

SKRIPSI

***BIODEGRADASI DETERJEN ALKYL BENZENE
SULFONAT (ABS) OLEH BAKTERI *Kurthia zopfii*
DALAM AEROBIK DIGESTER***

Oleh:

PRIMA SARI SUGIARSIH

00.26.023



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2005

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

***BIODEGRADASI DETERJEN ALKYL BENZENE
SULFONAT (ABS) OLEH BAKTERI Kurthia zopfii
DALAM AEROBIK DIGESTER***



**Menyetujui
Tim Pembimbing**

Dosen/Pembimbing

DR. Ir. HERY SETYOBUDIARSO, MSi.
NIP . 131965844

Mengetahui

Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

***BIODEGRADASI DETERJEN ALKYL BENZENE
SULFONAT (ABS) OLEH BAKTERI Kurthia zopfii
DALAM AEROBIK DIGESTER***

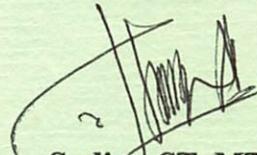


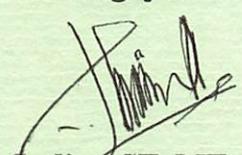
TELAH DIPERTAHANKAN DI HADAPAN DEWAN PENGUJI PADA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN JENJANG STRATA SATU (S-1), DAN DITERIMA UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT GUNA MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK PADA TANGGAL 19 SEPTEMBER 2005.

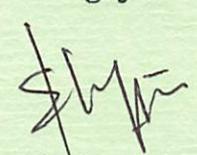
MENGETAHUI
PANITIA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI

Ketua

Ir. Agustina Narul Hidayati, MTP.
NIP. P. 103 900 214

Sekretaris

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Penguji I

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Penguji II

Evy Hendriaranti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382

sari special thank's to:

Allah swt yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga aku dapat menyelesaikan skripsi ini.

ORTUKU (bapak ma ibu) yang dah memberikan segala-galanya buat aku sedari kecil hingga kini dan hanya Tuhanlah yang dapat membalas smua ini. Engkau juga telah memberiku bekal hidup yang sangat berharga, dan smoga aku dapat membanggakan bapak ma ibu kelak...

Sodara2ku "ayu ma agung", yang rukun2 jangan tengkar mulu', kan dah gede malu dang...to ayu, moga cepet nyusul lu2snya soale dah di tunggu lho...klo agung yang rajin aja kuliahnya, biar cepet lu2snya juga...and the last, to my best friend "mukawat" selamat atas wisuda+dah dapat kerjanya, makasih atas smuanya yach!

DEWI RIMAWATI, CST (kan belum wisuda waktu aku tulis ini....), masih inget dengan "sepanjang jalan kenangan" ga? Buanyak banget lho kenangan2 berdua yang ga' kan kulupain, mudah2an kamu juga gitu...makasih ya atas bantuan slama aku di ITN, smoga kita cepet dapet kerja+jodoh.....amin ☺

TRIYAS YUKTI WULANDARI, CST (sama dengan dewi, belum di wisuda juga kan? ☺) makasih banyak atas persahabatanya, moga awet ma "papa" jangan lupa undangannya yach!

Iyan, makasih atas smuanya...t'nyata kita bisa lulus kan? makanya jangan pesimis dulu...to Azis, "man, thank's yo dah bantuin..."

Sigit+Linda, R'win, Lalu, Minar, Agni, mbak elly, mbak yuli dan temen2 angk 00 (eda, ninik, nila+awal, linda ika, arip, mas iman, mas rohm, ali de el el) makasi atas bantuannya

Pokoke smua pihak yang belum kusebutin satu-p'satu tapi dah bantuin aku, makasih buanyak yach....smoga Allah membalas smua kebaikan kalian amin..amin

ABSTRAK

Sugiarsih PS., Setyobudiarso., H., 2005., *Biodegradasi Deterjen Alkyl Benzene Sulfonat (ABS) oleh Bakteri Kurthia zopfii dalam Aerobik Digester.*, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan., FTSP ITN Malang.

Deterjen merupakan salah satu limbah domestik yang menjadi penyebab utama pencemaran air. Deterjen yang sering digunakan ada 2 macam, yaitu ABS dan LAS. Jenis ABS banyak digunakan oleh industri deterjen dan ditemukan banyak bukti-bukti bahwa ABS mempunyai resiko tinggi terhadap lingkungan. Oleh karena itu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meningkatkan kemampuan proses yaitu biodegradasi deterjen dalam aerobik digester. Mikroorganisme yang digunakan untuk mendegradasi deterjen adalah bakteri *Kurthia Zopfii*. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh lama aerasi dan waktu detensi dalam menurunkan konsentrasi ABS pada proses aerobik digester dan mengetahui kemampuan bakteri *Kurthia Zopfii* dalam mendegradasi ABS pada aerobik digester.

Penelitian ini menggunakan deterjen ABS murni dengan variasi konsentrasi 200 mg/l dan 400 mg/l, variasi perlakuan aerasi 1.2 l/min, 1.5 l/min, 2.7 l/min dan waktu detensi 1.5 jam, 3 jam 4.5 jam dengan penambahan bakteri yang diujikan dalam aerobik digester. Metode analisa yang digunakan untuk mengetahui besar konsentrasi deterjen menggunakan spektrofotometer dengan pembacaan panjang gelombang 652 nm dan untuk mengetahui jumlah bakteri digunakan metode pour plate. Untuk mengetahui perbedaan antara berbagai variasi percobaan yaitu variasi konsentrasi, variasi aerasi dan variasi waktu dilakukan analisa statistik dengan uji anova, korelasi, regresi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi deterjen ABS untuk variasi 200 mg/l diperoleh penurunan tertinggi pada perlakuan aerasi 1.2 l/min dan waktu detensi 4,5 jam dengan jumlah bakteri $4,5 \cdot 10^5$ CFU, sedangkan yang terendah terjadi pada perlakuan aerasi 2.7 l/min dan waktu detensi 1,5 jam dengan jumlah bakteri $3,57 \cdot 10^5$ CFU. Penurunan konsentrasi deterjen ABS untuk variasi 400 mg/l diperoleh penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan aerasi 1.5 l/min dan waktu detensi 4,5 jam dengan jumlah bakteri $3,23 \cdot 10^5$ CFU, sedangkan yang terendah terjadi pada perlakuan aerasi 2.7 l/min dan waktu detensi 1,5 jam dengan jumlah bakteri $2,49 \cdot 10^5$ CFU.

Kata kunci: Deterjen, ABS, Biodegradasi, *Kurthia Zopfii*

ABSTRACT

Sugiarsih PS., Setyobudiarso, H., 2005., Detergent Biodegradation of Alkyl Benzene Sulfonat (ABS) by *Kurthia zopfii* Bacteria in Aerobic Digester., Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan., FTSP ITN Malang.

Detergent is an main domestic waste that cause water pollution. There are 2 kind of detergent that be used, namely ABS and LAS. ABS type be used in detergent industry and there are many facts that ABS has high risk to the environment. Therefore be done follow up study by increasing the process ability namely detergent biodegradation in aerobic digester. Microorganism that be used to degrades detergent is *kurthia zopfii* bacteria. The aim of this research is to know how long the effect of aeration and time detention in decreasing the ABS concentration at ABS at digester aerobic process and to know the ability of *kurthia zopfii* bacteria in degrades ABS at aerobic digester.

This research using pure ABS detergent with concentration 200 mg/l and 400 mg/l, aeration different treatment area 1.2 l/min, 1.5 l/min, 2.7 l/min and detention time 1,5 hour, 3 hours, and 4,5 hours by addition bacteria that be tested in aerobic digester. Analyze method used to know concentration of detergent using spectrophotometer and the wave long 652 nm and to know the number of bacteria it used pour plate method. To know the difference between some variation test namely concentration, aeration variation and time variation, it used statistic analysis namely ANOVA, correlation, and regression test.

The research result show that the highest decrease of ABS detergent for variation 200 mg/l come from aeration 1.2 l/min and time detention 4,5 hours and the number of bacteria is $4,5 \cdot 10^5$ CFU, and the lowest come from aeration 2.7 l/min and detention time 1,5 hours, the number of bacteria $3,57 \cdot 10^5$ CFU. The highest decrease of ABS detergent for variation 400 mg/l come from aeration 1,5 l/min and time detention 4,5 hours and the number of bacteria is $3,23 \cdot 10^5$ CFU, and the lowest come from aeration 2.7 l/min and detention time 1,5 hours, the number of bacteria $3,57 \cdot 10^5$ CFU.

Keyword : *Detergent, ABS, Biodegradation, Kurthia Zopfii.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Biodegradasi Deterjen Alkyl Benzene Sulfonat (ABS) oleh Bakteri *Kurthia zopfii* dalam Aerobik Digester”**. Skripsi ini diajukan untuk menyelesaikan Program Sarjana Teknik Lingkungan di ITN Malang.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Orang tuaku (bapak dan ibu) dan saudaraku yang telah memberikan bantuan baik secara moril dan spiritual.
2. Bapak Elvianto, ST selaku Kepala Laboratorium Mikrobiologi yang telah memberikan izin dan sarana dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium Teknik Kimia ITN Malang
3. Bapak DR. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si selaku dosen wali dan dosen pembimbing yang dengan sabar dan bijaksana dalam memberikan petunjuk kepada penyusun dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Sudiro, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
5. Ibu Evy Hendriarianti, ST, MMT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan.
6. Bapak Sudiro, ST, MT dan Ibu Evy Hendriarianti, ST, MMT selaku dosen pembahas dan dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
7. Dosen Pengajar dan Staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
8. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun sendiri, almamater dan bagi para pembaca

Malang, September 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I: PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Deterjen	4
2.1.1. Pengertian deterjen	4
2.1.2. Komposisi deterjen	4
2.1.3. Klasifikasi deterjen	5
2.1.4. Surfaktan ABS	7
2.1.5. Pengaruh deterjen terhadap lingkungan dan kesehatan Manusia	7
2.1.6. Biodegradasi deterjen	8
2.2. Aerobik Digester	8
2.3. Bakteri <i>Kurthia Zopfii</i>	10
2.4. Pengadukan	11
2.5. Pengumpulan dan Pengolahan Data	13
2.5.1. Metode Statistik	13
2.5.2. Pengolahan Data Secara Statistik	14
2.5.3. Generalisasi dan Kesimpulan Analisis Data	18

2.6. Hipotesa	18
BAB III: METODE PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2. Variabel Penelitian	19
3.2.1. Variabel terikat	19
3.2.2. Variabel bebas	19
3.2.3. Variabel tetap	19
3.3. Alat-alat dan Bahan	19
3.3.1. Alat-alat	19
3.3.2. Bahan yang digunakan	20
3.4. Model Reaktor	20
3.4.1. Spesifikasi alat	20
3.4.2. Gambar alat	21
3.5. Cara Kerja	21
3.5.1. Pembuatan sampel	21
3.5.2. Analisa pendahuluan	21
3.5.3. Pelaksanaan percobaan	22
3.5.3.1. Tahap persiapan	22
3.5.3.2. Tahap penelitian	22
3.6. Metode Penelitian	22
3.6.1. Metode analisa	22
3.6.2. Metode statistik	22
3.7. Kerangka Penelitian	23
BAB IV: HASIL PENELITIAN	
4.1. Hasil Penelitian	24
4.2. Analisa Konsentrasi Akhir Deterjen	25
4.2.1. Analisa ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap Konsentrasi akhir deterjen	27
4.2.2. Analisa korelasi	30
4.2.3. Analisa Regresi	31

4.3. Jumlah Bakteri	34
4.3.1. Analisa ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap jumlah bakteri	35
4.3.2. Analisa Korelasi	37
4.3.3. Analisa Regresi	40
4.4. Pembahasan	42
4.4.1. Penurunan konsentrasi deterjen	42
4.4.2. Jumlah bakteri setelah proses	44
4.4.3. Hubungan penurunan konsentrasi deterjen dengan peningkatan jumlah bakteri	46
BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan pengolahan anaerobik dan aerobik	9
Tabel 2.2. Keuntungan dan kerugian aerobik terhadap anaerobik sistem	9
Tabel 2.3. Kriteria impeller	12
Tabel 4.1. Data konsentrasi akhir deterjen	24
Tabel 4.2. Data jumlah bakteri setelah proses	25
Tabel 4.3. Hasil uji ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap konsentrasi akhir deterjen	27
Tabel 4.4. Hasil uji Duncan penurunan konsentrasi deterjen untuk seluruh perlakuan	28
Tabel 4.5. Korelasi antara Konsentrasi deterjen dengan aerasi (l/mnt) dan waktu (jam)	30
Tabel 4.6. Prosentase pengaruh variabel	31
Tabel 4.7. Hasil uji regresi ANOVA	32
Tabel 4.8. Tabel persamaan regresi	32
Tabel 4.9. Hasil uji ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap jumlah bakteri	35
Tabel 4.10. Hasil uji Duncan jumlah bakteri untuk seluruh perlakuan	36
Tabel 4.11. Korelasi antara jumlah bakteri dengan aerasi (l/mnt) dan waktu (jam)	38
Tabel 4.12. Prosentase pengaruh variabel	40
Tabel 4.13. Hasil uji regresi ANOVA	40
Tabel 4.14. Tabel persamaan regresi	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tipe paddle	11
Gambar 2.2. Tipe turbin dan propeller	12
Gambar 2.3. Pengadukan mekanis	13
Gambar 3.1. Reaktor aerobik digester	21
Gambar 4.1. Grafik prosentase (%) konsentrasi deterjen pada konsentrasi 200 mg/l	26
Gambar 4.2. Grafik prosentase (%) konsentrasi deterjen pada konsentrasi 400 mg/l	26
Gambar 4.3. Grafik jumlah bakteri pada konsentrasi 200 mg/l	34
Gambar 4.4. Grafik jumlah bakteri pada konsentrasi 400 mg/l	34
Gambar 4.5. Grafik hubungan % penyisihan dengan jumlah bakteri pada konsentrasi 200 mg/l	39
Gambar 4.6. Grafik hubungan % penyisihan dengan jumlah bakteri pada konsentrasi 400 mg/l	40

DAFTAR LAMPIRAN

A. LAMPIRAN ANALISA DETERJEN

☺ Cara kerja	i
☺ Perhitungan konsentrasi deterjen	i
☺ Laporan hasil data penelitian	ii
☺ Perhitungan pengujian keseragaman data	v
☺ Hasil analisa data	vi

B. LAMPIRAN ANALISA BAKTERI

♣ Cara kerja	ix
♣ Menghitung jumlah bakteri	ix
♣ Laporan hasil data penelitian	xii
♣ Hasil analisa data	xiv

C. LAMPIRAN DOKUMENTASI

✂ Bakteri <i>kurthia zopfii</i>	xviii
✂ Nutrient broth	xviii
✂ Aerobik digester	xix
✂ Inkubator	xix
✂ Oven	xx
✂ Colony counter	xx
✂ Autoklaf	xxi
✂ Deterjen ABS	xxi
✂ Timbangan elektrik	xxii
✂ Kompor listrik	xxii

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan yang semakin pesat akan mengakibatkan kebutuhan manusia semakin beranekaragam, sehingga akan mengakibatkan beban lingkungan semakin meningkat. Salah satu dampak pembangunan yang semakin pesat adalah meningkatnya kebutuhan papan atau tempat tinggal. Kebutuhan tempat tinggal yang semakin banyak itulah menyebabkan semakin banyak pula buangan yang dihasilkan atau yang lebih dikenal dengan limbah domestik (Anonymous, 2004). Salah satu contoh hasil dari limbah domestik yang banyak digunakan manusia dalam melakukan aktifitas sehari-hari adalah deterjen. Menurut anonymous (2004) deterjen merupakan salah satu limbah domestik yang merupakan penyebab utama pencemaran air.

Penggunaan deterjen saat ini semakin banyak, tetapi limbah yang diakibatkan kurang mendapat perhatian baik dari pemerintah maupun masyarakat itu sendiri. Bila tidak ditangani dengan cepat maka akan mengakibatkan pencemaran pada lingkungan, terutama pada lingkungan air, dimana akibatnya akan dirasakan oleh manusia sendiri.

Deterjen mengandung bahan aktif yang tidak dapat terdegradasi jika terakumulasi di lingkungan, terutama deterjen jenis ABS (Appequist et al dalam Jatmiko, 2004). Penanganan limbah dapat dilakukan dengan tiga proses yaitu: fisika, kimia dan biologi. Proses kimia dapat menimbulkan dampak baru bagi lingkungan dan biasanya biaya yang dikeluarkan lebih besar, sedangkan proses biologi kemungkinan dampak yang ditimbulkan lebih sedikit (Yani, 1997).

Proses biologi atau biodegradasi adalah penurunan kandungan polutan di dalam limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme seperti mikroba sebagai pelaku proses utamanya. Secara alamiah, degradasi bahan pencemar telah berlangsung namun proses terjadinya berjalan lambat. Hal ini karena tidak tercukupinya nutrisi yang digunakan mikroorganisme dalam melakukan prosesnya. Untuk itu dengan terpenuhinya nutrisi diharapkan mampu meningkatkan aktifitas mikroorganisme pendegradasi.

Penanganan deterjen dengan biologi telah banyak dilakukan namun hasil yang ada belum memuaskan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meningkatkan kemampuan proses yaitu biodegradasi deterjen dalam aerobik digester.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini membahas ruang lingkup permasalahan kemampuan aerobik digester dalam mendegradasi deterjen. Adapun ruang lingkup tersebut adalah:

- Apakah bakteri *Kurthia zopfii* mampu mendegradasi ABS deterjen dalam aerobik digester
- Seberapa besar pengaruh suplai udara dan waktu detensi terhadap penurunan ABS pada proses aerobik digester

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk:

1. Mengetahui kemampuan bakteri *Kurthia zopfii* dalam mendegradasi ABS pada aerobik digester
2. Mengetahui pengaruh suplai udara dan waktu detensi dalam menurunkan ABS pada proses aerobik digester

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium
2. Sampel yang akan diuji adalah sampel deterjen ABS buatan dengan konsentrasi tertentu
3. Penelitian biodegradasi deterjen ini menggunakan alat aerobik digester
4. Penelitian dilakukan dengan variasi konsentrasi, variasi waktu dan variasi suplai udara

1.5. Manfaat Penelitian

Sebagai salah satu alternatif teknologi tepat guna yang digunakan untuk mendegradasi deterjen sehingga dapat mengurangi beban lingkungan akibat limbah domestik khususnya deterjen yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deterjen

2.1.1. Pengertian deterjen

Deterjen dalam arti luas adalah bahan yang digunakan sebagai pembersih, termasuk sabun cuci piring dan cairan pembersih. Deterjen merupakan penyempurnaan dari produk sabun yaitu deterjen mampu mengatasi air sadah atau pada kondisi yang tidak menguntungkan bagi sabun biasa. Kemampuan pembersih yang dimiliki oleh deterjen berhubungan erat dengan sifatnya sebagai pengemulsi dan penurun tegangan permukaan (Fardiaz, 1992 dalam Putri H, hal 5, 2003). Gabungan dari kedua sifat itulah yang memungkinkan deterjen dapat melarutkan lemak, minyak dari permukaan yang kotor.

