri. Berikut hasil dari pengujian parameter COD dengan konsentrasi berbeda.



Gambar 4.2 Grafik Parameter COD dengan Air Limbah 75%

Kadar COD pada sampel C1, C3, V1 dan V4 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar COD pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri. Pada sampel V2 hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 1023,67 mg/L menjadi 877,00 mg/L hal diakibatkan oleh penyerapan bahan pencemar oleh tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan sampel V5 mengalami penurunan cukup besar pada hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 1128,67 mg/L menjadi 645,33 mg/L karena adanya penyerapan akar tanaman dan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD akhir semakin menurun.

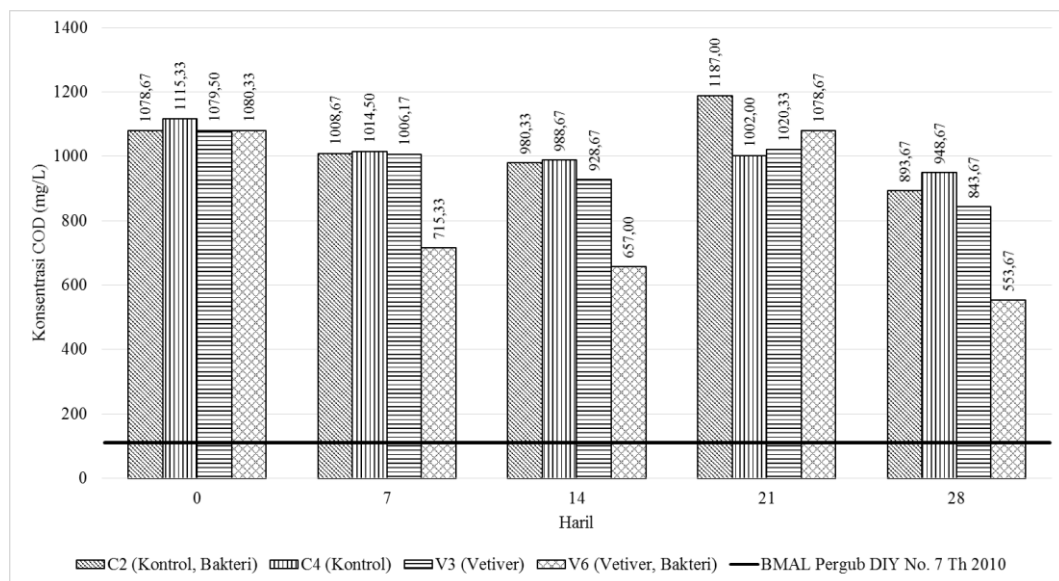
Pada hari ke-21 semua sampel mengalami kenaikan kadar COD karena adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah dapat membuat bahan pencemar bertambah, sehingganya kadar COD kembali meningkat. Tetapi hari ke-28 pada sampel V5 dengan penambahan bakteri mengalami penurunan kadar COD yang lebih besar dibandingkan sampel V2 tanpa bakteri.

Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Dari data yang didapat untuk sampel V2 dan V5 tidak memenuhi standar Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 dengan nilai COD yang diperbolehkan yaitu 125 mg/L. Sedangkan kadar COD terendah pada sampel V2 hari ke-28 sebesar 465,33 mg/L dengan menggunakan bakteri. Tingginya kadar COD menunjukkan jumlah bahan organik yang banyak, sehingga berbahaya bagi lingkungan jika dibuang tanpa pengolahan.

C. Air limbah 100% tanpa pengenceran

Air limbah 100% tanpa dilakukan pengenceran dengan kombinasi tanaman dan bakteri serta tanaman tanpa bakteri. Dilakukan perbandingan boks kontrol dan boks yang menggunakan tanaman dan bakteri. Berikut hasil uji dari parameter COD.



Gambar 4.3 Grafik Parameter COD dengan Air Limbah 100%

Kadar COD pada sampel C2, C4, V3 dan V6 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar COD pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri. Pada sampel V3 hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 1079, 50 mg/L

menjadi 928,67 mg/L yang diakibatkan oleh penyerapan bahan pencemar oleh tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan sampel V6 mengalami penurunan cukup besar pada hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 1080,33 mg/L menjadi 657,00 mg/L karena adanya penyerapan akar tanaman dan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD akhir semakin menurun.

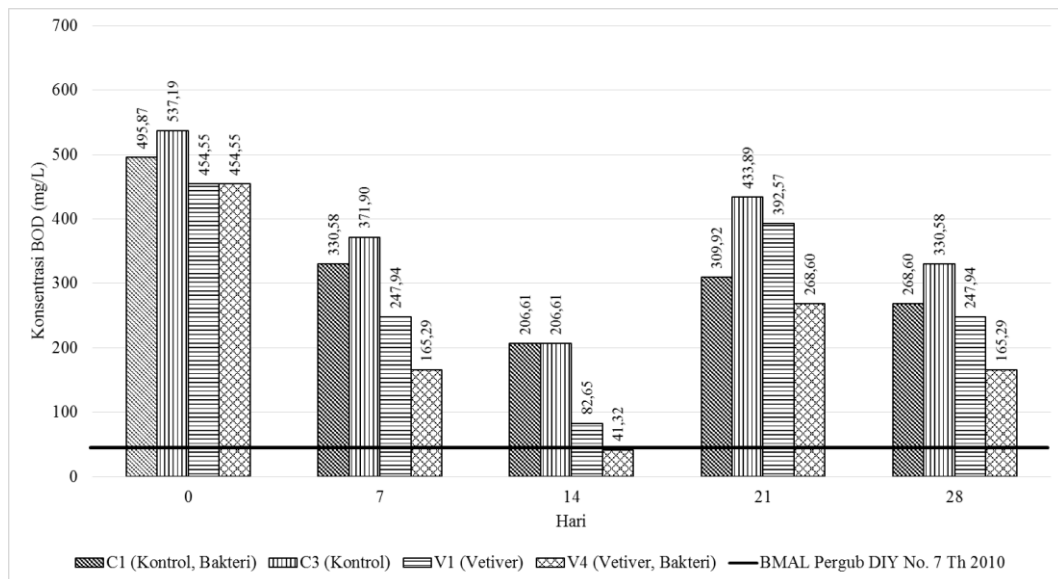
Pada hari ke-21 semua sampel mengalami kenaikan kadar COD karena adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah dapat membuat bahan pencemar bertambah, sehingganya kadar COD kembali meningkat. Tetapi hari ke-28 pada sampel C2 dan V6 dengan penambahan bakteri mengalami penurunan kadar COD yang lebih besar dibandingkan sampel C4 dan V3 tanpa bakteri. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Dari data yang didapat untuk sampel C2, C4, V3 dan V6 tidak memenuhi standar Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 dengan nilai COD yang diperbolehkan yaitu 125 mg/L. Sedangkan kadar COD terendah pada sampel V6 hari ke-28 sebesar 553,67 mg/L. Tingginya kadar COD menunjukkan jumlah bahan organik yang banyak, sehingga air limbah tersebut tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan tanpa ada pengolahan hingga memenuhi standar baku mutu yang ada.

4.1.2 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pengujian parameter BOD didapat dari pengujian DO_0 dan DO_5 dengan memasukkan air sampel ke dalam botol winkler dan ditutup rapat kemudian diuji untuk mendapatkan DO_0 . Selanjutnya untuk mendapat DO_5 , sampel limbah dimasukan ke dalam botol winkler dan disimpan selama 5 hari dalam inkubator tujuannya agar tidak terjadi fotosintesis dalam botol tersebut. Hal tersebut dapat mengurangi hasil pengukuran kandungan oksigen di perairan.

A. Air limbah 50% dengan pengenceran 50%



Gambar 4.4 Grafik Parameter BOD pada Air Limbah 50%

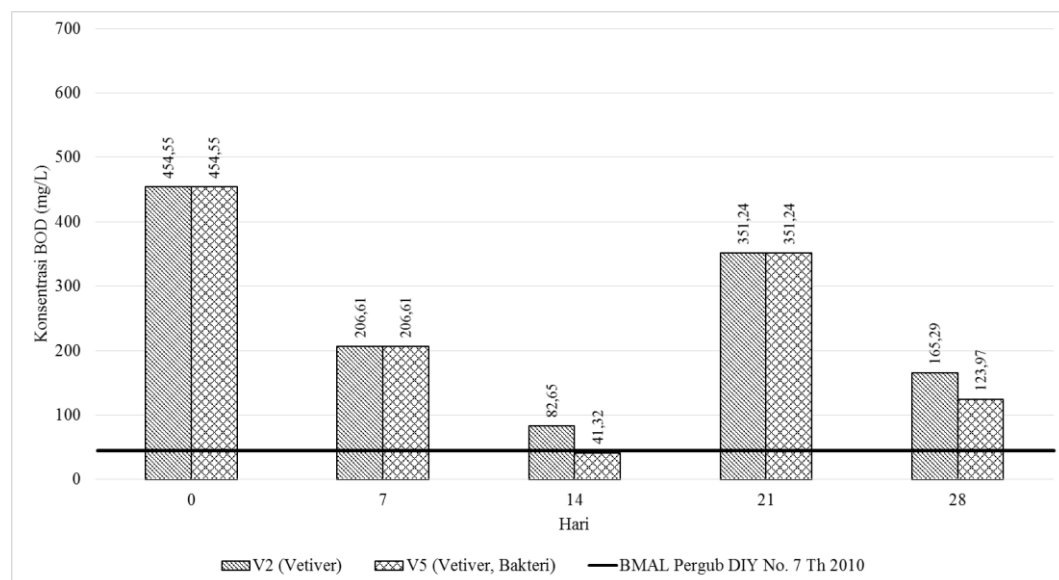
Pada gambar 4.4 diketahui kadar BOD pada sampel C1, C3, V1 dan V4 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar BOD pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri. Sampel V1 hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami penurunan dengan nilai sebesar 454,55 mg/L menjadi 82,65 mg/L hal ini diakibatkan oleh penyerapan bahan pencemar oleh akar tanaman. Sedangkan sampel V4 mengalami penurunan cukup besar pada hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 454,55 mg/L menjadi 41,32 mg/L karena adanya penyerapan akar tanaman dan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD akhir semakin menurun.

