

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian tentang uji potensi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodoptera litura*) sebagai bio-toilet pada degradasi feces sapi menghasilkan data-data sebagai berikut.

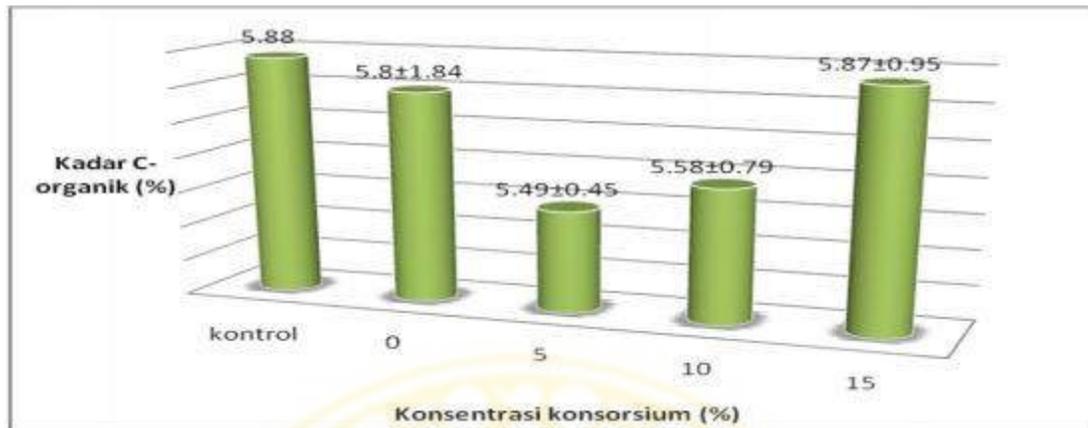
4.1.1 Konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodoptera litura*) terhadap kadar C-organik dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

Hasil pengukuran kadar C-organik dan nilai TSS memperlihatkan nilai rata-rata kadar C-organik (%) dan nilai TSS (g/L) berdasarkan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) secara berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 5 dan 6 berikut.

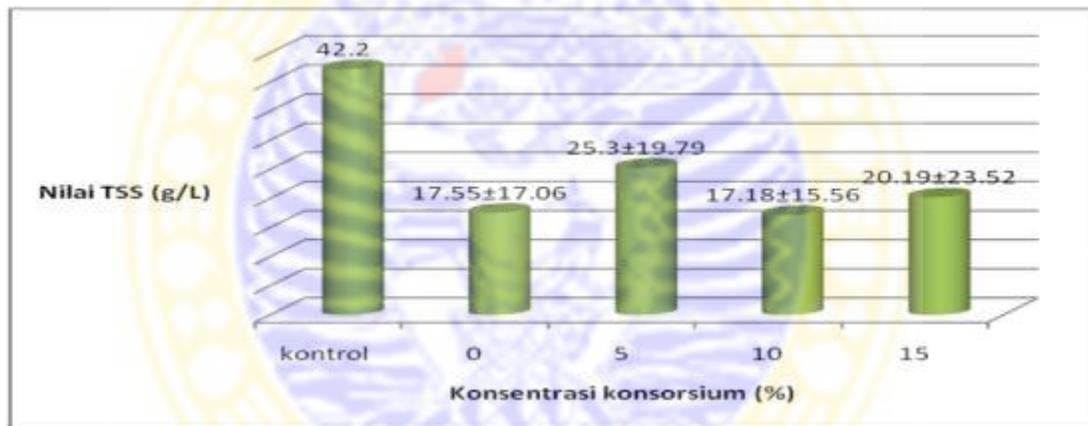
Tabel 4.1. Nilai rata-rata kadar C-organik dan nilai TSS berdasarkan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*)

Konsentrasi konsorsium (%)	C-organik (%)	TSS (g/L)
Kontrol	5,88	42,2
K0	5,80 ± 1,84	17,55 ± 17,06
K1	5,49 ± 0,45	25,30 ± 19,79
K2	5,58 ± 0,79	17,18 ± 15,56
K3	5,87 ± 0,95	20,19 ± 23,52

Keterangan: TSS (*Total Suspended Solid*), K0 (Konsentrasi 0%), K1 (Konsentrasi 5%), K2 (Konsentrasi 10%), K3 (Konsentrasi 15%). Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada beda nyata pada konsentrasi konsorsium bakteri terhadap kadar C-organik dan nilai TSS