Surfaktan yang sering digunakan ada 2 macam, yaitu ABS dan LAS. Pada awalnya surfaktan jenis ABS banyak digunakan oleh industri deterjen, namun karena ditemukan banyak bukti-bukti bahwa ABS mempunyai resiko tinggi terhadap lingkungan, bahan ini sekarang telah digantikan dengan bahan lain yaitu LAS (Anonymous, 2004). Menurut anonymous, 2004 ada dua ukuran yang digunakan untuk melihat sejauh mana produk kimia aman di lingkungan yaitu daya racun (toksisitas) dan daya urai (biodegradable).

ABS dalam lingkungan mempunyai tingkat biodegradable sangat rendah, sehingga deterjen ini dikategorikan sebagai “non biodegradable”, sedangkan LAS mempunyai karakteristik lebih baik, meskipun belum dapat dikatakan ramah lingkungan.

2.1.2. Komposisi deterjen

Komposisi kimia deterjen terdiri dari bermacam-macam komponen yang dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu surfaktan, bahan pembentuk dan bahan-bahan lain. Adapun menurut penjelasan dari ketiga kelompok tersebut sebagai berikut. (Fardiaz, 1992 dalam Lianri F, hal. 5, 2004)

a. Surfaktan

Surfaktan merupakan bahan pembersih utama yang terdapat dalam deterjen, fungsinya adalah sebagai pembasah yang menyebabkan menurunnya tegangan permukaan air sehingga air lebih mudah meresap ke dalam kain yang akan dicuci. Surfaktan yang digunakan pada deterjen merupakan jenis surfaktan anionik, tetapi kadang ditambahkan surfaktan jenis kationik sebagai baktisida.

Surfaktan yang digunakan pada saat ini bersifat dapat pecah secara biologis (biodegradable) yaitu dapat dipecah menjadi senyawa yang sederhana oleh bakteri yang ada di lingkungan. Surfaktan yang umum digunakan adalah jenis Linier Alkylbenzen Sulfonat.

b. Bahan pembentuk

Bahan pembentuk di dalam deterjen mempunyai peranan penting yaitu untuk mengikat ion-ion di dalam air sadah seperti ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam bentuk ion-ion larut air yang besar. Bahan pembentuk juga mengalami reaksi hidrolisis yang mengakibatkan air menjadi bersifat alkali. Sifat alkali ini penting untuk menghilangkan kotoran secara efektif. Bahan pembentuk yang umum digunakan adalah tripolifosfat dan salah satu contohnya adalah natrium tripolifosfat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$).

c. Bahan lain-lain

Bahan-bahan lain yang terkandung dalam deterjen antara lain:

- Bahan pencerah yaitu pewarna yang mengabsorpsi sinar ultraviolet tidak tampak dan mengemisi sinar putih atau biru.
- Anti redeposisi berfungsi untuk mempertahankan kotoran supaya tetap di dalam suspensi saat kotoran sudah terlepas dari kain yang dicuci.
- Filler (pengisi) adalah bahan tambahan yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas.
- Parfum dan lain-lain

2.1.3. Klasifikasi deterjen

Berdasarkan bahan bakunya deterjen dibedakan menjadi tiga kelompok besar yaitu deterjen anionik, kationik dan nonionik.

a) Deterjen Anionik

Deterjen anionik merupakan derivat dari Na-sulfonat atau sulfonat dari suatu senyawa alifatis maupun aromatis. Ada beberapa golongan deterjen anionik, antara lain:

- Sulfat dari Alkohol Tinggi

Misalnya $C_{11}H_{23}-CH_2OSO_3Na$ (*Na Lauryl Sulfat*). Deterjen ini stabil dalam suasana asam, alkali maupun air sadah.

- Alkil-Aril Sulfonat

Misalnya RSO_3Na . senyawa ini kurang stabil dibandingkan dengan *Na Lauryl Sulfat*, tetapi lebih murah sehingga banyak digunakan dalam industri maupun rumah tangga.

- Berbagai macam Sulfat dan Sulfonat

Misalnya alkyl sulfonat, sulfat dari asam karbon tinggi atau ester, sulfat dan sulfoat dari minyak atau lemak

Yang termasuk deterjen anionik adalah *Aerosol OT (Sodium Sulphosuksinat)*, *Diosgenin*, *Sodium Lauryl Sulfate (SLS)* atau *Sodium Decyl Sulfate (SDS)*, *Decyl Benzene Sulfonate (DBS)*, *Alkyl Benzene Sulfonate (ABS)* dan *Linier Benzene Sulfonat (LAS)*. Pine, 1987

b) Deterjen Kationik

Deterjen kationik merupakan garam dari 4 ammonium hidroksida dan ion hydrogen dari ammonium yang diganti dengan alkyl. Kemampuannya sebagai zat aktif permukaan disebabkan oleh kationnya. Deterjen ini juga digunakan untuk sanitasi bahan yang tak dapat dicuci dengan air panas (Sawyer dan Mc carty, 1978 dalam Putri H, hal 8, 2003). Yang termasuk deterjen kationik adalah *Cetanium (Cetylpyridium Chloride)* dan *CTAB (Cetyltrimethyl Ammonium Bromide)*.

c) Deterjen Nonionik

Deterjen nonionik mempunyai sifat tidak mengion dalam air, selain itu juga mempunyai polaritas yang tinggi dan selalu merupakan polialkohol yang larut dalam air. Sementara ini deterjen tersebut tidak digunakan dalam industri kosmetik dan produksi zat pengemulsi lainnya. Termasuk

golongan deterjen ini antara lain *LDAO (Lauryl Dimethylamin Oxiside)* dan *Triton N-101*. (Dawson dkk, 1986 dalam Putri H, hal 8, 2003)

2.1.4. Surfaktan ABS

Suifaktan atau surface active agent merupakan zat aktif permukaan dan sebagai inti pembersih dari deterjen (Streitweiswer et al, 1992 dalam Yani, 1997).

ABS termasuk salah satu deterjen yang dibentuk oleh molekul surfaktan tipe anionik dan merupakan derivat dari natrium sulfonat atau sulfat dari suatu senyawa alifatik maupun aromatis. Deterjen anionik ini molekulnya merupakan golongan hidrokarbon yang bermuatan anion (-).

Surfaktan ABS dalam deterjen merupakan bahan pengemulsi yang dapat berpenetrasi dan memisahkan lapisan minyak atau lemak untuk bergabung dengan kotoran, berfungsi sebagai bahan pembasah yang menyebabkan menurunnya tegangan permukaan air sehingga air lebih mudah meresap ke dalam kain yang dicuci. Selain itu molekul surfaktan membentuk ikatan-ikatan di antara partikel kotoran dan air. Keadaan ini dimungkinkan karena molekul surfaktan bersifat bipolar, yaitu salah satu ujungnya bersifat hidrofilik sedangkan ujung yang lainnya bersifat hidrofobik.

Sifat-sifat lain dari surfaktan dijelaskan oleh Streitweiswer et al, 1992 dalam Yani, 1997 adalah mempunyai struktur amfifilik yang berbentuk misel. Struktur ini menunjukkan bahwa molekul surfaktan merupakan senyawa seperti lemak atau minyak dengan hidrokarbon rantai panjang dan gugus-gugus yang mudah larut dalam air.

2.1.5. Pengaruh deterjen terhadap lingkungan dan kesehatan manusia

Air buangan dari rumah tangga seperti deterjen kembali ke lingkungan melalui selokan-selokan yang akhirnya terkumpul di badan air yang lebih luas dan terakumulasi dalam konsentrasi yang tinggi. Penggunaan deterjen secara intensif berdampak pada pencemaran lingkungan perairan (Ekowati dkk, 1992).

Konsentrasi deterjen pada aliran sungai telah menimbulkan peningkatan busa, keadaan ini dapat menimbulkan masalah kesehatan dan keindahan lingkungan. Setelah melalui perjalanan yang panjang deterjen dapat kembali hadir tersedia dalam air minum kita. Hal ini dikarenakan air sungai yang merupakan air baku untuk air minum telah tercemar limbah deterjen yang tidak terurai.

sedangkan instalasi pengolahan air minum sendiri belum cukup memadai untuk mengolah air sungai yang tercemar deterjen. Badan air yang telah tercemari deterjen kualitasnya menurun dan tidak layak untuk dikonsumsi sebagai air minum bagi masyarakat.

Menurut informasi yang ada mengungkapkan bahwa linier alkyl benzene sulfonat (LAS) sebagai surfaktan deterjen yang lebih ramah lingkungan, masih menyisakan ikatan benzene setelah sepuluh hari berada di lingkungan. Ikatan benzene tersebut berbahaya karena dapat membentuk chlorobenzene yang merupakan salah satu zat pemicu kanker. Alkyl Benzene Sulfonat (ABS) merupakan lanjutan oksidasi dari Linier Alkyl Sulfonat (LAS) dan tidak dapat didegradasi secara biologis sehingga menimbulkan bahaya akibat terakumulasinya di lingkungan terutama lingkungan perairan.

2.1.6. Biodegradasi deterjen

Biodegradasi adalah proses penguraian suatu senyawa oleh mikroorganisme. Pada umumnya senyawa organik mempunyai sifat yang mudah terdegradasi sedangkan senyawa anorganik mempunyai sifat yang lambat untuk didegradasi, tetapi didalam kenyataannya di alam biodegradasi ditentukan oleh banyaknya faktor misalnya saja jenis dan sifat mikroorganisme pengurai, media dan lain-lain (Suriawan, 1993).

Penguraian deterjen oleh mikroorganisme yaitu dengan mengoksidasi rantai karbon yang lurus dari bahan baku deterjen yaitu surfaktan LAS sehingga setiap kali dapat terjadi pelepasan dua rantai karbon (Poernomo dalam Megadutha, 1996). Bahan pembentuk deterjen yaitu Natrium Tripolifosfat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{11}$) akan terhidrolisis di air dan akan membentuk senyawa ortofosfat yang tidak beracun (Fardiaz dalam Lianri F, hal 8, 2004). Senyawa ortofosfat oleh mikroorganisme diubah menjadi H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} yang kemudian akan diserap oleh tanaman, dengan adanya fosfat inilah yang akan merangsang pertumbuhan gulma di perairan sehingga terjadi eutrofikasi dan penurunan mutu badan air.

2.2. Aerobik Digester

Aerobik digester merupakan reaktor tertutup yang memanfaatkan bakteri atau mikroorganisme aerob dengan bantuan oksigen. Proses aerob ini mempunyai

kemampuan pengolahannya yang relatif besar dibandingkan dengan anaerob. Perbandingan pengolahan anaerobik dan aerobik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Perbandingan pengolahan anaerobik dan aerobik

Parameter	Anaerobik	Aerobik
▪ Kebutuhan energi	▪ Rendah	▪ Intensif
▪ Efektif pengolahan	▪ Moderat (60-80 %)	▪ Tinggi (>90%)
▪ Produksi Lumpur	▪ Sedikit	▪ Tinggi
▪ Waktu star up	▪ 3-6 bulan	▪ 3 minggu
▪ Kebutuhan nutrien	▪ Rendah	▪ Tinggi untuk limbah tertentu
▪ Bau	▪ Potensial	▪ Sedikit
▪ Stabilisasi proses terhadap toxic dan perubahan beban	▪ Moderat	▪ Tinggi
▪ Komposisi biomassa	▪ 4 tahap oleh bakteri yang berbeda ▪ Diubah biogas	▪ 1 bakteri ▪ Diubah ke biomassa

Sumber: Qasim et al,1985

Aerobik digester mempunyai keuntungan dan kerugian terhadap anaerobik sistem yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Keuntungan dan kerugian aerobik terhadap anaerobik sistem

Keuntungan	Kerugian
a.Kemampuan penurunan volatile solid setara dengan anaerobic.	a.Daya energi yang tinggi untuk penyediaan oksigen
b.Kadar BOD lebih rendah dicairan bagian atas.	b.Mempunyai kualitas yang rendah untuk diolah dengan mechanical dewatering
c.Tidak berbau, bahan humus yang baik dan hasil akhir yang stabil secara biologis.	c.Proses mudah dipengaruhi lokasi, temperatur dan bentuk tangki
d.Mudah pengoperasiannya.	d.Gas methan tidak dapat diperoleh
e.Biaya rendah.	

Sumber: Bowo. D. M "Teknik Pengolahan Air Secara Biologis"

Menurut Bowo D. M (hal. 117) aerobik digester mempunyai empat jenis tipe reaktor, yaitu:

- Conventional aerobik digester yaitu: menggunakan mechanical aerator dengan tangki terbuka
- High purity oxygen aerobic digester, pada tipe ini oksigen murni digunakan dan biasanya menggunakan tangki yang tertutup untuk

menghindari lepasnya oksigen ke udara terbuka. Pada kondisi demikian temperatur biasanya akan lebih tinggi.

- Thermophilic aerobik digestion, reaktor jenis ini dapat menurunkan sampai 70% organik biodegradabel dengan waktu detensi yang pendek (3-4 hari). Temperatur dapat dipertahankan dengan menggunakan panas yang dilepas oleh reaktor untuk memanasi lumpur yang masuk.
- Cryophilic aerobik digestion, proses berlangsung pada temperatur rendah ($<20^{\circ}\text{C}$), dalam hal ini umur lumpur ditingkatkan untuk mencapai penurunan suspended solid.

2.3. Bakteri *Kurthia zopfii*

Wignyanto 1998 menyatakan bahwa *Kurthia zopfii* adalah bakteri yang mampu mendegradasi ABS yang terdapat pada deterjen dengan waktu yang relatif cepat 9,4-15,1 kalinya dibandingkan mikroorganisme lainnya.

Menurut *Bergey's Manual Determinative of Bacteriology* Edisi IX dalam Wignyanto, bakteri *Kurthia zopfii* mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- Ciri koloni: pada medium agar nutrient koloni berwarna krem, tepi bergerigi dengan permukaan halus. Bentuk koloni seperti akar, tidak terlihat merubah awarna medium padat.
- Ciri morfologi sel individual: bakteri berbentuk basil, gram positif, aerobik, tidak tahan asam. Pada usia muda (24 jam) berbentuk batang tidak bercabang, ukuran $0,8-1,2 \times 2,0-4,0 \mu\text{m}$ kadang-kadang kedapatan bergandengan seperti rantai. Pada usia 48 jam bentuknya mendekati kokus. Tidak memiliki endospora dan memiliki flagel tersebar di permukaan sel.
- Sifat fisiologisnya yaitu tumbuh dengan baik pada kondisi aerob, kemoorganotrof dan respiratif.

Kurthia zopfii merupakan mikroorganisme saprofit, tidak patogen, bersifat aerob dan mempunyai kisaran suhu pertumbuhan antara $25-30^{\circ}\text{C}$ dan pH sekitar 7,0-7,4. Menurut Wignyanto, 1998 bahwa sifat saprofit dan tidak patogen *Kurthia zopfii* jelas lebih unggul jika dikembangkan sebagai mikroorganisme pengurai ABS di laboratorium maupun di unit-unit pengolah limbah, sebab jika

selama proses degradasi proses tersebut dikonsumsi secara langsung dari segi kesehatan lingkungan tidak menimbulkan masalah.

2.4. Pengadukan

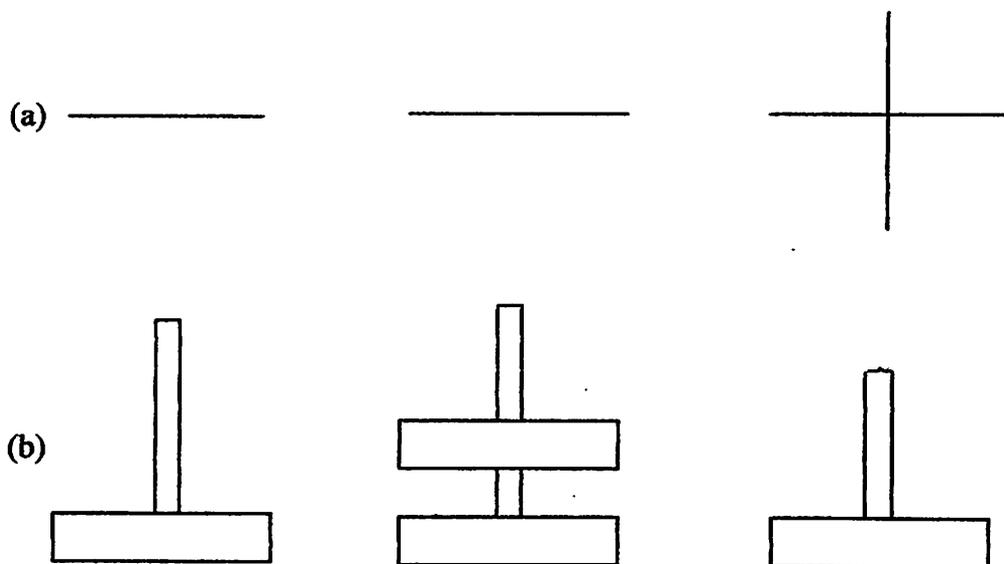
Pengadukan Mixing merupakan suatu aktivitas operasi pencampuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen. Pada media fase cair, pengadukan ditujukan untuk memperoleh keadaan yang turbulen (bergolak).

Aplikasi pada bidang teknologi lingkungan pengadukan digunakan untuk proses fisika seperti pelarutan bahan kimia dan proses pengentalan (thickening), proses kimiawi seperti koagulasi flokulasi dan desinfeksi, sedangkan proses biologis untuk mencampur bakteri dan air limbah.