Pada hari ke-21 semua sampel mengalami kenaikan kadar BOD karena adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah dapat membuat bahan pencemar bertambah, sehingga kadar BOD kembali meningkat. Tetapi hari ke-28 pada sampel C1 dan V4 dengan penambahan bakteri mengalami penurunan kadar BOD yang lebih besar dibandingkan sampel C3 dan V1 tanpa

bakteri. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter BOD yaitu sebesar 50 mg/L. Dari data yang didapat, kadar BOD pada sampel C1, C3 dan V1 tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kadar BOD pada sampel V4 dengan adanya penambahan bakteri hari ke-14 telah memenuhi standar maksimum yang ada yaitu sebesar 41,32 mg/L.

B. Air limbah 75% dengan pengenceran 25%



Gambar 4.5 Grafik Parameter BOD pada Air Limbah 75%

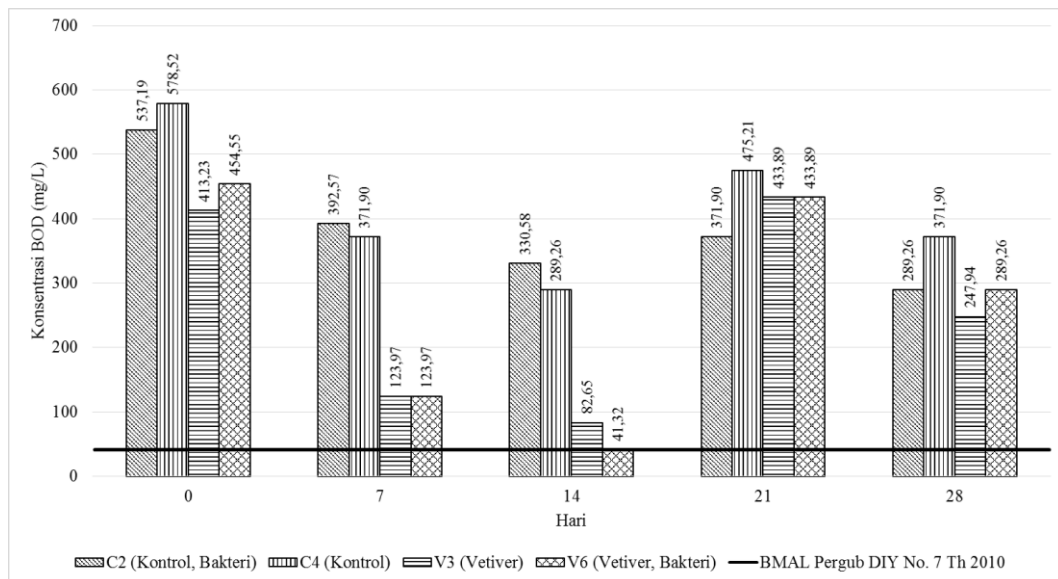
Air limbah yang diencerkan sebanyak 75% dibuat untuk membandingkan dengan hasil pengujian dari konsentrasi pengenceran lain dan konsentrasi air limbah tanpa pengenceran. Pada gambar di atas diketahui kadar BOD pada sampel V2 dan V5 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar BOD pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri. Sampel V2 hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami penurunan dengan nilai sebesar 454,55 mg/L menjadi 82,65 mg/L hal ini diakibatkan oleh penyerapan bahan pencemar oleh akar tanaman. Sedangkan sampel V4 mengalami penurunan cukup besar pada hari ke-0

hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 454,55 mg/L menjadi 41,32 mg/L karena adanya penyerapan akar tanaman dan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD akhir semakin menurun.

Pada hari ke-21 semua sampel mengalami kenaikan kadar BOD karena adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah dapat membuat bahan pencemar bertambah, sehingganya kadar BOD kembali meningkat. Tetapi hari ke-28 pada sampel V5 dengan penambahan bakteri mengalami penurunan kadar BOD yang lebih besar dibandingkan sampel V2 tanpa bakteri. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter BOD yaitu sebesar 50 mg/L. Dari data yang didapat, kadar BOD pada sampel V2 tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kadar BOD pada sampel V5 dengan adanya penambahan bakteri hari ke-14 telah memenuhi standar maksimum yang ada yaitu sebesar 41,32 mg/L.

C. Air limbah 100% tanpa pengenceran



Gambar 4.6 Grafik Parameter BOD pada Air Limbah 100%

Pada gambar 4.6 diketahui kadar BOD pada sampel C1, C3, V1 dan V4 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar BOD pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri. Sampel V1 hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami penurunan dengan nilai sebesar 454,55 mg/L menjadi 82,65 mg/L hal ini diakibatkan oleh penyerapan bahan pencemar oleh akar tanaman. Sedangkan sampel V4 mengalami penurunan cukup besar pada hari ke-0 hingga hari ke-14 mengalami sedikit penurunan dengan nilai konsentrasi sebesar 454,55 mg/L menjadi 41,32 mg/L karena adanya penyerapan akar tanaman dan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD akhir semakin menurun.

Pada hari ke-21 semua sampel mengalami kenaikan kadar BOD karena adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah dapat membuat bahan pencemar bertambah, sehingga kadar BOD kembali meningkat. Tetapi hari ke-28 pada sampel C2 dan V6 dengan penambahan bakteri mengalami penurunan kadar BOD yang lebih besar dibandingkan sampel C4 dan V3 tanpa

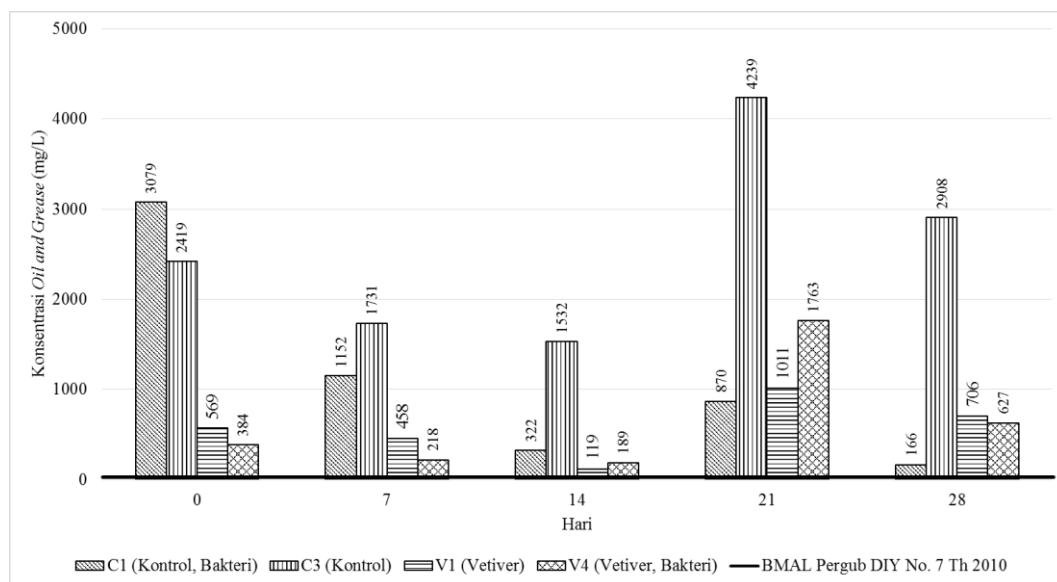
bakteri. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter BOD yaitu sebesar 50 mg/L. Dari data yang didapat, kadar BOD pada sampel C2, C4 dan V3 tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kadar BOD pada sampel V6 dengan adanya penambahan bakteri hari ke-14 telah memenuhi standar maksimum yang ada yaitu sebesar 41,32 mg/L.

4.1.3 Analisis parameter *Oil and Grease*

Sampel limbah diatur hingga pH di bawah 2 kemudian diekstrak dengan menggunakan n-Heksana dalam corong ekstraksi/pisah. Ekstraksi minyak dan lemak yang dipisah dan dimasukan kedalam *waterbath*. Residu yang tertinggal kemudian ditimbang sebagai hasil minyak dan lemak. Berdasarkan perhitungan pada lampiran 3, didapatkan hasil sebagai berikut.

A. Air limbah 50% dengan pengenceran 50%



Gambar 4.7 Grafik Parameter *Oil and Grease* pada Air Limbah 50%

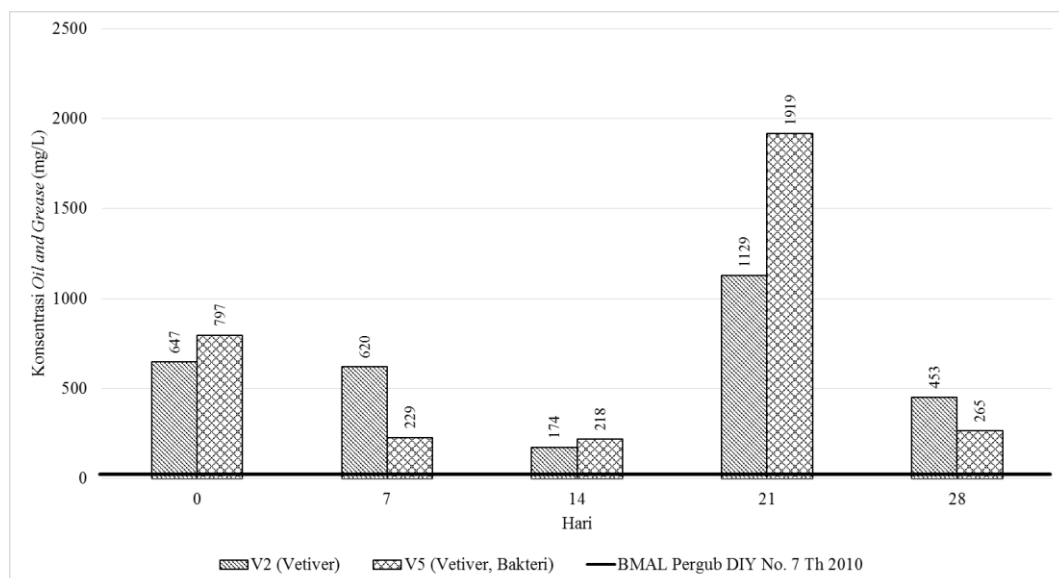
Pada gambar 4.7 diketahui kadar *oil and grease* pada sampel V1 dan V4 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar *oil and grease* pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah

dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan pada sampel C1 dan C3 mengalami sedikit penurunan yang diakibatkan oleh terjadinya proses penguapan. Pada umumnya minyak dapat menguap jika dibiarkan tanpa tertutup, sehingga minyak yang ada pada permukaan air akan berkurang.