Gambar 5. Nilai rata-rata kadar C-organik berdasarkan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*)



Gambar 6. Nilai rata-rata TSS berdasarkan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*)

Hasil rata-rata kadar C-organik dan nilai TSS dianalisis secara statistik menggunakan *Two-way* ANAVA untuk mengetahui pengaruh konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) terhadap kadar C-organik dan nilai TSS. Berdasarkan analisis statistik dengan uji ANAVA menunjukkan (tabel 4.1) bahwa pengaruh konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) terhadap kadar C-organik [lampiran 5 (3A)] dan nilai TSS [lampiran 5 (3B)] tidak

berbeda nyata ($p > 0,05$) atau terima H_0 . Nilai terendah kadar C-organik yaitu pada konsentrasi konsorsium bakteri 5% sebesar 5,49% dan TSS pada konsentrasi konsorsium bakteri 10% sebesar 17,18 g/L.

4.1.2 Lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

Hasil pengukuran kadar C-organik dan nilai TSS memperlihatkan nilai rata-rata kadar C-organik (%) dan nilai TSS (g/L) berdasarkan lama waktu inkubasi secara berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 7 dan 8 berikut.

Tabel 4.2. Nilai rata-rata kadar C-organik dan nilai TSS berdasarkan lama waktu inkubasi

Waktu inkubasi	C-organik (%)	TSS (g/L)
Kontrol	5,88	42,2
M1	5,89 ± 1,69	30,36 ± 27,39
M2	5,68 ± 0,90	15,99 ± 10,22
M3	5,49 ± 1,17	13,12 ± 15,40
M4	5,70 ± 0,28	20,74 ± 15,67

Keterangan: TSS (*Total Suspended Solid*), M0 (Minggu ke-0), M1 (Minggu ke-1), M2 (Minggu ke-2), M3 (Minggu ke-3), M4 (Minggu ke-4). Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada beda nyata pada lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS



Gambar 7. Nilai rata-rata kadar C-organik berdasarkan lama waktu inkubasi



Gambar 8. Nilai rata-rata nilai TSS berdasarkan lama waktu inkubasi

Hasil rata-rata kadar C-organik dianalisis secara statistik menggunakan *Two-way* ANAVA dan nilai TSS menggunakan *Brown Forsythe* untuk mengetahui pengaruh lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS. Berdasarkan analisis statistik dengan uji ANAVA dan *Brown Forsythe* secara berturut-turut menunjukkan (tabel 4.2) bahwa pengaruh lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik [lampiran 6 (3)] dan nilai TSS [lampiran 6 (4)] tidak berbeda nyata ($p>0,05$) atau terima H_0 . Nilai terendah kadar C-organik yaitu pada lama waktu inkubasi

selama 3 minggu sebesar 5,49% dan TSS pada lama waktu inkubasi selama 3 minggu sebesar 13,12 g/L.

4.1.3 Kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

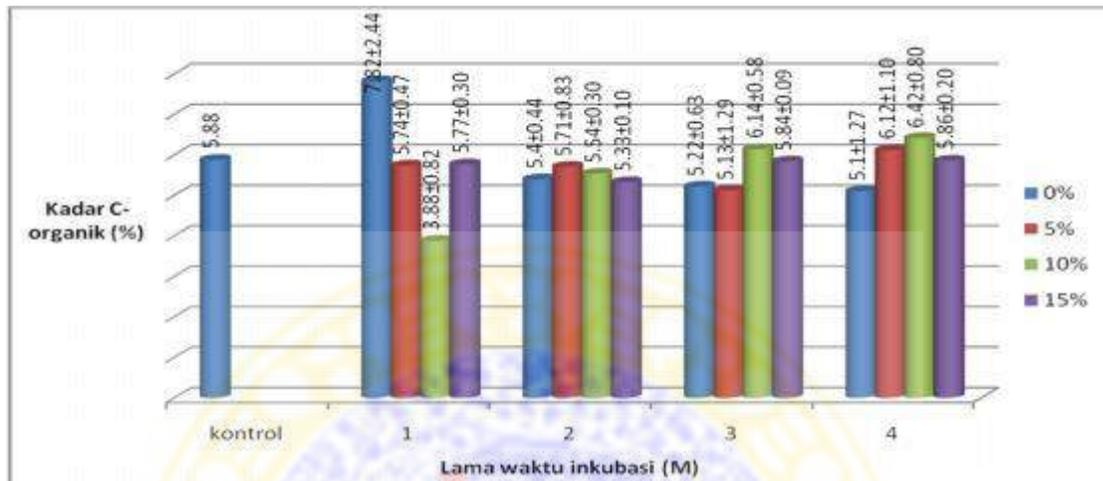
Hasil pengukuran kadar C-organik dan nilai TSS memperlihatkan nilai rata-rata kadar C-organik (%) dan nilai TSS (mg/L) berdasarkan kombinasi konsentrasi konsorsium isolat bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi secara berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar 9 dan 10 berikut.