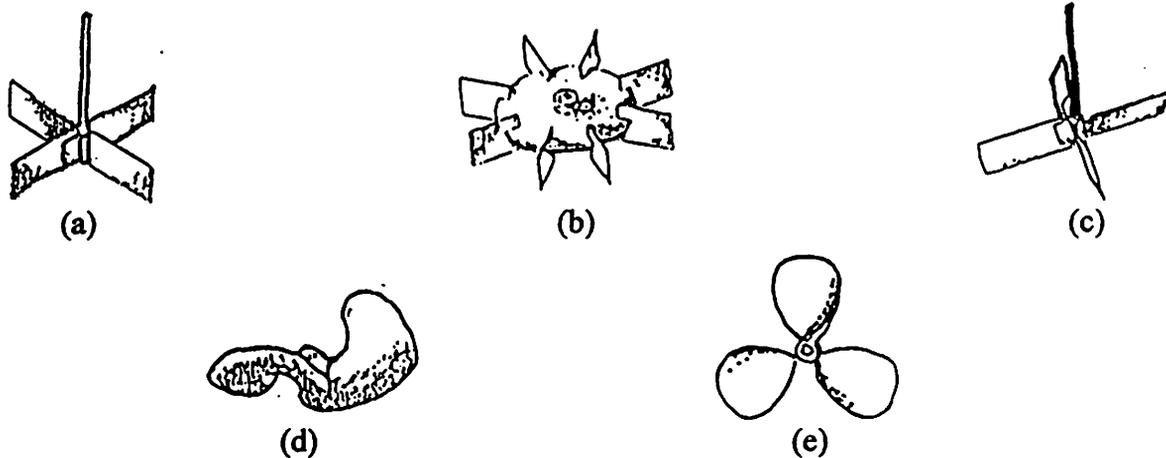
Berdasarkan metodenya, pengadukan dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. **Pengadukan mekanis** adalah metoda pengadukan menggunakan alat pengaduk berupa *impeller* yang digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Umumnya pengadukan mekanis terdiri dari motor, poros pengaduk dan gayung pengaduk.

Berdasarkan pada bentuknya, telah dikenal tiga macam impeller, yaitu paddle (pedal), turbine dan propeller (baling-baling). Bentuk ketiga jenis impeller tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2



Gambar 2.1. Tipe paddle (a) tampak atas, (b) tampak samping



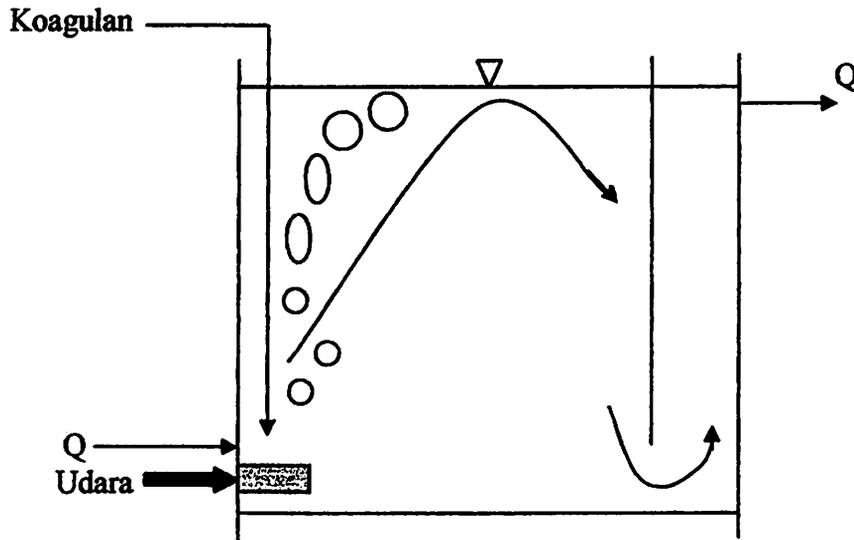
Gambar 2.2. Tipe turbin dan propeller (a) turbin blade lurus, (b) turbin blade dengan piringan, (c) turbin dengan blade menyerong, (d) propeller 2 blade, (e) propeller 3 blade (Qasim, et al, 2000)

Tabel 2.3. Kriteria impeller

Tipe impeller	Kecepatan putaran	Dimensi	Keterangan
Paddle	20 - 150 rpm	Diameter: 50-80% lebar bak Lebar: 1/6-1/10 diameter paddle	
Turbin	10 - 150 rpm	Diameter: 30-50% lebar bak	
Propeller	400 - 1750 rpm	Diameter: max 45 cm	Jumlah pitch 1-2 buah

Sumber Ali masduqi dan Agus slamet "Satuan Operasi"

- 2. Pengadukan hidrolis** adalah pengadukan yang memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Sistem pengadukan ini menggunakan energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran. Beberapa contoh pengadukan hidrolis adalah terjunan, loncatan hidrolis, parshall flume basin (baffle channel), perforated wall, gravel bed dan sebagainya.
- 3. Pengadukan pneumatis** adalah pengadukan yang menggunakan udara (gas) berbentuk gelembung yang dimasukkan kedalam air sehingga menimbulkan gerakan pengadukan pada air (gambar 2.3). injeksi udara bertekanan kedalam suatu badan air akan menimbulkan turbulensi, akibatnya lepasnya gelembung udara ke permukaan air. Makin besar tekana udara, kecepatan gelembung udara yang dihasilkan main besar dan diperolehturbulensi yang semakin besar pula.



Gambar 2.3. Pengadukan mekanis

2.5. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Populasi adalah totalitas semua nilai, baik itu menghitung maupun mengukur, kuantitatif maupun kualitatif dari karakteristik tertentu mengenai sekumpulan obyek yang lengkap dan jelas. Sedangkan Sampel adalah sebagian data yang diambil dari populasi dengan menggunakan cara-cara tertentu (*sumber : Sudjana, Metode Statistika, 1996*). Didalam penelitian ini yang dimaksudkan adalah deterjen ABS.

2.5.1. Metode Statistik

Untuk keperluan perhitungan hasil penelitian berupa data kuantitatif ini digunakan beberapa rumus statistik :

a. Rata-rata hitung

Rumus yang digunakan adalah :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana :

\bar{X} = Rata – rata hitung dari sampel

$\sum X$ = Total jumlah sampel

n = Banyaknya sampel

b. Standart Deviasi

Rumus yang digunakan adalah :

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

Dimana :

S = Standart deviasi yang dicari

$\sum X$ = Jumlah semua harga X yang ada

n = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

(Sumber: Sujana, 1996)

2.5.2 Pengolahan Data Secara Statistik

Untuk mengolah data kuantitatif dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa tahapan yaitu analisis derajat hubungan diantara variabel-variabel, uji statistik dan uji beda dengan penggunaan analisa varians

Teknik statistik yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Koefisien korelasi

Koefisien Korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arrah hubungan.

Untuk kekuatan hubungan, nilai koefisien korelasi berada -1 dan +1. Untuk bentuk/arrah hubungan, nilai koefisien korelasi dinyatakan dalam positif (+) dan negatif (-), atau $(-1 \leq KK \leq +1)$.

- Jika koefisien korelasi bernilai positif, maka variabel-variabel berkorelasi positif, artinya jika variabel yang satu naik/turun, maka variabel yang lainnya juga naik/turun. Semakin dekat nilai koefisien korelasi ke +1, semakin kuat korelasi positifnya.
- Jika koefisien korelasi bernilai negatif, maka variabel-variabel berkorelasi negatif, artinya jika variabel yang satu naik/turun, maka variabel yang lainnya akan turun/naik. Semakin dekat nilai koefisien korelasi -1, semakin kuat korelasi negatifnya.
- Jika koefisien korelasi bernilai 0 (nol), maka variabel tidak menunjukkan korelasi.

- Jika koefisien korelasi bernilai +1 atau -1, maka variabel-variabel menunjukkan korelasi positif atau negatif sempurna.

Proses untuk memperoleh koefisien korelasi ini disebut sebagai ukuran asosiasi. Oleh karena jenis data adalah kuantitatif dan bersifat interval maka dipilih rumus koefisien korelasinya adalah Koefisien Korelasi Pearson.

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X - \sum Y}{\sqrt{(n \sum X - (\sum X)^2)(n \sum Y - (\sum Y)^2)}}$$

Dimana :

r = koefisien korelasi Pearson,

X = variabel bebas

Y = variabel terikat

Uji Statistik Koefisien Korelasi untuk mengetahui signifikan atau tidaknya hubungan antar variabel tersebut adalah :

- Untuk sampel kecil ($n \leq 30$), menggunakan uji t.

$$t = t \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad \text{dengan db} = n-2$$

- Untuk sampel kecil ($n \leq 30$), menggunakan uji z

$$z = \frac{r}{1/\sqrt{n-1}}$$

- Regresi

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel. Analisis regresi ini lebih akurat dibanding dengan analisis lainnya karena pada analisis ini kesulitan dalam menunjukkan slope (tingkat perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya) dapat teratasi.

Digunakan rumus sebagai berikut :

a. Regresi Linier Sederhana

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y = variabel terikat (variabel yang diduga),

X = variabel bebas,

a = intersep

b = koefisien regresi (slop)

Untuk melihat bentuk korelasi antar variabel dengan persamaan regresi tersebut, maka nilai a dan b harus ditentukan terlebih dahulu.

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X) - (\sum Y)}{\sum X - (\sum X)}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \cdot \sum X}{n}$$

Uji Statistik regresi linier sederhana bagi koefisien korelasi b menggunakan uji statistik F dengan rumus :

$$F = \frac{b \cdot \sum (X - \bar{X})}{Se}$$

Keterangan :

Y = variabel terikat (variabel yang diduga),

X = variabel bebas,

Se = kesalahan baku regresi

b. Regresi Linier Berganda

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Keterangan :

Y = variabel terikat (variabel yang diduga),

X₁ dan X₂ = variabel bebas I dan II,

a = intersep

b₁ dan b₂ = koefisien regresi (slop)

nilai a dan b harus ditentukan terlebih dahulu dengan rumus :

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X) - (\sum Y)}{\sum X - (\sum X)}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \cdot \sum X - b \cdot \sum X}{n}$$

Uji Statistik regresi linier sederhana :

- Untuk uji hipotesis serentak menggunakan uji F yaitu :

$$F = \frac{RKreg(RKR)}{RKres(RKE)}$$

Keterangan :

Rkreg = rata-rata kuadrat regresi

Rkres = rata-rata kuadrat residu (error)

- Untuk uji hipotesis individual menggunakan uji t, yaitu sebagai berikut

$$t = \frac{bi - Bi}{Sbi}, i = 1, 2, 3, \dots$$

Keterangan :

bi = nilai koefisien regresi

Bi = nilai koefisien regresi untuk populasi

Sbi = kesalahan baku koefisien regresi

- **Analisis Komparasi**

Analisis Komparasi atau perbedaan merupakan prosedur statistik untuk menguji perbedaan di antara dua kelompok data (variabel) atau lebih. Dikarenakan penggunaan data adalah interval maka digunakan One way Analisis Varians (ANOVA) untuk k sampel berkorelasi dan independen digunakan rumus sebagai berikut :

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F0
Rata-rata Kolom	JKK	k-1	$S_1^2 = JKK/k-1$	$\frac{S_1^2}{S_2^2}$
Error	JKE	k(n-1)	$S_2^2 = JKE/k(n-1)$	
Total	JKT	nk - 1		

- **Analisis Deskriptif**

Analisis deskriptif merupakan prosedur statistik untuk menguji generalisasi hasil penelitian yang didasarkan atas satu variabel. Jenis data yang digunakan interval sehingga digunakan rumus t -tes.

$$t = \frac{X - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Keterangan :

t = nilai t hitung,

X = rata-rata X ,

μ_0 = nilai yang dihipotesiskan,

s = simpangan baku

n = jumlah anggota sampel

2.5.3. Generalisasi dan Kesimpulan Analisis Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan.

Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/ penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat.

(Hasan, M. Iqbal, 2002 hal 100-138 dalam Ni Ketut, 2005)

2.6. Hipotesa

Bakteri *Kurthia zopfii* dapat mendegradasi deterjen ABS melalui proses aerobik digester.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mikrobiologi ITN Malang yang dilaksanakan pada bulan April – Mei 2005.

3.2. Variabel Penelitian

3.2.1. Variabel terikat

- Konsentrasi deterjen

3.2.2. Variabel bebas

- Konsentrasi deterjen 200 g, 400 g
- Suplai udara 1.2 l/min, 1.5 l/min, 2.7 l/min

3.2.3. Variabel tetap

- Tinggi reaktor 35 cm
- Diameter reaktor 20 cm
- Debit 10 L
- Kecepatan pengadukan 150 rpm

3.3. Alat-alat dan Bahan

3.3.1. Alat-alat

- a) Tangki aerobik yang terbuat dari plat besi, dengan dimensinya sebagai berikut:
 - Diameter = 20 cm
 - Tinggi = 35 cm
- b) Colony counter
- c) pH meter
- d) Termometer
- e) Beaker glass
- f) Erlenmeyer
- g) Spatula
- h) Timbangan elektrik

- i) Gelas ukur
- j) Oven
- k) Autoklaf
- l) Pipet tetes
- m) Pipet ukur
- n) Cawan petri

3.3.2. Bahan yang digunakan

- a. Limbah ABS buatan
- b. Media Agar Nutrien
- c. Bakteri *Kurthia zopfii*
- d. Aquades steril
- e. Aquades
- f. Kertas pembungkus

3.4. Model Reaktor

3.4.1. Spesifikasi alat

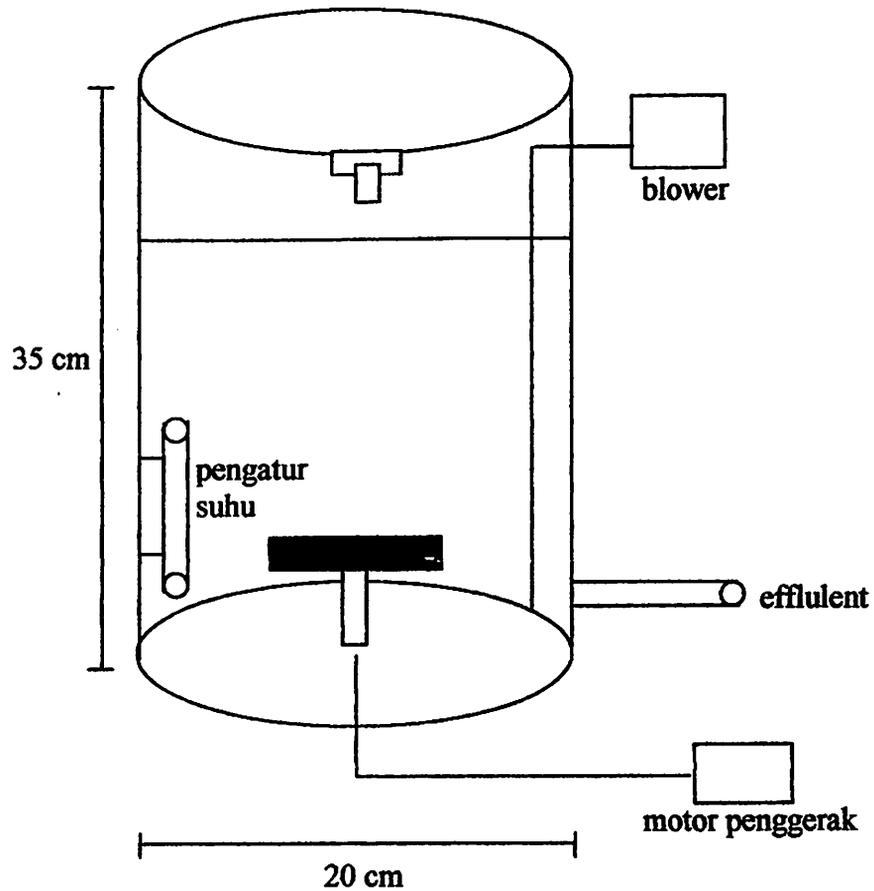
Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa reaktor aerobik digester dengan skala laboratorium. Adapun ukuran-ukuran reaktor sebagai berikut:

- Tinggi reaktor = 35 cm
- Diameter = 20 cm
- Lebar paddle = 2 cm
- Panjang paddle = 12 cm
- Jarak paddle dari dasar reaktor = 6 cm

Di dalam reaktor terdapat pengaduk yang dilengkapi motor penggerak merk SEM dengan daya 0,25HP, digunakan untuk memutar atau menghomogenkan larutan deterjen bersama bakteri. Pengatur suhu otomatis yang berfungsi untuk mengatur suhu didalam reaktor, aerator yang digunakan yaitu air pump dengan kapasitas 1,2 l/min, frekuensi 50Hz-60Hz, power 2,5W, volt 220V dan air pump yang berkapasitas 1,5 l/min, frekuensi 50Hz, power 2,5W, volt 220V. Aerator berfungsi untuk memberikan suplai oksigen dalam larutan, agar bakteri dapat bertahan hidup.

Inlet terletak pada bagian atas reaktor, sedangkan samping bagian bawah reaktor terdapat effluent yang digunakan untuk mengambil sampel. Detail reaktor aerobik digester dapat dilihat pada gambar 1.

3.4.2. Gambar alat



Gambar. 3.1. Reaktor aerobik digester

3.5. Cara Kerja

3.5.1. Pembuatan sampel

Sampel yang dipakai dalam penelitian ini adalah sampel buatan dari deterjen ABS dengan konsentrasi 200 mg/l dan 400 mg/l.

3.5.2. Analisa pendahuluan

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri yang akan dimasukkan kedalam sampel dan mengetahui kecepatan putaran yang dapat digunakan.