Pada hari ke-21 mengalami kenaikan kadar *oil and grease* dikarenakan adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah baru pada *wetland* sama halnya dengan menambahkan minyak dan lemak baru, sehingga kadar *oil and grease* kembali meningkat. Tetapi pada hari ke-28 terjadi penurunan kembali karena penyerapan oleh akar tanaman dan adanya proses penguapan. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter *oil and grease* yaitu sebesar 2 mg/L. Dari data yang didapat, kadar *oil and grease* pada sampel C1, C3, V1 dan V4 tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kadar *oil and grease* terendah pada sampel V1 sebesar 119 mg/L.

B. Air limbah 75% dengan pengenceran 25%

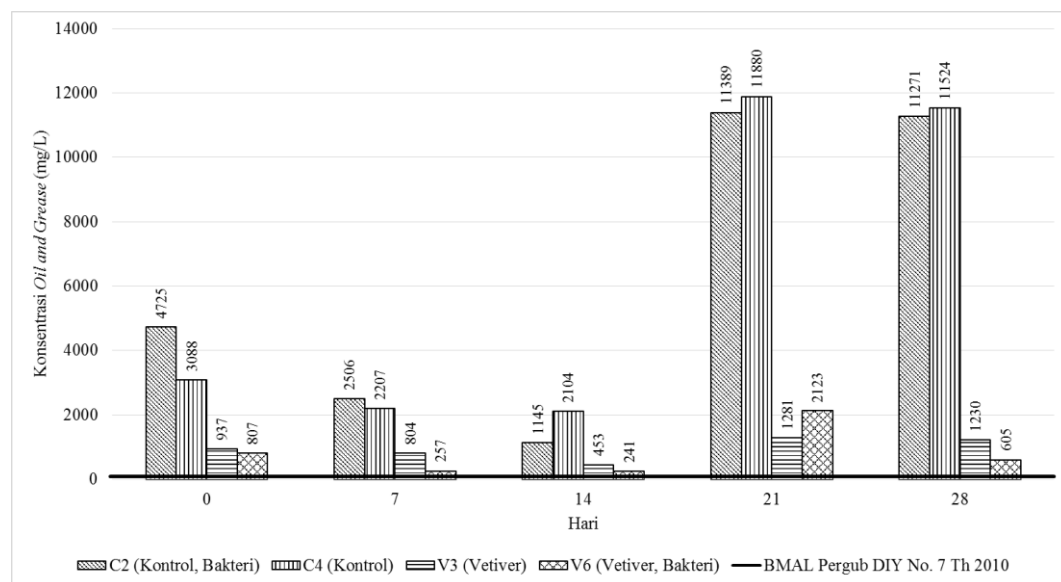


Gambar 4.8 Grafik Parameter Oil and Grease pada Air Limbah 75%

Pada gambar 4.8 diketahui kadar *oil and grease* pada sampel V2 dan V5 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar *oil and grease* pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Pada hari ke-21 mengalami kenaikan kadar *oil and grease* dikarenakan adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah baru pada *wetland* sama halnya dengan menambahkan minyak dan lemak baru, sehingganya kadar *Oil and Grease* kembali meningkat. Tetapi pada hari ke-28 terjadi penurunan kembali karena penyerapan oleh akar tanaman dan adanya proses penguapan. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter *oil and grease* yaitu sebesar 2 mg/L. Dari data yang didapat, kadar *oil and grease* pada sampel V2 dan V5 tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kadar *oil and grease* terendah pada sampel V2 sebesar 174 mg/L.

C. Air limbah 100% tanpa pengenceran



Gambar 4.9 Grafik Parameter Oil and Grease pada Air Limbah 100%

Pada gambar 4.9 di ketahui kadar *oil and grease* pada sampel V3 dan V6 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar *oil and*

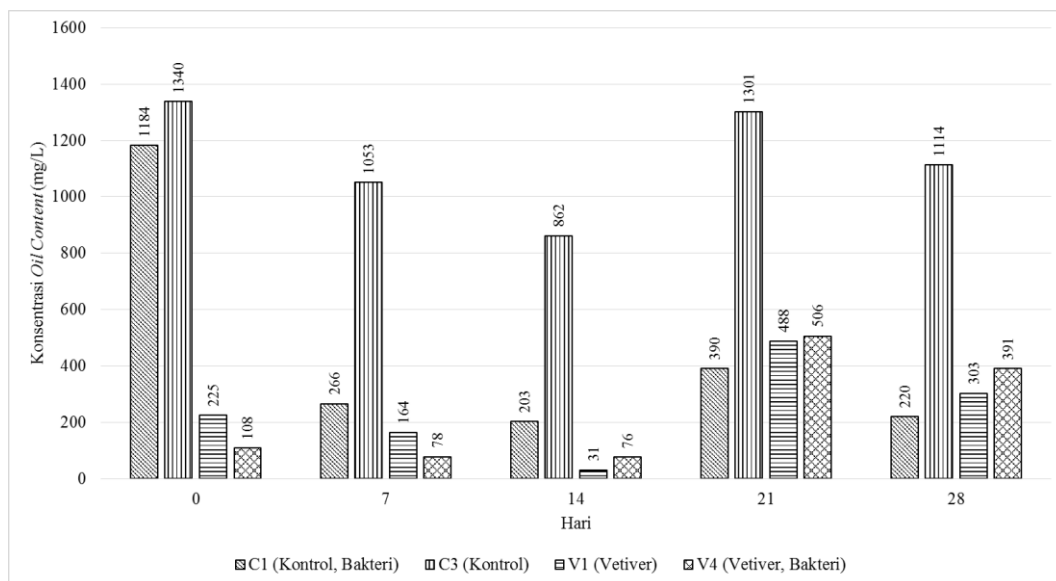
grease pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan pada sampel C2 dan C4 mengalami sedikit penurunan yang diakibatkan oleh terjadinya proses penguapan. Pada umumnya minyak dapat menguap jika dibiarkan tanpa tertutup, sehingga minyak yang ada pada permukaan air akan berkurang. Pada hari ke-21 mengalami kenaikan kadar *oil and grease* dikarenakan adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah baru pada *wetland* sama halnya dengan menambahkan minyak dan lemak baru, sehingganya kadar *oil and grease* kembali meningkat. Tetapi pada hari ke-28 terjadi penurunan kembali karena penyerapan oleh akar tanaman dan adanya proses penguapan. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter *oil and grease* yaitu sebesar 2 mg/L. Dari data yang didapat, kadar *oil and grease* pada sampel C1, C3, V1 dan V4 tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kadar *oil and grease* terendah pada sampel V6 sebesar 241 mg/L.

4.1.4 Analisis parameter *Oil Content*

Untuk menentukan kandungan minyak, yaitu residu yang tertinggal pada minyak dan lemak ditambahkan n-Heksane dan silika gel untuk menyerap lemak yang ada. Dimasukkan ke dalam waterbath untuk memisahkan minyak mineral dan pelarut, sehingga residu yang ada ditimbang sebagai hasil kandungan minyak. Penambahan n-heksane berfungsi sebagai pelarut, sedangkan silika gel digunakan untuk pemisahan minyak mineral dan pelarut. Berdasarkan perhitungan pada lampiran 3, didapatkan hasil sebagai berikut.

A. Air limbah 50% dengan pengenceran 50%

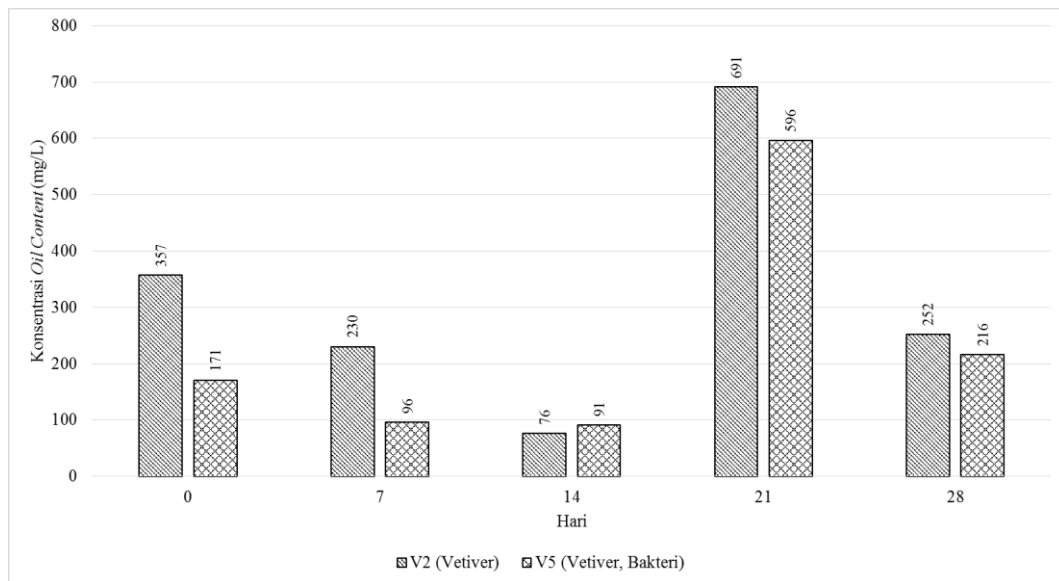


Gambar 4.10 Grafik Parameter Oil Content pada Air Limbah 50%

Pada gambar 4.10 diketahui kadar *oil content* pada sampel V1 dan V4 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar *oil content* pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan pada sampel C1 dan C3 mengalami sedikit penurunan yang diakibatkan oleh terjadinya proses penguapan. Pada umumnya minyak dapat menguap jika dibiarkan tanpa tertutup, sehingga minyak yang ada pada permukaan air akan berkurang.