Tabel 4.3. Nilai rata-rata kadar C-organik dan nilai TSS berdasarkan kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi

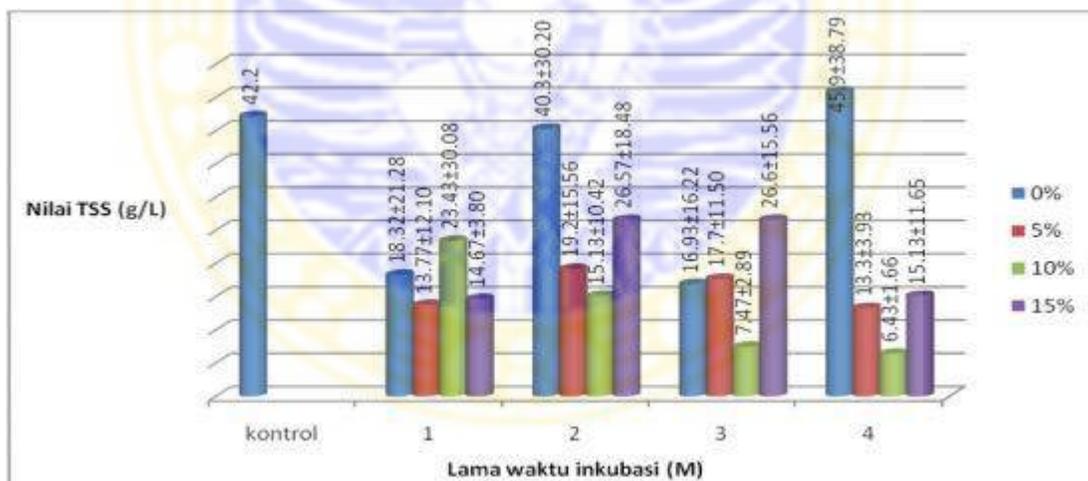
Kombinasi	C-organik (%)	TSS (g/L)
Kontrol	5,88	42,2
M1K0	7,82 ± 2,44	18,32 ± 21,18
M2K0	5,40 ± 0,44	40,30 ± 30,20
M3K0	5,22 ± 0,63	16,93 ± 16,22
M4K0	5,10 ± 1,27	45,90 ± 38,79
M1K1	5,74 ± 0,47	13,77 ± 12,10
M2K1	5,71 ± 0,83	19,20 ± 15,56
M3K1	5,13 ± 1,29	17,70 ± 11,50
M4K1	6,12 ± 1,10	13,30 ± 3,93
M1K2	3,88 ± 0,82	23,43 ± 30,08
M2K2	5,54 ± 0,30	15,13 ± 10,42
M3K2	6,14 ± 0,58	7,47 ± 2,89
M4K2	6,42 ± 0,80	6,43 ± 1,66
M1K3	5,77 ± 0,30	14,67 ± 3,80
M2K3	5,33 ± 0,10	26,57 ± 18,48
M3K3	5,84 ± 0,09	26,60 ± 25,56
M4K3	5,86 ± 0,20	15,13 ± 11,65

Keterangan: TSS (*Total Suspended Solid*), M0 (Minggu ke-0), M1 (Minggu ke-1), M2 (Minggu ke-2), M3 (Minggu ke-3), M4 (Minggu ke-4), K0 (Konsentrasi 0%), K1 (Konsentrasi 5%), K2 (Konsentrasi 10%), K3 (Konsentrasi 15%). Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada

beda nyata pada kombinasi antara konsentrasi konsorsium bakteri dengan lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS



Gambar 9. Nilai rata-rata kadar C-organik berdasarkan kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi



Gambar 10. Nilai rata-rata TSS berdasarkan kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi

