

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *Fluidized Bed Reactor* secara aerobik bermedia *styrofoam* yang berukuran 50 mm, dimulai dengan menumbuhkan bakteri pada media *styrofoam* atau yang lebih dikenal dengan *seeding* proses atau *Start up*. *Seeding* atau *Start up* ini dilakukan selama 21 hari ini dimulai dengan menambahkan lumpur (*sludge*) sebanyak \pm 200 ml yang diambil dari IPAL Sewon Bantul dan ditambahkan beberapa larutan: Larutan A (K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , NH_4Cl), larutan B ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4$ dan $CaCl$), dan Larutan Glukosa dan EM4. Penambahan larutan ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah atau membantu pertumbuhan bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan zat organik dalam reaktor dapat berjalan lebih cepat. Sebelum air limbah yang telah diberi nutrisi ini dialirkan, air limbah yang telah diberi nutrisi tersebut terlebih dahulu dibiarkan selama satu hari di dalam reaktor agar bakteri yang telah ada sebelumnya dapat menyesuaikan diri dan bisa bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

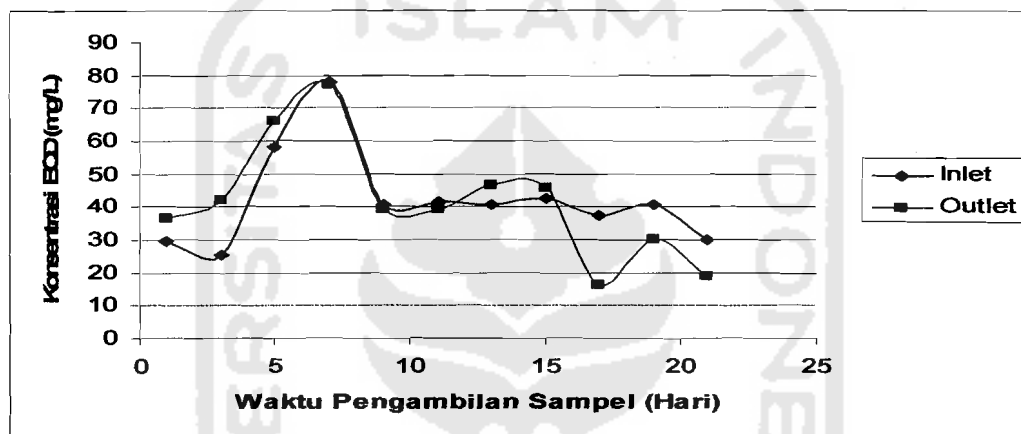
Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 21 hari ini, diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Total Dissolved Solid* (TDS) sebagai berikut:



4.1 Hasil Konsentrasi BOD

Dalam penelitian ini, pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dilakukan setiap 2 hari sekali. Dari hari ke 1 sampai hari ke 21. Titik Sampling yang diukur yaitu inlet dan outlet reaktor *aerobic Fluidized Bed*. Pada Tabel 1.1 (pada lampiran) ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengujian konsentrasi BOD selama penelitian.

Hasil perolehan data dari pengujian konsentrasi *Biochemical Oksigen Demand* (BOD) dapat juga dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Konsentrasi BOD Inlet dan Outlet

Untuk menguji hasil analisa di atas diperlukan suatu uji statistik untuk mendukung hipotesa yang telah dibuat. Pengujian statistik yang digunakan adalah Uji T atau *T-Test* (untuk perhitungan yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran). Berikut ini adalah Pengujian *T-Test* untuk parameter *Biochemical Oksigen Demand* (BOD) :

Setelah dilakukan pengujian statistik menggunakan metode *T-Test* (dapat dilihat pada lampiran) didapatkan hasil sebagai berikut :

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :

- $2.08596 < 0.06772 < 2.08596$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak

Hipotesis :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada Inlet dan Outlet DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada Inlet dan Outlet DITERIMA

Oleh karena $-t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < +t \text{ tabel}$, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada Inlet dan Outlet.

4.1.2 Penurunan dan Kenaikkan Konsentrasi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Dilihat dari hasil analisa statistik untuk parameter BOD diketahui $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$, yang berarti bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada inlet dan outlet. Hasil analisa laboratorium menunjukkan rata-rata penurunan BOD inlet dan outlet masih kecil.

