

**PERTUMBUHAN BAKTERI PENGOKSIDASI AMONIAK DARI LIMBAH  
CAIR PABRIK PUPUK UREA DAN PENGAJARANNYA  
DI SMA NEGERI 15 PALEMBANG**

**SKRIPSI**

**OLEH  
SULAIMAN  
NIM 342010011**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
DESEMBER 2014**

**PERTUMBUHAN BAKTERI PENGOKSIDASI AMONIAK DARI LIMBAH  
CAIR PABRIK PUPUK UREA DAN PENGAJARANNYA  
DI SMA NEGERI 15 PALEMBANG**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada  
Universitas Muhammadiyah Palembang  
untuk memenuhi salah satu persyaratan  
dalam menyelesaikan program Sarjana Pendidikan**

**Oleh  
Sulaiman  
NIM 342010011**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
Desember 2014**

Skripsi oleh Sulaiman ini telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Palembang, 15 Desember 2014  
Pembimbing I,



Dra. Sri Wardhani, M.Si.

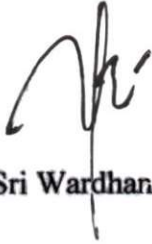
Palembang, 18 Desember 2014  
Pembimbing II,



Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si.

Skripsi oleh Sulaiman ini telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 23 Desember 2014

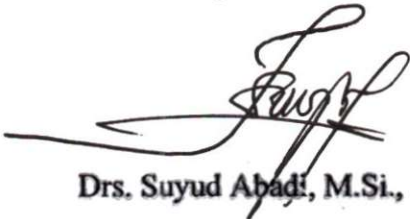
Dewan Penguji:



Dra. Sri Wardhani, M.Si., Ketua



Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si., Anggota



Drs. Suyud Abadi, M.Si., Anggota

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Pendidikan Biologi,



Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si.

Mengesahkan  
Dekan  
FKIP UMP,



Drs. Syaifudin, M.Pd.



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sulaiman  
NIM : 34 2010 011  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas : Muhammadiyah Palembang

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi saya yang segera diujikan ini adalah benar-benar pekerjaan saya sendiri (bukan barang jiplakan).
2. Apabila dikemudian hari terbukti/dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya akan menanggung risiko sesuai dengan hukum yang berlaku.

Palembang, Desember 2014  
Yang menerangkan  
Mahasiswa yang bersangkutan,



**Sulaiman**

Motto:..

- \* Dari ibu, kita belajar mengasahi
- Dari ayah kita belajar tanggung jawab
- Dari teman kita belajar memahami
- Dari Allah kita belajar cinta kasih dan tulus
- \* Di balik kesulitan ada kemudahan, dimana ada usaha disitu ada jalan.
- \* Setetes keringat orang tuaku, seribu langkah aku harus maju.

Alhamdulillah...

Dengan izin Allah SWT skripsi ini dapat diselesaikan dan dengan bangga akan ku persembahkan untuk:

- Allah SWT dan Rasulullah SAW yang telah memberikan petunjuk dan ilmu pengetahuan bagi penulis.
- Ayahanda (Sofian) dan Ibunda (Sunarmi) tercinta yang selalu mendo'akan dan mengharapkan keberhasilanku, terima kasih atas dukungan, do'a, cinta, dan kasih sayangnya.
- Saudara-saudaraku yang tersayang (Ayunda Surni, Haryati, Eni, dan Sapriyah) yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
- Keponakan-keponakanku yang tersayang yang selalu menghibur dalam hidupku
- Keluarga besarku dan sepupu-sepupuku.
- Hijaunya almamaterku serta teman-temanku kelas A (Prodi Biologi'2010).

## ABSTRAK

Sulaiman, 2014. *Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang*. Skripsi, Program Studi Pendidikan Biologi, Program Sarjana (S1), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Palembang. Pembimbing: (I) Dra. Sri Wardhani, M.Si., (II) Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si.

**Kata kunci:** bakteri pengoksidasi amoniak, kurva pertumbuhan, waktu generasi

Bioremediasi merupakan suatu metode pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Bakteri merupakan agen biologi penting dalam bioremediasi karena bakteri mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi dan memiliki enzim-enzim tertentu untuk mengurangi. Polutan. Dalam pemanfaatannya sebagai agen bioremediasi, diperlukan serangkaian proses hingga didapatkan bakteri kultur murni dari lingkungan polutan. Langkah yang tepat dalam pemanfaatan bakteri sebagai agen bioremediasi adalah dengan mengembangbiakan bakteri tersebut. Masalah dalam penelitian ini: 1) bagaimana pertumbuhan bakteri berdasarkan waktu reproduksi dan jumlah bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pabrik pupuk urea? 2) apakah penerapan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* pada pengajaran hasil penelitian ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas X MIA semester ganjil SMA Negeri 15 Palembang pada Kompetensi Dasar 3.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis? Penelitian bertujuan: 1) untuk mengetahui pertumbuhan bakteri berdasarkan waktu reproduksi dan jumlah bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pabrik pupuk urea; dan 2) dengan menerapkan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* pada pengajaran hasil penelitian ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas X MIA semester ganjil SMA Negeri 15 Palembang pada Kompetensi Dasar 3.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis. Hasil penelitian menunjukkan: 1) waktu generasi (g) terpendek isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis B 2,26 jam dengan jumlah  $3,4 \times 10^6$  sel/ml, bakteri pengoksidasi amoniak jenis D 1,22 jam dengan jumlah  $6,0 \times 10^6$  sel/ml, dan bakteri pengoksidasi amoniak jenis F 2,45 jam dengan jumlah  $3,5 \times 10^6$  sel/ml; dan 2) nilai rata-rata tes awal 61.8571 dan tes akhir 84.5714 serta nilai t hitung  $17.896 >$  dari pada t tabel 2,0322. Kesimpulan: 1) Ketiga isolat bakteri pengoksidasi amoniak (B, D, dan F) mempunyai waktu generasi yang sama yaitu pada jam ke tiga; dan 2) dengan menggunakan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas X MIA 1 semester ganjil di SMA Negeri 15 Palembang, dimana  $t_{hitung} (17,896) > t_{tabel} (2,0322)$ .



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang”

Skripsi ini ditulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (SI) di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Palembang. Pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan penghargaan dan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada Dra. Sri Wardhani, M.Si., selaku pembimbing I dan Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si., sebagai dosen pembimbing II, yang penuh kesabaran serta pengertiannya yang telah banyak mengeluarkan waktu, pikiran dan tenaga dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Drs. Syaifudin, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi atas bimbingan, saran, dan bantuannya selama ini.
3. Dra. Sri Wardhani, M.Si., selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan, saran, dan bantuannya selama ini.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Manfaat Penelitian .....	6
F. Ruang Lingkup dan Keterbatasan Masalah .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Sumber dan Dampak Limbah Cair Pupuk Urea bagi Ekosistem.....	8
B. Karakteristik Limbah Cair .....	9
C. Karakteristik Kimia .....	11
D. Bioremediasi .....	12
E. Bakteri Pengoksidasi Amoniak .....	13
F. Pertumbuhan Bakteri .....	15
G. Pengajaran di Sekolah Menengah Atas .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Rancangan Penelitian .....	34
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	34
C. Subjek Penelitian.....	34

D. Instrumen Penelitian.....	35
E. Pengumpulan Data .....	35
F. Analisis Data.....	40

**BAB IV HASIL PENELITIAN**

A. Deskripsi Data Hasil Penelitian .....	42
B. Analisis Data Pengajaran .....	52

**BAB V PEMBAHASAN**

A. Pembahasan Hasil Penelitian Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, dan F.....	55
B. Pembahasan Hasil Pengajaran di SMA Negeri 15 Palembang .....	61

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	58
B. Saran.....	58

**DAFTAR RUJUKAN**

**LAMPIRAN**

**RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Betuk-betuk Penitrifikasi.....	14
2.2 Beberapa Medium Pertumbuhan Bakteri .....	17
3.1 Skenario Kegiatan Pembelajaran dengan Menggunakan Model <i>Picture and picture</i> .....	39
3.2 Fase Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea.....	40
3.3 Waktu Generasi dari Masing-masing Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak.....	41
4.1 Jumlah Sel Starter Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak .....	42
4.2 Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri Pengoksedasi Amoniak Jenis B.....	43
4.3 Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri Pengoksedasi Amoniak D.....	45
4.4 Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri Pengoksedasi Amoniak Jenis F.....	47
4.5 Data Distribusi Frekuensi Tes Awal Siswa Kelas X MIA 1 Semsester ganjil SMANegeri 15 Palembang.....	50
4.6 Data Distribusi Frekuensi Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semsester ganjil SMANegeri 15 Palembang.....	51
4.7 Hasil Uji Statistik Tes Awal dan Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semester ganjil SMA Negeri 15 Palembang.....	53
4.8 Hasil Uji t Tes Awal dan Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semester ganjil SMA Negeri 15 Palembang.....	53

## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

### Halaman

2.1	Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	20
2.2	hemasitometer.....	26
4.1	Kurva Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B.....	44
4.2	Kurva Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis D.....	46
4.3	Kurva Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis F.....	48
4.4	Kurva Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, dan F.....	49
4.5	Histogram Tes Awal.....	51
4.6	Histogram Tes Akhir.....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Bahan Pembuatan Media Selektif.....	70
2. Foto Penelitian di Lab Mikrobiologi MIPA UNSRI.....	71
3. Foto Hasil Penelitian Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, dan F.....	76
4. Perhitungan Jumlah Bakteri dan Waktu Generasi Pertumbuhan Bakteri.....	78
5. Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek isolat bakteri Jenis B, D, dan F.....	80
6. Foto Hasil Pengajaran di Sekolah.....	88
7. Nilai Tes Awal dan Tes Akhir Siswa Kelas X MIA I Semester ganjil SMA Negeri 15 Palembang.....	90
8. Hasil Perhitungan Nilai Siswa Tes Awal dan Tes Akhir dengan Menggunakan SPSS versi 16.00.....	91
9. Tabel t	94
10. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	95
11. Istrumen Penelitian.....	105
12. Surat Judul Skripsi.....	111
13. Surat Keputusan Dosen Pembimbing.....	112
14. Undangan Seminar.....	113
15. Daftar Hadir Seminar Proposal.....	114
16. Surat Permohonan Riset Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNSRI Indralaya.....	116
17. Sura Permohonan Riset Disdikpora Kota Palembang.....	117
19. Surat Izin Penelitian Disdikpora Kota Palembang.....	119
20. Surat Keterangan Selesai Riset SMA Negeri 15 Palembang	120
21. Surat Izin Penelitain di Laboratorium Pada Malam Hari.....	121
22. Laporan Kemajuan Bimbingan Skripsi.....	122
23. Riwayat Hidup.....	126

# BAB I

## PEDAHULUAN

### **A. Latar Belakang**

Industri merupakan salah satu kegiatan perekonomian yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat yang ditandai dengan meningkatnya penyerapan tenaga kerja, transfer teknologi dan meningkatnya devisa negara. Akan tetapi, selain memberikan dampak yang positif ternyata perkembangan di sektor industri memberikan dampak negatif berupa limbah industri bila tidak dikelola dengan baik dan benar akan mengganggu keseimbangan lingkungan sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan tidak dapat tercapai (Desvitria, 2012).

Salah satu industri di Indonesia yang memiliki limbah cukup besar adalah pabrik pupuk urea. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat, gas, maupun limbah cair. Hal ini menimbulkan masalah yang cukup serius karena menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah merupakan buangan hasil produksi yang kehadirannya pada waktu dan tempat tertentu tidak dikehendakai lingkungan karena akan memberikan pengaruh yang merugikan dibandingkan dengan limbah padat dan gas, limbah cair lebih menjadi sorotan karena limbah cair ini akan dibuang ke sungai yang airnya sering dimanfaatkan oleh masyarakat (Desvitria, 2012).

Menurut keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51/MENLH/10/1995, limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri dan dibuang ke lingkungan. Air limbah pabrik memiliki kandungan bahan organik

terakumulasi ini akan menimbulkan terbentuknya senyawa metabolik yang toksik terhadap organisme di perairan, seperti amonia, nitrit, nitrat, dan hidrogen disulfida (Adityanto, 2007 dalam Desvitria, 2012).

Hal ini akan menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan sehingga dibutuhkan pengolahan limbah cair untuk mengurangi dampak yang akan ditimbulkan terhadap lingkungan tersebut. Untuk mengatasi hal-hal tersebut diatas sebuah perusahaan biasanya melakukan pengolahan limbah dengan berbagai cara. Misalnya saja dengan cara bioremediasi (Ginting, 2008).

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan tersebut. Pada saat proses bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun menjadi kurang beracun dengan cara mengubah struktur kimia polutan tersebut yang disebut biotransformasi. Pada umumnya, biotransformasi dapat berujung pada biodegradasi, yaitu degradasi polutan beracun dimana strukturnya menjadi tidak kompleks dan menjadi metabolit yang tidak beracun dan berbahaya (Priadie, 2013). Tahapan proses bioremediasi air tercemar menggunakan mikroba lokal meliputi: isolasi bakteri, pengujian bakteri dalam mengdegradasi zat tercemar, identifikasi bakteri, dan perbanyakkan bakteri. Sehubungan dengan bioremediasi, Pemerintah Indonesia telah mempunyai payung hukum yang mengatur standar baku kegiatan bioremediasi dalam mengatasi permasalahan lingkungan akibat kegiatan pertambangan dan perminyakan serta bentuk pencemaran lainnya (logam berat dan pestisida) melalui Kementrian Negeri Lingkungan Hidup, No. 128 tahun 2003, tentang tatacara dan persyaratan



teknis dan pengelolaan limbah minyak bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologis (bioremediasi) yang juga mencantumkan bahwa bioremediasi dilakukan dengan menggunakan mikroba lokal (Priadie, 2013).

Bakteri indigenous merupakan hasil isolasi bakteri yang berasal dari berbagai sedimen atau perairan lainnya dapat dilakukan oleh laboratorium yang bersangkutan (Priadie, dkk, 2013). Misalnya, hasil isolasi bakteri yang berasal dari lumpur Sungai Siak didapatkan 6 isolat bakteri yang terdiri dari: *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Phenylobacterium*, *Enhydrobacter*, *Morrococcus*, *Flavobacterium*. (Wulandari, 2005). Dengan melakukan isolasi dan seleksi bakteri yang berasal air dan lumpur Danau Maninjau didapatkan 2 isolat bakteri yang dapat mereduksi sulfida, dan 7 isolat bakteri untuk mereduksi amoniak (Rusnam, 2009). Seperti juga di danau yang merupakan ekosistem perairan tergenang (*lentic*), kolam tambak udang juga mempunyai potensi bakteri remediasi.

Istilah pertumbuhan yang digunakan pada bakteri adalah perubahan dalam pertumbuhan total massa sel dan bukan pertumbuhan dalam suatu individu organisme saja. Karena massa sel relatif sama pada siklus sel, maka pertumbuhan bakteri dapat juga didefinisikan sebagai pertumbuhan jumlah sel (Pelczar dan Chan, 2010:148). Semua bentuk kehidupan mempunyai persamaan dalam hal persyaratan nutrisi berupa zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas lainnya. Bakteri dapat tumbuh dalam medium yang mengandung satu atau lebih persyaratan nutrisi. Medium pertumbuhan bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan kriteria, seperti berdasarkan sumbernya, tujuan kultivasi, status fisik (Kusnadi, 2012:43).

Fase dalam pertumbuhan bakteri telah dikenal luas oleh ahli mikrobiologi. Terdapat empat fase pertumbuhan bakteri ketika ditumbuhkan pada kultur curah (*batch culture*), yaitu fase adaptasi (*lag phase*), fase perbanyakan (*exponential phase*), fase statis (*stationer phase*), dan fase kematian (*death phase*) (Pelczar dan Chan, 2010:151).

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian tentang Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea serta Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang. Penelitian yang dilakukan ini berkaitan dengan mata pelajaran biologi kelas X MIA semester ganjil pada kompetensi dasar 3.4. Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis. Materi pokok karakteristik dan perkembangbiakan *Eubacteria*.

Salah satu model pembelajaran yang sesuai untuk menyampaikan hasil penelitian ini kepada siswa adalah model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture*. Model Pembelajaran *Cooperative Learning* merupakan sebuah model mengharuskan guru menggunakan alat bantu atau media gambar untuk menerangkan sebuah materi atau memfasilitasi siswa untuk aktif belajar. Dengan menggunakan alat bantu atau media gambar, diharapkan siswa mampu mengerti pengajaran dengan fokus yang baik dan dalam kondisi yang menyenangkan. Sehingga apapun pesan yang disampaikan bisa diterima dengan baik serta dapat diingat kembali oleh siswa (Titis, 2013). Tipe *Picture and picture* merupakan tipe pembelajaran yang menggunakan gambar yang dipasangkan ataupun diurutkan

menjadi urutan logis (Nugroho, 2013 *dalam* Sumanti, 2013), sehingga siswa yang cepat mengurutkan gambar jawaban atau soal yang benar, sebelum waktu yang ditentukan habis maka merekalah yang mendapat poin.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang diajukan oleh penulis adalah:

1. Bagaimana pertumbuhan bakteri berdasarkan waktu reproduksi dan jumlah bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pabrik pupuk urea?
2. Apakah penerapan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* pada pengajaran hasil penelitian ini dapat meningkatkan hasil belajar pada siswa kelas X MIA semester ganjil, SMA Negeri 15 Palembang pada kompetensi dasar 3.4. Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pertumbuhan bakteri berdasarkan waktu reproduksi dan jumlah bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pabrik pupuk urea.
2. Dengan menerapkan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* pada pengajaran hasil penelitian, maka diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar pada siswa kelas X semester ganjil, SMA Negeri 15 Palembang pada Kompetensi Dasar 3.4. Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan



*Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis.