Pada hari ke-21 mengalami kenaikan kadar *oil content* dikarenakan adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah baru pada *wetland* sama halnya dengan menambahkan minyak baru, sehingganya kadar *oil content* kembali meningkat. Tetapi pada hari ke-28 terjadi penurunan kembali karena penyerapan oleh akar tanaman dan adanya proses penguapan. Kadar *oil content* terendah pada sampel V1 sebesar 31 mg/L. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

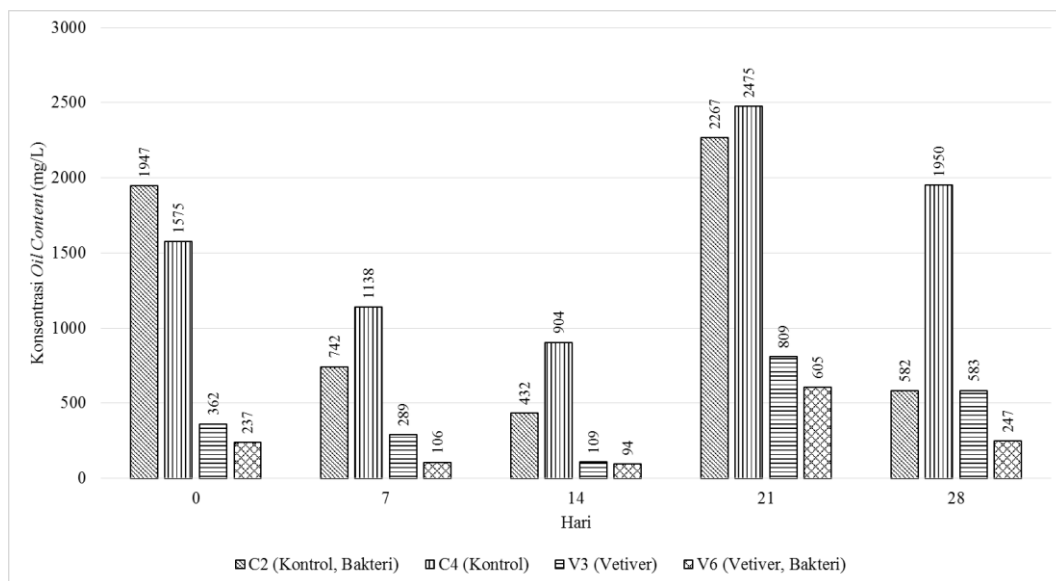
B. Air limbah 75% dengan pengenceran 25%



Gambar 4.11 Grafik Parameter Oil Content pada Air Limbah 75%

Pada gambar 4.11 diketahui kadar *oil content* pada sampel V2 dan V5 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar *oil content* pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Pada hari ke-21 mengalami kenaikan kadar *oil content* dikarenakan adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah baru pada *wetland* sama halnya dengan menambahkan minyak baru, sehingganya kadar *oil content* kembali meningkat. Tetapi pada hari ke-28 terjadi penurunan kembali karena penyerapan oleh akar tanaman dan proses penguapan. Kadar *oil content* terendah pada sampel V2 sebesar 76 mg/L. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

C. Air limbah 100% tanpa pengenceran



Gambar 4.12 Grafik Parameter Oil Content pada Air Limbah 100%

Pada gambar 4.12 diketahui kadar *oil content* pada sampel V3 dan V6 selama 2 (dua) minggu pertama mengalami penurunan. Penurunan kadar *oil content* pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Sedangkan pada sampel C2 dan C4 mengalami sedikit penurunan yang diakibatkan oleh terjadinya proses penguapan. Pada umumnya minyak dapat menguap jika dibiarkan tanpa tertutup, sehingga minyak yang ada pada permukaan air akan berkurang.

Pada hari ke-21 mengalami kenaikan kadar *oil content* dikarenakan adanya penambahan air limbah pada hari ke-16. Penambahan air limbah baru pada *wetland* sama halnya dengan menambahkan minyak baru, sehingganya kadar *oil content* kembali meningkat. Tetapi pada hari ke-28 terjadi penurunan kembali karena penyerapan oleh akar tanaman dan proses penguapan pada permukaan air. Kadar *oil content* terendah pada sampel V6 sebesar 94 mg/L. Pada hari ke-16 tidak dilakukan pengujian sehingga hari ke-21 menjadi *baseline* hari ke-28.

4.2 Efisiensi Removal

Hasil *removal* parameter COD, BOD, *oil and grease* dan *oil content* dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Removal Treatment

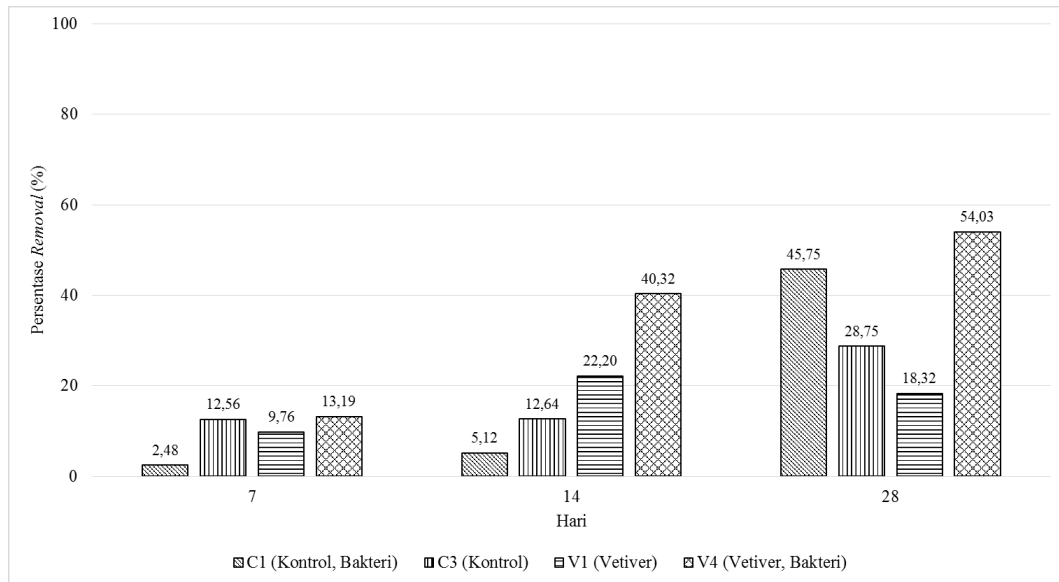
Sampel	Persentase Removal Parameter (%)								Keterangan
	COD		BOD		Oil and Grease		Oil Content		
	0 - 14	21 - 28	0 - 14	21 - 28	0 - 14	21 - 28	0 - 14	21 - 28	
C1	5,12	45,75	58,33	13,33	89,54	80,92	82,85	43,59	Bakteri + Air limbah 50%
C2	9,12	24,71	38,46	22,22	75,77	1,04	77,81	74,33	Bakteri + Air limbah 100%
C3	12,64	28,75	61,54	23,81	36,67	31,40	35,67	14,37	Air limbah 50%
C4	11,36	5,32	50,00	21,74	31,87	3,00	42,60	21,21	Air limbah 100%
V1	22,20	18,32	81,82	36,84	79,09	30,17	86,22	37,91	Vetiver + Air limbah 50%
V2	14,33	35,87	81,82	52,94	73,11	59,88	78,71	63,53	Vetiver + Air limbah 75%
V3	13,97	17,31	80,00	42,86	51,65	3,98	69,89	27,94	Vetiver + Air limbah 100%
V4	40,32	54,03	90,91	38,46	50,78	64,44	29,63	22,73	Vetiver + Bakteri + Air limbah 50%
V5	42,82	53,40	90,91	64,71	72,65	86,19	46,78	63,76	Vetiver + Bakteri + Air limbah 75%
V6	39,19	48,67	90,91	33,33	70,14	71,50	60,34	59,17	Vetiver + Bakteri + Air limbah 100%

Keterangan : C (Kontrol), V (*Vetiveria zizanioides*)

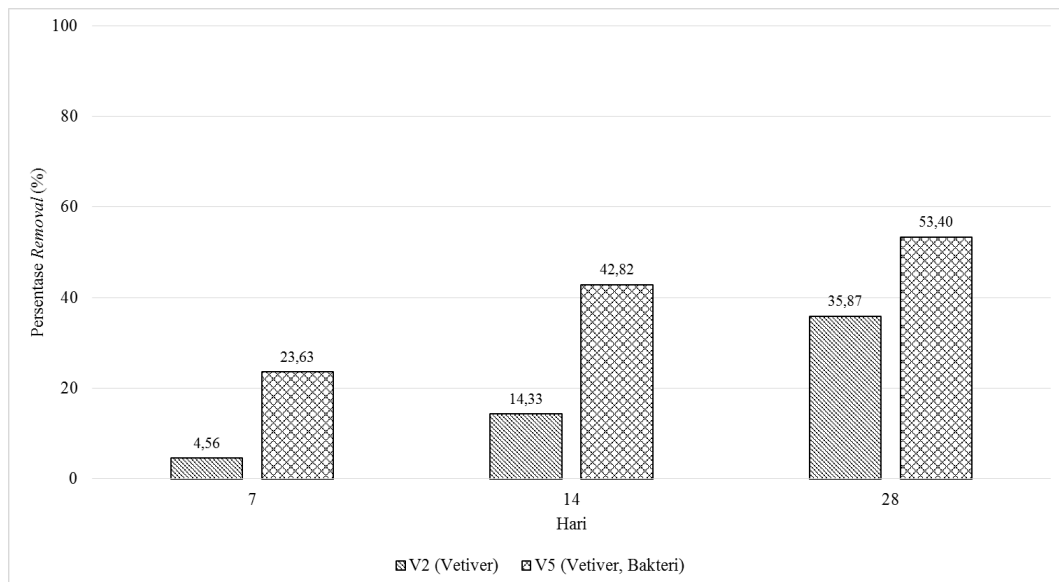
Berdasarkan tabel 4.1 didapat persentase *removal* pengolahan air limbah menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dengan penambahan bakteri lebih besar dibandingkan tanaman *Vetiveria zizanioides* tanpa tambahan bakteri indigen.