Hasil rata-rata kadar C-organik dan nilai TSS dianalisis secara statistik menggunakan *Brown Forsythe* untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi

terhadap kadar C-organik dan nilai TSS. Berdasarkan analisis statistik dengan uji *Brown Forsythe* menunjukkan (tabel 4.3) bahwa pengaruh kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) atau terima H_0 [lampiran 7 (3)]. Nilai terendah kadar C-organik yaitu pada kombinasi perlakuan dengan konsentrasi konsorsium bakteri 10% dan lama waktu inkubasi selama 1 minggu sebesar 3,88% dan TSS pada kombinasi perlakuan dengan konsentrasi konsorsium bakteri 10% lama waktu inkubasi selama 4 minggu sebesar 6,43 g/L.

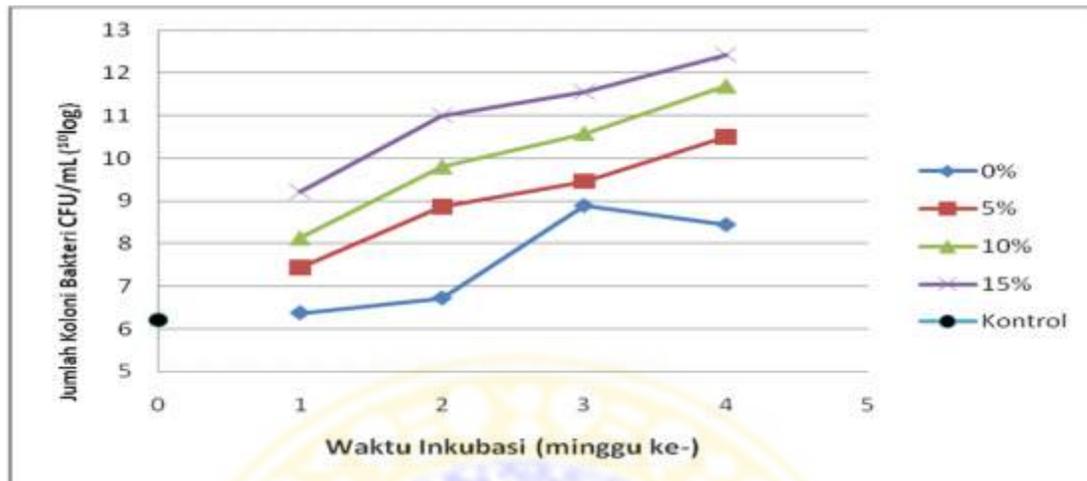
4.1.4 Jumlah koloni bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodoptera litura*) selama proses degradasi

Berikut ini pada tabel 4.4 dan gambar 11 menunjukkan nilai rata-rata $^{10}\log$ pertumbuhan koloni bakteri dengan penambahan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dengan waktu inkubasi selama 4 minggu.

Tabel 4.4. Nilai rata-rata jumlah $^{10}\log$ koloni bakteri yang tumbuh dengan penambahan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dengan waktu inkubasi selama 4 minggu

Waktu inkubasi	Konsentrasi (%)			
	K0	K1	K2	K3
Kontrol	6,21			
M1	6,37 ± 0,23	7,44 ± 0,25	8,13 ± 0,28	9,22 ± 0,44
M2	6,72 ± 0,13	8,86 ± 0,20	9,80 ± 0,27	11 ± 0,09
M3	8,89 ± 0,07	9,46 ± 0,25	10,58 ± 0,14	11,55 ± 0,15
M4	8,45 ± 0,10	10,51 ± 0,24	11,70 ± 0,14	12,43 ± 0,42

Keterangan: M0 (Minggu ke-0), M1 (Minggu ke-1), M2 (Minggu ke-2), M3 (Minggu ke-3), M4 (Minggu ke-4). Sedangkan, K0 (Konsentrasi 0%), K1 (Konsentrasi 5%), K2 (Konsentrasi 10%), K3 (Konsentrasi 15%)



Gambar 11. Nilai rata-rata pertumbuhan $^{10}\log$ koloni bakteri dengan penambahan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dengan waktu inkubasi selama 4 minggu