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi kepada siswa tentang sifat pertumbuhan berdasarkan waktu reproduksi dan jumlah bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pabrik pupuk urea melalui kurva pertumbuhan bakteri.
2. Dapat dijadikan bahan pengayaan dan peningkatan hasil belajar siswa kelas X semester ganjil di SMA Negeri 15 Palembang pada materi pokok karakteristik dan perkembangbiakan *Eubacteria*.
3. Memberikan sumbangsih bagi ilmu biologi terapan khususnya tentang pertumbuhan bakteri yang berperan sebagai bioremediator limbah cair pupuk urea

#### **E. Ruang Lingkup dan Keterbatasan Penelitian**

##### **1. Ruang Lingkup**

- a. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Indralaya.
- b. Tahapan pertumbuhan bakteri berdasarkan fase-fase pertumbuhannya dengan mengamati kurva pertumbuhan bakteri.
- c. Pengajaran hasil penelitian dilakukan di SMA Negeri 15 Palembang kelas X semester ganjil pada materi pokok karakteristik dan perkembangbiakan *Eubacteria*.

## 2. Keterbatasan Penelitian

- a. Isolat bakteri berasal dari limbah cair pabrik pupuk urea yang diperoleh pada peneliti sebelumnya sebanyak 3 isolat yang telah melalui tahap seleksi. Tetapi masih diberi kode karena belum diketahui spesiesnya.
- b. Untuk melihat dan mengamati jumlah bakteri, kurva pertumbuhan bakteri dengan hemasitometer Pengajaran hasil penelitian dilakukan di SMA Negeri 15 Palembang pada materi pokok karakteristik dan perkembangbiakan *Eubacteria* kelas X semester ganjil dengan model *Picture and Picture*.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Sumber dan Dampak Limbah Cair Pupuk Urea bagi Ekosistem

Di lingkungan sekitar begitu banyak sumber limbah, diantaranya adalah buangan sisa produksi dari industri-industri. Salah satu limbah industri yang berpotensi mencemari lingkungan yaitu limbah cair pupuk urea. Industri pupuk urea menghasilkan nitrogen yang lebih tinggi, yakni 46% dibandingkan dengan industri pupuk organik yang lain. Dalam pembuangannya limbah cair pupuk urea perlu mendapatkan suatu perlakuan untuk menetralisasi kadar amoniak sebelum dilepaskan di lingkungan atau ekosistem (Septyaningrum, 2009).

Limbah cair pabrik urea dapat menimbulkan kerusakan ekosistem badan air yang sangat serius. Sampai saat ini, pengolahan limbah cair pupuk urea dilakukan dengan proses nitrifikasi-denitrifikasi heterotrofik dalam kolam-kolam terbuka. Karena kadar COD limbah cair ini rendah, proses nitrifikasi-denitrifikasi heterotrofik tersebut memerlukan banyak masukan sumber karbon, dalam hal ini adalah metanol. Selain itu, kinerja proses tidak terkendali ketika terjadi fluktuasi karakteristik limbah yang ekstrim (Stein, 1973).

Limbah cair yang dihasilkan oleh proses produksi dari industri pupuk urea mengandung bahan beracun yang mampu merusak sel hewan terutama pada kelas mamalia termasuk manusia. Apabila senyawa amoniak berkonsentrasi tinggi masuk dalam perairan dapat membahayakan kehidupan hewan, biota air, maupun manusia disekitarnya. Misalnya dampak amoniak pada ikan dapat menyebabkan kerusakan

pada insang, sehingga respirasi ikan akan terganggu. Amoniak juga menyebabkan kerusakan kulit, sirip, dan usus. Paparan amoniak yang lebih kronis menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, mematikan sistem kekebalan serta merusak sistem syaraf (Septyaningrum, 2009). Masuknya amoniak dengan konsentrasi tinggi pada badan air dapat menurunkan kualitas lingkungan karena adanya rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Dampak dalam berbagai konsentrasi amoniak yang ditimbulkan pada manusia antara lain 5 ppm merupakan kadar paling rendah yang tercium baunya (menimbulkan bau tidak sedap), 6 ppm mengakibatkan iritasi pada mukosa mata dan saluran pernapasan, 25 ppm merupakan kadar maksimum yang dapat ditolerir selama 10 menit, 40 ppm mulai menyebabkan sakit kepala, mual hilang nafsu makan pada manusia. Lebih dari itu, efek amoniak terhadap kesehatan dan lingkungan adalah mengganggu pernapasan, iritasi selaput lendir hidung dan tenggorokan, sedangkan pada konsentrasi 5000 ppm dapat menyebabkan edema laring dan akhirnya dapat menyebabkan kematian (Mukono, 2005 *dalam* Sumanti, 2013).

## **B. Karakteristik Limbah Cair**

Karakteristik limbah cair dapat diketahui menurut sifat-sifat dan karakteristik fisik, dan kimia antara lain sebagai berikut (Fitria, 2011):

### **a. Karakteristik fisik**

Limbah cair menjadi permasalahan utama dalam pengendalian dampak lingkungan industri karena memberikan dampak yang paling luas, disebabkan oleh karakteristik fisik yaitu:

### 1) Suhu

Suhu air berbeda-beda sesuai dengan iklim dan musim. Suhu air limbah lebih tinggi apabila dibandingkan dengan suhu air ledeng, ini dikarenakan adanya kegiatan rumah tangga, fasilitas umum, buangan industri dan lain-lain yang menumpahkan air lebih panas.

### 2) Bau

Bau pada air limbah memberikan gambaran yang sah mengenai keadaan. Bau dapat menunjukkan apakah suatu air limbah masih baru atau telah membusuk. Bau busuk yang timbul pada air limbah ini adalah gas hasil pembusukan zat organik oleh bakteri anaerobik. Selain itu, terdapat mikroorganisme lain yang dapat merubah sulfat menjadi sulfit dan menghasilkan gas hidrogen sulfida atau amoniak.

### 3) Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan adanya zat-zat koloid yang terapung serta terurai secara halus. Selain itu, kekeruhan juga dapat disebabkan oleh kehadiran zat organik. Jasad-jasad renik, lumpur, tanah liat, dan zak koloid yang serupa dengan benda terapung yang tidak mengendap dengan segera, atau dengan kata lain, kekeruhan atau *turbidity* adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai.

### 4) Warna

Air limbah yang masih baru biasanya berwarna coklat abu-abu, sedangkan air limbah yang telah busuk berwarna gelap. Hal ini, sejalan dengan berlangsungnya suasana anaerobik. Air limbah industri mempunyai warna yang bermacam-macam,



biasa jadi warna tersebut terjadi karena adanya reaksi antara sulfida yang dibentuk pada kondisi anaerobik dengan logam yang ada di dalam air limbah tersebut.

5) Zat padat terlarut (*total solid*)

Zat padat terlarut didefinisikan sebagai padatan yang terdapat dalam filtrat yang lolos saringan dengan ukuran pori 2,0  $\mu\text{m}$  atau lebih kecil, saringan yang biasa digunakan untuk mengukur padatan terlarut dalam air limbah yaitu membran polikarbonat dengan ukuran pori 1,0  $\mu\text{m}$  dengan *glass fiber* dengan ukuran tiap porinya yaitu 1,2  $\mu\text{m}$ .

6) Zat padat tersuspensi

Zat padat yang tersuspensi adalah semua zat yang tinggal sebagai residu apabila suhu 103-105<sup>0</sup>C, zat ini dapat dihilangkan secara sedimentasi. Zat-zat padat yang bisa mengendap adalah zat padat yang akan mengendap pada kondisi tanpa bergerak atau diam kurang lebih satu jam akibat gaya beratnya sendiri.

### C. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia air limbah ditentukan oleh biochemical oksigen demand (BOD), chemical oksigen demand (COD) dan logam-logam berat yang terkandung dalam air limbah. Test BOD dalam air limbah merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan sampai saat ini. Metode pengukuran limbah dengan cara ini sebenarnya merupakan pengukuran tidak langsung dari bahan organik. Pengujian dilakukan pada temperatur 20<sup>0</sup>C selama 5 hari. Kalau disesuaikan dengan temperatur alami di indonesia maka seharusnya pengukuran dapat dilakukan pada lebih kurang 30<sup>0</sup>C. Pengukuran dengan COD lebih singkat tetapi tidak mampu mengukur lebih

yang dioksidasi secara biologis. Nilai –nilai COD selalu lebih tinggi dari nilai BOD (Ginting, 2008: 50).

#### **D. Bioremediasi**

Bioremediasi berasal dari kata bio dan remediasi atau "remediate" yang artinya menyelesaikan masalah. Secara umum bioremediasi dimaksudkan sebagai penggunaan mikroba untuk menyelesaikan masalah-masalah lingkungan atau untuk menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan dari tanah, lumpur, air tanah atau air permukaan sehingga lingkungan tersebut kembali bersih dan alamiah (Anita, 2013).

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan tersebut. Pada saat proses bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun menjadi kurang beracun dengan cara mengubah struktur kimia polutan tersebut yang disebut *biotransformasi*. Pada umumnya, biotransformasi dapat berujung pada biodegradasi, yaitu degradasi polutan beracun dimana strukturnya menjadi tidak kompleks dan menjadi metabolit yang tidak beracun dan berbahaya. Saat ini dikenal dua jenis bioremediasi: a) *bioaugmentasi*, dimana mikroorganisme yang terpilih dapat terjadi secara alami ataupun melalui rekayasa genetika kemudian ditambahkan untuk meningkatkan proses degradasi, dan b) *biostimulus*, dimana nutrisi atau oksigen ditambahkan ke air untuk mempercepat pertumbuhan populasi mikroorganisme asli (*indigenus*). Dalam beberapa hal bioaugmentasi mempunyai beberapa keunggulan

dibandingkan dengan teknik biostimulus berupa tingkat degradasi yang lebih cepat dan lebih efektif (Priadine, 2013).

Hasil penelitian Badjoeri dan Widiyanto (2008) merupakan hasil analisis kualitas air menunjukkan pemberian bakteri nitrifikasi sebagai agen bioremediasi berpengaruh positif terhadap perbaikan kondisi kualitas air tambak, dan konsentrasi amonia dan nitrit berada dibawah ambang batas konsentrasi toksit yang membahayakan udang yang dibudidayakan.

#### **E. Bakteri Pengoksidasi Amoniak**

Bakteri pengoksidasi amoniak yang bersifat autotrofik adalah kelompok bakteri yang terutama berperan dalam proses oksidasi amoniak menjadi nitrit pada siklus nitrogen, juga pada proses peruraian nitrogen dalam sistem pengolahan limbah cair. Bakteri autotrofik yang berperan dalam oksidasi amoniak menjadi nitrit adalah *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, dan *Nitrosovibrio*. Beberapa mikroorganisme yang bersifat heterotrofik juga dilaporkan mampu mengoksidasi amoniak atau nitrogen organik menjadi nitrit atau nitrat (Sylvia *et al.*, 1990 dalam Agustiyani, dkk 2004).

Pengubahan amonium menjadi nitrit, yaitu nitrifikasi, dilakukan oleh bakteri penitrifikasi (bakteri sendawa) dalam tanah maupun dalam air. Tidak dikenal adanya bakteri yang dapat mengubah langsung amonium menjadi nitrit; lebih kerap pada oksidasi ini ikut serta dua kelompok bakteri. Bakteri pengoksidasi amonium membentuk nitrit dan pengoksidasi nitrit membentuk nitrat. Jenis bakteri yang



terkenal adalah *Nitrosomonas europaea* dan *Nitrobacter winogradskyi*. Bentuk-bentuk penitrifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1 Bentuk-Bentuk Penitrifikasi**

Pengoksidasi amonium ( <i>Nitroso</i> )	Pengoksidasi nitrit ( <i>Nitro</i> )
$\text{NH}_4^+ + 1^{1/2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	$\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^-$
<i>Nitrosomonas europaea</i>	<i>Nitrobacter winogradskyi</i>
<i>Nitrosococcus oceans</i>	<i>Nitrobacter agilis</i>
<i>Nitrospira briensis</i>	<i>Nitrospina gracilis</i>
<i>Nitrosolabus multiformis</i>	<i>Nitrococcus mobilis</i>

**Langkah reaksi oksidasi amonium.** Amonium mungkin dioksidasi melalui langkah-langkah sebagai berikut:



Langkah pertama adalah endergen dan dikatalisis oleh *amonium monoksidase*: atom O dari  $\text{NH}_2\text{OH}$  berasal dari oksigen molekuler. Langkah kedua dikatalase oleh hidrogksilamina oksidoreduktase. Pada oksidasi nitrit, elektron dipindahkan pada sitokrom  $a_1$ . Hanya langkah oksidasi hidrogksilamina menjadi nitrit dan dari nitrit menjadi nitrat dapat dimanfaatkan energinya.

Pertumbuhan dan metabolisme bakteri penitrifikasi ototrof selalu optimum hanya dalam cakupan pH antara 7 dan 8. Rentang pH dari nitrifikasi sempurna amonium menjadi nitrit dengan demikian amat sempit, sedangkan amonium bebas (di daerah alkali) dan asam nitrat (di daerah asam) bersifat toksik terhadap *Nitrobacter*. Kadar  $\text{NH}_3$  bebas dan  $\text{HNO}_2$  bebas diketahui tergantung dari pH (Schlegel dan Schmidt, 1994).

Laju pertumbuhan bakteri yang bersifat autotrofik lebih lambat dibandingkan dengan bakteri heterotrofik. Derajat keasamaan (pH) merupakan salah satu faktor

lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amoniak. Drajat keasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan bakteri pengoksidasi amoniak yang bersifat autotrofik berkisar dari 7,5 sampai 8,5 (Retledge, 1994 dalam Agustiyani, 2004).

Pengaruh pH terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amoniak (pada media tanpa senyawa organik dan media organik). Starter sebanyak 10% v/v ditumbuhkan didalam erlenmeyer yang berisi 50 ml media basal dalam *buffer fosfat* pH 5, 6, 7, 8, dan 9. Kultur tersebut kemudian diinkubasi pada suhu ruang diatas penggoyang (*shaker*) selama 72 jam. Selama inkubasi dilakukan pengamatan setiap 24 jam terhadap pertumbuhan dan kemampuannya dalam mengoksidasi amoniak. Pertumbuhan ditentukan dengan menghitung jumlah sel bakteri menggunakan *haemocytometer*. Pengujian dengan cara yang sama juga dilakukan dengan menggunakan media organik (Agustiyana, 2004).

## **F. Pertumbuhan Bakteri**

Mempelajari pertumbuhan bakteri merupakan faktor penting dalam mengetahui beberapa aspek fisiologi. Hal itu karena karakteristik pertumbuhan mencerminkan kejadian fisiologi suatu bakteri (Purwoko, 2009:30). Istilah pertumbuhan yang digunakan pada bakteri adalah perubahan dalam pertumbuhan total masa sel dan bukan pertumbuhan dalam suatu individu organisme saja. Karena massa sel relatif sama pada siklus sel, maka pertumbuhan dapat juga didefinisikan sebagai pertumbuhan jumlah sel. Kondisi pertumbuhan seimbang pada suatu pertumbuhan, pertumbuhan semua komponen seluler secara teratur. Akibatnya



pertumbuhan dapat ditentukan tidak hanya dengan cara mengukur jumlah sel tetapi juga dengan mengukur jumlah berbagai komponen seluler (RNA, DNA dan Protein) dan juga produksi-produksi metabolisme tertentu (Pelczar dan Chan, 2010:148).

### **1. Nutrisi Pertumbuhan Bakteri**

Semua bentuk kehidupan mempunyai perasaan dalam hal persyaratan nutrisi berupa zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas lainnya. Nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, seperti halnya nutrisi untuk organisme lain mempunyai kebutuhan akan sumber nutrisi, yaitu:

- a. Bakteri membutuhkan sumber energi yang berasal dari energi cahaya (fototrof) dan senyawa kimia (kemotrof).
- b. Bakteri membutuhkan sumber karbon berupa karbon anorganik (karbon dioksida) dan karbon organik (seperti karbohidrat).
- c. Bakteri membutuhkan sumber nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik (seperti kalium nitrat) dan organik (berupa protein dan asam amino).
- d. Bakteri membutuhkan beberapa unsur logam (seperti kalium, matrium, magnesium, besi, tembaga dan sebagainya).
- e. Bakteri membutuhkan air untuk fungsi-fungsi metabolik dan pertumbuhannya.

Bakteri dapat tumbuh dalam medium yang mengandung satu atau lebih persyaratan nutrisi seperti diatas. Keragaman yang luas dalam tipe nutrisi bakteri, memerlukan penyimpanan medium yang beragam untuk menumbuhkannya. Medium pertumbuhan bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan kriteria, seperti berdasarkan

sumbernya, tujuan kultivasi, status fisik (Kusnadi, 2012:43). Beberapa medium untuk pertumbuhan bakteri dilihat dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.2 Beberapa Medium Pertumbuhan Bakteri**

Dasar Pengelompokan	Ciri	Contoh
Sumber Nutrien	Alamiah, Buatan	Susu campuran zat-zat kimia
Status Fisik	Padat, Semi Padat, dan Cair	Kaldu agar, Agar lunak, dan Kaldu cair
Identifikasi Bakteri	Kompleks (komposisi kimia tak diketahui)	Agar nutrien
Menunjang Pertumbuhan Bakteri Sulit Tumbuh	Medium pengaya	Kaldu infusi jantung
Perbedaan Pertumbuhan	Medium difrensial	Agar eosin metilin biru (EMB)-agar
Pertumbuhan Selektif	Medium selektif	<i>Salmonella Shihella</i> agar
Pengukuran Kuantitatif Vitamin dan Antibiotik	Medium uji	Medium uji vitamin B12

(Sumber: Kusnadi, 2012:43)

## 2. Fase-Fase Pertumbuhan Bakteri

Fase dalam pertumbuhan bakteri telah dikenal luas oleh ahli mikrobiologi. Terdapat 4 fase pertumbuhan bakteri ketika ditumbuhkan pada kultur curah (*batch culture*), yaitu fase adaptasi (*lag phase*), fase perbanyakkan (*exponential phase*), fase statis (*stationer phase*), dan fase kematian (*death phase*) (Pelczar dan Chan, 2010:151).