4.2.1 Removal COD (Chemical Oxygen Demand)

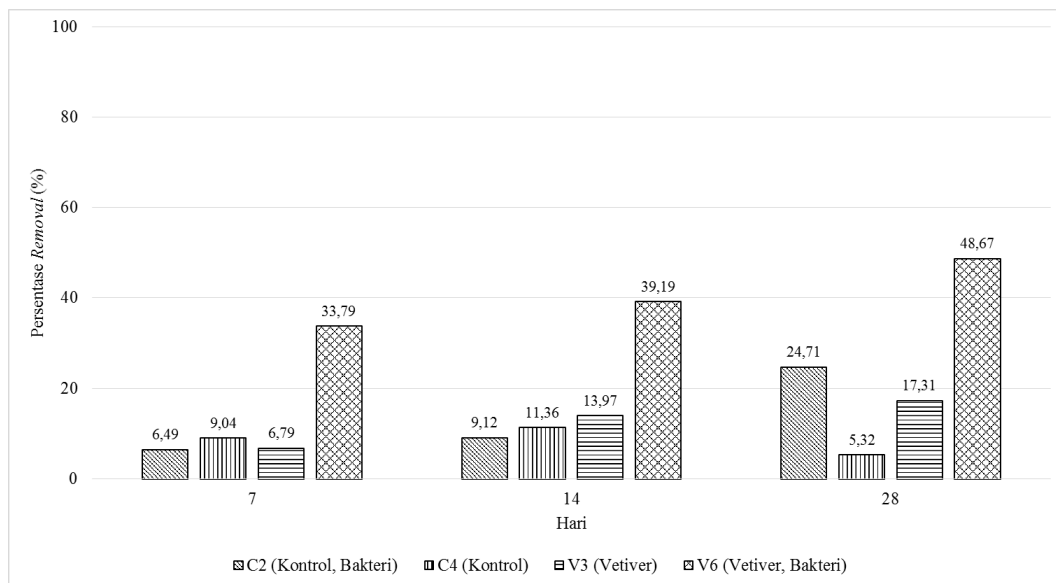
Hasil dari penelitian COD ditampilkan dalam grafik yang berisi efisiensi *removal* (%) dari masing-masing sampel.



Gambar 4.13 Grafik Removal Parameter COD pada Air Limbah 50%



Gambar 4.14 Grafik Removal Parameter COD pada Air Limbah 75%

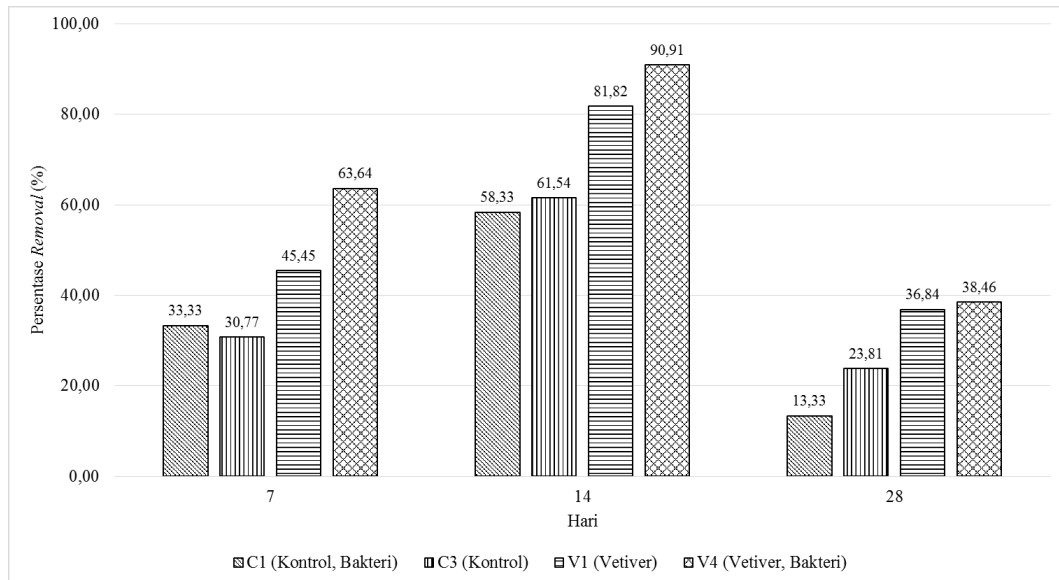


Gambar 4.15 Grafik Removal Parameter COD Air Limbah 100%

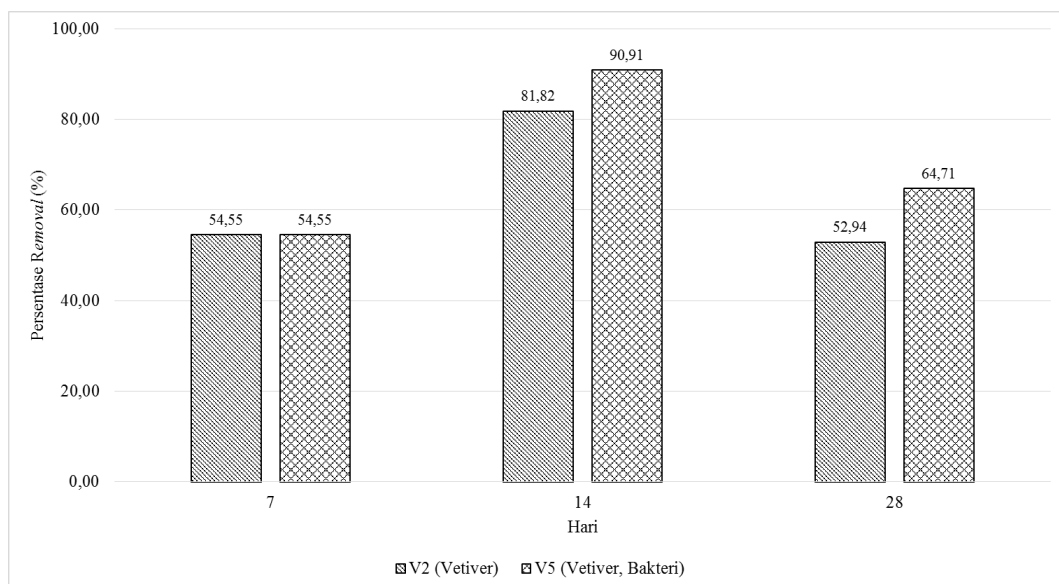
Pada hari ke-7 dari setiap sampel menunjukkan efisiensi *removal* yang terjadi masih sangat rendah. Sedangkan pada hari ke-14 mengalami peningkatan efisiensi *removal* yang cukup tinggi dibandingkan hari sebelumnya. Pada gambar 4.15 menunjukkan adanya peningkatan *removal* setiap minggunya. Sampel air limbah pada hari ke-28 yang menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri memiliki *removal* lebih besar dibandingkan tanpa bakteri. Adanya penambahan bakteri dapat membantu proses penguraian bahan organik dalam air limbah. Bakteri pada umumnya dapat berkembang biak, sehingga semakin lama bakteri dalam air limbah maka akan semakin besar proses penguraian bahan pencemar. Pada boks kontrol yang ditambahkan bakteri mengalami peningkatan *removal* yang cukup besar setiap harinya dibanding boks kontrol tanpa penambahan bakteri. Salah satunya pada boks kontrol konsentrasi air limbah 50% di hari ke-28, efisiensi *removal* mencapai 54,03% sedangkan reaktor kontrol tanpa penambahan bakteri mendapat efisien *removal* sebanyak 18,32%. Hal ini diperkuat pada jurnal Rehman et al. (2018), yang menunjukkan bahwa besar penurunan parameter COD dengan menggunakan tanaman dan penambahan bakteri dapat mencapai 80-93%.

4.2.2 Removal BOD (Biochemical Oxygen Demand)

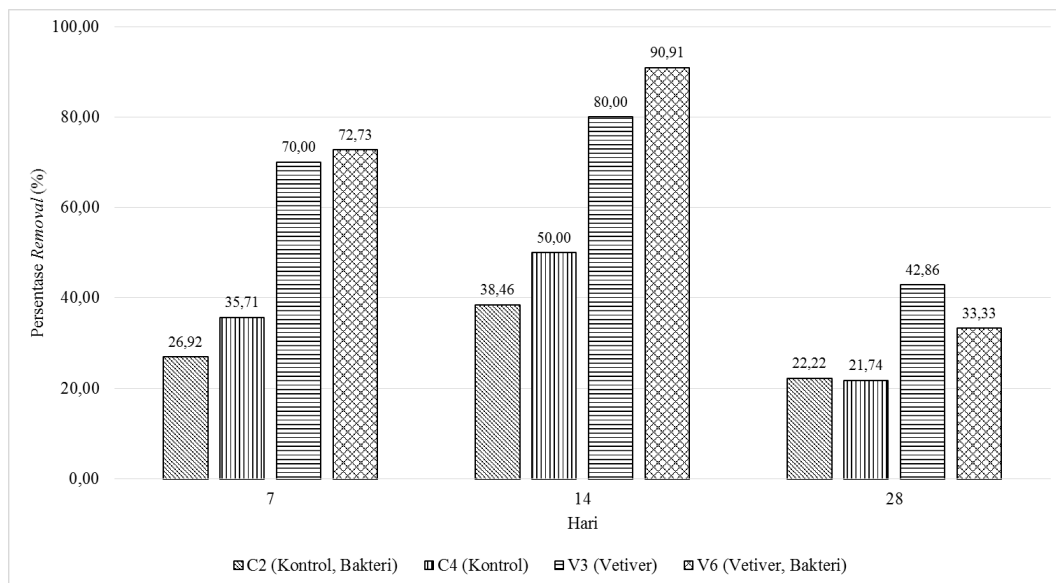
Hasil dari penelitian BOD ditampilkan dalam grafik yang berisi efisiensi *removal* (%) dari masing-masing sampel.