3.5.3. Pelaksanaan percobaan

3.5.3.1. Tahap persiapan

- a. Menyiapkan bahan dan alat yang akan dipakai
- b. Membuat media nutrient broth dan nutrien agar
- c. Sterilisasi alat dan bahan yang digunakan untuk perhitungan bakteri
- d. Membuat sampel ABS buatan dengan konsentrasi yang telah ditentukan
- e. Membuat pengenceran bakteri yang akan dimasukkan kedalam sampel
- f. Pengontrolan terhadap suhu 25-30⁰ C dan suplai udara yang telah ditentukan

3.5.3.2. Tahap penelitian

- Sampel yang telah diketahui konsentrasinya dan sejumlah bakteri yang telah disiapkan dimasukkan kedalam reaktor
- Reaktor dioperasikan sesuai waktu yang telah ditentukan
- Pengambilan sampel pada effluent
- Sampel dianalisa menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) 652 nm untuk menentukan konsentrasi deterjen dan perhitungan jumlah bakteri menggunakan colony counter
- Proses diatas dilakukan kembali untuk variasi yang lain

3.6. Metode Penelitian

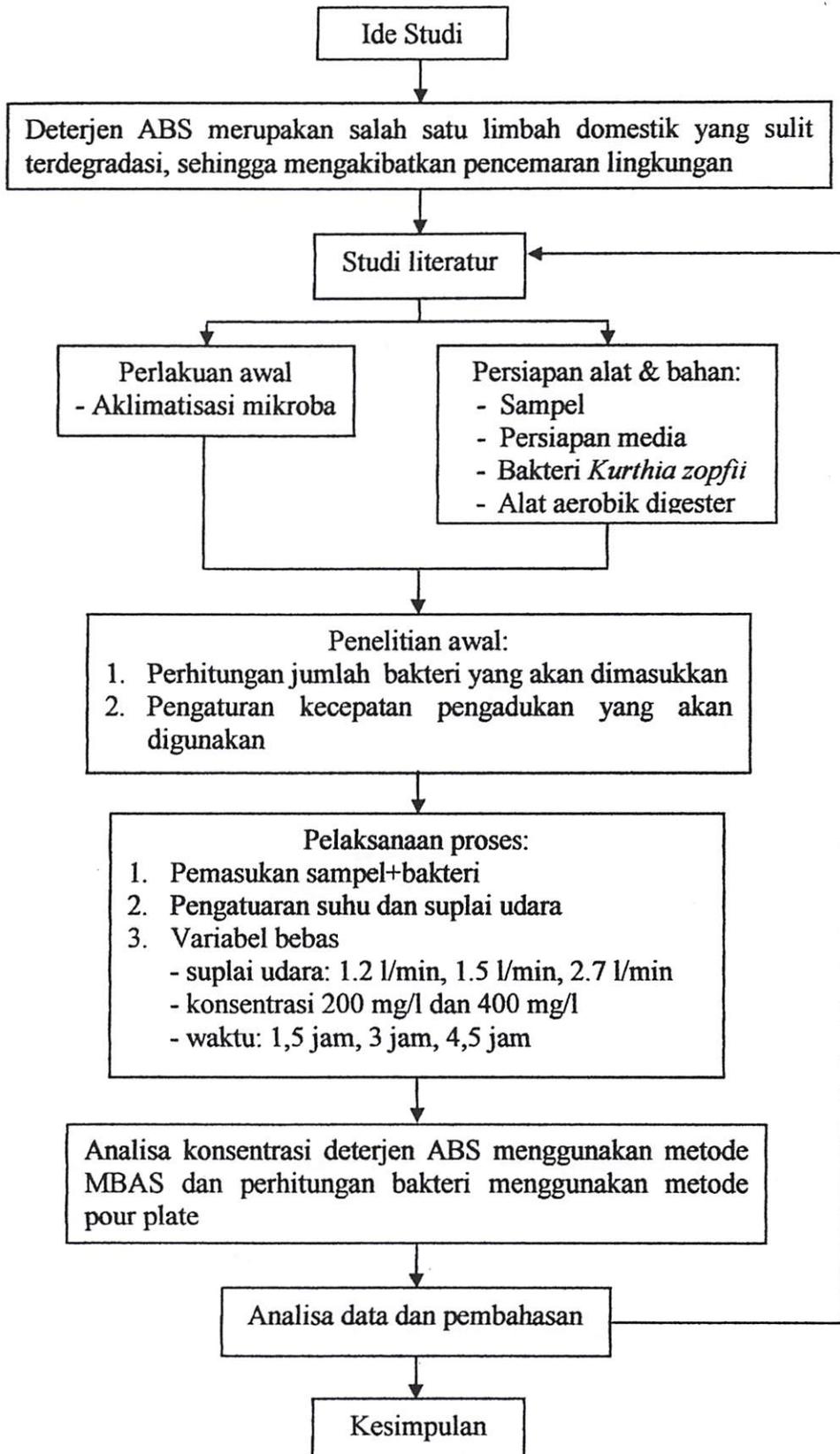
3.6.1. Metode analisa

Untuk mengetahui besar konsentrasi deterjen yang telah melalui reaktor aerobik digester digunakan spektrofotometer dengan pembacaan panjang gelombang 652 nm dan untuk mengetahui jumlah bakteri digunakan metode pour plate.

3.6.2. Metode statistik

Metode statistik yang digunakan adalah metode rancangan faktorial, uji korelasi dan regresi. Untuk mengetahui perbedaan perlakuan pada setiap variasinya dilakukan uji anova, korelasi, regresi, duncan.

3.7. Kerangka Penelitian



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya diperoleh data konsentrasi akhir deterjen, sedangkan data jumlah bakteri yang mendegradasi dilakukan di perusahaan Jasa Tirta. Data-data tersebut diperoleh setelah diujikan dengan alat aerobik digester yang memvariasikan konsentrasi 200 mg/l dan 400 mg/l, suplai udara 1,2 l/mnt, 1,5 l/mnt dan 2,7 l/mnt serta waktu pengambilan 1,5 jam, 3 jam dan 4,5 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan konsentrasi deterjen ABS pada tiap variasinya digunakan rumus:

$$\% \text{ penyisihan} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Data tersebut dapat dilihat sebagai berikut pada tabel 4.1. dan 4.2.

Tabel 4.1. Data Konsentrasi Akhir Deterjen

Konsentrasi (mg/l)	Suplai udara (l/mnt)	Waktu (jam)	Konsentrasi akhir (mg/l)			Total	Mean	% Penyisihan
			1	2	3			
K1	A1	W1	119	116	118	353	117.66	41.16
		W2	97	99	97	293	97.66	51.16
		W3	95	94	91	280	93.33	53.33
	A2	W1	126	124	129	379	126.33	36.83
		W2	109	109	107	325	108.33	45.83
		W3	102	100	103	305	101.66	49.16
	A3	W1	130	131	131	392	130.66	34.66
		W2	116	116	117	349	116.33	41.83
		W3	107	108	109	324	108.00	46.00
K2	A1	W1	307	305	303	915	305.00	23.75
		W2	281	283	278	842	280.66	29.83
		W3	270	266	268	804	268.00	33.00
	A2	W1	302	297	298	897	299.00	25.25
		W2	274	275	272	821	273.66	31.58
		W3	267	268	266	801	267.00	33.25
	A3	W1	314	312	313	939	313.00	21.75
		W2	289	287	289	865	288.33	27.16
		W3	273	272	272	817	272.33	31.91

(Sumber: Hasil Penelitian)

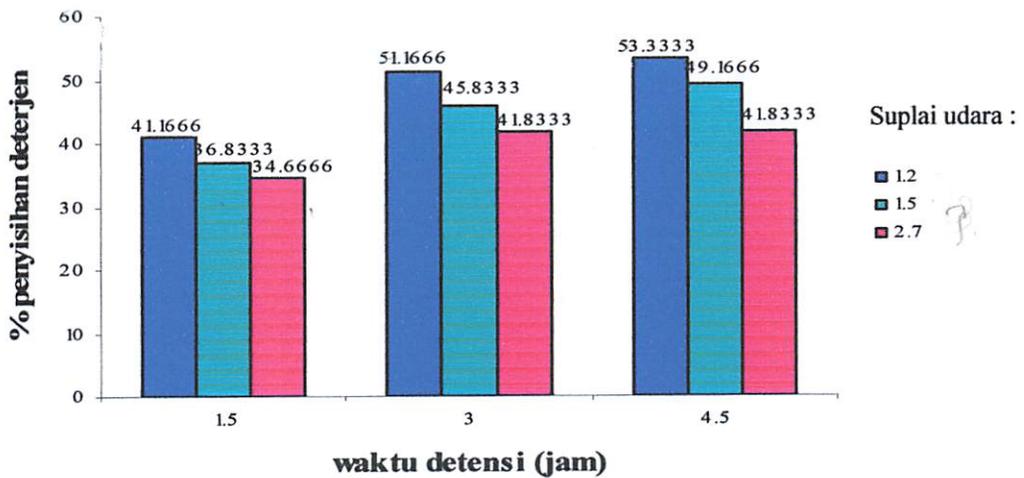
Tabel 4.2. Data Jumlah Bakteri Setelah Proses

Konsentrasi (mg/l)	Suplai udara (l/mnt)	Waktu (jam)	Jumlah Bakteri (CFU)			Jumlah Bakteri (CFU)
			1	2	3	
K1	A1	W1	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,96.10 ⁵	3,98.10 ⁵
		W2	4,17.10 ⁵	4,18.10 ⁵	4,13.10 ⁵	4,16.10 ⁵
		W3	4,52.10 ⁵	4,49.10 ⁵	4,49.10 ⁵	4,50.10 ⁵
	A2	W1	3,75.10 ⁵	3,55.10 ⁵	3,50.10 ⁵	3,60.10 ⁵
		W2	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵
		W3	4,13.10 ⁵	4,13.10 ⁵	4,16.10 ⁵	4,14.10 ⁵
	A3	W1	3,59.10 ⁵	3,57.10 ⁵	3,55.10 ⁵	3,57.10 ⁵
		W2	4,01.10 ⁵	3,96.10 ⁵	3,97.10 ⁵	3,98.10 ⁵
		W3	3,95.10 ⁵	3,94.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,96.10 ⁵
K2	A1	W1	2,65.10 ⁵	2,67.10 ⁵	2,66.10 ⁵	2,66.10 ⁵
		W2	2,98.10 ⁵	3,01.10 ⁵	3,01.10 ⁵	3,00.10 ⁵
		W3	3,41.10 ⁵	3,43.10 ⁵	3,42.10 ⁵	3,42.10 ⁵
	A2	W1	2,80.10 ⁵	2,76.10 ⁵	2,75.10 ⁵	2,77.10 ⁵
		W2	3,09.10 ⁵	3,12.10 ⁵	3,12.10 ⁵	3,11.10 ⁵
		W3	3,21.10 ⁵	3,25.10 ⁵	3,23.10 ⁵	3,23.10 ⁵
	A3	W1	2,51.10 ⁵	2,47.10 ⁵	2,49.10 ⁵	2,49.10 ⁵
		W2	2,76.10 ⁵	2,78.10 ⁵	2,80.10 ⁵	2,78.10 ⁵
		W3	3,12.10 ⁵	3,10.10 ⁵	3,14.10 ⁵	3,12.10 ⁵

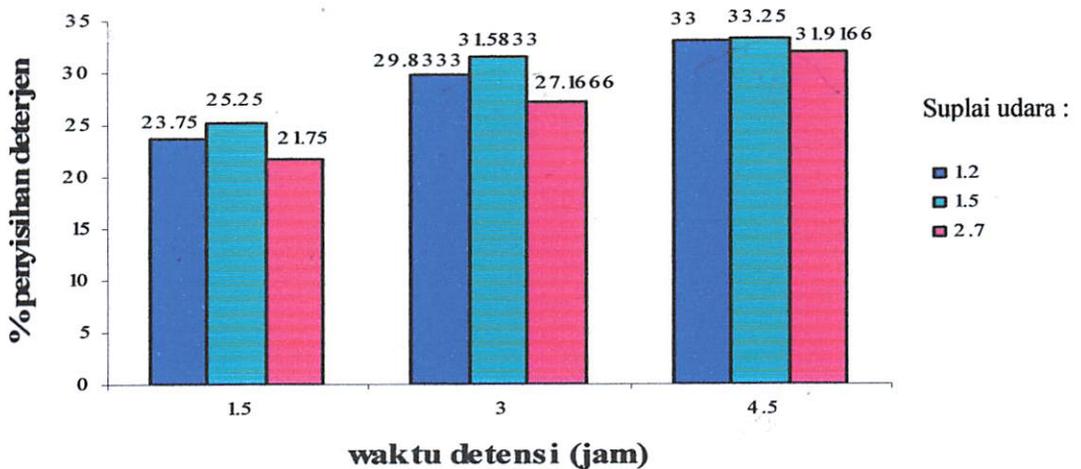
(Sumber: Hasil Penelitian)

4.2. Analisa Konsentrasi akhir deterjen

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa deterjen dapat terdegradasi oleh bakteri *Kurthia zopfii* dalam aerobik digester dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi konsentrasi 200 mg/l dan 400 mg/l; suplai udara 1.2 l/mnt, 1.5 l/mnt, 2.7 l/mnt; waktu 1.5 jam, 3 jam, 4,5 jam. Konsentrasi akhir dapat dilihat pada tabel 4.1 dan dibuat grafik seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4.1. Grafik Prosentase (%) Konsentrasi Deterjen pada Konsentrasi 200 mg/l



Gambar 4.1. Grafik Prosentase (%) Konsentrasi Deterjen pada Konsentrasi 400 mg/l

Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa penurunan % penyisihan konsentrasi deterjen semakin lama waktu prosesnya maka semakin meningkat, tetapi semakin besar suplai udara dan konsentrasi yang digunakan, penurunan konsentrasi akhir yang terjadi hanya sedikit atau kecil. Kemampuan penurunan untuk konsentrasi 200 mg/l berkisar 41,16% - 53,33%, sedangkan untuk konsentrasi 400 mg/l berkisar 21% - 33,25%. Penurunan terbesar terjadi pada konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1,2 l/mnt dan waktu 3 jam dengan %

penyisihan sebesar 53,33% dan penurunan terkecil sebesar 21,75% terjadi pada konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2,7 l/mnt dengan waktu 1,5 jam.

4.2.1. Analisa ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap konsentrasi akhir deterjen

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh berbagai perlakuan terhadap penurunan konsentrasi deterjen maka dilakukan uji anova (analisa varian). Hasil uji anova tersebut ditampilkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Konsentrasi Akhir Deterjen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % removal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4846,426 ^a	17	285,084	127,425	,000
Intercept	71467,782	1	71467,782	31944,213	,000
sampel	4846,426	17	285,084	127,425	,000
Error	80,542	36	2,237		
Total	76394,750	54			
Corrected Total	4926,968	53			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,976)

Pada tabel 4.3 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir deterjen diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis

Ho = kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah identik

H₁ = kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan

Jika probabilitas > 0.05 maka Ho diterima

Jika probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak

Keputusan

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 127.425 dengan probabilitas 0.000. karena probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir deterjen dalam kelima puluh empat perlakuan tersebut memang beda nyata.

Untuk melihat penurunan konsentrasi akhir deterjen yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan maka dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan penurunan konsentrasi akhir deterjen dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut ini:

Tabel 4.4. Hasil uji Duncan penurunan konsentrasi deterjen untuk seluruh perlakuan

Duncan ^{a,b}		% removal												
nama kombinasi perlakuan	N	Subset												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
K2A3W1	3	21,7500												
K2A1W1	3	23,8333	23,8333											
K2A2W1	3		25,2500											
K2A3W2	3			27,9167										
K2A1W3	3			29,8887	29,8887									
K2A1W2	3			29,8333	29,8333									
K2A2W2	3				31,5833	31,5833								
K2A3W3	3				31,9167	31,9167	31,9167							
K2A2W3	3						33,2500	33,2500						
K1A3W1	3							34,5000	34,5000					
K1A2W1	3								36,8333	36,8333				
K1A1W1	3									41,1667	41,1667			
K1A3W2	3									41,8333	41,8333			
K1A2W2	3										45,8333	45,8333		
K1A3W3	3										46,0000	46,0000		
K1A2W3	3											49,1667	49,1667	
K1A1W2	3												51,1667	51,1667
K1A1W3	3													53,3333
Sig.		,097	,254	,147	,100	,206	,062	,064	,569	,892	,110			,065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 Based on Type III Sum of Squares
 The error term is Mean Square(Error) = 2.237.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.
 b. Alpha = ,05.

Keterangan:

- K1A1W1 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam
- K1A1W2 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam
- K1A1W3 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam
- K1A2W1 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam
- K1A2W2 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam
- K1A2W3 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam
- K1A3W1 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam
- K1A3W2 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam
- K1A3W3 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam
- K2A1W1 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam
- K2A1W2 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam
- K2A1W3 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam
- K2A2W1 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam

K2A2W2 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam
K2A2W3 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam
K2A3W1 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam
K2A3W2 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7/min, waktu 3 jam
K2A3W3 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7/min, waktu 4.5 jam

Berdasarkan tabel 4.4. dapat diketahui bahwa:

- Pada perlakuan : konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam (K2A3W1) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam (K2A1W1) terdapat perbedaan yang hampir sama atau homogen atau tidak ada beda nyata.
- Begitu juga untuk konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam (K2A1W1) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam (K2A2W1)
- Konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam (K2A3W2), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam (K2A1W3) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam (K2A1W2)
- Konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam (K2A1W3), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam (K2A1W2), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam (K2A2W2) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam (K2A3W3).
- Konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam (K2A2W2), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7/min, waktu 4.5 jam (K2A3W3) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam (K2A2W3)
- Konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam (K2A3W3), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam (K2A2W3) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam (K1A3W1)
- konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam (K1A3W1), konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam (K1A2W1)
- Konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam (K1A1W1), konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam (K1A3W2)
- Konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam (K1A2W2) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam (K1A3W3)

- Konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam (K1A2W3) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam (K1A1W2)
- Konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam (K1A1W2) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam (K1A1W3)

4.2.2. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka dilakukan analisa dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Korelasi antara Konsentrasi deterjen dengan suplai udara (l/mnt) dan waktu (jam)

Correlations					
		% removal	perlakuan konsentrasi	perlakuan waktu	perlakuan aerasi
Pearson Correlation	% removal	1.000	-.842	.427	-.179
	perlakuan konsentrasi	-.842	1.000	.000	.000
	perlakuan waktu	.427	.000	1.000	.000
	perlakuan aerasi	-.179	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	% removal	.	.000	.001	.098
	perlakuan konsentrasi	.000	.	.500	.500
	perlakuan waktu	.001	.500	.	.500
	perlakuan aerasi	.098	.500	.500	.
N	% removal	54	54	54	54
	perlakuan konsentrasi	54	54	54	54
	perlakuan waktu	54	54	54	54
	perlakuan aerasi	54	54	54	54

Berdasarkan tabel 4.5. menunjukkan bahwa:

1. Besar hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah:
 - Penurunan konsentrasi deterjen dengan konsentrasi adalah -0.842 yang menunjukkan hubungan yang cukup kuat karena diatas 0.5 (Yarnest, 2004) dengan arah hubungan negatif yang menunjukkan hubungan berlawanan arah yang berarti jika penurunan konsentrasi deterjen tinggi maka konsentrasi deterjen harus diturunkan.
 - Penurunan konsentrasi deterjen dengan suplai udara adalah -0,179 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (Yarnest, 2004) dengan arah hubungan negatif yang menunjukkan hubungan berlawanan arah yang berarti jika penurunan konsentrasi deterjen tinggi maka suplai udara harus diturunkan.
 - Penurunan konsentrasi deterjen dengan waktu adalah 0.427 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (Yarnest, 2004)

dengan arah positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti untuk meningkatkan penurunan konsentrasi deterjen tinggi maka diperlukan waktu yang lama.