### a. Fase Adaptasi (Fase Lag)

Pada fase ini tidak ada pertumbuhan populasi. Sel mengalami perubahan dalam komposisi kimiawi dan bertambah ukurannya, substansi interseluler bertambah. Ketika sel dalam fase statis dipindahkan ke media baru, sel akan melakukan proses adaptasi. Proses adaptasi meliputi sintesis enzim baru yang sesuai

dengan mediannya dalam pemuliahan terhadap metabolik yang bersifat toksin (misalnya asam, alkohol, dan basa) pada waktu media lama (Pelczar dan Chan, 2005).

Fase adaptasi atau fase penyesuaian yang merupakan fase pengaturan suatu aktivitas dalam lingkungan baru. Oleh karena itu selama fase ini pertumbuhan massa atau pertumbuhan jumlah sel belum begitu terjadi, sehingga kurva fase ini umumnya mendatar. Selang waktu fase lag tergantung kepada keseimbangan pengaturan aktivitas dan lingkungannya. Semakin sesuai maka selang waktu yang dibutuhkan semakin cepat (Purnomo, 2004).

Lamanya fase adaptasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya (Yanti, 2010).

#### 1) Medium dan lingkungan pertumbuhan

Jika medium dan lingkungan pertumbuhan sama seperti medium dalam lingkungan sebelumnya, mungkin tidak diperlukan waktu adaptasi. Tetapi jika nutrisi yang tersedia dan kondisi lingkungan baru berbeda dengan sebelumnya, diperlukan waktu penyesuaian untuk mensintesa enzim-enzim.

#### 2) Jumlah inokulum

Jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi.

### **b. Fase Perbanyakan (Logaritmik atau Eksponensial)**

Fase eksponensial atau logaritmik merupakan fase peningkatan aktivitas perubahan bentuk maupun penambahan jumlah mencapai kecepatan maksimum sehingga kurvanya dalam bentuk eksponensial. Peningkatan aktivitas ini harus diimbangi oleh banyak faktor, antara lain: faktor biologis, misalnya: bentuk dan sifat

mikroorganisme terhadap lingkungan yang ada, asosiasi kehidupan diantara organisme yang bersangkutan dan faktor non biologis, misalnya kandungan hara dalam medium kultur, suhu, kadar oksigen, cahaya, bahan kimia dan lain-lain. Jika faktor-faktor di atas optimal, maka peningkatan kurva akan tampak jelas tajam atau semakin membentuk sudut tumpul terhadap garis horizontal waktu (Purnomo, 2004).

### **c. Fase Stasioner/Konstan**

Pada fase ini terjadi penumpukan produk beracun atau kehabisan nutrien. Beberapa sel mati sedangkan yang lain tumbuh dan membelah. Jumlah sel hidup menjadi tetep. Fase ini menunjukkan jumlah bakteri berbiak sama dengan jumlah bakteri yang mati, sehingga kurva menunjukkan garis yang hampir horizontal (Pelczar dan Chan, 2005). Alasan bakteri tidak melakukan pembelahan sel pada fase statis bermacam-macam. Beberapa alasan yang dapat dikemukakan adalah:

- 1) Nutrien habis
- 2) Akumulasi metabolik toksik ( misalnya alkohol, asam, dan basa)
- 3) Penurunan kadar oksigen
- 4) Penurunan nilai aw (ketersediaan air).

Pada fase statis, biasanya sel melakukan adaptasi terhadap kondisi yang kurang memungkinkan. Adaptasi itu dapat menghasilkan senyawa yang diinginkan manusia misalnya antibiotik dan antioksidan (Purwoko, 2009:35).

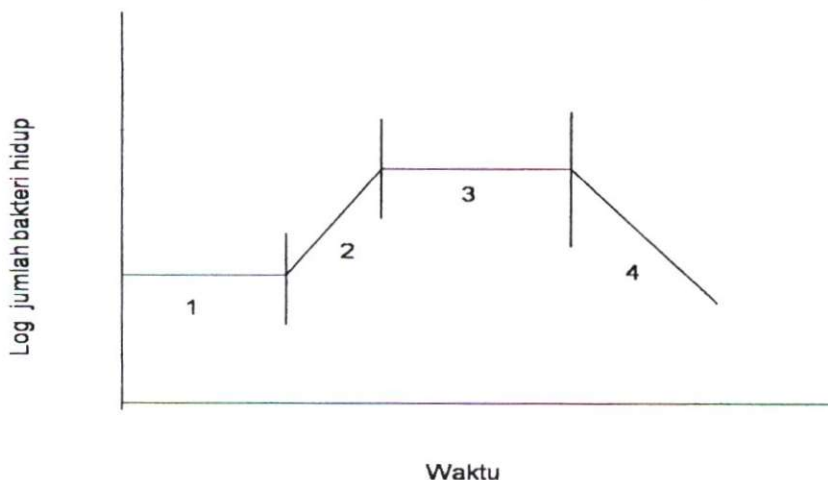


#### d. Fase Kematian

Pada fase ini sel menjadi mati lebih cepat dari pada terbentuknya sel-sel baru, laju kematian mengalami percepatan menjadi eksponensial bergantung pada spesiesnya, semua sel mati dalam waktu beberapa hari atau beberapa bulan (Pelczar dan Chan, 2005).

Penyebab utama kematian adalah autolisis sel dan penurunan energi seluler. Beberapa bakteri hanya mampu bertahan beberapa jam selama fase statis dan akhirnya masuk ke fase kematian, sementara itu ada bakteri yang mampu bertahan samapi harian bahkan mingguan pada fase statis dan akhirnya masuk kedalam fase kematian. Beberapa bakteri bahkan mampu bertahan sampai puluhan tahun sebelum mati, yaitu dengan mengubah sel menjadi spora (Purwoko, 2009:35).

### 3. Kurva Pertumbuhan Bakteri



Gambar 2.1 Kurva Pertumbuhan Bakteri, Menunjukkan Empat Fase Pertumbuhan: 1.Fase adaptasi (*Lag phase*), 2.Fase pertumbuhan (*Log phase*), 3.Fase stasioner (*Station phase*), Fase kematian (*Death phase*) (Pelczar dan Chan, 2010).

Perubahan kemiringan pada kurva tersebut menunjukkan transisi dari satu fase perkembangan ke fase lainnya. Nilai logaritmik jumlah sel biasanya lebih sering dipetakan daripada nilai aritmatik. Logaritma dengan dasar dua sering digunakan, karena setiap unit pada ordinat menampilkan suatu kelipatan dua dari populasi (Kusnadi, 2012:44).

Kurva pertumbuhan bakteri dibuat dengan tujuan untuk melihat fase-fase pertumbuhan dari masing-masing bakteri, yaitu fase lag, eksponensial, stasioner, dan kematian. Pada beberapa bakteri tidak terlihat adanya fase lag karena pengukuran dilakukan satu jam sekali, sehingga perubahan yang terjadi dalam rentang waktu kurang dari satu jam tidak diketahui. Fase kematian juga tidak terlihat karena pembuatan kurva pertumbuhan dengan metode tidak langsung ini tidak dapat membedakan sel mati dan sel hidup, sehingga seolah-olah tidak ada fase kematian (Dwipayana, 2010).

#### **4. Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri**

Hasil penelitian Munawar (2011), 13 bakteri pendegradasi hidrokarbon ditentukan kurva pertumbuhannya dengan cara menginokulasikan masing-masing bakteri pada medium soeminarti cara dengan kadar *sludge* minyak bumi optimal yaitu sebanyak 5% (b/v). Kultur diinkubasi pada suhu 30<sup>0</sup>C (suhu kamar) dan dihitung jumlah sel bakterinya setiap hari sampai menunjukkan menurun. Data jumlah sel bakteri dari setiap waktu pengamatan dibuat dalam bentuk grafik. Sehingga diketahui fase-fase pertumbuhannya. Setiap kurva pertumbuhan bakteri yang diperoleh ditentukan waktu generasinya terpendek pada fase pertumbuhan eksponensial.

## 5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Bakteri merupakan sebagian besar mikroba yang pada umumnya berkembang pada lingkungan yang terkontaminasi hidrokarbon. Bakteri merupakan golongan yang lebih dominan dan memiliki peran yang sangat menonjol dalam menguraikan limbah. Bila dibandingkan dengan mikroba lain, misalnya saja protozoa yang memiliki makanan yang lebih kompleks dan ganggang yang membutuhkan sinar matahari dalam perolehan energi. Bakteri merupakan mikroba yang lebih fleksibel pertumbuhannya dan kelangsungan hidupnya (Ginting, 2008:153).

Pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor biotik maupun faktor abiotik. Faktor biotik ada yang dari dalam dan ada faktor biotik dari lingkungan. Faktor biotik dari dalam menyangkut: bentuk mikroorganisme, sifat mikroorganisme terutama di dalam kehidupannya apakah mempunyai respon yang tinggi atau rendah terhadap perubahan lingkungan, kemampuan menyesuaikan diri (adaptasi). Faktor lingkungan biotik berhubungan dengan keberadaan organisme lain di dalam lingkungan hidup mikroorganisme yang bersangkutan (Purnomo, 2004).

Faktor abiotik meliputi susunan dan jumlah senyawa yang dibutuhkan di dalam medium kultur, lingkungan fisik suhu, cahaya, pH dan pengaruh tekanan osmotik terhadap pertumbuhan bakteri (Fitriah, 2012) sebagai berikut:

1. Suhu, bakteri nitrifikasi dapat tumbuh optimal antar suhu 20 sampai 30<sup>0</sup>C. Jika temperatur menurun maka aktivitas metabolisme bakteri akan menurun. Pada

suhu di atas 35<sup>0</sup>C bakteri mulai mengalami stres, hal ini diperkirakan karena enzim yang rusak akibatnya tingginya suhu tersebut

2. Cahaya, bakteri sensitif akan kehadiran cahaya yang mendekati spektrum ultraviolet. Penyebab pastinya belum diketahui, namun diperkirakan terdapat hambatan antara superoksida radial yang diproduksi menghambat membran oksigen.
3. pH optimal untuk bakteri nitrifikasi adalah antara 7,5-8,5. Pada suatu saat setelah aklimasi pH, akan sangat baik jika pH dapat dipertahankan stabil.
4. Pengaruh tekanan osmotik terhadap pertumbuhan bakteri.
5. Konsentrasi nitrit-nitrogen: kebutuhan sumber nitrogen terendah menunjukkan angka 0,1 mg/L bakteri dapat tumbuh.

## 7. Laju Pertumbuhan dan Waktu Generasi

Waktu generasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mulai tumbuh sampai berkembang dan menghasilkan individu baru. Untuk mikroorganisme yang memperbanyak diri dengan membelah, waktu generasi diartikan selang waktu yang dibutuhkan untuk membelah diri menjadi dua kali lipat (Pelczar dan Chan, 2005).

Waktu yang dibutuhkan dari mulai tumbuh sampai berkembang dan menghasilkan individu baru disebut waktu generasi. Contoh waktu generasi bakteri *E. coli* sekitar 17 menit, artinya dalam 17 menit satu *E. coli* menjadi dua atau lebih *E. coli*. Untuk mikroorganisme yang membelah, misalnya bakteri, maka waktu generasi



diartikan sebagai selang waktu yang dibutuhkan untuk membelah diri menjadi dua kali lipat (Purnomo, 2004).

Bakteri memperbanyak diri dengan pembelahan dua: pelipatgandaannya sesuai dengan progresi geometrik  $2^0 \rightarrow 2^1 \rightarrow 2^2 \rightarrow 2^3 \rightarrow \dots \rightarrow 2^n$ . Kalau suatu volume dari suatu biak statis yang sedang tumbuh mengandung  $N_0$  sel, maka jumlah sel sesudah  $n$  kali pembelahan adalah  $N_0 \times 2^n$ . Dengan mengambil logaritmenya didapat  $\log N = \log N_0 + n \times \log 2$ , dan untuk jumlah pembelahan sel.

Persamaan yang dipakai dalam menentukan waktu generasi adalah persamaan berikut (Pelczar dan Chan, 2005)

$$g = \frac{\log 2 (t)}{(\log X_t - \log X_0)}$$

Dimana:

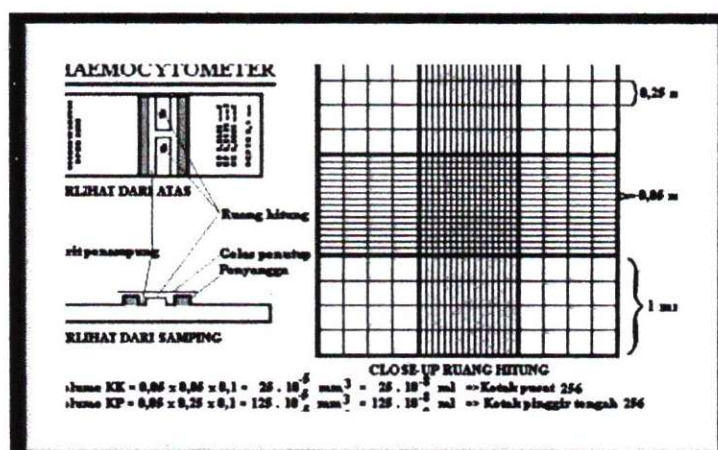
- $g$  = Masa generasi (generasi/ jam)
- $X_t$  = Jumlah sel bakteri pada waktu akhir ( $t_x$ )
- $X_0$  = Jumlah sel bakteri pada waktu awal ( $t_0$ )
- $t$  = Waktu inkubasi dari  $t_0$  -  $t_x$

Hasil penelitian Dwipayana (2010) waktu generasi dari masing-masing bakteri memiliki nilai yang berbeda-beda berkisar antara 18,29 menit hingga 52,70 menit. Konstanta laju pertumbuhan dari masing-masing bakteri juga memiliki nilai yang berbeda, yang tergantung pada kemampuan metabolisme masing-masing bakteri. Konstanta laju pertumbuhan ini menunjukkan banyaknya bakteri yang tumbuh per unti waktu pada kultur yang tumbuh secara eksponensial. Nilainya bervariasi antara  $0,79 \text{ jam}^{-1}$  hingga  $2,27 \text{ jam}^{-1}$ . Terlihat bahwa laju pertumbuhan terendah terjadi pada

penghitung partikel elektronik yang mengukur penyebaran ukuran dan jumlah dalam suspensi bakteri (Kusnadi, 2012:48).

### a. Hemasitometer

Perhitungan sel menggunakan ruang hitung dilakukan dengan menggunakan suspensi hasil pengenceran diteteskan ke dalam ruang hitung kemudian ditutup menggunakan gelas penutup preparat. Hindari terjadinya gelembung udara pada waktu menutup ruang hitung. Ruang hitung yang digunakan biasanya berupa hemasitometer. Pemeriksaan selanjutnya dilakukan di bawah mikroskop dengan cara menghitung jumlah sel yang ada di dalam ruang hitung. Ada tiga macam ruang penghitung yang dapat digunakan dengan ukuran ruang yang saling berbeda. Perhitungan akan lebih mewakili dari jumlah sel yang sebenarnya jika menggunakan semua macam ruang hitung dan sistem pengencerannya yang benar-benar homogen, sehingga hasil rata-rata menjadi lebih akurat (Purnomo, 2004).



Gambar 2.2. Hemasitometer (Purnomo, 2004)

Menurut Munawar (2011) penghitungan populasi bakteri dihitung menggunakan bilik hitung dalam satu sel per ml. Sampel diambil sebanyak 1 ml dari botol kultur setelah dihomogenkan, dimasukkan kedalam bilik hitung bawah mikroskop. Menggunakan bilik sebanyak 5 bilik bakteri dalam satuan dengan persamaan populasi bakteri dan diamati di penghitungan hitung diambil besar populasi sel per ml dicari berikut:

$$(\text{sel/ml}) = A \times \frac{1000}{0,02}$$

Dimana:

A = Jumlah bakteri pada lima bilik besar  
 1000 = Konversi ml menjadi  $\text{mm}^3$   
 0,02 = volume lima bilik besar dalam satuan  $\text{mm}^3$

## **G. Pengajaran di Sekolah Menengah Atas**

Data hasil penelitian mengenai Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Industri Pupuk Urea ini akan disederhanakan menjadi sebuah materi pengajaran dan akan diajarkan di SMA dengan menggunakan model *Cooperative Learning tipe Picture and Picture*.