Gambar 4.16 Grafik Removal Parameter BOD Air Limbah 50%



Gambar 4.17 Grafik Removal Parameter BOD pada Air Limbah 75%

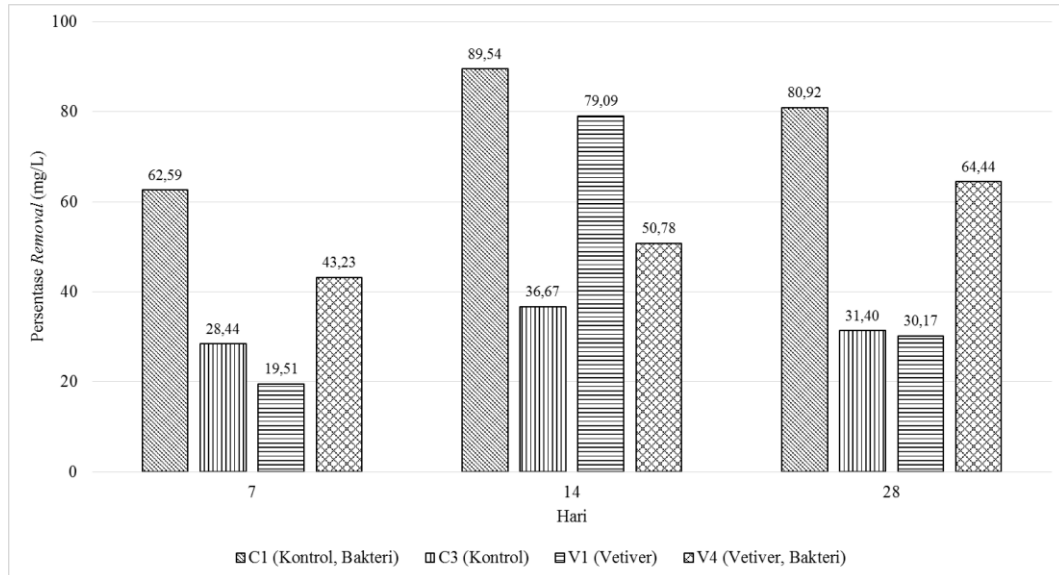


Gambar 4.18 Grafik Removal Parameter BOD pada Air Limbah 100%

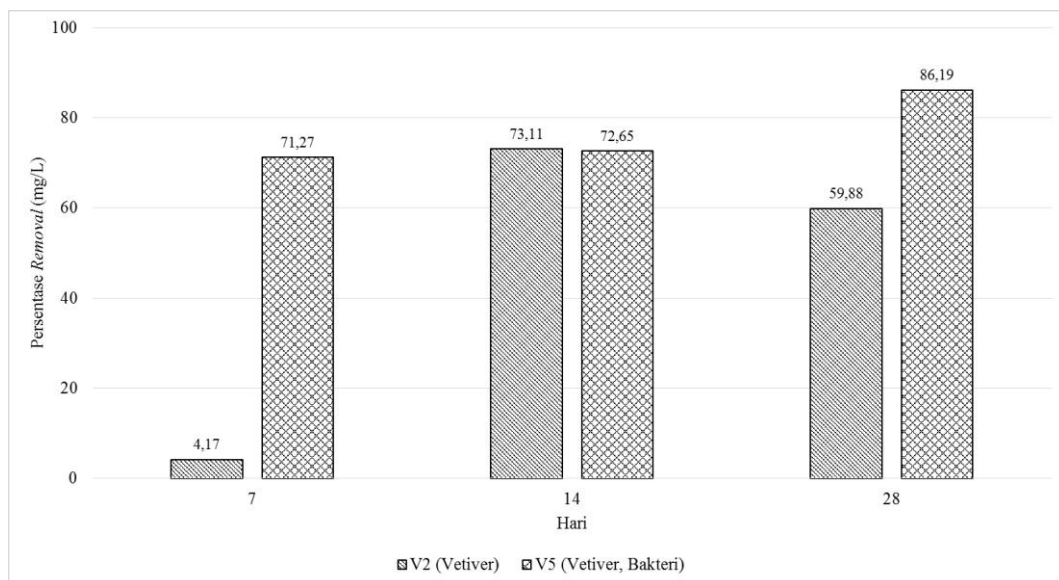
Pada hari ke-7 dari setiap sampel menunjukkan efisiensi *removal* yang terjadi masih sangat rendah. Sedangkan pada hari ke-14 mengalami peningkatan efisiensi *removal* yang cukup tinggi dibanding hari sebelumnya. Pada gambar 4.18 menunjukkan adanya peningkatan *removal* setiap minggunya. Sampel air limbah yang menggunakan tanaman dan bakteri, memiliki *removal* lebih. Adanya penambahan bakteri dapat membantu proses penguraian bahan organik dalam air limbah. Bakteri pada umumnya dapat berkembang biak, sehingga semakin lama bakteri dalam air limbah maka akan semakin besar proses penguraian bahan pencemar. Pada boks kontrol yang ditambahkan bakteri mengalami peningkatan *removal* setiap harinya dibanding boks kontrol tanpa penambahan bakteri. Salah satunya terjadi pada boks kontrol dengan konsentrasi air limbah 75% hari ke-28, sehingga efisiensi *removal* mencapai 64,71% sedangkan boks kontrol tanpa penambahan bakteri mendapat efisien *removal* sebanyak 52,94%. Hal ini diperkuat oleh jurnal Rehman et al. (2018), yang menunjukkan bahwa besar penurunan parameter BOD dengan menggunakan tanaman dan penambahan bakteri dapat mencapai 86-97%.

4.2.3 Removal Oil and Grease (Minyak dan Lemak)

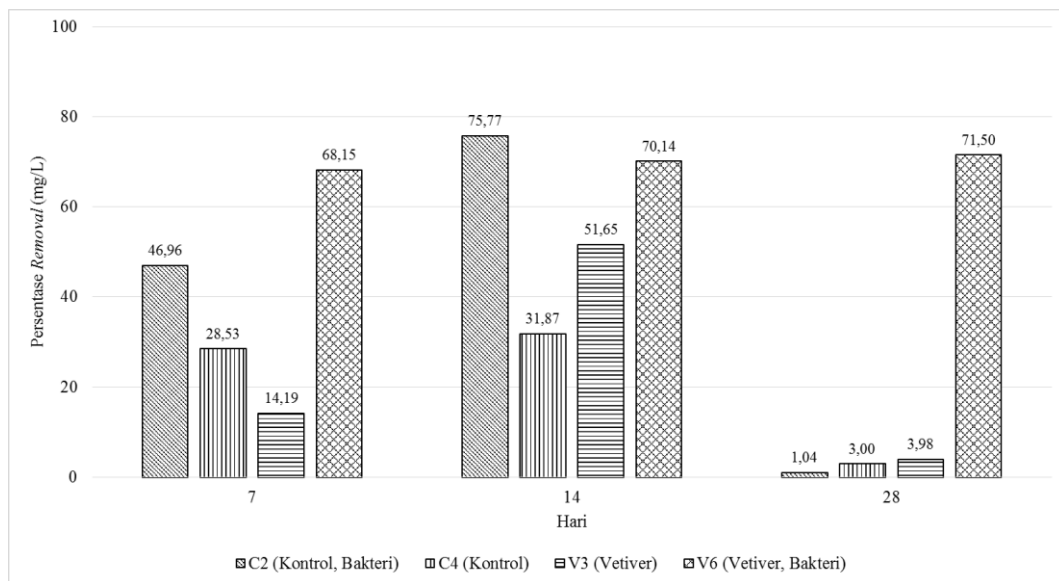
Hasil dari penelitian *oil and grease* ditampilkan dalam grafik yang berisi efisiensi *removal* (%) dari masing-masing sampel.



Gambar 4.19 Grafik Removal Parameter Oil and Grease pada Air Limbah 50%



Gambar 4.20 Grafik Removal Konsentrasi Oil and Grease pada Air Limbah 75%



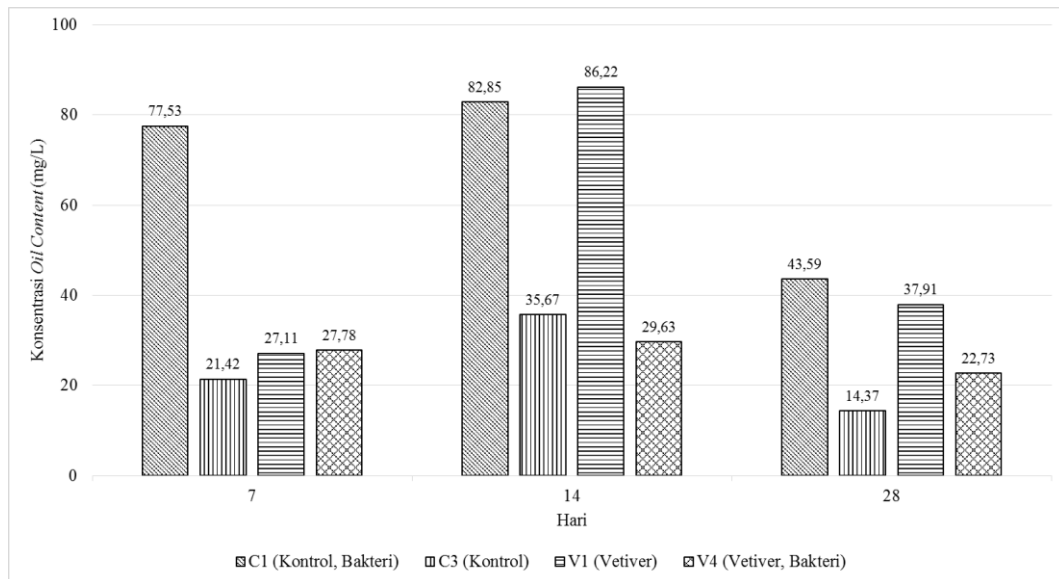
Gambar 4.21 Grafik Removal Parameter Oil and Grease pada Air Limbah 100%

Pada hari ke-7 dari setiap sampel menunjukkan efisiensi *removal* yang terjadi masih sangat rendah. Sedangkan pada hari ke-14 mengalami peningkatan efisiensi *removal* yang cukup tinggi dibanding hari sebelumnya. Pada gambar 4.21 menunjukkan adanya peningkatan *removal* setiap minggunya. Sampel air limbah yang menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri, memiliki *removal* lebih besar. Adanya penambahan bakteri dapat membantu proses penguraian bahan organik dalam air limbah. Bakteri pada umumnya dapat berkembang biak, sehingga semakin lama bakteri dalam air limbah maka akan semakin besar proses penguraian bahan pencemar. Menurut Rehman et al. (2018), bakteri dapat meremediasi air limbah yang terkontaminasi oleh minyak. Pada boks kontrol yang ditambahkan bakteri mengalami peningkatan *removal* setiap harinya dibanding boks kontrol tanpa penambahan bakteri. Salah satunya terjadi pada boks kontrol dengan konsentrasi air limbah 100% hari ke-28, sehingga efisiensi *removal* mencapai 71,50% sedangkan boks kontrol tanpa penambahan bakteri mendapat efisiensi *removal* sebanyak 3,98%. Hal ini diperkuat pada jurnal Khadejaa (2018), menunjukkan bahwa penurunan parameter *oil and grease* dengan menggunakan tanaman dan penambahan bakteri dapat mencapai 93-97%. Penurunan parameter *oil and grease* pada air limbah dapat disebabkan oleh kemampuan metabolik