Pada tabel 4.4 dan gambar 11, tampak bahwa perlakuan dengan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan waktu inkubasi tertentu menunjukkan respon yang berbeda untuk tiap perlakuan. Rata-rata log TPC tertinggi dari semua perlakuan terdapat pada konsentrasi 15% dengan lama waktu inkubasi 4 minggu, yaitu sebesar 12,43. Sedangkan, rata-rata log TPC terendah dari semua perlakuan terdapat pada konsentrasi 0% dengan lama waktu inkubasi 1 minggu, yaitu sebesar 6,37.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodoptera litura*) terhadap kadar C-organik dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

Menurut Siregar (2009) bahwa salah satu faktor yang mempercepat proses pendegradasian adalah adanya inokulum bakteri. Apabila konsentrasi inokulum

bakteri yang diberikan optimal maka akan dapat menghasilkan enzim selulase yang mampu merombak selulosa pada substrat. Hasil analisis pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa faktor konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) tidak berpengaruh terhadap kadar C-organik maupun nilai TSS yang artinya tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan tanpa pemberian konsorsium bakteri (0%) dengan pemberian konsorsium bakteri (5%, 10%, 15%) tetapi pada gambar 11 menunjukkan pemberian konsentrasi konsorsium bakteri tersebut terus mengalami peningkatan jumlah koloni bakteri dibandingkan dengan tanpa pemberian konsorsium bakteri dimana pada minggu ke-4 terjadi penurunan jumlah koloni bakteri. Hal tersebut diakibatkan karena nutrisi dalam substrat masih tersedia untuk memenuhi kebutuhan bakteri dan dimungkinkan kadar C-organik dan nilai TSS akan lebih menurun apabila terjadi penambahan lama waktu inkubasi. Indikator terjadinya proses biodegradasi adalah adanya pertumbuhan dan peningkatan jumlah sel bakteri pendegradasi (Isroi, 2008).

Penurunan kadar C-organik terendah didapatkan pada konsentrasi konsorsium bakteri 5%, hal ini dikarenakan konsorsium bakteri tersebut dapat menggunakan unsur C (karbon) dalam substrat sebagai sumber energi untuk hidup dan hilang dalam bentuk CO₂ sehingga kandungan karbon semakin lama semakin berkurang kadarnya (Sulistiyawati dkk., 2008). Sedangkan, pada konsentrasi konsorsium bakteri 10% dan 15% mengalami kenaikan kadar C-organik tetapi masih rendah dibandingkan dengan nilai kontrol hal ini diduga karena ketidakhomogenan

substrat saat pendegradasian oleh konsorsium bakteri selulolitik sehingga proses penguraian yang terjadi belum merata sepenuhnya. Kenaikan pada konsentrasi 0% diakibatkan karena tidak adanya penambahan konsorsium bakteri ulat grayak (*S. litura*) sehingga kemampuan untuk menguraikan senyawa karbon pada feces sapi berjalan lambat.

Penurunan nilai TSS terendah didapatkan pada konsentrasi konsorsium bakteri 10%, hal ini diduga karena sudah melalui tahapan hidrolisis yang sempurna dan proses metabolisme bakteri berada dalam fase eksponensial dimana pendegradasian didukung oleh faktor nutrisi dan lingkungan. Selama nutrisi cukup dan keadaan lingkungan mendukung maka bakteri akan berkembang dengan baik dan akan menghasilkan energi yang cukup untuk menguraikan senyawa organik (Puspita, 2008). Sedangkan, pada konsentrasi konsorsium bakteri 5% dan 15% mengalami kenaikan nilai TSS tetapi masih rendah dibandingkan dengan nilai kontrol hal ini dikarenakan masih pekatnya substrat dan sempitnya area permukaan padatan tersuspensi sehingga memperkecil kontak dengan bakteri untuk terjadinya degradasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Isroi (2008) yang menyatakan ukuran partikel dengan luas area permukaan yang besar akan meningkatkan penetrasi enzim bakteri maka proses degradasi akan berjalan mudah.

4.2.2 Pengaruh lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

Proses pendegradasian yang terjadi secara alami berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Waktu yang digunakan untuk proses pendegradasian tergantung

pada karakteristik bahan, metode, dan dengan atau tanpa penambahan aktivator (Isroi, 2008). Hasil analisis pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa faktor lama waktu inkubasi tidak berpengaruh terhadap kadar C-organik maupun nilai TSS tetapi pada gambar 11 menunjukkan dengan pemberian konsorsium bakteri tersebut terus mengalami peningkatan jumlah koloni bakteri atau fase eksponensial selama 4 minggu dibandingkan dengan tanpa pemberian konsorsium bakteri dimana pada minggu ke-4 terjadi penurunan jumlah koloni bakteri yang memasuki fase kematian.