### **1. Model Pembelajaran *Cooperative Learning***

#### **a. Pengertian Model Pembelajaran *Cooperative Learning***

*Cooperative Learning* adalah suatu strategi belajar mengajar yang menekankan pada sikap atau perilaku bersama dalam bekerja atau membantu di antara sesama dalam struktur kerjasama yang teratur dalam kelompok, yang terdiri dari dua orang atau lebih. Dimana pada tiap kelompok tersebut terdiri dari siswa-siswa berbagai

tingkat kemampuan, melakukan berbagai kegiatan belajar untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang materi pelajaran yang sedang dipelajari. Setiap anggota kelompok bertanggung jawab untuk tidak hanya belajar apa yang diajarkan tetapi juga untuk membantu rekan belajar, sehingga bersama-sama mencapai keberhasilan. Semua Siswa berusaha sampai semua anggota kelompok berhasil memahami dan melengkapinya. Model pembelajaran kooperatif dikembangkan untuk mencapai setidaknya tiga tujuan pembelajaran yaitu hasil belajar akademik, penerimaan terhadap perbedaan individu, dan pengembangan keterampilan sosial (Tiwi, 2013).

#### **b. Model Pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture***

*Picture and picture* adalah suatu model belajar yang menggunakan gambar yang dipasangkan atau diurutkan menjadi urutan logis. Model pembelajaran tipe ini menggunakan media gambar sebagai bahan diskusi, dimana nantinya gambar-gambar tersebut akan disusun oleh siswa menjadi urutan gambar yang logis sesuai dengan materi yang diajarkan (Hamdani, 2011:89).

#### **c. Langkah-langkah Model Pembelajaran *Picture and Picture***

Menurut Hamdani (2011:89) langkah-langkah model pembelajaran *picture and picture* yaitu:

- 1) Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai
- 2) Guru menyajikan materi sebagai pengantar.



- 3) Guru menunjukkan atau memperlihatkan gambar-gambar yang berkaitan dengan materi.
- 4) Guru menunjuk atau memanggil siswa secara bergantian untuk memasang atau mengurutkan gambar-gambar menjadi urutan yang logis.
- 5) Guru menanyakan alasan atau dasar pemikiran urutan gambar tersebut.
- 6) Dari alasan atau urutan gambar tersebut, guru menanamkan konsep atau materi sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai.
- 7) Kesimpulan atau rangkuman

#### **d. Kelebihan dan Kekurangan model pembelajaran *Picture and Picture***

Menurut Sunenti, 2013 *dalam* Sumanti, 2013:29). Kelebihan dan kekurangan model pembelajaran *Picture and Picture* yaitu:

- 1) Kelebihan Model Pembelajaran *Picture and Picture*
  - a) Materi yang diajarkan lebih terarah karena pada awal pembelajaran guru menjelaskan kompetensi yang harus dicapai dan materi secara singkat terlebih dahulu.
  - b) Siswa lebih cepat menangkap materi ajar karena guru menunjukkan gambar-gambar mengenai materi yang dipelajari.
  - c) Dapat meningkatkan daya nalar atau daya pikir siswa karena siswa disuruh guru untuk menganalisa gambar yang ada.
  - d) Dapat meningkatkan tanggung jawab siswa, sebab guru menanyakan alasan siswa mengurutkan gambar.

- e) Pembelajaran lebih berkesan, sebab siswa dapat mengamati langsung gambar-gambar yang telah dipersiapkan oleh guru.

## **2) Kekurangan Model Pembelajaran *Picture and Picture***

- a) Sulit menemukan gambar-gambar yang bagus dan berkualitas serta sesuai dengan materi pembelajaran.
- b) Sulit menemukan gambar-gambar yang sesuai dengan daya nalar atau kompetensi siswa yang dimiliki.
- c) Bagi guru ataupun siswa kurang terbiasa dalam menggunakan gambar sebagai bahan utama dalam membahas suatu materi pembelajaran.
- d) Tidak tersedianya dana khusus untuk menentukan atau mengadakan gambar-gambar yang diinginkan.
- e) Memakan banyak waktu dan banyak siswa yang pasif.

## **2. Evaluasi**

Evaluasi adalah untuk mendapatkan data pembuktian yang akan diukur sampai di mana tingkat kemampuan dan keberhasilan peserta didik dalam mencapai tujuan kurikuler atau pelajaran. Dengan demikian evaluasi menempati posisi yang penting dalam proses belajar mengajar, karena dengan adanya evaluasi pengajaran ini, keberhasilan pengajaran tersebut dapat diketahui (Harjanto, 2010:277).

Secara garis besar dalam proses belajar mengajar, evaluasi memiliki fungsi pokok sebagai berikut: Untuk mengukur kemajuan dan perkembangan peserta didik setelah melakukan kegiatan belajar mengajar selama jangka waktu tertentu. Untuk

mengukur sampai mana keberhasilan sistem pengajaran yang digunakan. Sebagai bahan pertimbangan dalam rangka melakukan perbaikan proses belajar mengajar (Harjanto, 2010:278).

Pelaksanaan evaluasi dapat dilakukan dengan cara tes awal dan tes akhir. Tes awal diberikan sebelum siswa mengikuti pelajaran, yang berfungsi untuk nilai sejauh mana siswa menguasai kemampuan-kemampuan yang tercantum dalam jumlah intruksional, sebelum mereka mengikuti program pengajaran. Adapun tes akhir diberikan setelah siswa mengikuti materi pelajaran yang berfungsi untuk menilai kemampuan siswa mengenai materi pelajaran sesudah proses belajar mengajar (Azhar, 2012 *dalam* Sumanti, 2013).

### **3. Pilihan Ganda**

Soal pilihan ganda adalah bentuk tes yang mempunyai satu jawaban yang benar atau yang paling tepat. Soal tes bentuk pilihan ganda dapat digunakan untuk mengukur hasil belajar yang lebih kompleks dan berkenaan dengan aspek ingatan, pengertian, aplikasi, analisis, sintetis dan evaluasi. Dilihat dari strukturnya, bentuk soal pilihan ganda terdiri atas sebagai berikut *Stem*, yaitu pernyataan yang berisi permasalahan yang akan ditanyakan; *Option*, yaitu sejumlah pilihan atau alternatif jawaban; Kunci, yaitu jawaban yang benar atau paling tepat; *Distractor* (pengecoh), yaitu jawaban-jawaban lain selain kunci jawaban (Rofik, 2013).

#### **4. Kelebihan dan Kekurangan Soal Pilihan Ganda**

Menurut Rofik (2013) kelebihan dan kekurangan soal pilihan ganda adalah sebagai berikut:

##### **a. Kelebihan Soal Pilihan Ganda**

- 1) Materi yang diujikan dapat mencakup sebagian sebagian besar dari bahan pengajaran yang telah diberikan.
- 2) Jawaban siswa dapat dikoreksi (dinilai) dengan mudah dan cepat dengan menggunakan kunci jawaban.
- 3) Jawaban untuk setiap pertanyaan sudah pasti benar atau salah sehingga sehingga penilaiannya bersifat objektif.
- 4) Dapat digunakan untuk menilai kemampuan peserta didik dalam berbagai jenjang kemampuan kognitif.
- 5) Soal dapat digunakan berulang-ulang.
- 6) Soal dapat digunakan peserta jumlah tes yang banyak

##### **b. Kekurangan Soal Pilihan Ganda**

- 1) Tes yang dibuat cenderung mengukur proses berpikir rendah kurang, dapat mengukur aspek pengetahuan yang lebih tinggi.
- 2) Jika siswa tidak mengerti akan jawaban dari satu butir soal mereka dapat menjawab dengan cara menebak.
- 3) Menuliskan soalnya relatif lebih sulit dan lama.



Kekurangan tersebut dapat diminimalkan dengan cara terus berlatih untuk menulis tes objektif yang dapat mengukur proses berfikir yang lebih tinggi dari hanya sekedar ingatan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dan kuantitatif dengan studi menyusun kurva pertumbuhan bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pabrik pupuk urea.

#### **B. Waktu dan Lokasi**

Penelitian dilaksanakan pada bulan November s.d Desember 2014. Pengajaran dilaksanakan di SMA Negeri 15 Palembang pada bulan Desember 2014.

#### **1. Tempat Penelitian**

Pengamatan pertumbuhan bakteri pengoksidasi amoniak limbah cair pabrik pupuk urea di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Inderalaya. Pengajaran dilaksanakan di SMA Negeri 15 Palembang. Jalan Aiptu Ks. Tubun No. 10 Palembang.

#### **C. Subjek Penelitian**

1. Bakteri pengoksidasi amoniak dari limbah cair pupuk urea sebanyak 3 isolat, dengan kode Isolat B, Isolat D dan Isolat F.
2. Siswa kelas X MIA 1 semester ganjil SMA Negeri 15 Palembang sebanyak 35 orang.

**Cara kerjanya adalah sebagai berikut:**

- 1) Isolat bakteri diinokulasi ke dalam media selektif sebanyak 2 ose, dan dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Lalu diinkubasi selama 1 x 24 jam dalam suhu ruang.
- 2) Setelah biakan berumur 1 x 24 jam, kepadatan bakteri dihitung dengan menggunakan hemasitometer. Bakteri siap digunakan sebagai starter apabila kepadatannya mencapai  $10^7$ -  $10^8$  sel/ml (Istikomahyanti, dkk 2011).
- 3) Perhitungan dengan menggunakan hemsitometer dilakukan dengan cara sebagai berikut:
  - a) Sebelum digunakan, bersihkan hemasitometer dengan tisu lensa yang telah dibasahi dengan alkohol.
  - b) Teteskan starter bakteri secara perlahan ke dalam ruang hitung dengan menggunakan pipet tetes, lalu tutup dengan gelas penutup. Hindari terjadinya gelembung udara pada waktu menutup ruang penutup.
  - c) Amati bakteri pada ruang hitung pada hemasitometer dengan pembesaran lensa objek 40x, dan hitung jumlah bakteri yang terlihat pada kotak di bagian tengah hemasitometer, yaitu pada 5 kotak besar.
  - d) Setelah diperoleh jumlah bakteri pada masing-masing kotak, hitung keseluruhan bakteri dengan menggunakan rumus (Munawar, 2011):

$$(\text{sel/ml}) = A \times \frac{1000}{0,02}$$

Dimana:

A	= Jumlah bakteri pada lima bilik besar
1000	= Konversi ml menjadi $\text{mm}^3$
0,02	= volume lima bilik besar dalam satuan $\text{mm}^3$

#### **b. Pengukuran Jumlah Populasi dan Waktu Pertumbuhan Bakteri**

- 1) Siapkan 30 ml media selektif dalam erlenmeyer, lalu masukkan sebanyak 5 ml starter kedalamnya.
- 2) Ambil 2 ml biakan dan dihitung kembali kepadatan bakteri dengan menggunakan hemasitometer, dan pastikan telah mencapai  $10^6$  sel/ml. Jumlah bakteri ini digunakan sebagai jumlah ke-0 waktu awal pengamatan.
- 3) Letakkan biakan di atas *shaker* dengan suhu ruang selama pengamatan.
- 4) Hitung jumlah bakteri selama 3 jam sekali, sampai menunjukkan jumlah yang menurun, dengan cara yang sama seperti di atas, yaitu mengambil 2 ml biakan untuk dihitung jumlahnya dengan hemasitometer.

#### **c. Penyusunan Kurva Pertumbuhan**

##### **Cara Kerja**

- 1) Data yang diperoleh dari pengukuran waktu reproduksi dan jumlah bakteri dibuat dalam bentuk kurva pertumbuhan.
- 2) Sumbu X berupa waktu (dalam jam), dan sumbu Y berupa log jumlah bakteri (dalam sel/ml).
- 3) Dari kurva pertumbuhan yang disusun akan diperoleh fase-fase reproduksi yang meliputi fase lag, fase log, fase stasioner, dan fase kematian.



#### d. Penghitungan Waktu Generasi

Dari data waktu reproduksi yang diperoleh dihitung waktu generasinya dengan menggunakan rumus (Pelczar dan Chan, 2005).

$$g = \frac{\log 2 (t)}{(\log X_t - \log X_o)}$$

Dimana:

- g = Masa generasi (generasi/ jam)
- X<sub>t</sub> = Jumlah sel bakteri pada waktu akhir (t<sub>x</sub>)
- X<sub>o</sub> = Jumlah sel bakteri pada waktu awal (t<sub>o</sub>)
- t = Waktu inkubasi dari t<sub>o</sub>- t<sub>x</sub>

#### e. Pengumpulan Data Pengajaran

Setelah data penelitian tentang Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak limbah Cair pabrik Pupuk Urea diperoleh maka hasil penelitian tersebut diolah serta disesuaikan dengan pembahasan pada materi pelajaran biologi SMA kelas X semester ganjil pada Kompetensi Dasar 3.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis. Pengumpulan data yaitu tes, dimana tes tersebut berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 20 soal dengan skor 5 masing-masing soal. Pada penelitian ini tes dilakukan sebelum dan setelah proses pembelajaran untuk melihat hasil belajar yang diajar dengan menggunakan model *Picture and Picture*. Tes awal dilakukan sebelum kegiatan pembelajaran dimulai sedangkan tes akhir dilakukan setelah kegiatan pembelajaran selesai. Skenario kegiatan pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Skenario Kegiatan Pembelajaran Dengan Menggunakan Mode Picture and Picture**

Kegiatan	
Guru	Siswa
<b>Kegiatan Awal (20 menit)</b>	
<b>1. Pendahuluan (5 menit)</b>	
a. Mengucapkan salam dan mengajak siswa untuk berdo'a	a. Menjawab salam dan turut berdo'a
b. Mengabsen kehadiran siswa	b. Mendengarkan penjelasan guru
c. Memperkenalkan diri kepada siswa sebelum mulai pembelajaran	c. Mendengarkan penjelasan guru
d. Menyampaikan materi pengajaran	d. Mencatat materi pembelajaran yang akan disampaikan
e. Bertanya kepada siswa tentang materi sebelumnya yang telah dipelajari dengan kegiatan tanya jawab	e. Siswa menjawab pertanyaan guru tentang materi sebelumnya
f. Memberikan motivasi	f. Menjawab pertanyaan guru (harapan guru, siswa menjawab bakteri merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran kecil, yaitu: bersel tunggal sehingga untuk melihatnya harus menggunakan bantuan mikroskop)
g. Memberikan tes awal (15 menit)	g. Mengerjakan tes awal yang diberikan oleh guru
<b>Kegiatan inti (50 menit)</b>	
a. Sebelum memasuki materi pembelajaran guru menjelaskan langkah-langkah proses pembelajaran sesuai dengan metode <i>picture and picture</i>	a. Memperhatikan penjelasan guru
b. Guru membagi siswa dalam 5 kelompok yang masing-masing berjumlah 6 orang	b. Duduk bersama kelompok yang telah ditentukan
c. Menjelaskan kepada siswa tentang bakteri <i>Eubacteria</i>	c. Mendengarkan dengan seksama dan mencatat poin-poin yang penting
d. Menjelaskan kepada siswa tentang perkembangbiakan bakteri dan fase pertumbuhan bakteri <i>Eubacteria</i>	d. Memperhatikan dengan seksama
<b>1. Mengamati</b>	
a. Guru memperlihatkan gambar yang disusun secara acak tentang fase pertumbuhan bakteri	a. Siswa berpartisipasi dalam proses belajar mengajar
b. Meminta siswa untuk mengurutkan gambar fase pertumbuhan bakteri secara benar	
<b>2. Menanya</b>	
a. Bertanya kepada siswa yang lain tentang kebenaran urutan gambar	a. Menjawab pertanyaan guru tentang urutan gambar yang disusun secara acak tadi
b. Meminta siswa menjelaskan gambar	
<b>3. Mengumpulkan</b>	
a. Membimbing siswa untuk mengatasi permasalahan yang ada dalam kegiatan belajar mengajar	a. Siswa dapat mengatasi permasalahan yang di dapat dalam proses belajar mengajar
b. Guru menanyakan tentang kejelasan siswa	
<b>4. Mengasosiasikan</b>	

- a. Memberikan informasi tentang gambar-gambar kurva pertumbuhan bakteri
- b. Memberikan penguatan materi tentang perkembangbiakan bakteri *Eubacteria*
- a. Menggali informasi seperti yang telah dijelaskan oleh guru mengenai kurva pertumbuhan bakteri
- b. Siswa dapat memahami materi tentang perkembangbiakan bakteri *Eubacteria*

#### 5. Mengkomunikasikan

- a. Memberi kesempatan bertanya kepada siswa tentang materi yang belum dimengerti
  - a. siswa mengajukan pertanyaan tentang materi yang belum dimengerti
- penutup (20 menit)**
- a. guru membimbing siswa dalam menyimpulkan materi yang telah dipelajari
  - a. memberikan kesimpulan tentang materi yang telah dipelajari
  - b. memberikan tes akhir (15 menit)
  - b. mengerjakan tes akhir
  - c. menutup pertemuan dengan hamdalah dan salam
  - c. menutup pertemuan dengan hamdalah dan menjawab salam

### f. Analisis Data

#### 1. Analisis Data Penelitian

- a. Data laju pertumbuhan dan waktu reproduksi dari masing-masing bakteri disusun atau ditulis ke dalam tabel 3.2 berikut:

**Tabel 3.2 Fase Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea**

Fase pertumbuhan bakteri	Isolat Bakteri		
	B	D	F
Fase Adaptasi ( <i>lag phase</i> )			
Fase Perbanyak ( <i>logaritma dan exponential phase</i> )			
Fase Statis ( <i>stationer phase</i> )			
Fase kematian ( <i>death phase</i> )			

- b. Data waktu generasi dari masing-masing bakteri di tuliskan dalam Tabel 3.3 sebagai berikut:

**Tabel 3.3 Waktu Generasi dari Masing-masing Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak**

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0			
3			
6			
9			
dst			

## 2. Analisis Data Pengajaran

Data yang diperoleh dari tes awal dan tes akhir yang diberikan kepada siswa sebelum dan sebuah proses pembelajaran berlangsung dianalisis dengan menggunakan uji t dengan cara membandingkan nilai tes awal dan tes akhir menggunakan program SPSS versi 16.0. dari hasil proses pengolahan data ini akan diketahui distribusi frekuensi tes awal dan tes akhir dan uji statistik



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

#### A. Deskripsi Data

##### 1. Deskripsi Data Hasil Penelitian

##### a. Hasil Perhitungan Starter Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak

Setelah diinkububasi selama 1 x 24 jam, masing-masing isolat dihitung jumlahnya, hasil perhitungan ketiga isolat tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1 di bawah ini. Ulangan yang dibuat pada starter digunakan untuk ulangan pada pembuatan kurva pertumbuhan.