Kebutuhan *Oksygen Biologis* atau yang lebih dikenal dengan BOD (*Biochemical Oksygen Demand*) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh *mikroorganisme* untuk menguraikan bahan organik (*carboneous demand*) dan senyawa nitrogen (*nitrogenous demand*). Penentuan BOD sebagai bahan organik dapat dilakukan terpisah dengan menambahkan suatu zat kimia penghambat oksidasi nitrogen. Banyaknya oksigen yang dibutuhkan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bahan organik, tetapi juga dipengaruhi oleh waktu dan suhu inkubasi. Para ahli kualitas air telah sepakat bahwa waktu 5 hari dan suhu 20°C dipakai sebagai standart inkubasi. Oleh karena penguraian bahan organik sukar terurai (persisten) membutuhkan waktu yang sangat lama, maka waktu inkubasi selama 5 hari hanya untuk bahan organik yang mudah diurai. Dengan demikian BOD yang dimaksud disini adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh *mikroorganisme* untuk menguraikan

bahan organik yang mudah diurai. Bahan organik yang mudah diurai umumnya berasal dari limbah domestik.

Pada analisa data, rata - rata dari pengambilan sampel setiap 2 hari sekali dari hari ke 1 sampai hari ke 21 menunjukkan adanya penurunan konsentrasi BOD. Yang ditunjukkan pada jumlah efisiensi BOD yaitu sebesar 1.0157 % dan rata- rata efisiensinya sebesar 0.0923%. Pada hari pertama sampai hari ke lima terjadi kenaikan terhadap konsentrasi BOD inlet dan outlet. Sedangkan pada hari ke enam sampai hari ke hari kesebelas konsentrasi dari BOD mengalami penurunan, dan pada hari ke tiga belas sampai hari ke lima belas mengalami kenaikan lagi dan pada hari ke enam belas sampai hari ke dua puluh satu mengalami penurunan lagi. Pada hari pertama sampai kelima terjadi kenaikan pada konsentrasi BOD hal ini dikarenakan adanya proses penyesuaian (adaptasi) mikroorganisme terhadap kondisi lingkungan yang baru. Dalam fase pertumbuhan bakteri hal ini dikenal sebagai *fase lag* ini dikarenakan kondisi air limbah didalam reaktor belum stabil dan juga adanya pengaruh terhadap penambahan beberapa larutan dan EM4 yang bertujuan untuk memperbanyak jumlah atau membantu pertumbuhan bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan bahan organik dalam reactor dapat berjalan lebih cepat. Sedangkan pada hari ke-6 sampai hari kesebelas mengalami penurunan pada konsentrasi BOD, hal ini terjadi karena adanya proses pertumbuhan bakteri atau yang dikenal dengan fase eksponensial. Pada saat inilah Proses degradasi bahan organik ini dilakukan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrisi maupun energi bagi pertumbuhannya. Proses penguraian bahan organik ini terjadi pada saat limbah septik tank dialirkan kedalam reaktor sehingga terjadi kontak dengan biofilm yang melekat pada media *styrofoam*. *Biofilm* yang melekat pada *styrofoam* berfungsi untuk menyerap dan mensintesa polutan organik yang terkandung dalam air limbah yang melekat dipermukaannya. (Slamet dan

Masduqi, 2000). Sedangkan pada hari ke tiga belas sampai hari kelima belas terjadi kenaikan lagi hal ini dikarenakan bahan organik yang terdapat dalam air limbah tersebut mengalami penguraian oleh aktivitas mikroorganisme, adanya kenaikan / penurunan suhu. Dengan demikian nilai BOD yang diperoleh lebih rendah dari nilai yang sebenarnya (kesalahan negatif). Dan pada hari enambelas sampai hari terakhir yaitu hari keduapuluh satu, konsentrasi BOD mengalami penurunan lagi.

Terjadinya kenaikan dan penurunan kadar BOD karena pada keadaan awal penelitian ini belum terjadi kestabilan dalam pertumbuhan bakteri. Kenaikan kadar BOD ini juga terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi dari inlet dimana terdapat perbedaan beban limbah *septic tank* setiap harinya. Beban limbah *septic tank* berubah-ubah sesuai dengan aktivitas dan banyak sedikitnya beban yang masuk.

Berdasarkan Keputusan KepMenLH 112/2003 tentang pedoman penetapan Baku Mutu Limbah Domestik, untuk parameter BOD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 100 mg/L. Dari parameter BOD ini dapat dilihat bahwa reaktor belum efektif apabila telah dijalankan pada saat *startup*, tetapi sudah dapat memberikan penurunan pada konsentrasi BOD.