2. Tingkat signifikan koefisien korelasi adalah :

- Penurunan konsentrasi deterjen dengan variasi konsentrasi menunjukkan nilai probabilitas 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya signifikan atau beda nyata.
- Penurunan konsentrasi deterjen dengan suplai udara menunjukkan nilai probabilitas 0.098 jauh lebih besar dari 0.05, maka korelasinya tidak signifikan atau tidak beda nyata.
- Penurunan konsentrasi deterjen dengan waktu menunjukkan nilai probabilitas 0.001 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya signifikan atau beda nyata.

4.2.3. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka dilakukan analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.6. Prosentase Pengaruh Variabel

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.961 ^a	.924	.920	2.73334

a. Predictors: (Constant), perlakuan aerasi, perlakuan waktu, perlakuan konsentrasi

Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa :

1. Nilai R sebesar 0.961 menunjukkan hubungan yang kuat antara variasi konsentrasi, variasi suplai udara dan variasi waktu dengan % penyisihan deterjen.
2. Nilai R square adalah 0.924. Hal ini berarti 92.4 % variabel penurunan konsentrasi deterjen atau % penyisihan deterjen dipengaruhi variasi konsentrasi, variasi suplai udara dan variasi waktu, sedangkan sisanya 7.6 % penurunan konsentrasi deterjen dipengaruhi oleh faktor lain (Yarnest, 2004).

Tabel 4.7. Hasil Uji Regresi ANOVA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4553.409	3	1517.803	203.155	.000 ^a
	Residual	373.558	50	7.471		
	Total	4926.968	53			

a. Predictors: (Constant), perlakuan aerasi, perlakuan waktu, perlakuan konsentrasi

b. Dependent Variable: % removal

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 203.155 dengan tingkat signifikan 0.000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi konsentrasi deterjen.

Tabel 4.8. Tabel Persamaan Regresi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	54.899	1.745		31.352	.000
	perlakuan konsentrasi	-16.093	.744	-.842	-21.832	.000
	perlakuan waktu	5.000	.456	.427	10.976	.000
	perlakuan aerasi	-2.090	.456	-.179	-4.588	.000

a. Dependent Variable: % removal

Berdasarkan tabel 4.8 diatas dapat kita ketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 54.555 - 16.093 X_1 + 5000 X_2 - 2.090 X_3$$

dimana :

Y = penurunan konsentrasi deterjen

X₁ = variasi konsentrasi

X₂ = variasi waktu

X₃ = variasi suplai udara

Berdasarkan tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari persamaan regresi diperoleh konstanta sebesar 54.555 menyatakan bahwa jika variabel X₁, X₂ dan X₃ tidak ada (sama dengan nol), maka variabel Y adalah 54.555.

Koefisien regresi untuk variabel konsentrasi (X₁) sebesar -16.093 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 mg/l akan menurunkan % penyisihan deterjen sebesar 16.093 mg/l.

Koefisien regresi untuk variabel waktu (X_2) sebesar 5.000 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan meningkatkan % penyisihan deterjen sebesar 5.000 mg/l.

Koefisien regresi untuk variabel suplai udara (X_3) sebesar -2.090 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 l/min akan menurunkan % penyisihan deterjen sebesar 2.090 mg/l.

2 Uji t untuk menguji signifikan konstantadan variabel independent

Hipotesis

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

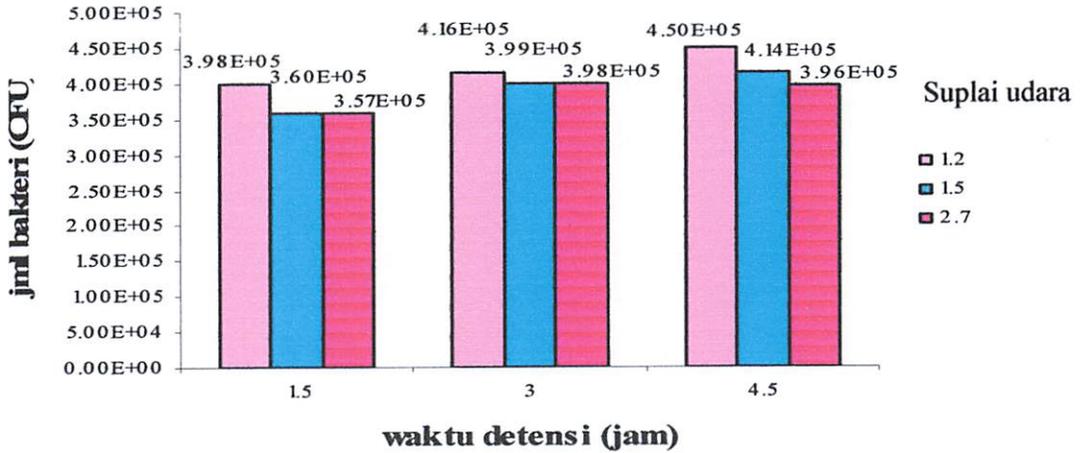
H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

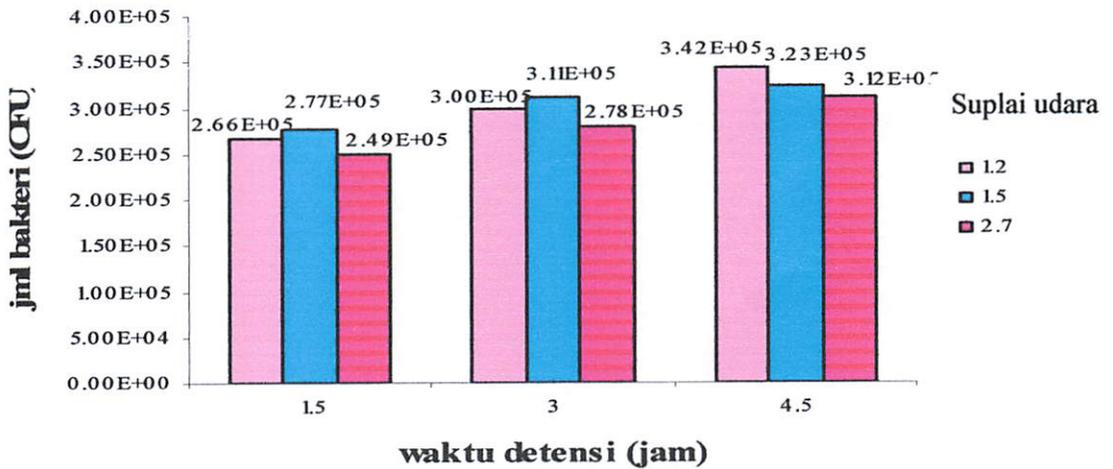
- Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel
Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
Berdasarkan tabel 4.8 statistik t hitung untuk variasi konsentrasi -21.632, variasi suplai udara -4.588 dan variasi waktu 10.976 sedangkan t tabel dengan signifikan 5% yaitu 2.021. Untuk variasi konsentrasi dan variasi suplai udara statistik t hitung < t tabel (-21.632 < -4.588 < -2.021) maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti koefisien regresi tidak signifikan. Sedangkan untuk variasi waktu statistik t hitung > t tabel (10.976 > 2.021) maka H_1 diterima dan H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
- Berdasarkan probabilitas
Jika probabilitas > 0.05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
Jika probabilitas < 0.05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
Keputusan :
Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi konsentrasi, variasi suplai udara 0.000 dan variasi waktu adalah 0.000 atau probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Jadi variasi konsentrasi, variasi suplai udara dan variasi waktu benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi deterjen.

4.3. Jumlah Bakteri

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Kurthia zopfii* mampu mendegradasi deterjen dalam aerobik digester dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi konsentrasi 200 mg/l dan 400 mg/l; suplai udara 1.2 l/mnt, 1.5 l/mnt, 2.7 l/mnt; waktu 1.5 jam, 3 jam, 4,5 jam. Jumlah bakteri setelah operasi dapat dilihat pada tabel 4.2 dan dibuat grafik seperti pada gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3. Grafik Jumlah Bakteri pada konsentrasi 200 mg/l

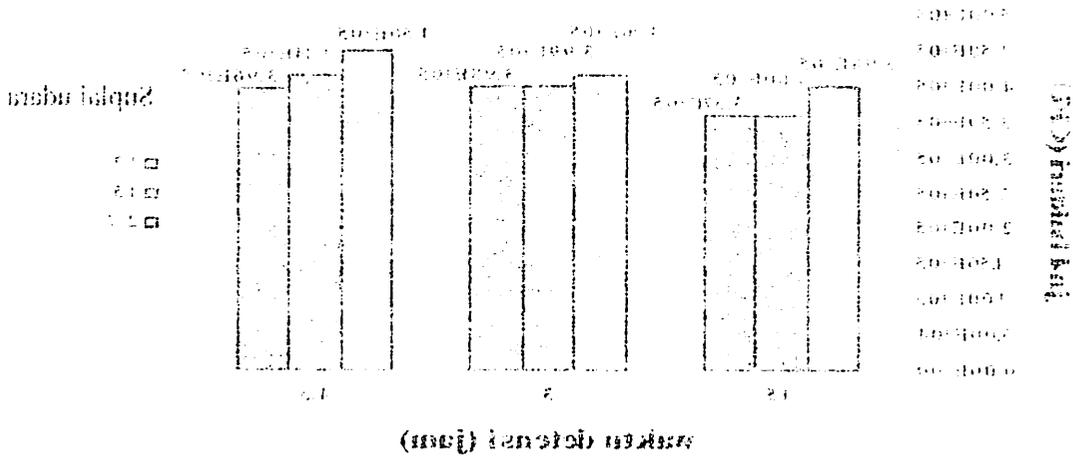


Gambar 4.4. Grafik Jumlah Bakteri pada konsentrasi 400 mg/l

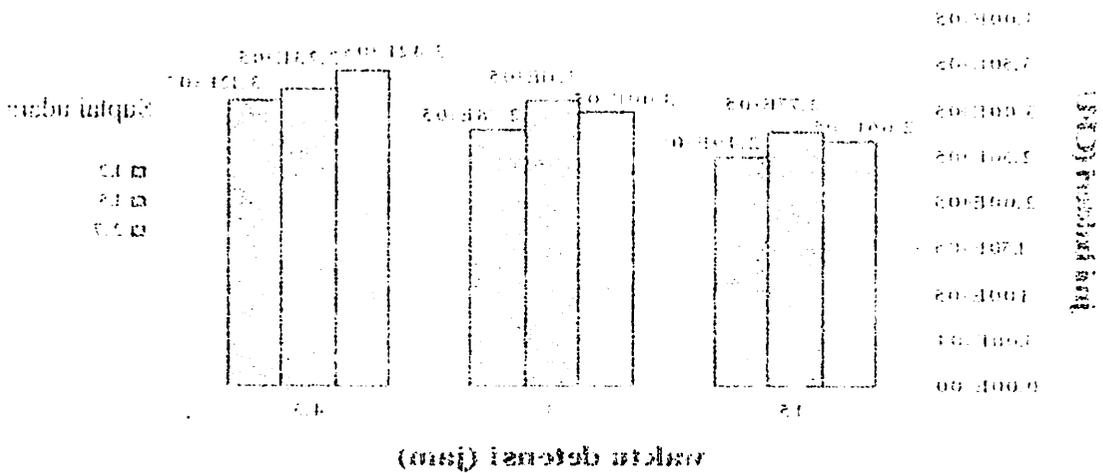
Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan bahwa jumlah bakteri semakin lama waktu prosesnya maka semakin meningkat, tetapi semakin besar suplai udara dan konsentrasi yang digunakan, maka jumlah bakteri yang ada hanya sedikit atau kecil. Pada konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min dan

4.3. Jumlah Bakteri

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Klebsiella* spp. mampu mengendapasi detritus dalam aerotik digester dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi konsentrasi 300 mg/l dan 400 mg/l; suplai udara 1.2 l/menit. 1.2 l/menit, 2.7 l/menit; waktu 1.2 jam, 3 jam, 4.2 jam. Jumlah bakteri setelah operasi dapat dilihat pada tabel 4.3 dan dibuat grafik seperti pada gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3. Grafik jumlah bakteri pada konsentrasi 300 mg/l



Gambar 4.4. Grafik jumlah bakteri pada konsentrasi 400 mg/l

Berlaksanilah gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan bahwa jumlah bakteri semakin lama waktu prosesnya maka semakin meningkat, tetapi semakin besar suplai udara dan konsentrasi yang digunakan, maka jumlah bakteri yang ada hanya sedikit atau kecil. Pada konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/menit dan

waktu 4.5 jam jumlah bakteri yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini kemungkinan disebabkan kesalahan dalam pelaksanaan penelitian. Kemampuan bakteri dalam mendegradasi deterjen ABS untuk konsentrasi 200 mg/l berkisar $3,57.10^5$ - $4,50.10^5$, sedangkan untuk konsentrasi 400 mg/l berkisar $2,66.10^5$ - $3,42.10^5$. Kemampuan bakteri yang optimal dalam mendegradasi deterjen terjadi pada konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1,2 l/mnt dan waktu 3 jam sebesar $4,50.10^5$ dan terkecil sebesar $2,66.10^5$ terjadi pada konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2,7 l/mnt dengan waktu 1,5 jam.

4.3.1. Analisa ANOVA pengaruh variasi perlakuan terhadap jumlah bakteri

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh berbagai perlakuan terhadap jumlah bakteri dalam mendegradasi deterjen ABS maka dilakukan uji anova (analisa varian). Hasil uji anova tersebut ditampilkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Jumlah Bakteri

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: jumlah bakteri

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,848E+11 ^a	17	1,087E+10	815,188	,000
Intercept	6,502E+12	1	6,502E+12	487656,5	,000
sampel	1,848E+11	17	1,087E+10	815,188	,000
Error	480000000	36	13333333,33		
Total	6,687E+12	54			
Corrected Total	1,853E+11	53			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,996)

Pada tabel 4.9 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara jumlah bakteri setelah proses diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis

H_0 = kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah identik

H_1 = kelima puluh empat rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan

Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima

Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

Keputusan

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 815.188 dengan probabilitas 0.000. karena probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak atau jumlah bakteri dalam kelima puluh empat perlakuan tersebut memang beda nyata.

Untuk melihat jumlah bakteri yang paling besar dalam mendegradasi deterjen ABS dan perbedaannya untuk setiap perlakuan maka dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan jumlah bakteri dapat dilihat pada tabel 4.10. berikut ini:

Tabel 4.10. Hasil uji Duncan jumlah bakteri untuk seluruh perlakuan

Duncan ^{ab}		Jumlah bakteri											
sampel	N	Subject											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
K2A3W1	3	249000,0											
K2A1W1	3		266000,0										
K2A2W1	3			277000,0									
K2A3W2	3			278000,0									
K2A1W2	3				300000,0								
K2A2W2	3					311000,0							
K2A3W3	3					312000,0							
K2A1W3	3						323000,0						
K2A2W3	3							342000,0					
K1A3W1	3								357000,0				
K1A2W1	3								360000,0				
K1A3W3	3									398000,0			
K1A1W1	3									398000,0			
K1A3W2	3									398000,0			
K1A2W2	3									399000,0			
K1A2W3	3										414000,0		
K1A1W2	3										416000,0		
K1A1W3	3											450000,0	
Sig.		1,000	1,000	,739	1,000	,739	1,000	1,000	,321	,367	,507	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 13333333,333.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.

Keterangan:

K1A1W1 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam

K1A1W2 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam

K1A1W3 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam

K1A2W1 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam

K1A2W2 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam

K1A2W3 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam

K1A3W1 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam

K1A3W2 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam

K1A3W3 = konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam

K2A1W1 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam

K2A1W2 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam

K2A1W3 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam
 K2A2W1 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam
 K2A2W2 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam
 K2A2W3 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam
 K2A3W1 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam
 K2A3W2 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam
 K2A3W3 = konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam

Berdasarkan tabel 4.10. dapat diketahui bahwa:

- Pada perlakuan : konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 1.5 jam (K2A2W1) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam (K2A3W2) terdapat perbedaan yang hampir sama atau homogen atau tidak ada beda nyata. Begitu juga untuk:
 - konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam (K2A2W2) dan konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 4.5 jam (K2A3W3)
 - konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam (K1A3W1), konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam (K1A1W1), konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 3 jam (K1A3W2) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 3 jam (K1A2W2)
 - konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam (K1A2W3) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam (K1A1W2)
- Pada perlakuan : konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam (K1A1W3), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min, waktu 1.5 jam (K2A3W1), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 1.5 jam (K2A1W1), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 3 jam (K2A1W2), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam (K2A1W3), konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1.5 l/min, waktu 4.5 jam (K2A2W3) dan konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min, waktu 4.5 jam (K1A1W3) terdapat beda nyata setiap perlakuan.

4.3.2. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara ciri variabel yang diamati, maka dilakukan analisa dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.11.