**Tabel 4.1. Jumlah Sel Starter Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak**

Bakteri	Ulangan 1 (sel/mL)	Ulangan 2 (sel/mL)
B	$1,7 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$
D	$2,2 \times 10^7$	$1,2 \times 10^7$
F	$1,5 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$

##### b. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang diukur selama penelitian yaitu suhu lingkungan yang berkisar antara 29-30<sup>0</sup>C, selain itu dilakukan pengukuran terhadap pH dimana pada awal hingga akhir pengamatan mempunyai besar nilai pH yang sama yaitu 8.

##### c. Jumlah, Kurva Pertumbuhan Dan Waktu Generasi Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak

##### 1) Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B

a) Jumlah Sel Bakteri dan Waktu Generasi

Adapun jumlah bakteri dan waktu generasi yang diperoleh berdasarkan waktu pengamatan terhadap isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis B disajikan dalam Tabel 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4.2. Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenias B**

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0	$1,3 \times 10^6$	6,11	-
3	$3,4 \times 10^6$	6,53	2,16
6	$4,0 \times 10^6$	6,60	3,70
9	$4,8 \times 10^6$	6,68	4,77
12	$3,8 \times 10^6$	6,58	7,75
15	$2,9 \times 10^6$	6,46	12,95
18	$2,7 \times 10^6$	6,4	17,07
21	$1,7 \times 10^6$	6,23	54,26

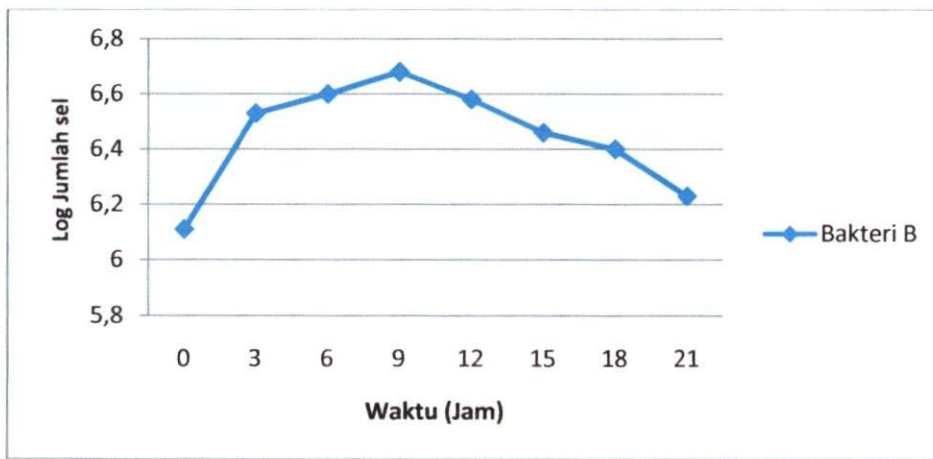
Keterangan : Baris yang ditebalkan menunjukkan waktu generasi terpendek

Log jumlah sel bakteri pada jam ke 0 adalah 6,11, pada jam ke 3 sampai jam ke 9 mengalami peningkatan, tetapi pada jam ke 12 sampai jam ke 21 beturut-turut mengalami penurunan. Jumlah bakteri tertinggi terletak pada jam ke 9.

Waktu generasi dari isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis B dari beberapa jam perlakuan berkisar antara 2,16 jam/generasi hingga 54,26 jam/generasi. Waktu generasi (g) terpendek pada isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis B pada jam ke 3 yaitu 2,16 jam/generasi.

## b) Kurva Pertumbuhan

Dari hasil perhitungan jumlah sel isolat bakteri, log jumlah sel bakteri dan waktu pengamatan setiap 3 jam sekali diperoleh kurva pertumbuhan yang disajikan dalam Gambar 4.2 di bawah ini.



**Gambar 4.1. Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B**

Dari Gambar 4.1 di atas tampak bahwa pada jam ke 3 sampai jam ke 9 mengalami peningkatan pertumbuhan bakteri, dimana batas maksimum peningkatan pertumbuhan bakteri pada jam ke 9 dengan jumlah sel 6,68. Namun pada jam ke 12 sampai jam ke 21 pertumbuhan mengalami penurunan.

## 2) Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis D

### a) Jumlah Sel Bakteri dan Waktu Generasi

Adapun jumlah bakteri dan waktu generasi yang diperoleh berdasarkan waktu pengamatan terhadap isolat bakteri D disajikan dalam Tabel 4.3 di bawah ini

**Tabel 4.3 Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri D**

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0	$1,1 \times 10^6$	6,04	-
3	<b><math>6,0 \times 10^6</math></b>	<b>6,77</b>	<b>1,22</b>
6	$7,5 \times 10^6$	6,87	2,16
9	$8,4 \times 10^6$	6,9	3,06
12	$7,3 \times 10^6$	6,86	4,39
15	$6,7 \times 10^6$	6,82	5,75
18	$2,2 \times 10^6$	6,34	18
21	$1,9 \times 10^6$	6,27	26,63

Keterangan : Baris yang ditebalkan menunjukkan waktu generasi terpendek

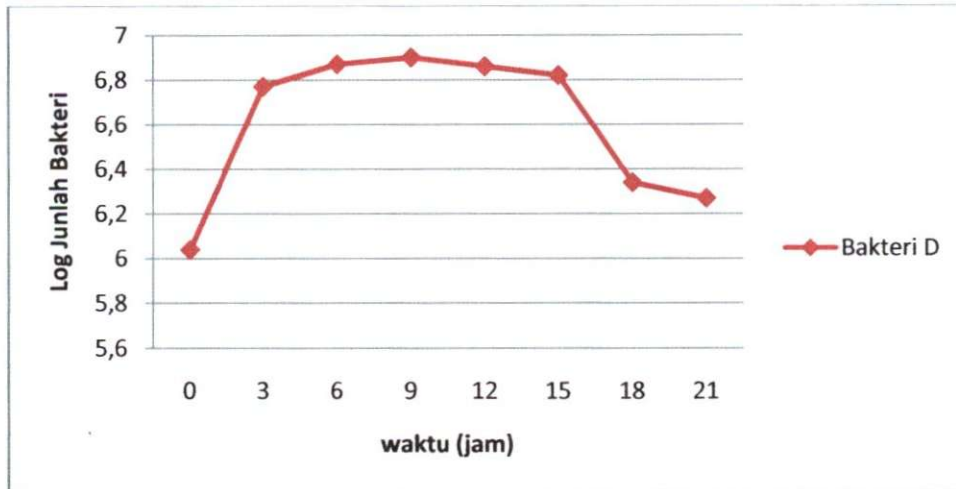
Log jumlah sel bakteri pada jam ke 0 adalah 6,04, pada jam ke 3 sampai jam ke 9 mengalami peningkatan, tetapi pada jam 12 sampai jam ke 21 beturut-turut mengalami penurunan. Jumlah sel bakteri tertinggi terletak pada jam ke 9 yaitu  $8,4 \times 10^6$ .

Waktu generasi dari bakteri isolat D dari beberapa perlakuan berkisar antara 1,22 jam/generasi hingga 26,63 jam/generasi, dimana waktu generasi (g) terpendek pada isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis D pada jam ke 3 yaitu 1,22 jam.

#### b). Kurva Pertumbuhan

Dari hasil perhitungan jumlah sel isolat bakteri dan waktu pengamatan setiap 3 jam sekali diperoleh kurva pertumbuhan yang disajikan dalam Gambar 4.3 berikut ini.





**Gambar 4.2 Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri D**

Dari Gambar 4.2 di atas tampak bahwa pada jam ke 3 sampai jam ke 9 mengalami peningkatan pertumbuhan bakteri, dimana batas maksimum peningkatan pertumbuhan bakteri pada jam ke 9 dengan jumlah sel 6,9. Namun pada jam ke 15 hingga jam ke 18 jumlah bakteri mengalami penurunan yang sangat drastis, diikuti hingga jam ke 21 yang tepat mengalami penurunan.

### **3) Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis F**

#### **a) Jumlah Sel Bakteri dan Waktu Generasi**

Adapun jumlah bakteri dan waktu generasi yang diperoleh berdasarkan waktu pengamatan terhadap isolat bakteripengoksidasi amoniak jenis F disajikan dalam Tabel 4.4 di bawah ini.

**Tabel 4.4. Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis F**

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0	$1,5 \times 10^6$	6,17	-
3	<b><math>3,5 \times 10^6</math></b>	<b>6,54</b>	<b>2,45</b>
6	$3,8 \times 10^6$	6,57	4,77
9	$4,5 \times 10^6$	6,65	4,67
12	$6,0 \times 10^6$	6,77	6,0
15	$4,4 \times 10^6$	6,64	9,66
18	$3,3 \times 10^6$	6,51	15,82
21	$2,9 \times 10^6$	6,46	22,08

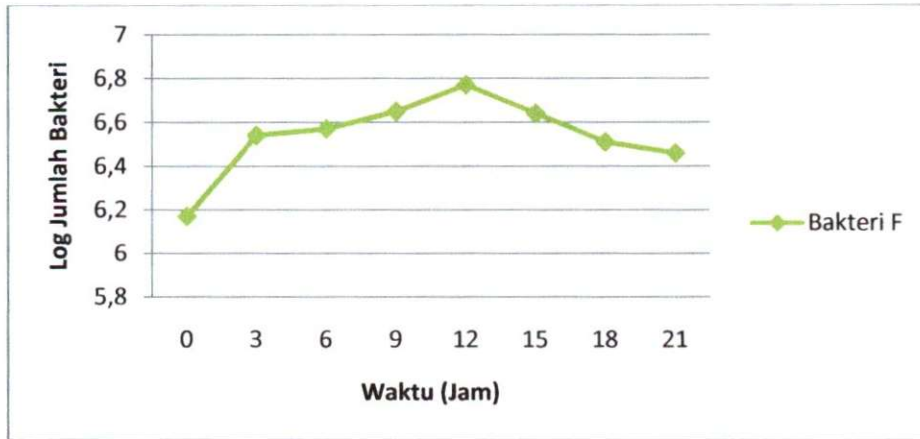
Keterangan : Baris yang ditebalkan menunjukkan waktu generasi terpendek

Log jumlah sel bakteri pada jam ke 0 adalah 6,17, pada jam 3 sampai jam ke 12 mengalami peningkatan, tetapi pada jam ke 15 sampai jam ke 21 beturut-turut mengalami penurunan. Jumlah sel tertinggi terletak pada jam ke 12 sebesar  $6,0 \times 10^6$ .

Waktu generasi dari bakteri isolat F dari beberapa perlakuan berkisar antara 2,45 jaa/generasi hingga 22,08 jam/generasi. Jadi waktu generasi (g) terpendek pada isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis F pada jam ke 3 yaitu 2,45 jam.

#### b) Kurva Pertumbuhan

Dari hasil perhitungan jumlah sel isolat bakteri dan waktu pengamatan setiap 3 jam sekali diperoleh kurva pertumbuhan yang disajikan dalam Gambar 4.4 berikut ini.



**Gambar 4.3 Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri F**

Dari Gambar 4.3 di atas tampak bahwa pada jam ke 3 sampai jam ke 12 mengalami peningkatan pertumbuhan bakteri, dimana batas maksimum peningkatan pertumbuhan bakteri pada jam ke 12 dengan jumlah sel 6,77. Namun dimulai pada jam ke 12 sampai jam ke 21 pertumbuhan bakteri mengalami penurunan.

#### **d. Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak B, D, dan F**

Dari hasil perhitungan jumlah sel isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis B, D, dan F bakteri dan waktu pengamatan setiap 3 jam sekali diperoleh kurva pertumbuhan yang disajikan dalam Gambar 4.5 berikut ini.



**Gambar 4.4 Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, Dan F**

Pada Gambar 4.4 di atas terlihat bahwa masing-masing isolat bakteri pengoksidasi amoniak menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda-beda. Setelah mengalami puncak pertumbuhan, selanjutnya mengalami penurunan jumlah populasi. Perbedaan pola pertumbuhan dari setiap isoat bakteri ini disebabkan oleh perbedaan jenis bakteri itu sendiri, perbedaan ketahanan bakteri terhadap amoniak dan kemampuan setiap isolat dalam mengoksidasi amoniak.

Waktu generasi (g) terpendek dari masing-masing bakteri yaitu pada isolat bakteri pengoksidasi amoniak adalah jenis B 2,26 jam/generasi dengan jumlah bakteri  $3,4 \times 10^6$  sel/ml., isolat D 1,22 jam/generasi dengan jumlah bakteri  $6,0 \times 10^6$  sel/ml, dan isolat F 2,45 jam/generasi dengan jumlah bakteri  $3,5 \times 10^6$  sel/ml. Jadi dari ke tiga isolat bakteri pengoksidasi amoniak semuanya mempunyai waktu generasi pada jam ke tiga.



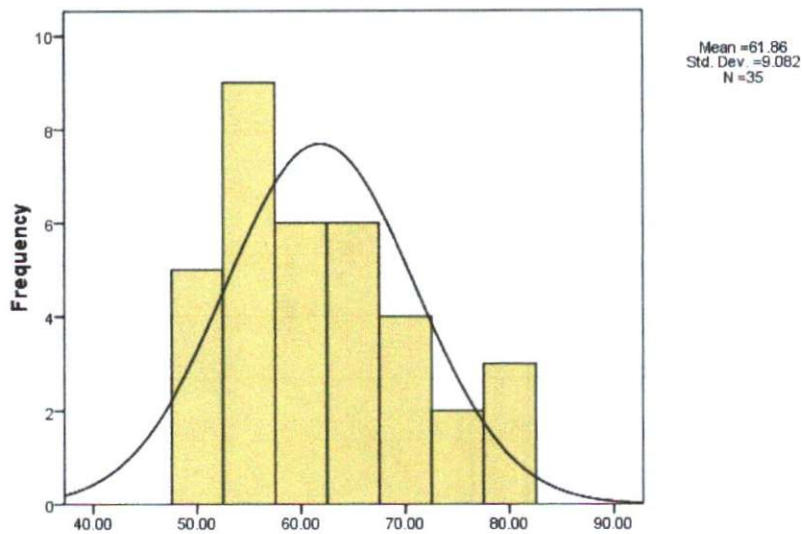
## 2. Deskripsi Data Pengajaran

Berdasarkan data hasil pengajaran yang dilakukan terhadap siswa kelas X MIA 1 semester ganjil tahun ajaran 2014/2015 di SMA Negeri 15 Palembang dalam memahami materi pembelajaran biologi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar 4.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis, materi pokok karakteristik dan perkembangan *Eubacteria*. Melalui kegiatan pengamatan dengan menggunakan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture*. Dari data hasil pengajaran berupa tes awal dan tes akhir tersebut dibuat tabel distribusi frekuensi untuk membandingkan nilai tes awal dan tes akhir menggunakan perangkat lunak program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) Versi 16,00.

**Tabel 4.5 Data Distribusi Frekuensi Tes Awal Siswa Kelas X MIA 1 Semester Ganjil SMA Negeri 15 Palembang Tahun Ajaran 2014/2015**

Nilai	Frekuensi	Persen	Nilai Persen	Persen Kumulatif
50	5	14.3	14.3	14.3
55	9	25.7	25.7	40.0
60	6	17.1	17.1	57.1
65	6	17.1	17.1	74.3
70	4	11.4	11.4	85.7
75	2	5.7	5.7	91.4
80	3	8.6	8.6	100.0
Jumlah	35	100.0	100.0	

Berdasarkan Tabel 4.5. diketahui siswa yang mendapatkan nilai minimum sebanyak 5 orang dengan nilai 50,00 dan mendapat nilai maksimum sebanyak 3 orang dengan nilai 80,00. Hasil data distribusi frekuensi tes awal juga dapat disajikan dalam bentuk histogram yang diperoleh dari SPSS versi 16,00 sebagai berikut.



**Gambar 4.5 Histogram Data Hasil Pengajaran Pada Tes Awal**

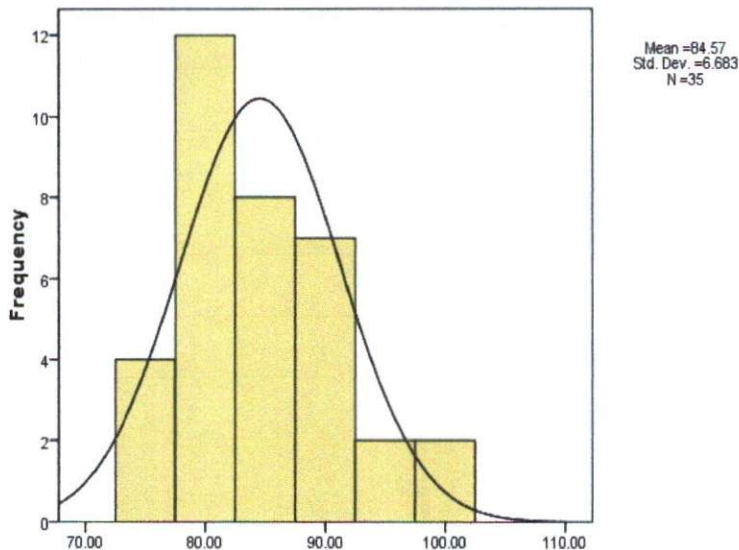
Dari Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai yang paling banyak diperoleh siswa pada tes awal adalah nilai 55 dengan frekuensi 9, sedangkan nilai yang paling sedikit diperoleh siswa adalah nilai 75 dengan frekuensi 2, dengan nilai rata-rata kelas 61,8571 dan memiliki standar deviasi 9,08179.