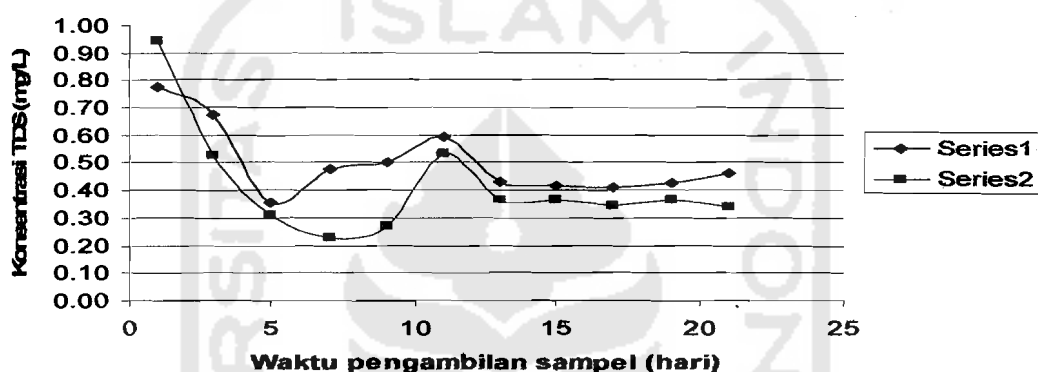
Kondisi sudah dikatakan *steady state* apabila waktu penumbuhan bakteri telah lebih dari 3 minggu untuk proses aerobik dan telah mencapai waktu 3-6 bulan untuk proses anaerobik. Saat penurunan konsentrasi bahan organik dalam keadaan stabil maka dapat dikatakan kondisi telah *steady state*. Ketika pertumbuhan bakteri konstan, maka kondisi *steady state* berlaku. Dimana kecepatan terbentuknya pertumbuhan bakteri sama/ sebanding dengan kecepatan penguraian.

Untuk menjaga pertumbuhan mikroorganisme maka harus memperhatikan keasaman, suhu, waktu retensi dan kebutuhan nutrisi.

4.2 Hasil Konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS)

Dalam penelitian ini, pengukuran Hasil Konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS) dilakukan setiap 2 hari sekali. Dari hari ke 1 sampai hari ke 21. Titik Sampling yang diukur yaitu inlet dan outlet reaktor *aerobic Fluidized Bed*. Pada Tabel 2.1 (pada lampiran) ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengujian konsentrasi TDS selama penelitian.

Hasil perolehan data dari pengujian konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS) dapat juga dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Konsentrasi TDS Inlet dan Outlet

Untuk menguji hasil analisa di atas diperlukan suatu uji statistik untuk mendukung hipotesa yang telah dibuat. Pengujian statistik yang digunakan adalah Uji T atau *T-Test* (untuk perhitungan yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran).

Berikut ini adalah Pengujian *T-Test* untuk parameter *Total Dissolved Solid (TDS)*:

Setelah dilakukan pengujian statistik menggunakan metode *T-Test* (dapat dilihat pada lampiran) didapatkan hasil sebagai berikut :

Membandingkan *t* tabel (*t critical*) dengan *t* hitung (*t stat*) yaitu :

- $2.08596 < 1.19377 < 2.08596$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Hipotesis:

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada Inlet dan Outlet DITOLAK.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada Inlet dan Outlet DITERIMA.

Oleh karena $-t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < +t \text{ tabel}$, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada Inlet dan Outlet.

4.2.2 Penurunan dan Kenaikkan Konsentrasi TDS (*Total Dissolved Solid*)

hasil analisa statistik untuk parameter TDS diketahui $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$, hal ini berarti bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan Outlet. Hasil analisa laboratorium menunjukkan rata-rata penurunan TDS masih kecil.