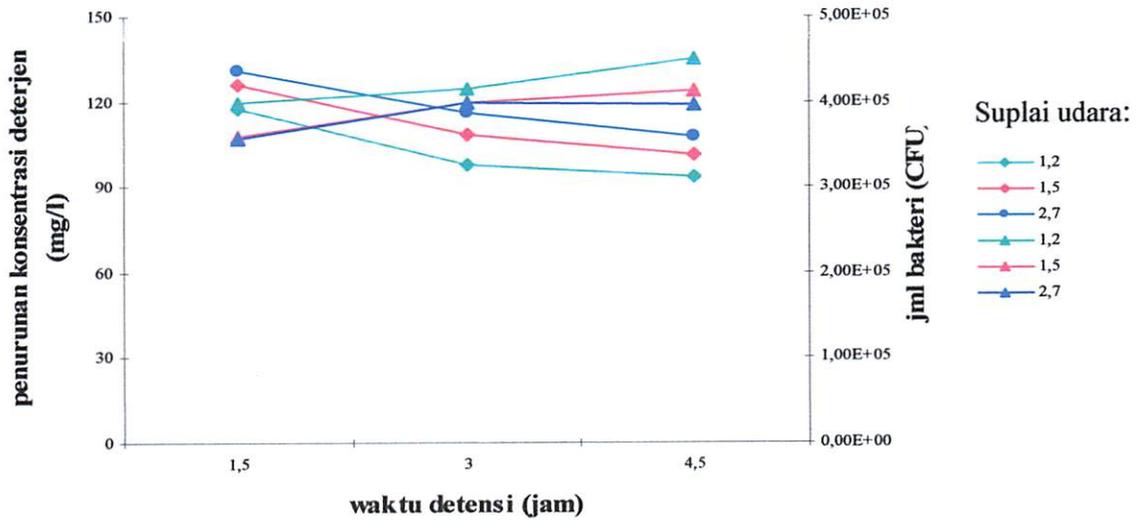
Tabel 4.11. Korelasi antara jumlah bakteri dengan suplai udara (l/mnt) dan waktu (jam)

Correlations					
		jumlah bakteri	variasi konsentrasi	variasi aerasi	variasi waktu
Pearson Correlation	jumlah bakteri	1,000	-,682	-,189	,383
	variasi konsentrasi	-,682	1,000	,000	,000
	variasi aerasi	-,189	,000	1,000	,000
	variasi waktu	,383	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	jumlah bakteri	.	,000	,085	,002
	variasi konsentrasi	,000	.	,500	,500
	variasi aerasi	,085	,500	.	,500
	variasi waktu	,002	,500	,500	.
N	jumlah bakteri	54	54	54	54
	variasi konsentrasi	54	54	54	54
	variasi aerasi	54	54	54	54
	variasi waktu	54	54	54	54

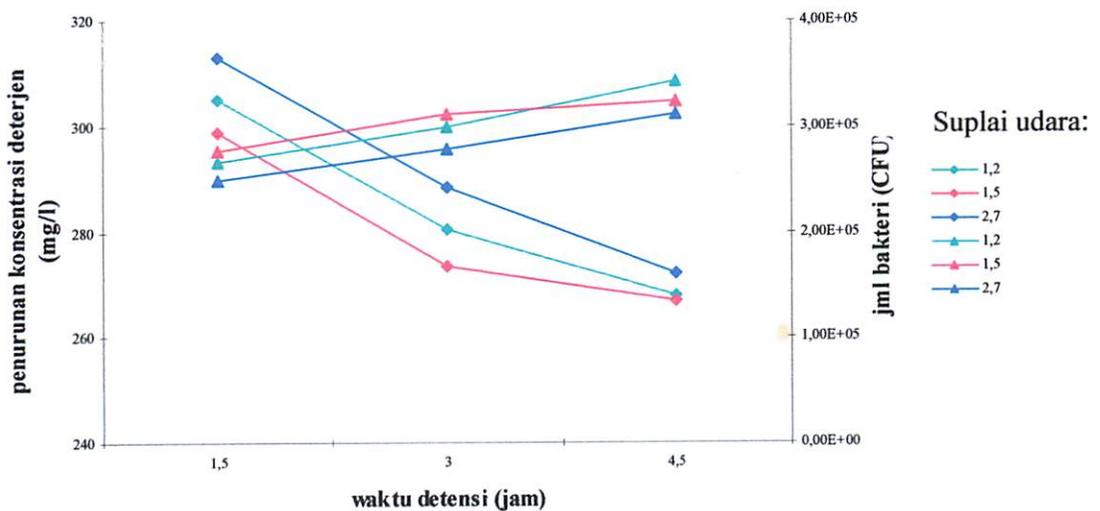
Berdasarkan tabel 4.11. menunjukkan bahwa:

1. Besar hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah:
 - Hubungan korelasi jumlah bakteri dengan konsentrasi adalah -0.882 yang menunjukkan hubungan yang cukup kuat karena diatas 0.5 (Yarnest, 2004) dengan arah hubungan negatif yang menunjukkan hubungan berlawanan arah yang berarti jika jumlah bakteri tinggi maka konsentrasi deterjen harus diturunkan.
 - Hubungan korelasi jumlah bakteri dengan suplai udara adalah -0,189 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (Yarnest, 2004) dengan arah hubungan negatif yang menunjukkan hubungan berlawanan arah yang berarti jika jumlah bakteri tinggi maka suplai udara harus diturunkan.
 - Hubungan korelasi jumlah bakteri dengan waktu adalah 0.383 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (Yarnest, 2004) dengan arah positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti untuk meningkatkan jumlah bakteri maka diperlukan waktu yang lama.
2. Tingkat signifikan koefisien korelasi adalah :
 - Peningkatan jumlah bakteri dengan konsentrasi menunjukkan nilai probabilitas 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya signifikan atau beda nyata.

- Peningkatan jumlah bakteri dengan suplai udara menunjukkan nilai probabilitas 0.085 jauh lebih besar dari 0.05, maka korelasinya tidak signifikan atau tidak beda nyata.
- Peningkatan jumlah bakteri dengan waktu menunjukkan nilai probabilitas 0.002 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya signifikan atau beda nyata.

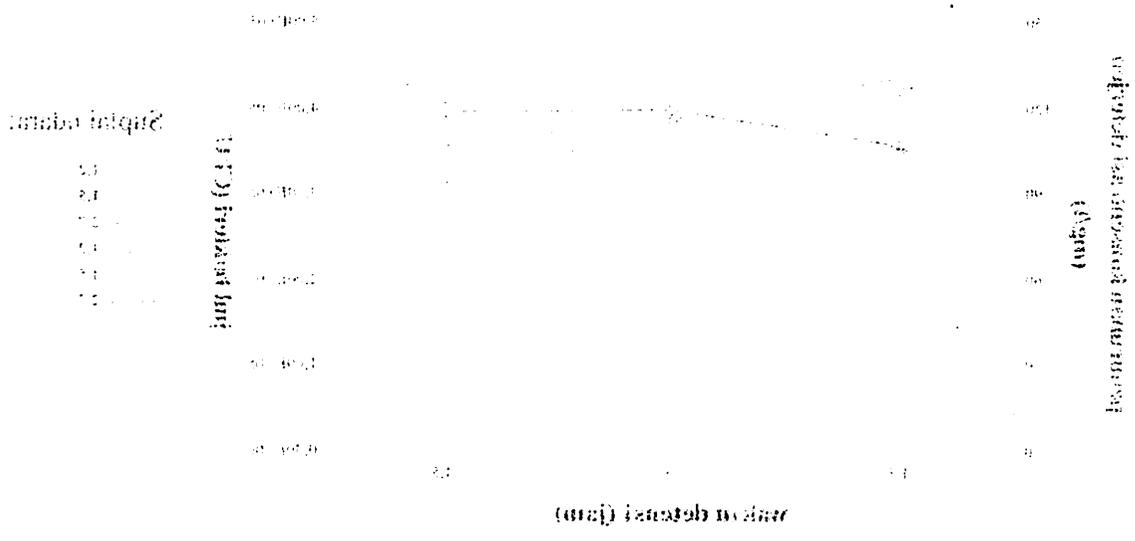


Gambar 4.5. Grafik Hubungan % penyisihan dengan Jumlah Bakteri pada Konsentrasi 200 mg/l



Gambar 4.6. Grafik Hubungan % penyisihan dengan Jumlah Bakteri pada Konsentrasi 400 mg/l

- Peningkatan jumlah bakteri dengan waktu antara menunjukkan nilai probabilitas 0.082 jauh lebih besar dari 0.05, maka konvensionya tidak signifikan atau tidak beda nyata.
- Peningkatan jumlah bakteri dengan waktu menunjukkan nilai probabilitas 0.002 jauh lebih kecil dari 0.05, maka konvensionya signifikan atau beda nyata.



Gambar 4.5. Grafik Hubungan % penyisihan dengan jumlah bakteri pada Konsentrasi 200 mg/l



Gambar 4.6. Grafik Hubungan % penyisihan dengan jumlah bakteri pada Konsentrasi 400 mg/l

4.3.3. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka dilakukan analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.12. Prosentase Pengaruh Variabel

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,980 ^a	,961	,959	12032,24834

a. Predictors: (Constant), variasi waktu, variasi aerasi, variasi konsentrasi

Berdasarkan tabel 4.12 menunjukkan bahwa :

1. Nilai R sebesar 0.980 menunjukkan hubungan yang kuat antara variasi konsentrasi, variasi suplai udara dan variasi waktu dengan jumlah bakteri yang mampu untuk mendegradasi.
2. Nilai R square adalah 0.961 Hal ini berarti 96.1 % variabel jumlah bakteri setelah proses dipengaruhi oleh variasi konsentrasi, variasi suplai udara dan variasi waktu, sedangkan sisanya 3.9 % jumlah bakteri setelah proses dipengaruhi oleh faktor lain (Yarnest, 2004).

Tabel 4.13. Hasil Uji Regresi ANOVA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,78E+11	3	5,934E+10	409,871	,000 ^a
	Residual	7,24E+09	50	144775000,0		
	Total	1,85E+11	53			

a. Predictors: (Constant), variasi waktu, variasi aerasi, variasi konsentrasi

b. Dependent Variable: jumlah bakteri

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 409.871 dengan tingkat signifikan 0.000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi jumlah bakteri setelah proses.

Tabel 4.14. Tabel Persamaan Regresi

		Coefficients ^a				
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	474166,7	7680,000		61,740	,000
	variasi konsentrasi	-103333	3274,763	-,882	-31,554	,000
	variasi aerasi	-13583,3	2005,375	-,189	-6,773	,000
	variasi waktu	27500,000	2005,375	,383	13,713	,000

a. Dependent Variable: jumlah bakteri

Berdasarkan tabel 4.8 diatas dapat kita ketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 474166.7 - 103333 X_1 - 13583.3 X_2 + 27500.000 X_3$$

dimana :

Y = jumlah bakteri setelah proses

X₁ = variasi konsentrasi

X₂ = variasi suplai udara

X₃ = variasi waktu

Berdasarkan tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari persamaan regresi diperoleh konstanta sebesar 474166.7 menyatakan bahwa jika variabel X₁, X₂ dan X₃ tidak ada (sama dengan nol), maka variabel Y adalah 474166.7

Koefisien regresi untuk variabel konsentrasi (X₁) sebesar -103333 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 mg/l akan menurunkan jumlah bakteri sebesar 103333 CFU.

Koefisien regresi untuk variabel suplai udara (X₂) sebesar -13583.3 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 l/min akan menurunkan jumlah bakteri sebesar 13583.3 CFU.

Koefisien regresi untuk variabel waktu (X₃) sebesar 27500.000 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan meningkatkan jumlah bakteri sebesar 27500.000 CFU.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent

Hipotesis

Ho = koefisien regresi tidak signifikan

H₁ = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

- Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel
Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
Berdasarkan tabel 4.8 statistik t hitung untuk variasi konsentrasi -31.554, variasi suplai udara -6.773 dan variasi waktu 13.713 sedangkan t tabel dengan signifikan 5% yaitu 2.021. Untuk variasi konsentrasi dan variasi suplai udara statistik t hitung < t tabel (-31.554 < -2.021 dan -6.773 < -2.021) maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.
Sedangkan untuk variasi waktu statistik t hitung > t tabel (13.713 > 2.021) maka H_1 diterima dan H_0 ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
- Berdasarkan probabilitas
Jika probabilitas > 0.05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
Jika probabilitas < 0.05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
Keputusan :
Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi konsentrasi dan variasi suplai udara adalah 0.000 atau probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Jadi variasi konsentrasi, variasi suplai udara dan variasi waktu benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan jumlah bakteri.

4.4. Pembahasan

4.4.1. Penurunan konsentrasi deterjen

Hasil penelitian yang telah diperoleh dari percobaan alat aerobik digester yang diisi dengan deterjen ABS buatan kemudian ditambahkan dengan bakteri *Kurthia zopfii* dan disuplai udara terbukti mampu menurunkan kadar konsentrasi deterjen ABS. Menurut Harijati dkk dalam Yani, 2004, bahwa surfaktan ABS relatif sulit diuraikan oleh mikroba karena mempunyai rantai hidrokarbon yang bercabang, akan tetapi beberapa penelitian telah menunjukkan terjadinya proses degradasi senyawa tersebut, salah satu contoh dari penelitian tersebut adalah uji

kemampuan bakteri dalam mendegradasi ABS dan LAS. Berdasarkan grafik 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi deterjen ABS untuk variasi konsentrasi 200 mg/l yaitu sekitar 36.83%-53.33% dan untuk variasi konsentrasi 400 mg/l mampu menurunkan sekitar 21.75%-33.25%.

Penurunan konsentrasi deterjen ABS yang tertinggi terjadi pada variasi konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min dan waktu 4.5 jam sebesar 53.33%, sedangkan penurunan terendah terjadi pada variasi konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 2.7 l/min dan waktu 1.5 jam sebesar 21.75%. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar tingkat kepekatannya, semakin panjang rantai alkyl dan letak percabangannya sehingga bakteri yang ada hanya mampu mendegradasi sebagian deterjen ABS (Yani, 2004). Kemungkinan lainnya bisa disebabkan dari kondisi reaktor yang terbuat dari bahan besi yang mempunyai sifat asam (korosif) sehingga dapat mempengaruhi proses degradasi deterjen ABS oleh bakteri.

Variasi suplai udara yang digunakan juga berpengaruh terhadap prosentase penurunan konsentrasi deterjen, dimana semakin besar suplai udara yang digunakan maka semakin kecil penurunan konsentrasi yang terjadi. Ini disebabkan suplai udara yang berlebihan dapat menurunkan aktivitas dari bakteri dalam mendegradasi dan tidak sesuai dengan pertumbuhan bakteri. Pada perlakuan variasi konsentrasi 400 mg/l terjadi peningkatan prosentase konsentrasi deterjen untuk variasi 1.5 l/min, ini disebabkan karena konsentrasi yang divariasikan semakin pekat sehingga bakteri pendegradasi membutuhkan oksigen yang lebih besar untuk mendegradasi deterjen tersebut, tetapi pada variasi suplai udara selanjutnya yaitu pada suplai udara 2.7 l/min mengalami penurunan prosentase konsentrasi deterjen ABS yang disebabkan bakteri tidak mampu lagi mendegradasi karena oksigen yang berlebihan yang tidak sesuai dengan kondisi hidup bakteri tersebut.

Variasi waktu juga mempengaruhi terhadap prosentase penurunan deterjen yaitu semakin lama waktu degradasinya maka semakin besar penurunan konsentrasi deterjen ABS yang terjadi. Hal ini disebabkan semakin lama waktu, bakteri yang ada telah mampu beradaptasi dengan medianya dan nutrisi yang diperoleh untuk kelangsungan hidupnya dari deterjen tersebut sehingga jumlah

bakteri semakin banyak dan kemampuan mendegradasi deterjen semakin besar. Hal ini ditandai dengan semakin besar persentase deterjennya dan waktu yang digunakan belum mencapai pada titik optimal bakteri atau yang disebut fase kematian (death phase).

Berdasarkan tabel 4.4 hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang hampir sama atau homogen atau tidak ada beda nyata untuk sampel K2A3W1, K2A1W1, K2A1W3, K2A1W2, K2A2W2, K2A3W3, K2A2W3, K1A3W1 dan K1A1W2 hal ini disebabkan dalam pemilihan variasi jaraknya terlalu berdekatan. Sedangkan sampel K2A2W1, K2A3W2, K1A3W1, K1A2W1, K1A1W1, K1A3W2, K1A2W2, K1A3W3, K1A2W3 dan K1A1W3 terdapat beda nyata.

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi deterjen dengan berbagai perlakuan variasi konsentrasi, variasi suplai udara, variasi waktu terdapat hubungan yang erat dan benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi deterjen.

4.4.2. Jumlah bakteri setelah proses

Alat aerobik digester mampu menurunkan prosentase penyisihan konsentrasi deterjen yang ditambahkan bakteri *Kurthia zopfii* dengan memperlakukan beberapa variasi konsentrasi, variasi suplai udara, dan variasi waktu. Penambahan bakteri dalam deterjen ABS tersebut bertujuan untuk mendegradasi deterjen, karena deterjen ABS merupakan nutrisi bagi *Kurthia zopfii* sehingga bakteri tersebut dapat tumbuh dan berkembang biak (Wignyanto, 1998).

Berdasarkan grafik 4.3 menunjukkan bahwa jumlah bakteri yang paling banyak sebesar $4,50 \cdot 10^5$ CFU terdapat pada perlakuan dengan variasi konsentrasi 200 mg/l, suplai udara 1.2 l/min dan waktu 4.5 jam, sedangkan pada grafik 4.4 menunjukkan jumlah bakteri pada perlakuan variasi konsentrasi 400 mg/l, suplai udara 1,5 l/min dan waktu 4.5 jam sebesar $3,42 \cdot 10^5$ CFU. Jumlah bakteri yang besar terdapat pada variasi konsentrasi deterjen 200 mg/l, hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi tingkat kepekatan dan bersifat asam sehingga terjadi penurunan jumlah bakteri yang tidak sesuai dengan kondisi hidup dan tidak mampu lagi untuk mendegradasi deterjen secara optimal. Menurut

Bergey's Manual of Determinative Edisi IX dalam Wignyanto bahwa bakteri *Kurthia zopfii* mampu hidup dan berkembang biak dengan baik pada kondisi pH disekitar netral dan suhu 25-30°C. Adanya faktor-faktor lain, seperti alat yang terbuat dari besi serta letak reaktor yang berdekatan dengan mesin penggerak menyebabkan terganggunya perkembangan bakteri sehingga mempengaruhi aktivitas dari bakteri tersebut dalam mendegradasi deterjen ABS.

Pada perlakuan variasi suplai udara yang digunakan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri sehingga dapat menurunkan konsentrasi deterjen, dimana semakin besar suplai udara yang digunakan maka jumlah bakteri semakin berkurang. Oksigen sangat penting bagi kelangsungan hidup organisme pada ekosistem perairan (Hefni E., 2003), tetapi jika berlebihan maka dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri akan terhambat karena oksigen telah mencapai saturasi (jenuh) sehingga bakteri akan mati.