**Tabel 4.6 Data Distribusi Frekuensi Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semester Ganjil SMA Negeri 15 Pembang Tahun Ajaran 2014/2015**

Nilai	Frekuensi	Persen	Nilai Persen	Persen Kumulatif
75	4	11.4	11.4	11.4
80	12	34.3	34.3	45.7
85	8	22.9	22.9	68.6
90	7	20.0	20.0	88.6
95	2	5.7	5.7	94.3
100	2	5.7	5.7	100.0
Jumlah	35	100.0	100.0	

Berdasarkan Tabel 4.6. diketahui bahwa pada tes akhir siswa yang mendapat nilai minimum 75 sebanyak 4 orang sedangkan siswa yang mendapat nilai maksimum 100 sebanyak 2 orang. Nilai yang paling banyak diperoleh siswa pada tes akhir

adalah nilai 80 dengan frekuensi 12. Sedangkan nilai yang paling sedikit diperoleh siswa adalah nilai 95 dan 100 dengan frekuensi 2. Hasil data distribusi frekuensi tes akhir juga dapat disajikan dalam bentuk histogram yang diperoleh dari program SPSS versi 16,00 sebagai berikut.



**Gambar 4.7. Histogram Data Hasil Pengajaran Pada Tes Akhir**

Dari Gambar 4.7. menunjukkan bahwa nilai yang paling banyak diperoleh siswa pada tes akhir adalah nilai 80 dengan frekuensi 12, sedangkan yang paling sedikit diperoleh siswa adalah nilai 95 dan 100 dengan frekuensi 2, dengan nilai rata-rata kelas 84.5714 dan memiliki standar deviasi 6,68310.

## **B. Analisis Data Penelitian**

### **1. Analisis Data Pengajaran**

Data hasil pengajaran dari tes awal dan tes akhir, kemudian dianalisis menggunakan SPSS versi 16,00. Pengajaran dilakukan terhadap siswa Kelas X MIA

1 Semester ganjil Tahun Ajaran 2014/2015 di SMA Negeri 15 Palembang dengan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture*. Hasil uji statistik dasar data tes awal dan tes akhir dengan menggunakan perangkat lunak program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 16,00 dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7. Hasil Uji Statistik Tes Awal dan Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semester Ganjil SMA Negeri 15 Palembang Tahun Ajaran 2014/2015**

Uji Nilai Statistik	Tes Awal	Tes Akhir
N	35	35
Nilai rata-rata	61.8571	84.5714
Standar Kesalahan dari Rata-rata	1.53510	1.12965
Nilai tengah	60.0000	85.0000
Nilai yang Sering Muncul	55.00	80.00
Simpangan baku	9.08179	6.68310
Perbedaan	82.479	44.664
Jarak	30.00	25.00
Nilai rendah	50.00	75.00
Nilai tinggi	80.00	100.00
Jumlah	2165.00	2960.00

Berdasarkan hasil uji statistik tes awal dan tes akhir pada Tabel 4.7 Menunjukkan nilai rata-rata tes awal 61.8571 dan tes akhir 84.5714, sedangkan nilai atau nilai yang sering muncul tes awal 55,00 dan tes akhir 80,00. Hasil uji t terhadap prestasi belajar siswa dengan cara membandingkan tes awal dan tes akhir melalui SPSS versi 16,00 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8. Hasil Uji t Tes Awal dan Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semester Ganjil SMA Negeri 15 Palembang Tahun Ajaran 2014/2015**

	Rata-rata	Std. Deviasi	Perbedaan yang dipasangkan		t hitung	db	Signifika si (2 ujung)	
			Std. Error rata-rata	95% kepercayaan interval menyangkut perbedaan				
				Batas Atas	Batas Bawah			
Tes awal	2.27143							
Tes Akhir		7,50910	1,26927	20,13482	25,29375	17,896	34	0,000



Berdasarkan hasil uji t menunjukkan bahwa nilai t hitung  $17.896 > t$  tabel  $2,0322$ . Karena nilai t hitung  $>$  nilai t tabel berarti terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* dalam proses pembelajaran terhadap hasil belajar siswa.

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### A. Pembahasan Hasil Penelitian

##### 1. Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B

Berdasarkan data grafik yang didapat pada Gambar 4.1 tampak bahwa pada jam ke 3 sampai jam ke 9 mengalami peningkatan pertumbuhan bakteri, dimana batas maksimum peningkatan pertumbuhan bakteri pada jam ke 9 dengan jumlah sel sebanyak  $4,8 \times 10^6$  sel/ml atau 6,68. Peningkatan jumlah sel ini terjadi karena nutrisi yang tersedia di dalam media selektif, terutama sumber nitrogen dan sumber energi yang berasal dari  $\text{NH}_3$  (amoniak) masih dalam jumlah yang banyak, sehingga bakteri pengoksidasi amoniak yang terdapat dalam media tersebut dapat mengalami pertumbuhan yang lebih pesat dan lebih meningkat pada fase tertentu. Menurut Pelczar dan Chan (2010) fase dimana bakteri memperbanyak diri dengan massa menjadi dua kali lipat dikatakan sebagai fase logaritmik/eksponensial. Selain itu menurut Ridlo dan Setyati (2002) bakteri pengoksidasi amoniak mampu mendapatkan nitrogen yang diambil dari  $\text{NH}_3$  (amoniak) dalam medium yang diuraikan menjadi  $\text{NO}_2$  (nitrit). Hal ini disebabkan bakteri pengoksidasi amoniak mampu menghasilkan *ammonia monooksigenase* dan *hidroksilamin oksidoreduktase* sebagai enzim pengurai amoniak.

Pada jam ke 12 sampai jam ke 21 pertumbuhan bakteri mengalami penurunan. Setelah bakteri tersebut mengalami pembelahan lebih banyak maka sumber senyawa nitrogen, sumber energi dan nutrisi yang terdapat di dalam media selektif tersebut

menjadi berkurang, sehingga pertumbuhan bakteri yang terdapat di dalam media menjadi menurun pada fase tertentu. Hal ini sesuai dengan pendapat Schlegel dan Schmidt (1994) bahwa jika bakteri ditanam dalam suatu larutan biak, maka bakteri terus tumbuh sampai salah satu faktor mencapai minimum dan pertumbuhan bakteri menjadi terbatas. Menurut Purwoko (2009) penyebab utama kematian adalah autolisis sel dan penurunan energi seluler. Beberapa bakteri hanya mampu bertahan beberapa jam selama fase statis dan akhirnya masuk ke fase kematian, sementara itu ada bakteri yang mampu bertahan sampai harian bahkan mingguan pada fase statis dan akhirnya masuk ke dalam fase kematian.

## **2. Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis D**

Berdasarkan data grafik pada Gambar 4.2 tampak bahwa pada jam ke 3 sampai jam ke 9 mengalami peningkatan pertumbuhan bakteri, dimana fase ini termasuk dalam fase logaritmik, batas maksimum peningkatan jumlah bakteri adalah pada jam ke 9 dengan jumlah sel sebanyak  $8,4 \times 10^6$  sel/ml atau 6,9. Pada fase logaritmik jam ke 3 jumlah sel meningkat lebih besar bila dibandingkan pada jam ke 6 dan jam ke 9, sehingga membentuk keterjalan garis yang tinggi. Hal ini disebabkan karena masih tersedianya sumber nitrogen dalam bentuk  $\text{NH}_3$  di dalam media. Sesuai dengan pendapat Schlegel dan Schmidt (1994) yang mengatakan bahwa adanya keterjalan dari garis pada pertumbuhan eksponensial atau logaritmik merupakan ukuran dari kecepatan pembelahan sel. Makin terjal garis ini maka semakin besar pula kecepatan pembelahan sel dalam perhitungan waktu generasi. Isolat bakteri

pengoksidasi amoniak jenis D ini juga mempunyai waktu generasi terpendek yaitu pada jam ke 3 sebesar 1,22 jam/generasi.

Pada jam ke 15 hingga jam ke 18 pertumbuhan bakteri mulai berkurang, yang ditandai dengan jumlah sel bakteri yang mulai mengalami penurunan, seterusnya hingga jam ke 21. Fase ini merupakan fase kematian. Menurut Pelczar dan Chan (2010) pada fase kematian sel menjadi mati lebih cepat daripada terbentuknya sel-sel baru, dimana laju kematian mengalami percepatan menjadi eksponensial dan tergantung pada spesiesnya, semua sel mati dalam waktu beberapa hari atau beberapa bulan.

Kematian ini terjadi karena mulai terjadinya penurunan kandungan senyawa nitrogen dan nutrisi dalam media dan terdapat timbunan sisa metabolisme yang bersifat toksik bagi bakteri, sehingga menurunkan kecepatan pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai dengan pendapat Schlegel dan Schmidt (1994) bahwa jika bakteri ditanam dalam suatu larutan biak, maka bakteri terus tumbuh sampai salah satu faktor mencapai minimum dan pertumbuhan bakteri menjadi terbatas.

### **3. Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis F**

Berdasarkan data grafik yang terdapat pada Gambar 4.3 terdapat peningkatan pertumbuhan bakteri pada jam ke 3, ke 6, dan jam ke 9, hingga jam ke 12. Sama seperti isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis D. Isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis F ini juga mempunyai keterjalan garis pada fase logaritmik antara jam ke 0 dan jam ke 3. Hal ini di sebabkan terjadinya pembelahan sel yang lebih cepat dibandingkan pada jam ke 6, jam ke 9, dan jam ke 12. Menurut pendapat Schlegel



dan Schmidt (1994) yang mengatakan bahwa adanya keterjalan dari garis pada pertumbuhan eksponensial/logaritmik merupakan ukuran dari kecepatan pembelahan sel, yang berarti semakin terjal garis ini semakin besar pula kecepatan pembelahan sel. Karena pertumbuhan eksponensial dicirikan oleh hubungan linier antara waktu logaritme jumlah sel maka pertumbuhan ini dinamakan juga pertumbuhan logaritmik.

Jumlah sel terbanyak terdapat pada jam ke 12 yaitu  $6,0 \times 10^6$  sel/ml atau 6,77. Tetapi waktu generasi pada jam ke 12 ini, yaitu sebesar 6,0 jam/generasi, lebih besar dibandingkan pada jam ke 6 dan ke 9. Waktu generasi (g) terpendek terletak pada jam ke 3 yaitu 2,45 jam/generasi. Artinya walaupun jumlah sel bakteri terbesar berada pada jam ke 12, tetapi waktu generasi terpendek dari isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis F ini adalah pada jam ke 3. Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah sel menyebabkan waktu untuk melakukan pembelahan menjadi lebih lama. Menurut Schlegel dan Schmidt (1994) pembentukan enzim-enzim baru dari bakteri diinduksi oleh adanya nutrisi yang baru untuk keperluan menguraikan bahan makanan, dalam hal ini bakteri pengoksidasi amoniak membutuhkan enzim ammonia *monooksigenase* dan *hidroksilamin oksidoreduktase* untuk memperoleh senyawa nitrogen dari proses penguraian amoniak.

Setelah jam ke 12 yaitu jam ke 15, 18, dan jam ke 21 pertumbuhan bakteri mengalami penurunan yang berturut-turut. Penurunan ini disebabkan karena senyawa nitrogen dan nutrisi yang terdapat dalam media selektif mulai berkurang dan terdapat timbunan sisa-sisa metabolisme yang bersifat toksik di lingkungan atau media, yang menurut Schlegel dan Schmidt (1994) bahwa jika bakteri ditanam dalam suatu

larutan biak, maka bakteri terus tumbuh samapi salah satu faktor mencapai minimum dan pertumbuhan bakteri menjadi terbatas.

#### **4. Waktu Generasi Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, dan F**

Bakteri yang dapat dipilih sebagai agen hayati untuk keperluan bioremediasi harus memiliki laju pertumbuhan yang tinggi yang dapat dilihat dari nilai waktu generasi (g) terpendek bakteri, begitu pula untuk bakteri pengoksidasi amoniak untuk proses bioremediasi limbah cair industri.

Berdasarkan perhitungan waktu generasi dari masing-masing isolat diketahui bahwa isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis B mempunyai waktu generasi (g) terpendek 2,26 jam/generasi, isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis D mempunyai waktu generasi (g) terpendek 1,22 jam/generasi dan isolat bakteri pengoksidasi amoniak jenis F mempunyai waktu generasi (g) terpendek 2,45 jam/generasi. Artinya, dari ketiga bakteri pengoksidasi amoniak dalam penelitian ini memiliki waktu generasi (g) terpendek yang sama yaitu pada jam ke 3. Hal ini berarti pula bahwa nilai laju pertumbuhan ketiga isolat bakteri ini mempunyai kemampuan yang sama dalam memanfaatkan senyawa nitrogen dari amoniak dalam medium. Sejalan dengan pendapat Diswanto dan Kardena (2009) nilai laju pertumbuhan atau waktu generasi bakteri sebagai agen hayati dalam proses bioremediasi minyak bumi dapat berbeda-beda terkait dengan kemampuan dari isolat bakteri yang berbeda-beda dalam memanfaatkan senyawa hidrokarbon dalam minyak bumi dalam waktu yang lebih cepat untuk pertumbuhannya.

Pada kondisi yang memungkinkan, yaitu dengan adanya sumber nitrogen, sumber energi, dan nutrisi lainnya yang cukup didalam media selektif, maka bakteri pengoksidasi amoniak dapat meningkatkan jumlahnya dengan cara membelah diri. Menurut Jenie dan Rahayu (2004) faktor utama yang mempengaruhi kecepatan proses nitrifikasi dalam bioremediasi adalah mikroorganisme nitrifikasi, dalam hal ini bakteri pengoksidasi amoniak. Jumlah bakteri pengoksidasi amoniak dapat dicerminkan dengan waktu generasi (g) bakteri tersebut yang akan berhubungan dengan jumlah energi yang dibutuhkan selama proses oksidasi.

Bakteri dapat meningkatkan jumlahnya dengan cara membelah diri, dimana satu sel bakteri membelah menjadi dua sel dan seterusnya. Waktu yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mulai tumbuh sampai berkembang dan menghasilkan individu baru disebut waktu generasi. Untuk mikroorganisme yang memperbanyak diri dengan membelah, waktu generasi diartikan sebagai selang waktu yang dibutuhkan untuk membelah diri menjadi dua kali lipat (Pelczar dan Chan, 2010).

Bakteri memiliki waktu generasi yang relatif singkat. Bakteri *Nitrosomonas* sebagai bakteri pengoksidasi amoniak mempunyai waktu generasi bervariasi dari 38 jam hingga 100 jam (Imas, dkk., 1989). Bakteri nitrifikasi pada tambak udang memiliki waktu generasi 9,5 jam (Haryati, dkk., 2013). Sementara menurut Jenie dan Rahayu (2004) mikroorganisme untuk nitrifikasi mempunyai waktu generasi yang panjang mencapai 5 sampai 10 jam tergantung dari lingkungan mikroorganisme itu berada.



## B. Pembahasan Hasil Pengajaran

Hasil pengamatan yang dilakukan pada siswa kelas X MIA 1 semester I di SMA Negeri 15 Palembang Tahun Ajaran 2014/2015 menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar terhadap materi pembelajaran biologi. Kompetensi Dasar 4.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan Archaeobacteria dan Eubacteria berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan hasil tes awal dan tes akhir siswa. Berdasarkan hasil uji t Tabel 4.8 diketahui bahwa  $t_{hitung} 17,896 > t_{tabel} 2,0322$  yang berarti pengajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* tentang karakteristik dan perkembangbiakan Eubacteria dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Berdasarkan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* ini siswa tidak hanya menerima pelajaran tetapi juga aktif dalam kegiatan belajar mengajar, sehingga siswa lebih mudah memahami terhadap materi pembelajaran yang diberikan dan menciptakan suasana belajar mengajar antara guru dengan siswa tidak jadi kaku.

Keunggulan dari model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture*, yaitu materi yang diajarkan lebih terarah karena pada awal pengajaran guru menjelaskan kompetensi yang harus dicapai dan materi secara singkat terlebih dahulu, siswa lebih cepat menangkap materi ajar karena guru menunjukkan gambar-gambar mengenai materi yang dipelajari, dapat meningkatkan daya nalar atau daya pikir siswa karena siswa disuruh guru untuk menganalisa gambar yang ada, dapat meningkatkan tanggung jawab siswa, sebab guru menanyakan alasan siswa



mengurutkan gambar dan pembelajaran lebih berkesan, sebab siswa dapat mengamati langsung gambar yang telah dipersiapkan oleh guru (Suneni, 2013 *dalam* Sumanti, 2013) terbukti dengan ditunjukkan dengan peningkatan hasil belajar siswa yang dianalisa dengan menggunakan uji-t.