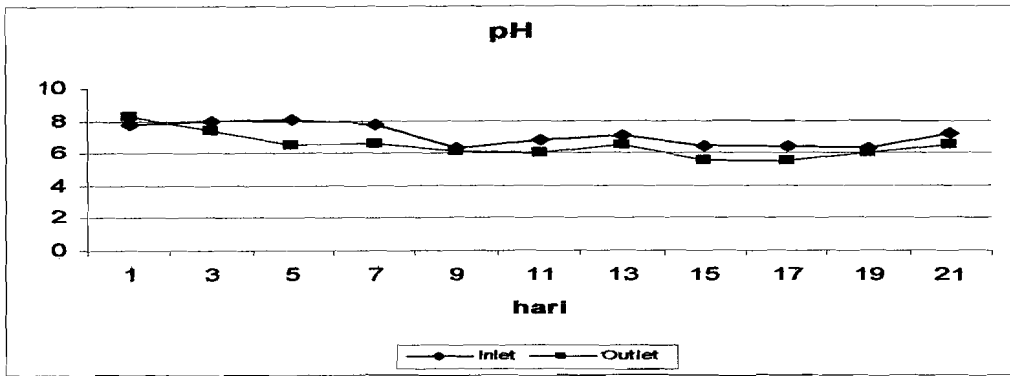
Berdasarkan perhitungan dari hasil pemeriksaan TDS yang ditunjukkan pada tabel 4.2 bahwa hasil perhitungan TDS pada air limbah domestik dengan menggunakan aerobic fluidized bed bermedia styrofoam pada saat start up yang dilakukan selama 21 hari ini mengalami penurunan dengan rata-rata efisiensi sebesar 19%. Walaupun pada hari pertama menunjukkan bahwa TDS mengalami penurunan efisiensi yaitu dengan efisiensi sebesar -21%. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh terhadap penambahan IM4 pada reservoir pada hari ke-0, yaitu satu hari sebelum sebelum air limbah dialirkan dan penambahan beberapa larutan (Larutan A (K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , NH_4Cl), larutan B ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4$, $CaCl$ dan Larutan Glucosa) dan juga adanya penambahan lumpur sebanyak 200 ml yang diambil dari IPAL Sewon kedalam reaktor selama semalam. Penambahan larutan ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah atau membantu pertumbuhan bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan van organik dalam reaktor dapat berjalan lebih cepat. Seadngkan pada hari ke-2 sampai hari ke-21 TDS mengalami penurunan.

Pada tabel 4.2 dapat dilihat kemampuan reaktor *aerobic fluidized Bed* pada saat *start up* didalam menurunkan limbah cair domestik yaitu yang diambil dari limbah cair septik tank. reaktor *aerobic fluidized Bed* pada saat *start up* dapat menurunkan konsentrasi TDS sebesar 19 %. Penurunan konsentrasi ini terjadi karena di dalam reaktor *fluidized bed* terjadi proses fisik (penyaringan) yang dilanjutkan dengan terjadinya proses biologi. Air limbah yang mengandung padatan tersuspensi ini dialirkan ke dalam reaktor melewati media *styrofoam*. Padatan tersuspensi ini akan tertahan oleh permukaan media *styrofoam* tempat tumbuhnya lapisan biofilm dan pada saat inilah terjadi proses degradasi total padatan tersuspensi oleh *mikroorganisme* yang menempel pada lapisan *biofilm*. Lapisan *biofilm* ini merupakan suatu zone dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang terlarut.

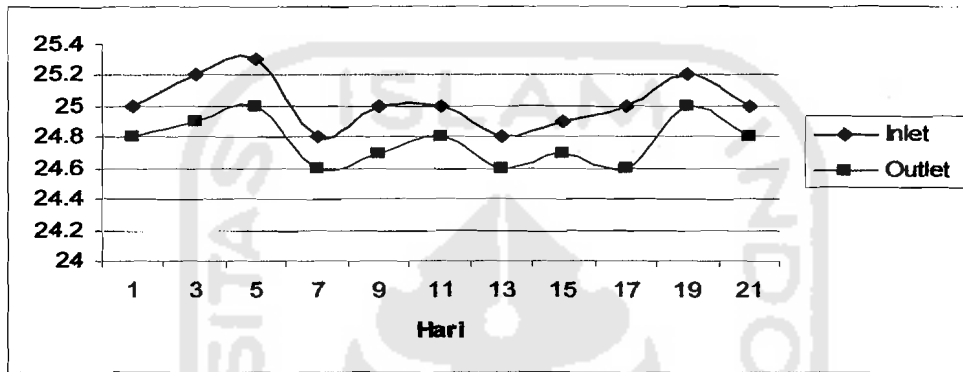
Dari penelitian tersebut, pertumbuhan *mikroba* pada reaktor juga dapat dipengaruhi oleh Suhu dan pH. Hal ini terlihat dari pengukuran yang dilakukan setiap hari pada suhu dan pH, dimana diperoleh suhu berkisar antara 24.3-25⁰C dan pH berkisar antara 5.5–8.02. Pengkondisian lingkungan yang baik yaitu suhu dan pH sangat mendukung pertumbuhan mikroorganisme untuk bekerja secara maksimal. *Benefiel* (1980) mengungkapkan bahwa temperatur memberikan pengaruh pada proses pertumbuhan biofilm. Kondisi pH pada umumnya memberikan pengaruh yang besar pada kecepatan *biomassa*.