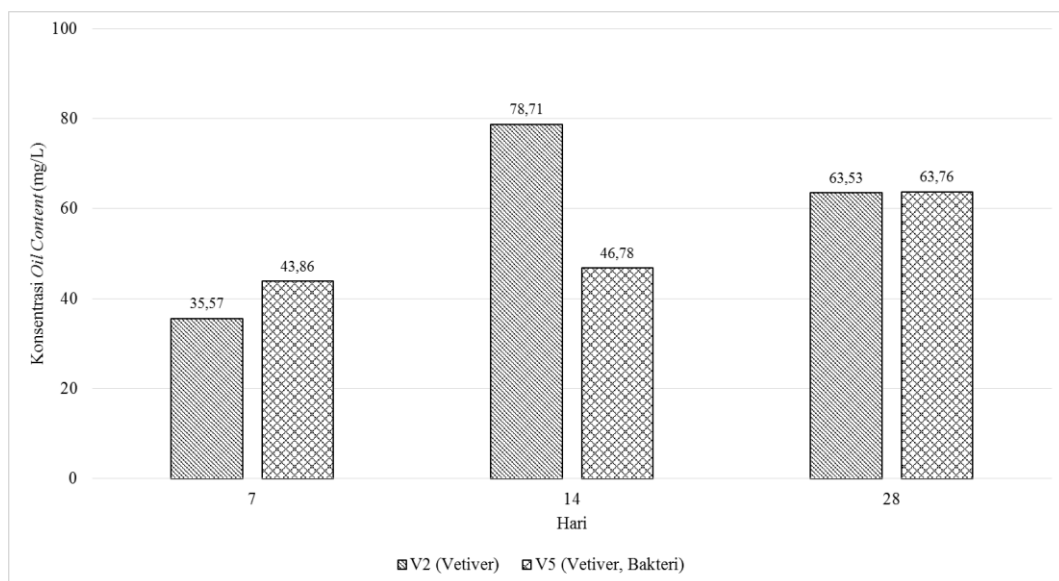
tanaman sehingga dapat menyerap dan mendetoksifikasi bahan pencemar pada air limbah.

4.2.4 Removal Oil Content

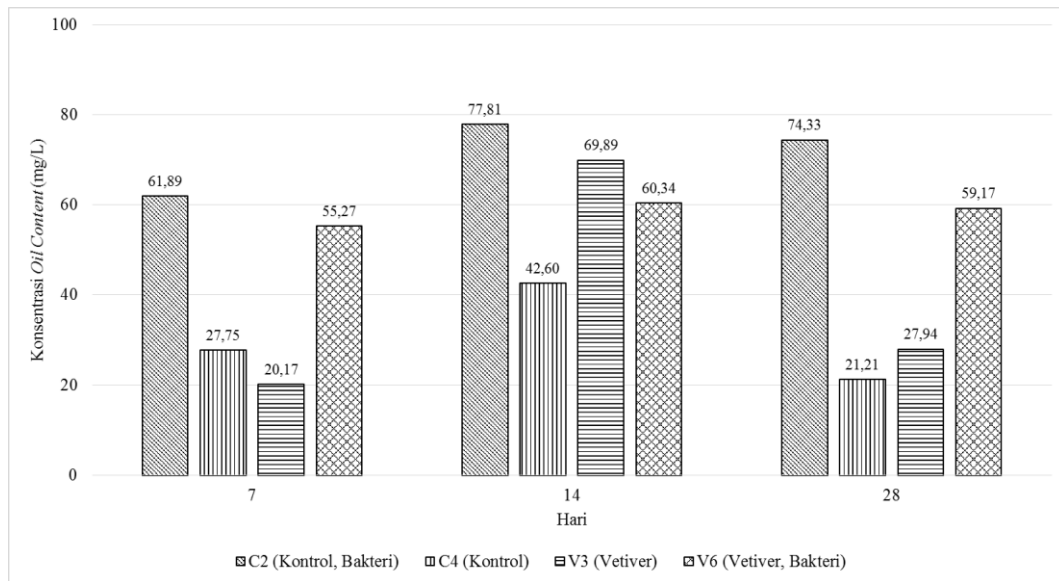
Hasil dari penelitian COD ditampilkan dalam grafik yang berisi efisiensi *removal* (%) dari masing-masing sampel.



Gambar 4.22 Grafik Removal Parameter Oil Content pada Air Limbah 50%



Gambar 4.23 Grafik Removal Parameter Oil Content pada Air Limbah 75%



Gambar 4.24 Grafik Removal Parameter Oil Content pada Air Limbah 100%

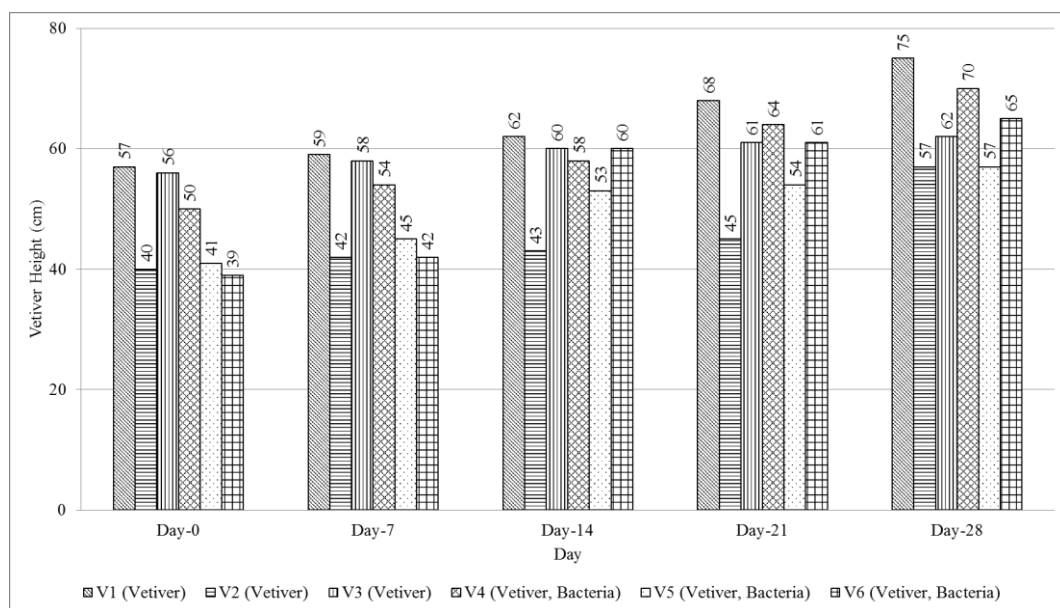
Pada gambar 4.24 menunjukkan adanya peningkatan *removal* setiap minggunya. Sampel air limbah yang menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri, memiliki *removal* lebih besar. Adanya penambahan bakteri dapat membantu proses penguraian bahan organik dalam air limbah. Bakteri pada umumnya dapat berkembang biak, sehingga semakin lama bakteri dalam air limbah maka akan semakin besar proses penguraian bahan pencemar. Menurut Rehman et al. (2018), bakteri dapat meremediasi air limbah yang terkontaminasi oleh minyak.

Pada hari ke-7 dari setiap sampel menunjukkan efisiensi *removal* yang terjadi masih sangat rendah. Sedangkan pada hari ke-14 mengalami peningkatan efisiensi *removal* yang cukup tinggi dibanding hari sebelumnya. Pada boks kontrol yang ditambahkan bakteri mengalami peningkatan *removal* setiap harinya dibanding boks kontrol tanpa penambahan bakteri. Salah satunya terjadi pada boks kontrol dengan konsentrasi air limbah 100% hari ke-28, sehingga efisiensi *removal* mencapai 59,17% sedangkan boks kontrol tanpa penambahan bakteri mendapat efisien *removal* sebanyak 27,94%. Berdasarkan jurnal Rehman et al. (2018), menunjukkan bahwa penurunan parameter *oil content* pada air limbah dapat disebabkan oleh tanaman yang dapat menyerap dan mendetoksifikasi bahan pencemar pada air limbah.

4.3 Kinerja *Wetland* Terhadap Kualitas Air Limbah

4.3.1 Analisis Tanaman *Vetiveria zizanioides*

Analisis parameter fisik dilakukan pada tanaman *Vetiveria zizanioides* di setiap *wetland* sebagai data pendukung penelitian. Analisis ini bertujuan untuk melihat pengaruh air limbah terhadap pertumbuhan tanaman *Vetiveria zizanioides*. Perubahan akar tanaman selama 4 minggu setiap *wetland* dapat dilihat pada lampiran 7. Pertumbuhan tinggi tanaman dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.25 Pertumbuhan Tinggi Tanaman *Vetiveria zizanioides*

Pada gambar di atas terlihat pertumbuhan tinggi tanaman setiap minggunya. Tinggi tanaman hari ke-28 pada sampel V1 hingga V6 secara berturut-turut sebesar 75 cm, 57 cm, 62 cm, 70 cm, 57 cm dan 65 cm. Berdasarkan analisis fisik, pada tanaman menggunakan bakteri lebih cepat pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan dengan tanpa menggunakan bakteri. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Effendi et al. (2017), tanaman *Vetiveria zizanioides* dapat berkembang lebih cepat pada air yang mengandung minyak, sehingga dapat memanfaatkan minyak sebagai proses dekomposisi untuk pertumbuhan tanaman. Bentuk (tinggi, struktur) tanaman dapat mempengaruhi kadar minyak pada air limbah, dapat dilihat pada lampiran 8 bagian karakteristik tanaman.