## BAB VI

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan jumlah bakteri dari limbah cair pabrik pupuk urea. Diketahui dari 3 isolat bakteri pengoksidasi amoniak yaitu jenis B 2,26 jam/generasi dengan jumlah bakteri  $3,4 \times 10^6$  sel/ml., isolat D 1,22 jam/generasi dengan jumlah bakteri  $6,0 \times 10^6$  sel/ml, dan isolat F 2,45 jam/generasi dengan jumlah bakteri  $3,5 \times 10^6$  sel/ml.
2. Ketiga isolat bakteri pengoksidasi amoniak mempunyai waktu generasi yang sama yaitu pada jam ke tiga.
3. Perhitungan data pengajaran bahwa nilai  $t_{hitung}$  17,896 dan  $t_{tabel}$  2,0322 berarti hasil belajar siswa dengan menggunakan model *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* mengalami peningkatan yang signifikan karena nilai  $t_{hitung}$  17,896 >  $t_{tabel}$  2,0322 dan model pengajaran dapat dikatakan berhasil.

#### B. Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mendegradasikan amoniak.
2. Disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan untuk interval waktu yang lebih pendek, agar setiap fase dapat diketahui.
3. Disarankan bagi guru untuk menggunakan model pembelajaran *Cooperative Learning* tipe *Picture and Picture* untuk kegiatan belajar-mengajar biologi di SMA

kelas X semester I pada materi *Eubacteria* sehingga akan terdapat variasi model pembelajaran yang digunakan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Agustiyan, Dwi, dkk. 2004. Pengaruh pH dan Substrat organik terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amoniak. (Online) ([http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbiodiversitas.mipa.uns.ac.id%2FD%2FD0502%2FD050201.pdf&ei=xvTEU6f\\_IYKMuATxvoCADQ&usg=AFQjCNGG8oyJEsx7UtJVrpSEr3IL9inM1w](http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbiodiversitas.mipa.uns.ac.id%2FD%2FD0502%2FD050201.pdf&ei=xvTEU6f_IYKMuATxvoCADQ&usg=AFQjCNGG8oyJEsx7UtJVrpSEr3IL9inM1w)). Diakses tanggal 13 Juli 2014).
- Anita. 2013. *Bioremediasi*. (Online) (<http://anitapartupeker./2013/04/bioremediasi-inovasibioteknologi-dalam.html>). diakses tanggal 22 April 2014).
- Anton. 2013. *Pengertian Spektrofotometer*. (Online) (<http://antonchemical.spektrofotometri.html>), diakses tanggal 20 April 2014).
- Ardiyansah. 2013. *Isolasi dan Inokulasi bakteri*. (Online), ([http://www.adhy-ardhy.Blogspot.com/2013/07/laporan\\_isolasi.Html](http://www.adhy-ardhy.Blogspot.com/2013/07/laporan_isolasi.Html)), diakses tanggal 21 April 2014).
- Badjoeri, muhammad, Widiyanto, tri. 2008. Penggunaan Bakteri Nitrifikasi Untuk Bioremediasi dan Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Amonia dan Nitrit di Tambak Udang. (Online) ([http://www.google.com/url?a=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwe.unair.ac.id%2Fadmin%2Fdownload.php%3Fid%3Dfile%2Ff\\_13838bioremediasi1.pdf&ei=4890U7nSJ8bVrQfvmICwDA&usg=AFQjCNE3ifPS3zp21Q4ix2RFwCdSHQLfRA](http://www.google.com/url?a=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwe.unair.ac.id%2Fadmin%2Fdownload.php%3Fid%3Dfile%2Ff_13838bioremediasi1.pdf&ei=4890U7nSJ8bVrQfvmICwDA&usg=AFQjCNE3ifPS3zp21Q4ix2RFwCdSHQLfRA)), di akses tanggal 28 April 2014).
- Cappucino, J.G., and N. Sherman. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. California USA. P.127-148.
- Cappuccino, J. G. And N. Sherman 2005. *Microbiology: A Laboratory Manual*. Benjamin Cummings Publication. San Fransisco.
- Desvitria, Yeni, 2012. Taksisitas Logam Aluminium (Al) terhadap daphna magma. (Online) ([http://a-research.upi.edu/operator/upload/s\\_bio\\_0800620\\_chapter1.pdf](http://a-research.upi.edu/operator/upload/s_bio_0800620_chapter1.pdf)). Diakses tanggal 25 Juni 2014).
- Diswanto, E dan E.Kardena. 2009. Isolat dan karakterisasi Pseudomonas sp. Dari Tercemar Tanah Hidrokarbon Minyak Bumi Sumatra dan Jawa. *Jurnal* 7 (1) : 1-10



- Dwipayana. 2010. *Identifikasi keberagaman bakteri pada lumpur hasil pengolahan limbah cat dengan teknik konvensional*. (online) ([http://www.ftsl.itb.ac.id/kk/rekayasa\\_air\\_dan\\_limbah\\_cair/wpcontent/uploads/2010/11/pi-ww7-dwipayana-15305020.pdf](http://www.ftsl.itb.ac.id/kk/rekayasa_air_dan_limbah_cair/wpcontent/uploads/2010/11/pi-ww7-dwipayana-15305020.pdf)), diakses tanggal 5 April 2014).
- Fitriah, ayu. 2012. *Faktor pertumbuhan bakteri*. (Online) (<http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/106/jtptunimus-gdl-ayufitriah-5262-3-bab2.pdf>), diakses tanggal 29 April 2014).
- Fitria, Nur, Nisa. 2011. Analisis outlet proses pengolahan limbah cair di unit effluent treatment dan advanced treatment pabrik III PT. PETROKIMIA Gersik Jawa Barat. (Online) ([http://eprints.uns.ac.id/9575/1/186971111201111521\\_unlocked.pdf](http://eprints.uns.ac.id/9575/1/186971111201111521_unlocked.pdf)). diakses tanggal 23 Juni 2014).
- Ginting, Perdana. 2008. *Sistem Pengolahan Limbah dan Limbah Industri*. Bandung: Cv. Yrama widya.
- Hamdani. 2011. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: Pustaka Setia.
- Hamdiyati, Yanti. *Pertumbuhan dan pengendalian mikroorganisme II*. FPMIPA. Jurusan biologi. (Online) ([http://file.upi.edu/direktor/FPMIPA/Jur. Pendidikan biologi](http://file.upi.edu/direktor/FPMIPA/Jur.Pendidikan_biologi)). Diakses tanggal 19 juni 2014).
- Harjanto. 2010. *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Imas, s. Hadioetomo, G. Gunawan dan Setiadi. 1989. *Mikrobiologi Tanah II*. ITB. Bogor.
- Istikomayanti, Y., Suharjono dan Sutrisno. 2011. Karakteristik dan Uji Kemampuan Nitifikasi Bakteri Pengoksidasi Amonium dan Nitrit limbah Cair PT. Pupuk Kaltim, (Online). (<http://elibrary.ub.ac.id/bitstream>). Diakses tanggal 20 Agustus 2014).
- Jenie, S.B.R. dan W.P. Rahayu. 2004. *Penanganan Limbah Industri Panga*. Penerbit kanisius. Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128 Tahun 2003. *Tata cara dan persyaratan teknis dan pengolahan limbah minyak bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologis (Bioremediasi)*.
- Kusnadi. 2012. *Pertumbuhan Bakteri*. (Online) ([http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.\\_PEND.\\_BIOLOGI/196805091994031KUSNADI/BUKU\\_COMMON\\_TEXT\\_MIKROBIOLOGI\\_Kusnadi,dkk/BAB\\_IV\\_PERTUMB.BAKTERI.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/196805091994031KUSNADI/BUKU_COMMON_TEXT_MIKROBIOLOGI_Kusnadi,dkk/BAB_IV_PERTUMB.BAKTERI.pdf)), diakses tanggal 20 April 2014).

- Septyanigrum, Nenni. 2009. *Gabungan Metode Nitrifikasi dan Denitrifikasi lumpur aktif serta Mikroalga dalam pengolahan limbah cair industri pupuk*. (Online) (<http://nenni-s--fkm09.web.uniair.ac.id> diakses tanggal 27 April 2014).
- Stein, J, R., 1973, *Handbook of phycological method culture methodes and growth measurement* cambridg Univ, Press. (Online) ([http://www.Academia.edu/5040247/algal\\_culturing\\_tecniques](http://www.Academia.edu/5040247/algal_culturing_tecniques). Diakses tanggal 7 Juli 2014).
- Sumanti, Eka. 2013. *Isolasi, Seleksi dan Karakteristik Bakteri pada Limbah cair Industri Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 2 Palembang*. Skripsi tidak diterbitkan. Palembang: Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Titis, Uenti. 2013. *Model Pembelajaran Picture and picture*. (Online) (<http://www.titisonenti.blogspot.wm/2013/03/model-pembelajaran-picture-picture.htm>.Diakses tanggal 21 April 2014).
- Tiwi. 2013. *Model Pembelajaran Coopertive Learning*. (Online) (<http://buanatiwi.wordpress.com/2013/04/09/model-pembelajaran-cooperative-learning/>, diakses tanggal 27 April 2014).
- Wikipedia. 2013. Kurva pertumbuhan bakteri. (Online) ([http://id.Wikipwdia.Org/wiki/kurva\\_pertumbuhan\\_bakteri](http://id.Wikipwdia.Org/wiki/kurva_pertumbuhan_bakteri). Diakses tanggal 27 April 2014).
- Wikipedia. 2014. Spektrofotometer UV mini 1240. (Online) ([https://www.google.com/search?q=SPEKTROFOTOMETER+UV+1240&client=firefox&hs=JOW&rls=com.yahoo:id:official&channel=sb&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=k5d1U7TjNIK8uATCjoGADQ&ved=0CAgQ\\_AuoAQ&biw=1366&bih=635](https://www.google.com/search?q=SPEKTROFOTOMETER+UV+1240&client=firefox&hs=JOW&rls=com.yahoo:id:official&channel=sb&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=k5d1U7TjNIK8uATCjoGADQ&ved=0CAgQ_AuoAQ&biw=1366&bih=635). Diakses tanggal 27 April 2014).
- Wulandari Sri, Nila Fitri Dewi, dan Suwando, 2005. Identifikasi Bakteri Pengikat Timbal (Pb) pada Sidimen di Perairan Sungai Siak, *Jurnal biogenesis* vol.1 (2):62-65, 2005. Peogram Studi Pendidikan Biologi FKI Universitas Riau.
- Yudani, Tri, 2011. Instruksi Kerja Penggunaan Spektrofotometer. Instruksi kerja spektrofotometer: Universitas Brawijaya. (Online), ([https://www.google.co.id/search?q=instruksi+penggunaan+spektorotometer&ie=utf-8&oe=utf8&rls=com.yahoo:id:official&client=firefox&channel=sb&gws\\_rd=cr&ei=MtveU6HRE5KSuATQ-YHgAw](https://www.google.co.id/search?q=instruksi+penggunaan+spektorotometer&ie=utf-8&oe=utf8&rls=com.yahoo:id:official&client=firefox&channel=sb&gws_rd=cr&ei=MtveU6HRE5KSuATQ-YHgAw). Diakses tanggal 20 Juni 2014).

Yusrini, Heny, 2002. Penangkapan dan Pengukuran Gas Amonia Pada Kotoran Ayam (Online)([http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFMQFjAH&url=http%3A%2F%2Fbalitnak.litbang.deptan.go.id%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_phocadownload%26view%3Dcategory%26id%3D67%3A3%26download%3D1068%3A3%26Itemid%3D11&ei=t4nKU-TD8S9uASYyYH4Cw&usg](http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFMQFjAH&url=http%3A%2F%2Fbalitnak.litbang.deptan.go.id%2Findex.php%3Foption%3Dcom_phocadownload%26view%3Dcategory%26id%3D67%3A3%26download%3D1068%3A3%26Itemid%3D11&ei=t4nKU-TD8S9uASYyYH4Cw&usg). Diakses tanggal 19 Juli 2014).

## Lampiran 1. Bahan Pembuatan Medium Selektif

### Medium Selektif Bakteri Pengoksidasi Amoniak

1. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2 gr
2. $\text{NH}_3$	0,60 ml/L
3. $\text{K}_2\text{HPO}_4$	0,13 gr
4. $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,02 gr
5. $\text{Fe SO}_4$	1,0 mg
6. $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,2 mg
7. $\text{Na}_2 \text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,1 mg
8. $\text{Zn SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,1 mg
9. $\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,02 mg
10. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2,0 mg
11. Aquades	1L



## Lampiran 2. Foto Penelitian di Lab Mikrobiologi MIPA UNSRI



**Proses Pemanasan Media Selektif Menggunakan Hot plate**



**Media Selektif Siap Digunakan**



**Isolat Bakteri Jenis B, D, dan F Sebagai Starter**



**Isolat Bakteri Jenis B, D, dan F Sebagai Isolat Perlakuan/ulangan**



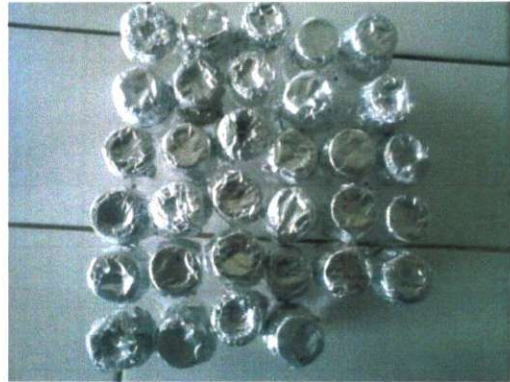
**Isolat Bakteri Jenis B Sebagai Isolat Perlakuan/ulangan Per 3 Jam Sekali**



**Isolat Bakteri Jenis D Sebagai Isolat Perlakuan/ulangan Per 3 Jam Sekali**



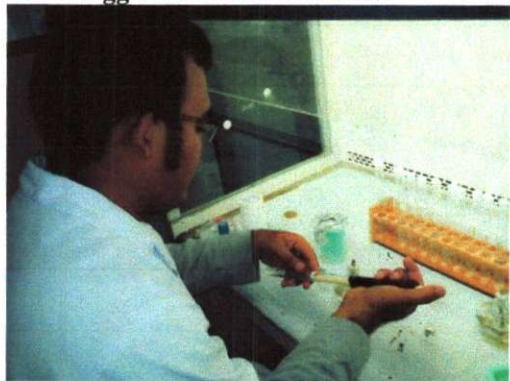
**Isolat Bakteri Jenis F Sebagai Isolat Perlakuan/uangan Per 3 Jam Sekali**



**Isolat Bakteri Jenis B, D, dan F Sebagai Isolat Perlakuan/uangan Per 3 Jam Sekali**



**Pengamatan dan Menghitung Jumlah Bakteri Menggunakan Hemasitometer**



**Memindahkan Media Selektif Menggunakan Mikro Pipet**



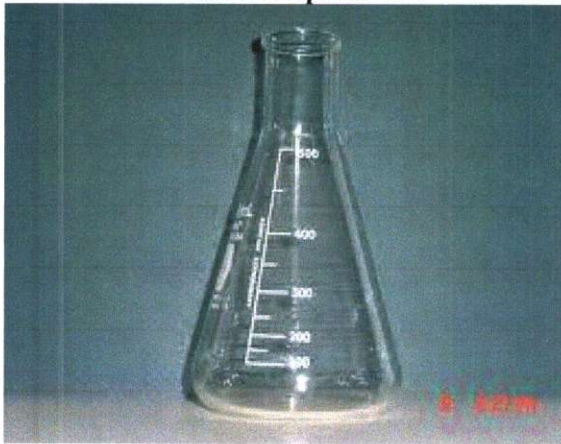




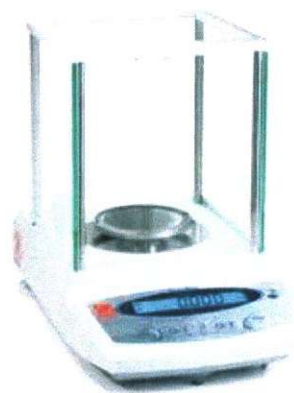
**Camera Optilab**



**Bunsen**



**Erlenmeyer**



**Timbangan Analitik**



**Pipet Tetes**



**Kaca Penutup**



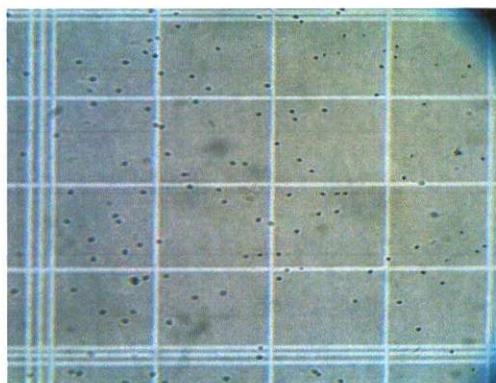
**Sprayer**



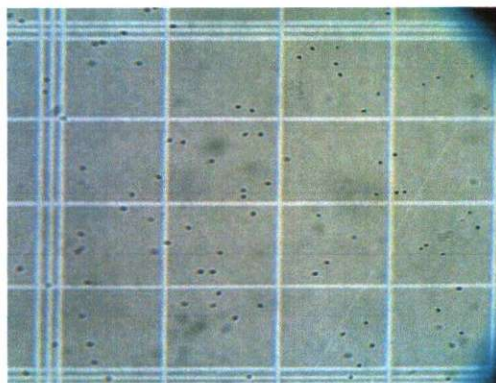
**Tissu**



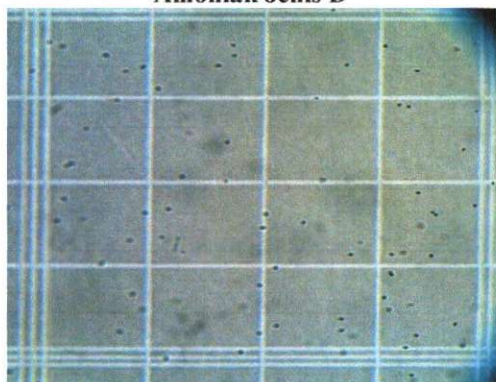
**Lampiran 3. Foto Hasil Pengamatan Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, dan F**