Variasi waktu juga sangat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dalam mendegradasi deterjen ABS, karena semakin lama waktu proses degradasi maka penurunan konsentrasi deterjen ABS semakin besar. Hal ini terjadi karena bakteri belum mencapai fase kematian, sehingga semakin lama waktu proses degradasi terjadi penurunan konsentrasi deterjen yang semakin besar pula.

4.4.3. Hubungan penurunan konsentrasi deterjen dengan peningkatan jumlah bakteri

Hasil penelitian biodegradasi deterjen dalam aerobik digester dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara penurunan persentase penyisihan deterjen terhadap peningkatan jumlah bakteri yang mana dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6.

Berdasarkan gambar 4.5 untuk konsentrasi 200 mg/l, menunjukkan bahwa semakin lama waktu operasinya maka penurunan persentase penyisihan deterjen semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah bakteri. Ini disebabkan nutrisi bakteri yang diperoleh dari deterjen tersebut dapat meningkatkan kemampuan bakteri dalam mendegradasi deterjen, sehingga semakin lama waktu degradasi, jumlah bakteri semakin meningkat yang ditandai dengan semakin besar persentase penyisihannya. Hal ini berarti terdapat hubungan yang sangat erat

antara penurunan persentase penyisihan deterjen dengan peningkatan jumlah bakteri.

Berdasarkan gambar 4.6 untuk konsentrasi 400 mg/l, menunjukkan bahwa semakin lama waktu operasinya maka penurunan persentase penyisihan deterjen semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah bakteri. Penurunan persentase penyisihan deterjen yang terjadi sangatlah kecil, ini disebabkan bakteri *Kurthia zopfii* sudah tidak mampu lagi untuk mendegradasi deterjen dalam konsentrasi yang semakin tinggi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penurunan persentase penyisihan deterjen dengan peningkatan jumlah bakteri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Bakteri *Kurthia zopfii* mampu mendegradasi deterjen ABS dalam aerobik digester
2. Penurunan konsentrasi deterjen ABS untuk variasi 200 mg/l diperoleh penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan suplai udara 1.2 l/min dan waktu detensi 4,5 jam dengan jumlah bakteri $4,50 \cdot 10^5$ CFU, sedangkan yang terendah terjadi pada perlakuan suplai udara 2.7 l/min dan waktu detensi 1,5 jam dengan jumlah bakteri $3,57 \cdot 10^5$ CFU.
3. Penurunan konsentrasi deterjen ABS untuk variasi 400 mg/l diperoleh penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan suplai udara 1.5 l/min dan waktu detensi 4,5 jam dengan jumlah bakteri $3,23 \cdot 10^5$ CFU, sedangkan yang terendah terjadi pada perlakuan suplai udara 2.7 l/min dan waktu detensi 1,5 jam dengan jumlah bakteri $2,49 \cdot 10^5$ CFU.

5.2. Saran

1. Reaktor aerobik digester sebaiknya terbuat dari bahan yang anti panas atau tidak cepat menghantarkan panas, seperti fiber glass dan plastik.
2. Variasi suplai udara divariasikan dengan jarak yang lebih kecil, sehingga diketahui suplai udara terendah dan tertinggi dalam pengoperasiannya serta untuk mengetahui pada suplai udara seberapa banyak bakteri mampu mendegradasi secara optimal.
3. Variasi waktu yang digunakan sebaiknya lebih lama untuk mendapatkan penurunan konsentrasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous., 2004., **Pencemaran Air**, Diakses dari <http://www.terranet.or.id/tulisandetil.php?id=1566> pada tanggal 18 November 2004
- Anonymous., 2004., **Deterjen**, Diakses dari <http://www.pom-obat.go.id/articles.html?id=8> pada tanggal 18 November 2004
- Bowo, DM., 1994., **“Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis”**., Surabaya., ITS Surabaya
- Ekowati dkk., 1992., **“Upaya Peningkatan Kesadaran Masyarakat akan Pentingnya Instalasi Pengolahan Limbah untuk Menurunkan Limbah Deterjen”**., Malang
- Hefni, E., 2003., **“Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan”**., Yogyakarta., Kanisius Yogyakarta
- H Putri., 2003., **“ Uji Toksisitas Akut Surfaktan Deterjen pada Gastropoda Sungai”**., Skripsi tidak diterbitkan., Malang., ITN Malang
- I Nyoman NS., 1995., **“Pengolahan Air Limbah dengan Metode Biologi”**., Bogor., IPB
- Jatmiko, YD., 2004., **“Diversitas Komunitas Pseudomonas di Ekosistem Sungai yang Tercemar Deterjen”**., Skripsi Tidak Diterbitkan., Malang., Universitas Brawijaya
- Lianri, F., 2004., **“Uji Kemampuan Tanaman Rumput dalam Penurunan Konsentrasi Deterjen pada Sistem Lahan Basah”**., Skripsi tidak diterbitkan., Malang., ITN Malang
- Megadutha., 1996., **“Uji Kemampuan Bakteri dalam Mendegradasi ABS dan LAS”**., Skripsi Tidak Diterbitkan., Malang., Universitas Brawijaya
- P Juli Ni Ketut., 2005., **“Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil untuk Proses Penurunan Warna dan Kandungan Organik dengan Koagulan Khitosan dari Limbah Perikanan”**., Skripsi tidak diterbitkan., Malang., ITN Malang
- Qasim Syed R., 1985., **“Wastwewatwer Treatment Plant: planning, design and operation”**., The University at Arlington
- Reynold, TD., 1982., **“Unit Operation and Processesing Environmental Engineering”**., California., Brooks/Cole Engineering Division

- Sudjana., 1995., **“Metoda Statistika”**., Bandung., Penerbit Tarsito Bandung
- Suriawan, U., 1995., **“Pengantar Mikrobiologi Umum”**., Bandung., Angkasa Bandung
- Wahana computer., 2004., **“Pengolahan Data Statistik dengan SPSS 12”**., Yogyakarta., Penerbit Andi
- Wignyanto., 1998., **“Biodegradasi Alkybenzene Sulfonate Pendekatan Eksperimental Laboratorik untuk Pengolahan Limbah”**., Disertasi tidak diterbitkan., Surabaya., UNAIR Surabaya
- Yani Dwi AD., 1997., **“Pengaruh pH terhadap Biodegradasi ABS oleh Kurthia Zopfii dan Enterobactergergoviae dengan Uji Toksisitasnya”**., Skripsi Tidak Diterbitkan., Malang., Universitas Brawijaya
- Yarnest., 2004., **“Aplikasi Statistik”**., Dioma., Malang

LAMPIRAN

ANALISA DETERJEN

ANALISA DETERJEN

A. CARA KERJA

1. Ambil sampel 100 cc, kemudian masukkan ke dalam corong pisah 250 cc
2. Masukkan 25 cc larutan metilen blue
3. Tambahkan 10 cc chloroform dan di shaker selama 30 detik, kemudian sekali-sekali buka tutup corong untuk mengeluarkan gas
4. Biarkan hingga terjadi pemisahan fase, kemudian goyangkan corong pemisah secara perlahan-lahan
5. Tampung lapisan chloroform (bagian bawah) dengan tabung reaksi
6. Masukkan larutan kedalam kuvet dan baca dengan spektronik 20 pada $\lambda=652$ nm

B. PERHITUNGAN KONSENTRASI DETERJEN

1). STANDAR DETERJEN

0.5 ppm \longrightarrow 0.115 A

1.0 ppm \longrightarrow 0.225 A

1.5 ppm \longrightarrow 0.349 A

2.0 ppm \longrightarrow 0.451 A

2). % PENYISIHAN

$$\% \text{ PENYISIHAN} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi akhir}} \times 100 \%$$

Contoh perhitungan untuk variasi konsentrasi 200 mg/l

$$\begin{aligned} \% \text{ penyisihan} &= \frac{200 - 117.66}{200} \times 100\% \\ &= 41.17 \% \end{aligned}$$



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN
NO : M.041 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

Nama : Prima Sari
Nim : 0026023
Jurusan : Teknik Lingkungan
PTN/PTS : ITN Malang
Asal sampel : Lab. Mikrobiologi ITN Malang
Data hasil analisa

Parameter	Kode Sampel	Kadar		Metode analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
Deterjen	K1A1W1 pel.1	119	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W1 pel.2	116	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W1 pel.3	118	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W2 pel.1	97	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W2 pel.2	99	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W2 pel.3	97	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W3 pel.1	95	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W3 pel.2	94	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A1W3 pel.3	91	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W1 pel.1	126	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W1 pel.2	124	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W1 pel.3	129	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W2 pel.1	109	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W2 pel.2	109	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W2 pel.3	107	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W3 pel.1	102	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W3 pel.2	100	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A2W3 pel.3	103	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W1 pel.1	130	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W1 pel.2	131	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W1 pel.3	131	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W2 pel.1	116	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W2 pel.2	116	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W2 pel.3	117	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W3 pel.1	107	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W3 pel.2	108	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K1A3W3 pel.3	109	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.041 / RT.5 / T.1 / R.O / TT. 150803 / 2005

Parameter	Kode Sampel	Kadar		Metode Analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
	K2A1W1 pel.1	307	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W1 pel.2	305	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W1 pel.3	303	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W2 pel.1	281	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W2 pel.2	283	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W2 pel.3	278	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W3 pel.1	270	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W3 pel.2	266	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A1W3 pel.3	268	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W1 pel.1	302	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W1 pel.2	297	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W1 pel.3	298	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W2 pel.1	274	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W2 pel.2	275	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W2 pel.3	272	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W3 pel.1	267	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W3 pel.2	268	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A2W3 pel.3	266	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W1 pel.1	314	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W1 pel.2	312	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W1 pel.3	313	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W2 pel.1	289	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W2 pel.2	287	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W2 pel.3	289	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W3 pel.1	273	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W3 pel.2	272	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20
	K2A3W3 pel.3	272	ppm	Metilen Biru	Spektronik-20

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838**

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.041 / RT.5 / T.I / R.O / TT. 150803 / 2005

Malang, 16 Mei 2005
Mengetahui
Kalab. Kimia Lingkungan

Ketua



FM I Eka Wahman, S.Si., M.Si
NIP. 132 158 726

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 131 616 317

Tabel Data Konsentrasi Akhir Deterjen

Konsentrasi (mg/l)	Suplai udara (l/mnt)	Waktu (jam)	Konsentrasi akhir (mg/l)			Total	Mean	% Penyisihan
			1	2	3			
K1	A1	W1	119	116	118	353	117.66	41.16
		W2	97	99	97	293	97.66	51.16
		W3	95	94	91	280	93.33	53.33
	A2	W1	126	124	129	379	126.33	36.83
		W2	109	109	107	325	108.33	45.83
		W3	102	100	103	305	101.66	49.16
	A3	W1	130	131	131	392	130.66	34.66
		W2	116	116	117	349	116.33	41.83
		W3	107	108	109	324	108.00	46.00
K2	A1	W1	307	305	303	915	305.00	23.75
		W2	281	283	278	842	280.66	29.83
		W3	270	266	268	804	268.00	33.00
	A2	W1	302	297	298	897	299.00	25.25
		W2	274	275	272	821	273.66	31.58
		W3	267	268	266	801	267.00	33.25
	A3	W1	314	312	313	939	313.00	21.75
		W2	289	287	289	865	288.33	27.16
		W3	273	272	272	817	272.33	31.91

PERHITUNGAN PENGUJIAN KESERAGAMAN DATA

Rumus yang digunakan:

$$\text{BKA} = \bar{X} + K.S$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - K.S$$

Dimana: \bar{X} = Hasil rata-rata pengukuran

S = Standart deviasi dari hasil pengukuran

$$S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

K = Index (tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil) untuk kepercayaan 95%, nilai K = 2

Contoh perhitungan pada konsentrasi akhir deterjen ABS pada variasi konsentrasi 200 mg/l, aerasi 1,2 l/min, dan waktu 1,5 jam diperoleh hasil sebagai berikut:

Pengulangan 1 = 119 mg/l

Pengulangan 2 = 116 mg/l

Pengulangan 3 = 118 mg/l

Rata-rata ketiga pengulangan: $(\bar{X}) = 117.66$

Standart Deviasi = 1.52

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= 117.66 + 2x \\ &= 120.7 \end{aligned}$$

Karena BKA > dari ketiga pengulangan maka data tersebut sudah seragam

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= 117.66 - 2x \\ &= 114.62 \end{aligned}$$

Karena BKB < dari ketiga pengulangan maka data tersebut sudah seragam

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel Pengujian Keseragaman Data Konsentrasi Akhir Deterjen

Kons (mg/l)	Aerasi (l/min)	Waktu (jam)	Kons akhir			Rata-rata (X)	(X _i -X)			(X _i -X) ²			Σ(X _i -X) ²	S	BKA	BKB
			X ₁	X ₂	X ₃		X ₁ -X	X ₂ -X	X ₃ -X	(X ₁ -X) ²	(X ₂ -X) ²	(X ₃ -X) ²				
200	1.2	1.5	119	116	118	117.66	1.34	-1.66	0.34	1.7956	2.7556	0.1156	4.6668	1.52	120.7	114.62
		3	97	99	97	97.66	-0.66	1.34	-0.66	0.4356	1.7956	0.4356	2.6668	1.15	99.96	95.36
		4.5	95	94	91	93.33	1.67	0.67	-2.33	2.7889	0.4489	5.4289	8.6667	2.08	97.49	89.17
	1.5	1.5	126	124	129	126.33	-0.33	-2.33	2.67	0.1089	5.4289	7.1289	12.6667	2.51	131.35	121.31
		3	109	109	107	108.33	0.67	0.67	-1.33	0.4489	0.4489	1.7689	2.6667	1.15	110.63	106.03
		4.5	102	100	103	101.66	0.34	-1.66	1.34	0.1156	2.7556	1.7956	4.6668	1.52	120.7	114.62
	2.7	1.5	130	131	131	130.66	-0.66	0.34	0.34	0.4356	0.1156	0.1156	0.6668	0.57	131.18	129.52
		3	116	116	117	116.33	-0.33	-0.33	0.67	0.1089	0.1089	0.4489	0.6667	0.57	117.47	115.19
		4.5	107	108	109	108	-1	0	1	1	0	1	2	1	110	106
400	1.2	1.5	307	305	303	305	2	0	-2	4	0	4	8	2	309	301
		3	281	283	278	280.66	0.34	2.34	-2.66	0.1156	5.4756	7.0756	12.6668	2.51	285.68	275.64
		4.5	270	266	268	268	2	-2	0	4	4	0	8	2	272	264
	1.5	1.5	302	297	298	299	3	-2	-1	9	4	1	14	2.64	304.28	293.72
		3	274	275	272	273.66	0.34	1.34	-1.66	0.1156	1.7956	2.7556	4.6668	1.52	276.7	270.62
		4.5	267	268	266	267	0	1	-1	0	1	1	2	1	269	265
	2.7	1.5	314	312	313	313	1	-1	0	1	1	0	2	1	315	311
		3	289	287	289	288.33	0.67	-1.33	0.67	0.4489	1.7689	0.4489	2.6667	1.15	290.63	286.03
		4.5	273	272	272	272.33	0.67	-0.33	-0.33	0.4489	0.1089	0.1089	0.6667	0.57	273.47	271.19

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
nama	K1A1W1	3
kombinasi	K1A1W2	3
perlakuan	K1A1W3	3
	K1A2W1	3
	K1A2W2	3
	K1A2W3	3
	K1A3W1	3
	K1A3W2	3
	K1A3W3	3
	K2A1W1	3
	K2A1W2	3
	K2A1W3	3
	K2A2W1	3
	K2A2W2	3
	K2A2W3	3
	K2A3W1	3
	K2A3W2	3
	K2A3W3	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % removal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4846,426 ^a	17	285,084	127,425	,000
Intercept	71467,782	1	71467,782	31944,213	,000
sampel	4846,426	17	285,084	127,425	,000
Error	80,542	36	2,237		
Total	76394,750	54			
Corrected Total	4926,968	53			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,976)

Post Hoc Tests

nama kombinasi perlakuan

Homogeneous Subsets

% removal

Duncan^{a,b}

nama kombinasi perlakuan	N	Subset											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
K2A3W1	3	21,7500											
K2A1W1	3	23,8333	23,8333										
K2A2W1	3		25,2500										
K2A3W2	3			27,9167									
K2A1W3	3			29,6667	29,6667								
K2A1W2	3			29,8333	29,8333								
K2A2W2	3				31,5833	31,5833							
K2A3W3	3				31,9167	31,9167	31,9167						
K2A2W3	3					33,2500	33,2500						
K1A3W1	3						34,5000	34,5000					
K1A2W1	3							36,8333					
K1A1W1	3								41,1667				
K1A3W2	3								41,8333				
K1A2W2	3									45,8333			
K1A3W3	3									46,0000			
K1A2W3	3										49,1667		
K1A1W2	3										51,1667		51,1667
K1A1W3	3											53,3333	53,3333
Sig.		,097	,254	,147	,100	,206	,052	,064	,589	,882	,110		,085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2,237.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% removal	36,3796	9,64166	54
perlakuan konsentrasi	1,5000	,50469	54
perlakuan waktu	2,0000	,82416	54
perlakuan aerasi	2,0000	,82416	54

Correlations

		% removal	perlakuan konsentrasi	perlakuan waktu	perlakuan aerasi
Pearson Correlation	% removal	1,000	-,842	,427	-,179
	perlakuan konsentrasi	-,842	1,000	,000	,000
	perlakuan waktu	,427	,000	1,000	,000
	perlakuan aerasi	-,179	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	% removal	.	,000	,001	,098
	perlakuan konsentrasi	,000	.	,500	,500
	perlakuan waktu	,001	,500	.	,500
	perlakuan aerasi	,098	,500	,500	.
N	% removal	54	54	54	54
	perlakuan konsentrasi	54	54	54	54
	perlakuan waktu	54	54	54	54
	perlakuan aerasi	54	54	54	54

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	perlakuan aerasi, perlakuan waktu, perlakuan konsentrasi		Enter

- a. All requested variables entered.
 b. Dependent Variable: % removal

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,961 ^a	,924	,920	2,73334

- a. Predictors: (Constant), perlakuan aerasi, perlakuan waktu, perlakuan konsentrasi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4553,409	3	1517,803	203,155	,000 ^a
	Residual	373,558	50	7,471		
	Total	4926,968	53			

- a. Predictors: (Constant), perlakuan aerasi, perlakuan waktu, perlakuan konsentrasi
 b. Dependent Variable: % removal