Penurunan kadar C-organik terendah didapatkan pada waktu inkubasi minggu ke-3, hal ini sejalan dengan kondisi konsorsium bakteri yang masih berada pada fase eksponensial. Sedangkan, pada lama waktu inkubasi minggu ke-4 mengalami kenaikan kadar C-organik tetapi masih rendah dibandingkan dengan nilai kontrol hal ini diduga karena ketidakhomogenan pengambilan sampel dimana sampel tersebut belum terurai sepenuhnya. Pada lama waktu inkubasi minggu ke-1 mengalami kenaikan kadar C-organik tetapi lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kontrol hal ini dikarenakan pada waktu inkubasi tersebut diduga belum terjadi proses penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana atau tahapan hidrolisis yang belum sempurna, akibatnya komponen senyawa karbon meningkat.

Penurunan nilai TSS terendah didapatkan pada waktu inkubasi minggu ke-3, hal ini dikarenakan pada waktu inkubasi tersebut suspensi padatan material organik yang kompleks sudah menjadi suspensi padatan material organik yang lebih sederhana. Sedangkan, pada lama waktu inkubasi minggu ke-4 mengalami kenaikan

nilai TSS tetapi masih rendah dibandingkan dengan nilai kontrol hal ini dikarenakan zat padat tersuspensi pada feces sapi yang sudah terurai menjadi partikel yang sederhana tercampur kembali dengan materi zat padat yang belum terurai (menggumpal) yang diakibatkan oleh pengadukan gas yang dihasilkan dari proses biologi dan kimia dalam pendegradasian sehingga menyebabkan tingginya nilai TSS (Firdus dan Muchlisin, 2010).

4.2.3 Pengaruh kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan lama waktu inkubasi terhadap kadar C-organik dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

Proses pendegradasian dengan penambahan konsentrasi inokulum bakteri serta penentuan waktu inkubasi yang optimal diharapkan dapat menurunkan komponen substrat yang kompleks menjadi sederhana (Bu' lock, 1975). Hasil analisis pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa faktor kombinasi konsentrasi konsorsium bakteri ulat grayak (*S. litura*) dan lama waktu inkubasi tidak berpengaruh terhadap kadar C-organik maupun nilai TSS tetapi pada gambar 11 menunjukkan dengan pemberian konsentrasi konsorsium bakteri (5%, 10%, 15%) tersebut terus mengalami peningkatan jumlah koloni bakteri selama 4 minggu dibandingkan dengan tanpa pemberian konsorsium bakteri (0%) dimana pada minggu ke-4 terjadi penurunan jumlah koloni bakteri.

Penurunan kadar C-organik terendah pada kombinasi dengan konsentrasi konsorsium bakteri 10% dengan lama waktu inkubasi minggu ke-1, hal ini diduga bahwa konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dan bakteri *indigenous*

secara sinergis cukup berpotensi dalam mengurai selulosa yang terkandung dalam feces sapi. Sedangkan, pada konsentrasi 5% pada waktu inkubasi minggu ke-4, konsentrasi 10% pada waktu inkubasi minggu ke-2; 3; dan 4, dan konsentrasi 15% pada waktu inkubasi minggu ke-3 dan 4 mengalami kenaikan kadar C-organik, hal ini dikarenakan ketidakhomogenan dan pekatnya substrat feces sapi yang menghambat pendegradasian feces sapi oleh bakteri selulolitik. Sedangkan, pada konsentrasi 0% dengan waktu inkubasi minggu ke-1 juga mengalami kenaikan kadar C-organik, hal ini dikarenakan tidak adanya penambahan aktivator ke dalam feces sapi sehingga pendegradasian berjalan lambat. Penambahan konsorsium bakteri pada feces sapi bertujuan untuk mempercepat pendegradasian bahan organik, hal ini sejalan dengan pernyataan oleh Soedarsono (1989) yang menyatakan bahwa degradasi bahan-bahan organik di alam terjadi lebih cepat terutama oleh kegiatan campuran bakteri.