4.3 Hasil Pengukuran pH dan Suhu

Dalam penelitian ini, pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap hari. Pada tabel 4.3.1 dan 4.3.2 ditunjukkan perolehan data hasil pengukuran terhadap suhu dan pH.



Gambar 4.3.1 Pengukuran pH pada inlet dan Outlet



gambar 4.3.2 Pengukuran Suhu pada inlet - outlet

Untuk pengujian hasil analisis diatas diperlukan suatu uji statistik untuk mendukung hipotes yang telah dibuat. Pengujian statistik yang digunakan adalah Uji T atau *T-Test* (untuk perhitungan yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran). Berikut ini adalah pengujian T-Test untuk parameter pH dan Suhu :

1. Parameter pH

Setelah dilakukan pengujian statistic menggunakan metode T-Test (dapat dilihat pada lampiran) didapat hasil sebagai berikut:

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :

$$-2.08596 < 2.063317 < 2.08596, \text{ maka } H_0 \text{ diterima dan } H_a \text{ ditolak}$$

Hipotesa:

Ha :Terdapat perbedaan yang signifikan antara pH pada Inlet dan Outlet
DITERIMA

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pH pada Inlet dan Outlet
DITOLAK

Oleh karena $-t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < +t \text{ tabel}$, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi pH pada Inlet dan Outlet.

Konsentrasi ion hydrogen (H^+) dalam suatu cairan diisyaratkan dengan pH. Adanya perubahan ion hydrogen dalam air akan sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme, terutama bakteri. pH merupakan indikator penting dalam peningkatan efisiensi proses pengolahan secara biologis. Dalam penelitian ini nilai pH akan mempengaruhi kondisi reaktor. Terjadi perubahan Nilai pH setiap harinya. Pada umumnya bakteri tidak dapat bertahan pada $pH > 9,5$ atau $pH < 4,0$. pH optimum umumnya berkisar antara 6,5 sampai 7,5 (Benefield, 1980).

Sebagai faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan atau kehidupan mikroorganisme dalam air, kebanyakan mikroorganisme tumbuh terbaik pada pH 6,0-8,0 (Sutrisno, 1987).

Pengaruh dari perubahan pH terhadap sistem adalah sangat besar, oleh sebab itu perubahan pH yang terjadi harus dimonitor. Hal ini disebabkan karena antara lain pada sistem aerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi. Bila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi besarnya pH (Rahayu, 1993)

Dari data pengukuran pH diketahui perubahan pH yang tidak signifikan. Data menunjukkan pH berkisar antara 5.5-8.21.

2. Parameter Suhu

Setelah dilakukan pengujian statistic menggunakan metode T-Test (dapat dilihat pada lampiran) didapat hasil sebagai berikut:

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :

$-2.08596 < 3.250435 < 2.08596$, maka H_a diterima dan H_o ditolak.

Hipotesa :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu pada Inlet dan Outlet

DITOLAK

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu pada Inlet dan Outlet

DITERIMA

Oleh karena $-t \text{ tabel} < t \text{ hitung} > +t \text{ tabel}$, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Suhu pada Inlet dan Outlet.

Perubahan suhu berpengaruh terhadap kondisi reaktor. Pertumbuhan mikroorganisme akan berjalan dengan baik apabila berada dalam suhu yang sesuai. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya (Haslam,1995).

Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan gas dalam air, misalnya O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 dan sebagainya (Haslam,1995). Selain itu peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut, sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen organisme akuatik dalam melakukan proses metabolisme dan respirasi.

Jadi dari hasil pemantauan suhu dalam reaktor *Fluidized bed* Dari data pengukuran Suhu diketahui perubahan Suhu yang signifikan. Data menunjukkan Suhu berkisar antara 24.6-25.3.