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	54,699	1,745		31,352	,000
	perlakuan konsentras	-16,093	,744	-,842	-21,632	,000
	perlakuan waktu	5,000	,456	,427	10,976	,000
	perlakuan aerasi	-2,090	,456	-,179	-4,588	,000

- a. Dependent Variable: % removal

LAMPIRAN

ANALISA BAKTERI

ANALISA JUMLAH BAKTERI

A. CARA KERJA

1. Sterilisasi
 - a. Cuci bersih semua alat-alat yang akan digunakan sampai bersih dengan sabun cuci dan dikeringkan
 - b. Untuk pipet dan tabung reaksi ditutup dengan kapas dan kemudian dibungkus kertas coklat lalu masukkan semua alat-alat kedalam oven dengan temperatur 180°C selama 2 jam
2. Buat media NB (nutrient broth)
 - a. Timbang NB sebanyak 0,65 gr masukkan kedalam erlenmeyer dan dicampurkan dengan aquades steril sebanyak 50 ml
 - b. Panaskan larutan NB dan diaduk-aduk sampai sampai larut
 - c. Tutup erlenmeyer hingga rapat dan di sterilisasi dengan autoklaf 121°C selama 1,5 jam, setelah itu larutan NB dikeluarkan dan didinginkan
3. Buat media NA (nutrient agar)
 - a. Timbang NA sebanyak 2 gr masukkan kedalam erlenmeyer dan dicampurkan dengan aquades steril sebanyak 100 ml
 - b. Panaskan larutan NB dan diaduk-aduk sampai sampai larut
 - c. Tutup erlenmeyer hingga rapat dan di sterilisasi dengan autoklaf 121°C selama 1,5 jam

B. MENGHITUNG JUMLAH BAKTERI

1. Bakteri yang akan dimasukkan
 - a. Siapkan tabung reaksi yang telah di sterilkan sebanyak 3 buah, kemudian masukkan aquades steril sebanyak 9 ml kedalam masing-masing tabung reaksi
 - b. Ambil bakteri 2 ose secara steril, kemudian masukkan ke media NB
 - c. Kocok-kocok media NB yang telah dimasukkan bakteri hingga tercampur rata
 - d. Ambil sebanyak 1 ml dari media NB dan dimasukkan kedalam tabung reaksi 1 yang telah diisi aquades steril secara steril kemudian dikocok-kocok hingga tercampur rata

- e. Ambil sebanyak 1 ml dari tabung 1, kemudian dimasukkan ke tabung reaksi 2 dan dikocok-kocok sampai tercampur rata
 - f. Begitu juga untuk perlakuan terhadap tabung ke-3 yang semuanya dilakukan secara steril
2. Perhitungan bakteri setelah proses
- a. Ambil 1 ml sampel, kemudian masukkan kedalam cawan petri secara steril
 - b. Masukkan media NA kedalam cawan petri yang telah diberi sampel secara steril kemudian diputar-putar seperti angka 8 sampai tercampur rata dan biarkan hingga 24 jam
 - c. Hitung jumlah bakteri dengan colony counter



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang, Telp.(0341) 551971, Fax.(0341) 551976, E-mail : pt@wasantira.net.id
Ds. Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Telp (0321) 322380 & Fax (0321) 395134

JASA TIRTA I

Nomor : 085c S/LKA MLG/IV/05

Halaman 2 dari 3

Page 2 of 3

Kode Contoh Uji : Ext 78-86/Aj/IV/2005/133-141
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 15 April 2005
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

Konsentrasi (mg/L)	Aerasi (L/mnt)	Waktu (Jam)	Jumlah Bakteri (CFU)		
			1	2	3
200	1,2	1,5	399000	399000	396000
		3	417000	418000	413000
		4,5	452000	449000	449000
	1,5	1,5	375000	355000	355000
		3	399000	399000	399000
		4,5	413000	413000	416000
	2,7	1,5	359000	357000	355000
		3	401000	396000	397000
		4,5	395000	394000	399000
400	1,2	1,5	265000	267000	266000
		3	298000	301000	301000
		4,5	341000	343000	342000
	1,5	1,5	280000	276000	275000
		3	309000	312000	312000
		4,5	321000	325000	323000
	2,7	1,5	251000	247000	249000
		3	276000	278000	280000
		4,5	312000	310000	314000

mpulan :
lusion :

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin

Dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation

Tabel Data Jumlah Bakteri Setelah Proses

Konsentrasi (mg/l)	Suplai udara (l/mt)	Waktu (jam)	Jumlah Bakteri (CFU)			Jumlah Bakteri (CFU)
			1	2	3	
K1	A1	W1	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,96.10 ⁵	3,98.10 ⁵
		W2	4,17.10 ⁵	4,18.10 ⁵	4,13.10 ⁵	4,16.10 ⁵
		W3	4,52.10 ⁵	4,49.10 ⁵	4,49.10 ⁵	4,50.10 ⁵
	A2	W1	3,75.10 ⁵	3,55.10 ⁵	3,50.10 ⁵	3,60.10 ⁵
		W2	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,99.10 ⁵
		W3	4,13.10 ⁵	4,13.10 ⁵	4,16.10 ⁵	4,14.10 ⁵
	A3	W1	3,59.10 ⁵	3,57.10 ⁵	3,55.10 ⁵	3,57.10 ⁵
		W2	4,01.10 ⁵	3,96.10 ⁵	3,97.10 ⁵	3,98.10 ⁵
		W3	3,95.10 ⁵	3,94.10 ⁵	3,99.10 ⁵	3,96.10 ⁵
K2	A1	W1	2,65.10 ⁵	2,67.10 ⁵	2,66.10 ⁵	2,66.10 ⁵
		W2	2,98.10 ⁵	3,01.10 ⁵	3,01.10 ⁵	3,00.10 ⁵
		W3	3,41.10 ⁵	3,43.10 ⁵	3,42.10 ⁵	3,42.10 ⁵
	A2	W1	2,80.10 ⁵	2,76.10 ⁵	2,75.10 ⁵	2,77.10 ⁵
		W2	3,09.10 ⁵	3,12.10 ⁵	3,12.10 ⁵	3,11.10 ⁵
		W3	3,21.10 ⁵	3,25.10 ⁵	3,23.10 ⁵	3,23.10 ⁵
	A3	W1	2,51.10 ⁵	2,47.10 ⁵	2,49.10 ⁵	2,49.10 ⁵
		W2	2,76.10 ⁵	2,78.10 ⁵	2,80.10 ⁵	2,78.10 ⁵
		W3	3,12.10 ⁵	3,10.10 ⁵	3,14.10 ⁵	3,12.10 ⁵

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

	N
sampel K1A1W1	3
K1A1W2	3
K1A1W3	3
K1A2W1	3
K1A2W2	3
K1A2W3	3
K1A3W1	3
K1A3W2	3
K1A3W3	3
K2A1W1	3
K2A1W2	3
K2A1W3	3
K2A2W1	3
K2A2W2	3
K2A2W3	3
K2A3W1	3
K2A3W2	3
K2A3W3	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: jumlah bakteri

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,848E+11 ^a	17	1,087E+10	815,188	,000
Intercept	6,502E+12	1	6,502E+12	487656,5	,000
sampel	1,848E+11	17	1,087E+10	815,188	,000
Error	480000000	36	13333333,33		
Total	6,687E+12	54			
Corrected Total	1,853E+11	53			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,996)

Post Hoc Tests

Sample

Homogeneous Subsets

jumlah bakteri

Duncan^{a,b}

sampel	N	Subset											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
K2A3W1	3	249000,0											
K2A1W1	3		266000,0										
K2A2W1	3			277000,0									
K2A3W2	3			278000,0									
K2A1W2	3				300000,0								
K2A2W2	3					311000,0							
K2A3W3	3					312000,0							
K2A1W3	3						323000,0						
K2A2W3	3							342000,0					
K1A3W1	3								357000,0				
K1A2W1	3								360000,0				
K1A3W3	3									396000,0			
K1A1W1	3									398000,0			
K1A3W2	3									398000,0			
K1A2W2	3									399000,0			
K1A2W3	3										414000,0		
K1A1W2	3										416000,0		
K1A1W3	3											450000,0	
Sig.		1,000	1,000	,739	1,000	,739	1,000	1,000	,321	,367	,507	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1333333,333.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
jumlah bakteri	347000,0	59121,87604	54
variasi konsentrasi	1,5000	,50469	54
variasi aerasi	2,0000	,82416	54
variasi waktu	2,0000	,82416	54

Correlations

		jumlah bakteri	variasi konsentrasi	variasi aerasi	variasi waktu
Pearson Correlation	jumlah bakteri	1,000	-,882	-,189	,383
	variasi konsentrasi	-,882	1,000	,000	,000
	variasi aerasi	-,189	,000	1,000	,000
	variasi waktu	,383	,000	,000	1,000
Sig. (1-tailed)	jumlah bakteri	.	,000	,085	,002
	variasi konsentrasi	,000	.	,500	,500
	variasi aerasi	,085	,500	.	,500
	variasi waktu	,002	,500	,500	.
N	jumlah bakteri	54	54	54	54
	variasi konsentrasi	54	54	54	54
	variasi aerasi	54	54	54	54
	variasi waktu	54	54	54	54

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variasi waktu, variasi aerasi, variasi konsentrasi		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: jumlah bakteri

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,980 ^a	,961	,959	12032,24834

a. Predictors: (Constant), variasi waktu, variasi aerasi, variasi konsentrasi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,78E+11	3	5,934E+10	409,871	,000 ^a
	Residual	7,24E+09	50	144775000,0		
	Total	1,85E+11	53			

a. Predictors: (Constant), variasi waktu, variasi aerasi, variasi konsentrasi

b. Dependent Variable: jumlah bakteri

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	474166,7	7680,000		61,740	,000
	variasi konsentrasi	-103333	3274,763	-,882	-31,554	,000
	variasi aerasi	-13583,3	2005,375	-,189	-6,773	,000
	variasi waktu	27500,000	2005,375	,383	13,713	,000

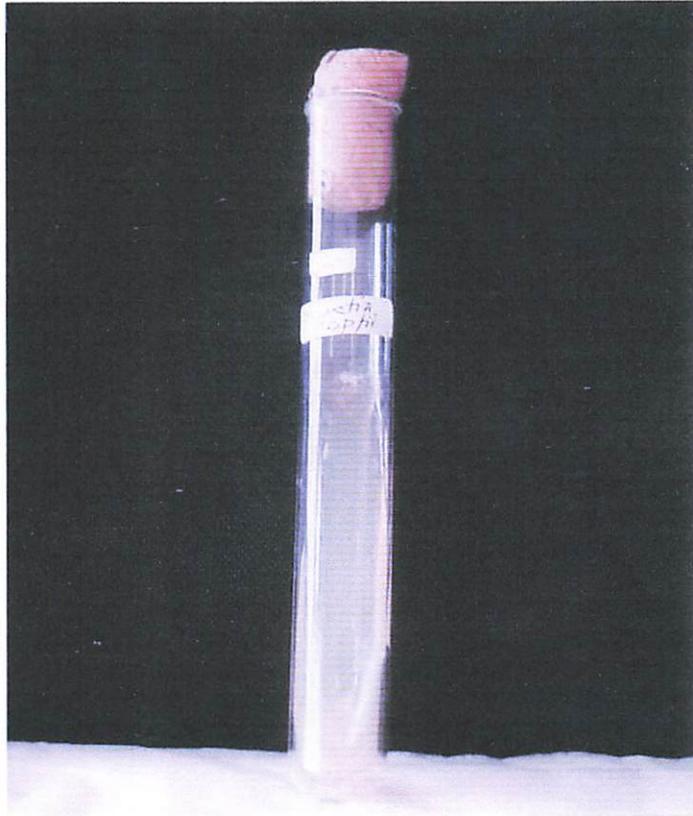
a. Dependent Variable: jumlah bakteri

LAMPIRAN

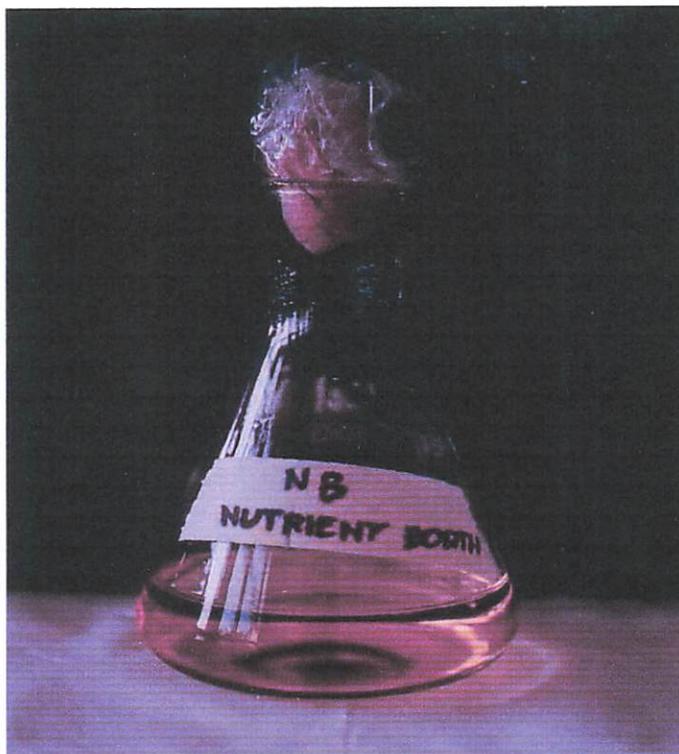
DOKUMENTASI

LAMPIRAN

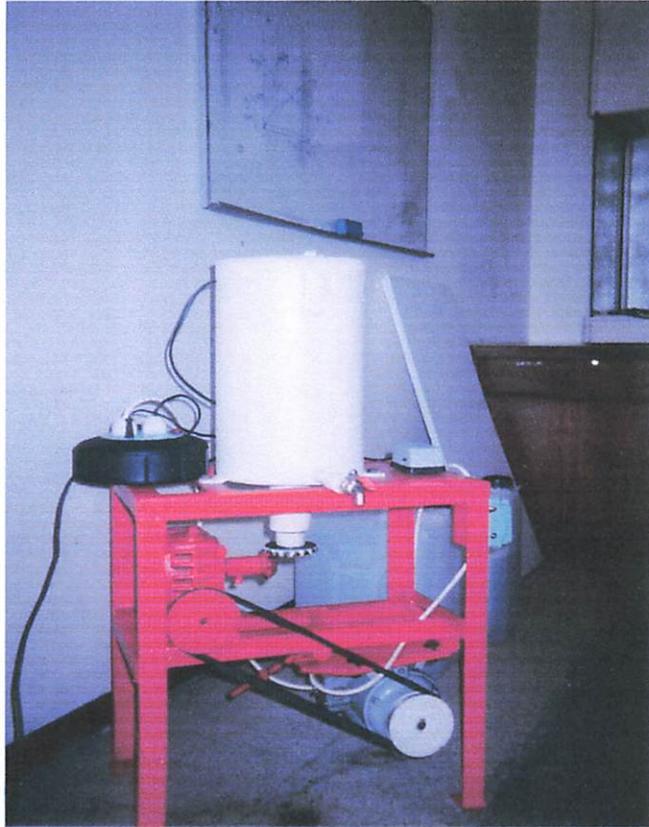
DOKUMENTASI



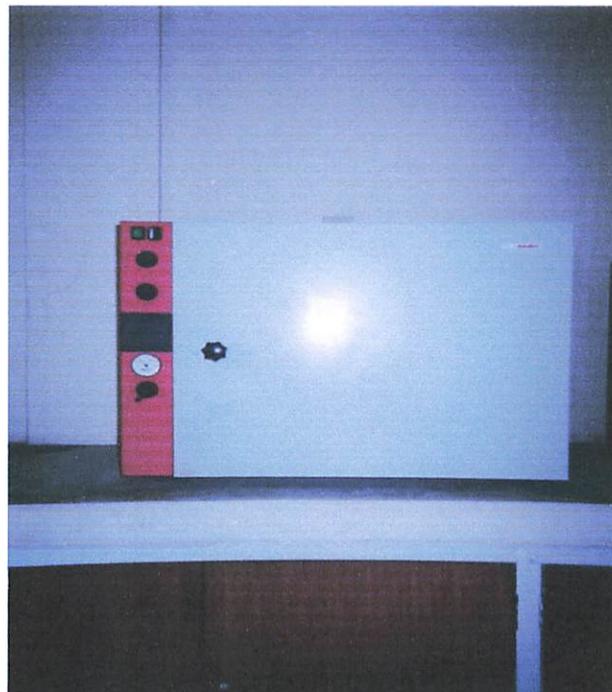
BAKTERI *KURTHIA ZOPFII*



NUTRIENT BROTH



AEROBIK DIGESTER



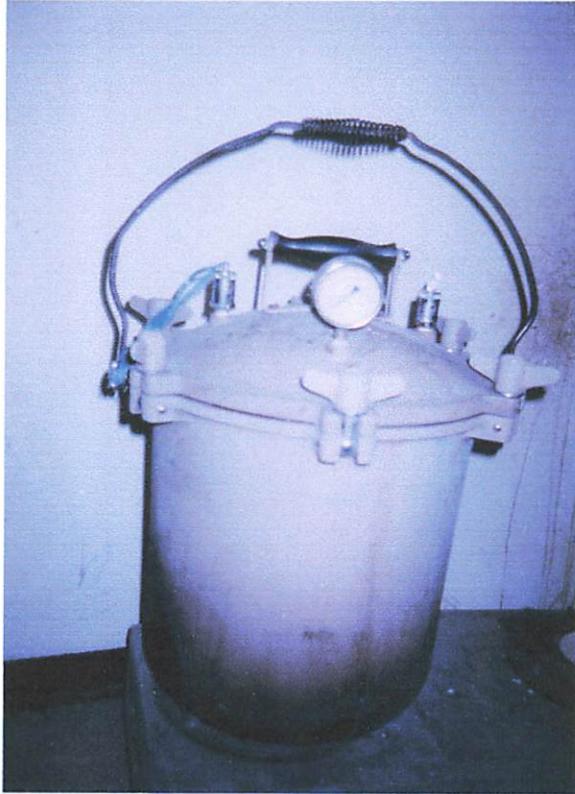
INKUBATOR



OVEN



COLONY COUNTER



AUTOKLAF



DETERJEN ABS



TIMBANGAN ELEKTRIK



KOMPOR LISTRIK