4.3.2 Pengaruh *Vetiveria zizanioides* tanpa Bakteri

Pada proses pengolahan air limbah PT. KAI menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* yang memegang peran penting dalam mengurangi kandungan bahan pencemar yaitu akar tanaman. Sebelum dilakukan aklimatisasi, tanaman *Vetiveria zizanioides* memiliki struktur daun tipis, pendek dan memiliki akar yang sedikit.



Gambar 4.26 *Vetiveria zizanioides* Sebelum Diaklimatisasi

Menurut Rehman et al. (2018), tanaman *Vetiveria zizanioides* yang diaklimatisasi selama 1 bulan bertujuan untuk membuat tanaman tumbuh dan memiliki akar yang lebih banyak. Sehingga sebelum digunakan untuk pengujian tanaman memiliki rata-rata tingginya mencapai 45 cm. Setelah diaklimatisasi, mulai dilakukan pengujian parameter kimia pada hari ke-0. Pengujian ini dilakukan selama 4 minggu untuk mendapatkan nilai yang tidak melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan.

Akar pada tanaman ini juga menjadi lebih banyak dibandingkan dengan sebelum diaklimatisasi dapat dilihat pada lampiran 7. Pada sampel yang diujikan terjadi penurunan kadar COD, BOD, *oil and grease* dan *oil content* dikarenakan adanya penyerapan bahan pencemar yang dilakukan oleh tanaman *Vetiveria*

zizanioides. Pada akar tanaman memiliki mikroorganisme yang dapat mendegradasi bahan organik pada air limbah. Pada penelitian dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* tanpa penambahan bakteri, dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah. Tetapi, hasil yang didapat lebih kecil dari persentase penurunan dengan penambahan bakteri. Penambahan bakteri dapat membantu proses dekomposisi pada tanaman.

4.3.3 Pengaruh *Vetiveria zizanioides* dan Bakteri

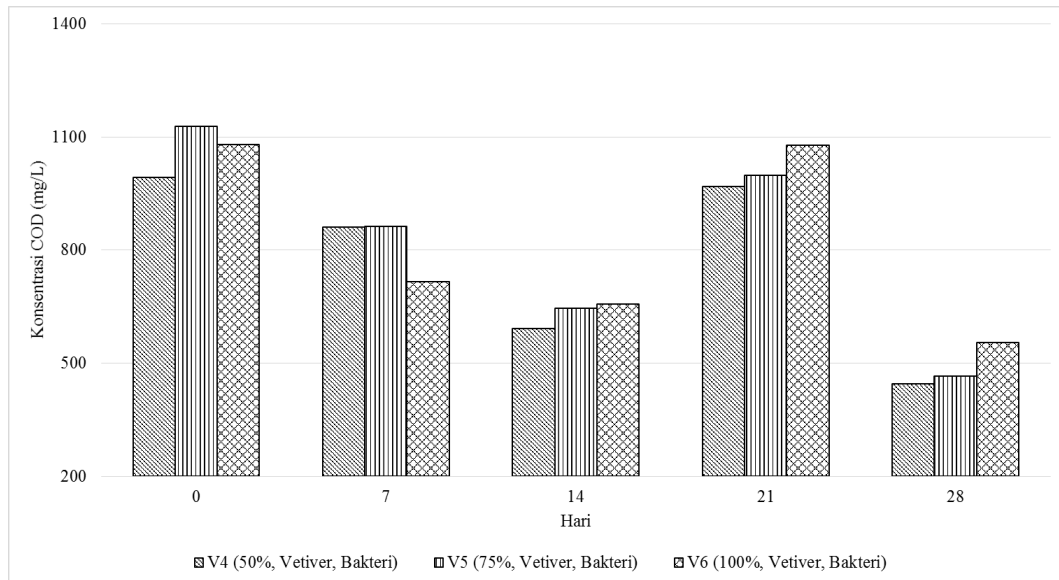
Pengolahan air limbah menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan juga sangat efektif untuk mengurangi bahan pencemar. Akar pada tanaman *Vetiveria zizanioides* dapat meningkatkan proses dekomposisi bahan organik sehingga dapat menurunkan nilai COD dan BOD. Selain menggunakan tanaman untuk mengurangi bahan pencemar pada limbah, adanya penambahan bakteri pada juga dapat mengurangi bahan organik yang ada. Bahan organik akan melekat pada akar tanaman dan kemudian akan diuraikan oleh bakteri yang ada.



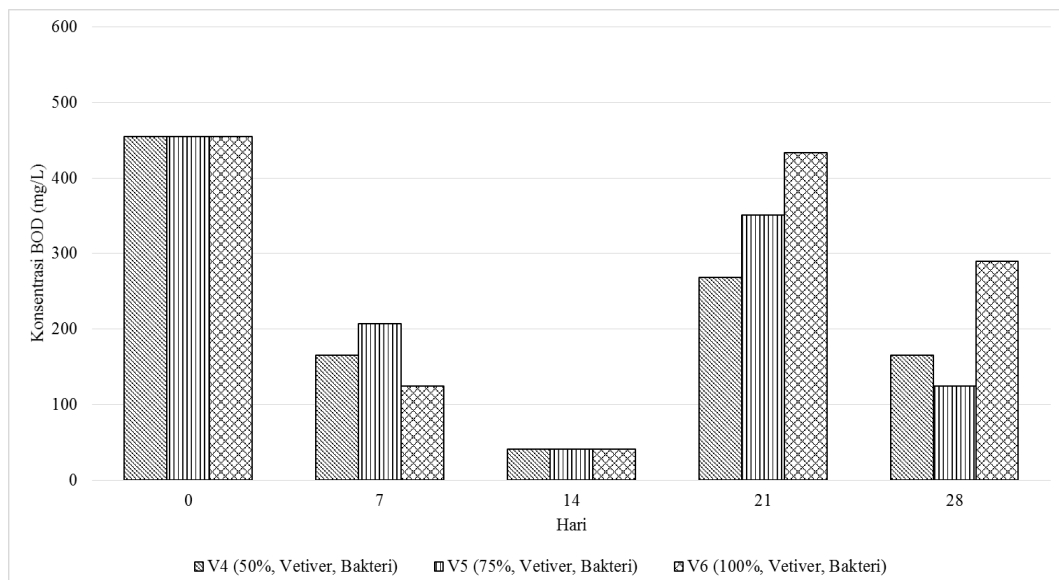
Gambar 4.27 Penambahan Bakteri pada Wetland

Penurunan konsentrasi COD dan BOD menggunakan tanaman dan bakteri lebih besar dibandingkan dengan menggunakan tanaman tanpa bakteri.

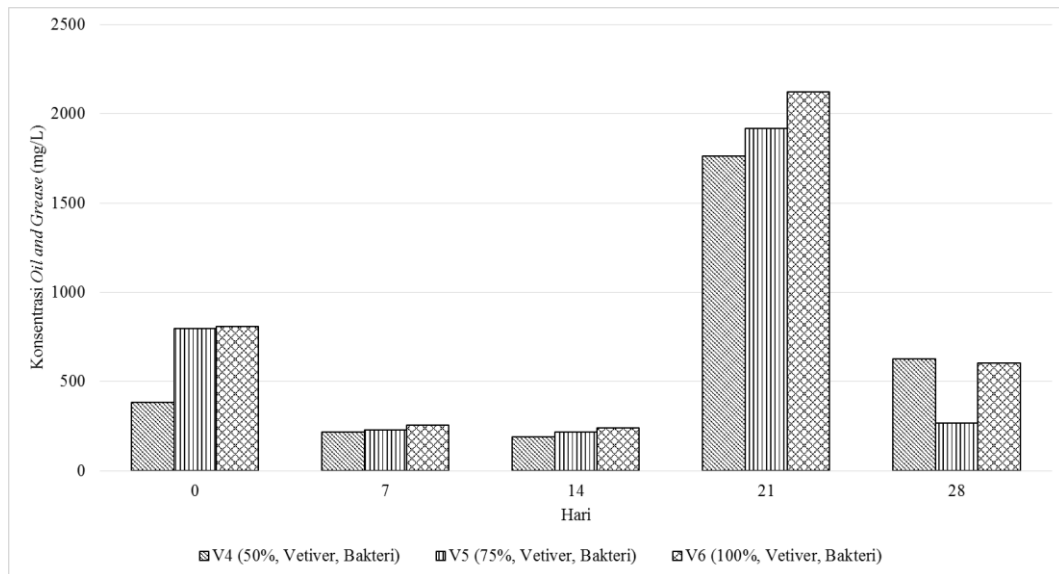
Penambahan bakteri dapat meremediasi air limbah yang terkontaminasi oleh minyak (Rehman et al, 2018).



Gambar 4.28 Grafik Parameter COD dengan Vetiver dan Bakteri



Gambar 4.29 Grafik Parameter BOD dengan Vetiver dan Bakteri



Gambar 4.30 Grafik Parameter Oil and Grease dengan Vetiver dan Bakteri

Penambahan bakteri pada air limbah membantu proses pengolahan, pada 3 (tiga) gambar di atas menunjukkan hasil dari penggunaan bakteri dan tanaman *Vetiveria zizanioides* pada air limbah. Penurunan kadar COD, BOD dan *oil and grease* dengan penambahan bakteri lebih besar dibanding dengan pengolahan tanpa penambahan bakteri dapat dilihat pada bab 4.1. Pada konsentrasi air limbah 50%, parameter yang diujikan mengalami penurunan lebih besar dibanding dengan konsentrasi 75% dan konsentrasi 100%.

Penurunan nilai konsentrasi COD, BOD, *oil and grease* dan *oil content* dipengaruhi oleh lama waktu detensi. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan air limbah selama 2 minggu tanpa penambahan limbah baru. Sehingga pada minggu ke-2 (tiga) nilai BOD telah berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Sedangkan untuk nilai COD, *oil and grease* masih berada di atas baku mutu. Semakin lama waktu yang digunakan, maka nilai *removal* dari setiap konsentrasi akan semakin tinggi. Berdasarkan jurnal penelitian Effendi et al. (2017) merekomendasikan bahwa durasi pengolahan air limbah menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* dilakukan selama 3 minggu agar dapat menurunkan kadar BOD, COD dan *oil and grease* secara signifikan.