Penurunan nilai TSS terendah pada kombinasi dengan konsentrasi konsorsium bakteri 10% dengan lama waktu inkubasi minggu ke-4, hal ini dikarenakan semakin lama waktu inkubasi dan tingginya konsentrasi konsorsium yang digunakan maka padatan material organik yang tersuspensi dalam feces sapi akan didegradasi oleh konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) dengan enzim selulase sehingga nilai TSS akan mengalami penurunan. Sedangkan, pada konsentrasi 0% pada waktu inkubasi minggu ke-2 dan 4 mengalami kenaikan nilai TSS dikarenakan sampel belum tersaring optimal saat proses filtrasi dengan kertas saring dan masih banyak terdapat kandungan air sehingga mempengaruhi

penimbangan setelah pengovenan. Pada konsentrasi 5% pada waktu inkubasi minggu ke-2, konsentrasi 15% pada waktu inkubasi minggu ke-3 juga mengalami kenaikan disebabkan karena material suspensi organik yang sudah terurai menjadi sederhana tercampur kembali dengan gumpalan material yang belum terdegradasi.

Dari penjelasan di atas menunjukkan bahwa kadar C-organik terendah didapatkan dengan konsentrasi konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*) 10%, hal ini sama dengan nilai terendah dari TSS yang juga didapatkan dari pemberian konsentrasi tersebut walaupun dengan waktu inkubasi yang berbeda antara C-organik selama 1 minggu dan TSS selama 4 minggu.

4.2.4 Perubahan jumlah total koloni bakteri selulolitik ulat grayak (*Spodopetra litura*) selama proses degradasi

Jumlah koloni bakteri atau TPC CFU/mL ($^{10}\log$) dianalisis secara deskriptif sebagai data sekunder untuk mengetahui bagaimana pertumbuhan dan jumlah koloni berdasarkan viabilitas bakteri selulolitik pada media tumbuh CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*). Jumlah koloni bakteri yang hidup dihitung menggunakan metode hitungan cawan dengan cara menghitung jumlah koloni bakteri yang hidup dikali faktor pengencerannya (Capuccino and Sherman, 2005).

Pada grafik pertumbuhan (gambar 11) didapatkan perlakuan dengan konsentrasi 0% terdapat 3 fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, dan fase kematian. Fase adaptasi terjadi pada minggu ke-1 menuju minggu ke-2 kemudian fase eksponensial sampai pada minggu ke-3 dengan nilai rata-rata $^{10}\log$ TPC 8,89 dan selanjutnya menuju fase kematian. Untuk perlakuan dengan

konsentrasi 5%, 10% dan 15% hanya terdapat 1 fase pertumbuhan yaitu fase eksponensial. Fase eksponensial pada minggu ke-4 untuk konsentrasi 5% mempunyai nilai rata-rata $^{10}\log$ TPC 10,5 sedangkan untuk konsentrasi 10% mempunyai nilai rata-rata $^{10}\log$ TPC 11,69, dan untuk konsentrasi 15% mempunyai nilai rata-rata $^{10}\log$ TPC 12,43.

Dari hasil penjelasan grafik perumbuhan bakteri didapatkan beberapa fase pertumbuhan bakteri, yaitu: fase adaptasi, fase eksponensial, dan fase kematian. Fase adaptasi terjadi karena penyesuaian bakteri dengan substrat dan kondisi lingkungan yang baru. Pada fase ini pembelahan sel berjalan sangat lambat dan beberapa enzim mungkin belum disintesis (Waluyo, 2007). Fase eksponensial terjadi pada saat terdapat kelebihan bahan nutrisi. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan selalu maksimum dan jumlah sel bertambah secara eksponensial. Fase menuju kematian disebabkan antara lain karena kekurangan nutrisi di dalam medium, lingkungan yang kurang mendukung, dan akumulasi metabolisme akhir yang mungkin beracun atau menghambat pertumbuhan bakteri (Mulyono, 1991).

Hasil penghitungan jumlah koloni bakteri dengan penambahan konsorsium bakteri selulolitik ulat grayak (*S. litura*), didapatkan peningkatan jumlah koloni bakteri. Faktor-faktor yang mendukung pertumbuhan bakteri antara lain adalah ketersediaan nutrisi seperti zat-zat organik untuk pertumbuhannya yang ada akan diambil dan dimanfaatkan oleh bakteri untuk pembelahan dan pembesaran sel-selnya dan kondisi lingkungan substrat (suhu, pH, dan kelembaban) (Isroi, 2008).