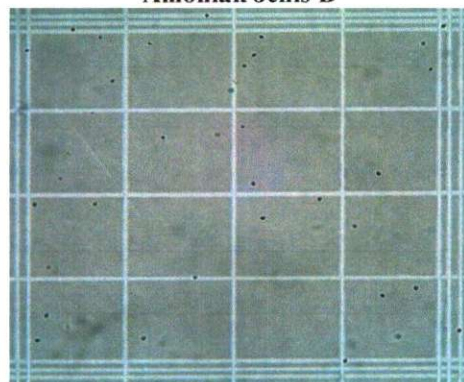
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak Jenis D**



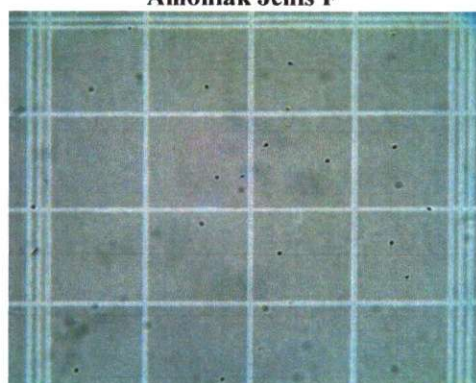
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak Jenis B**



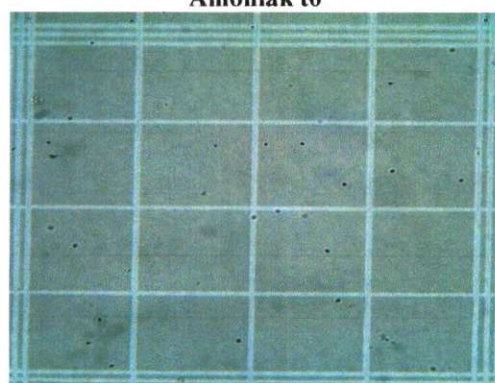
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak Jenis F**



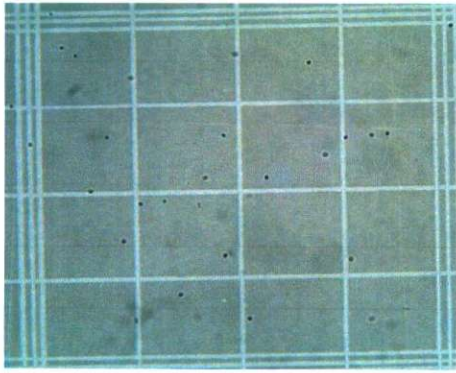
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t0**



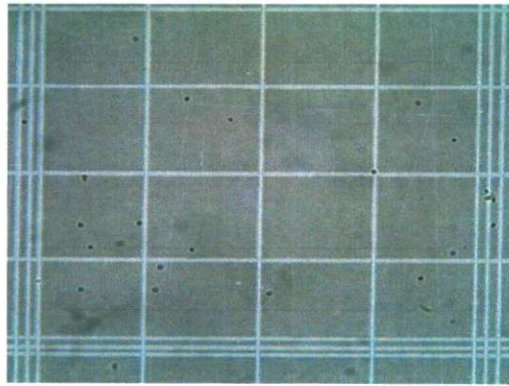
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t3**



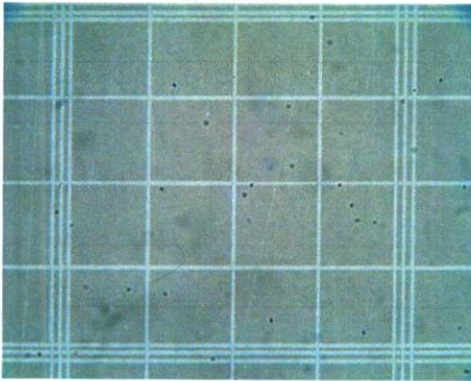
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t6**



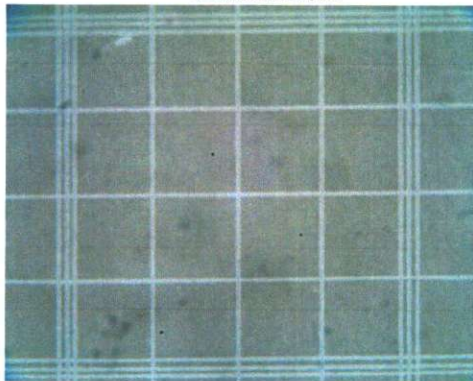
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t9**



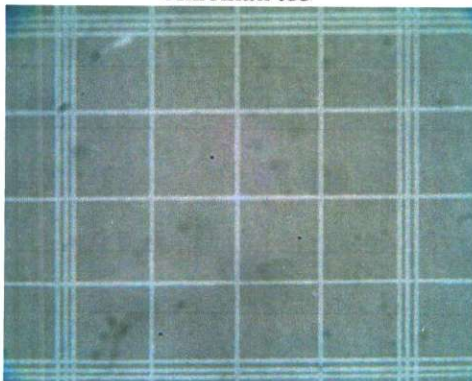
**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t12**



**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t15**



**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t18**



**Isolat Bakteri Pengoksidasi  
Amoniak t21**

#### Lampiran 4. Perhitungan Jumlah Bakteri dan Waktu Generasi Pertumbuhan Bakteri

##### Jumlah Sel Isolat Bakteri Starter

Bakteri	Ulangan 1 (sel/mL)	Ulangan 2 (sel/mL)
B	$1,7 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$
D	$4,4 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$
F	$2,7 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$

##### Kondisi Lingkungan Selama Pengamatan

Jam ke-	Suhu Ruang	pH Media
0	29 <sup>0</sup> C	8
3	29 <sup>0</sup> C	8
6	29 <sup>0</sup> C	8
9	29 <sup>0</sup> C	8
12	29 <sup>0</sup> C	8
15	29 <sup>0</sup> C	8
18	29 <sup>0</sup> C	8
21	29 <sup>0</sup> C	8

##### Jumlah Sel Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B

Jam ke-	Ulangan 1 (sel/mL)	Ulangan 2 (sel/mL)	Rata-rata
0	$7,0 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
3	$3,3 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$
6	$3,7 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$
9	$4,4 \times 10^6$	$5,2 \times 10^6$	$4,8 \times 10^6$
12	$2,8 \times 10^6$	$4,8 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$
15	$2,5 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$
18	$2,2 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$
21	$1,3 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$

##### Jumlah Sel Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis D



### Jumlah Sel Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis D

Jam ke-	Ulangan 1 (sel/mL)	Ulangan 2 (sel/mL)	Rata-rata
0	$1,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$
3	$5,3 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$6,0 \times 10^6$
6	$7,1 \times 10^6$	$7,9 \times 10^6$	$7,5 \times 10^6$
9	$8,1 \times 10^6$	$8,7 \times 10^6$	$8,4 \times 10^6$
12	$7,0 \times 10^6$	$7,6 \times 10^6$	$7,3 \times 10^6$
15	$6,5 \times 10^6$	$6,9 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$
18	$2,1 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$
21	$1,8 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$

### Jumlah Sel Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis F

Jam ke-	Ulangan 1 (sel/mL)	Ulangan 2 (sel/mL)	Rata-rata
0	$2,0 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$
3	$3,7 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$
6	$3,8 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$
9	$4,7 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	$4,5 \times 10^6$
12	$4,9 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$	$6,0 \times 10^6$
15	$4,2 \times 10^6$	$4,6 \times 10^6$	$4,4 \times 10^6$
18	$2,8 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$
21	$2,3 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$



### Lampiran 5. Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri Jenis B

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0	$1,3 \times 10^6$	6,11	-
<b>3</b>	<b><math>3,4 \times 10^6</math></b>	<b>6,53</b>	<b>2,16</b>
6	$4,0 \times 10^6$	6,60	3,70
9	$4,8 \times 10^6$	6,68	4,77
12	$3,8 \times 10^6$	6,58	7,75
15	$2,9 \times 10^6$	6,46	12,95
18	$2,7 \times 10^6$	6,4	17,07
21	$1,7 \times 10^6$	6,23	54,26

Keterangan : Baris yang ditebalkan menunjukkan waktu generasi terpendek

Perhitungan :

Penentuan Waktu Generasi Terpendek (g) pada jam ke 3 diketahui :

$$t = 3$$

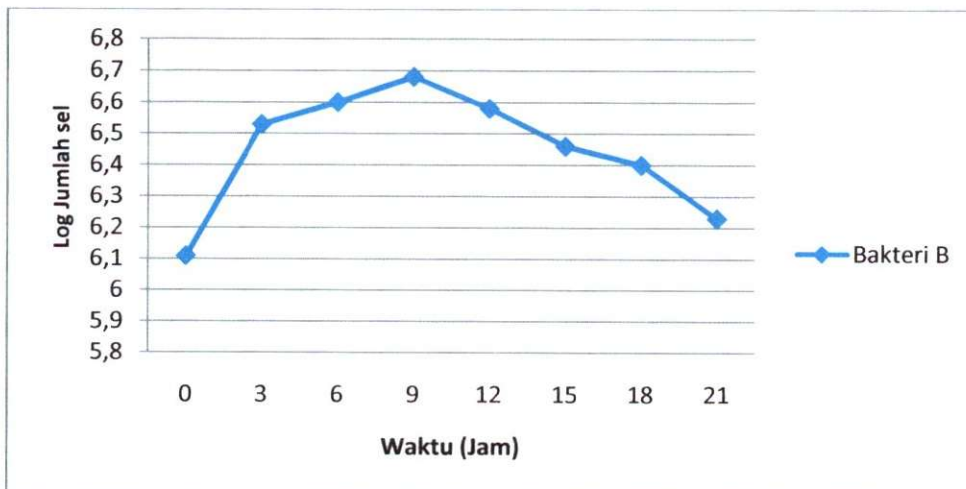
$$\text{Log } X_t = 6,53$$

$$\text{Log } X_0 = 6,11$$

$$g = \frac{\log 2 (t)}{\log X_t - X_0}$$

$$g = 2,16$$

### Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Jenis B



### Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri D

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0	$1,1 \times 10^6$	6,04	-
3	$6,0 \times 10^6$	6,77	1,22
6	$7,5 \times 10^6$	6,87	2,16
9	$8,4 \times 10^6$	6,9	3,06
12	$7,3 \times 10^6$	6,86	4,39
15	$6,7 \times 10^6$	6,82	5,75
18	$2,2 \times 10^6$	6,34	18
21	$1,9 \times 10^6$	6,27	26,63

Keterangan : Baris yang ditebalkan menunjukan waktu generasi terpendek

Perhitungan :

Penentuan Waktu Generasi Terpendek (g) pada jam ke 3 diketahui :

$$t = 3$$

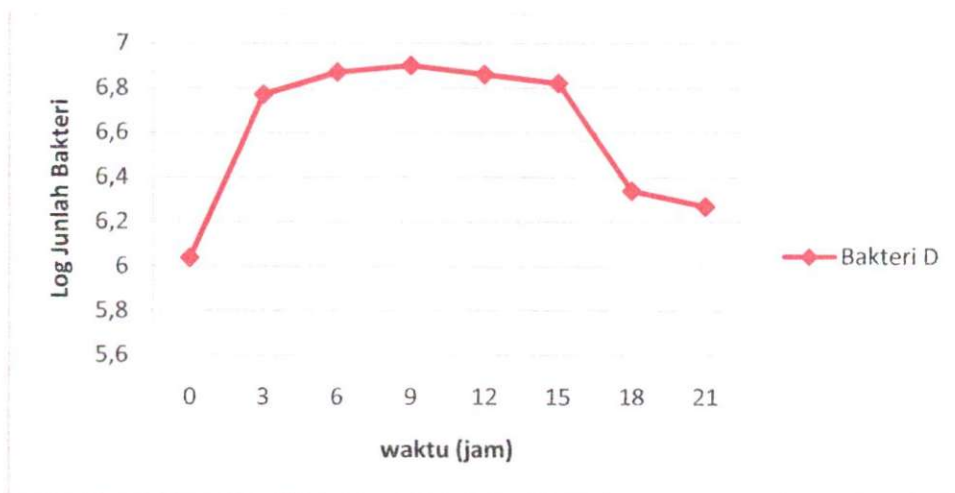
$$\text{Log } X_t = 6,77$$

$$\text{Log } X_0 = 6,04$$

$$g = \frac{\log 2 (t)}{\log X_t - X_0}$$

$$g = 1,22$$

### Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri D



### Jumlah Sel dan Waktu Generasi Terpendek Isolat Bakteri F

Jam ke-	Jumlah Sel Bakteri (sel/mL)	Log Jumlah Sel Bakteri	Waktu g (jam/generasi)
0	$1,5 \times 10^6$	6,17	-
3	$3,5 \times 10^6$	<b>6,54</b>	<b>2,45</b>
6	$3,8 \times 10^6$	6,57	4,77
9	$4,5 \times 10^6$	6,65	4,67
12	$6,0 \times 10^6$	6,77	6,0
15	$4,4 \times 10^6$	6,64	9,66
18	$3,3 \times 10^6$	6,51	15,82
21	$2,9 \times 10^6$	6,46	22,08

Perhitungan :

Penentuan Waktu Generasi Terpendek (g) pada jam ke 3 diketahui :

$$t = 3$$

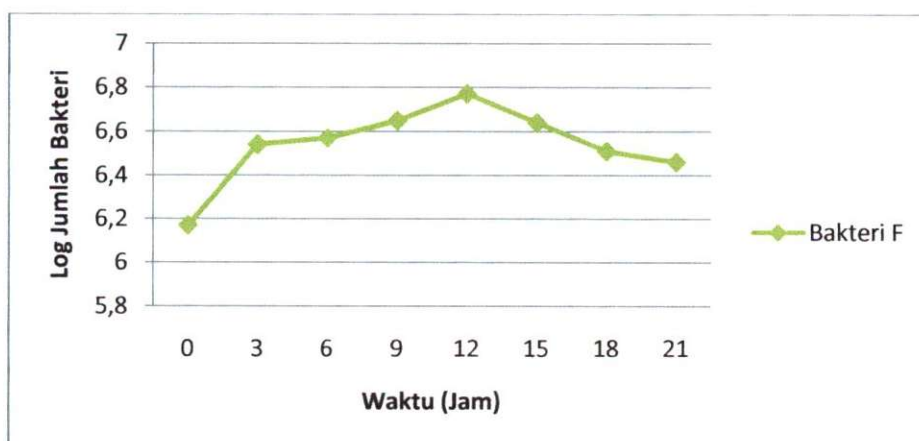
$$\text{Log } X_t = 6,54$$

$$\text{Log } X_0 = 6,17$$

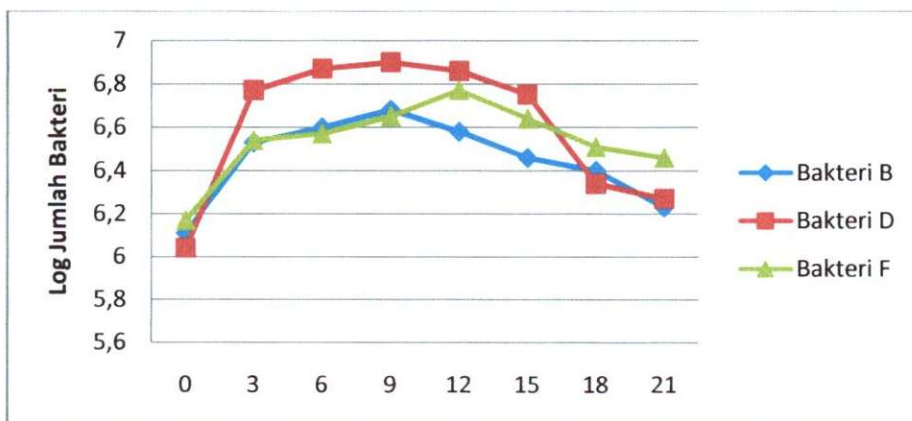
$$g = \frac{\log 2 (t)}{\log X_t - X_0}$$

$$g = 2,45$$

### Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri F



### Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Pengoksidasi Amoniak Jenis B, D, dan F



### Perhitungan Waktu Generasi (g) Isolat Bakteri Pengoksidasi Amonik Jenis B, D, dan F

#### ISOLAT BAKTERI JENIS B

- $t_0 =$

$$\log x_0 = \log (1,3 \times 10^6) = 6,1$$

- $t_3 =$

$$\log x_3 = \log (3,4 \times 10^6) = 6,53$$

$$g = \frac{\log(2) \times 3}{\log(3,4 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 2,16$$

- $t_6 =$

$$\log x_6 = \log (4,0 \times 10^6) = 6,60$$



$$g = \frac{\log(2) \times 6}{\log(4,0 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 3,70$$

- $t_9 =$

$$\log x_9 = \log (4,8 \times 10^6) = 6,68$$

$$g = \frac{\log(2) \times 9}{\log(4,8 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 4,7$$

- $t_{12} =$

$$\log x_{12} = \log (3,8 \times 10^6) = 6,58$$

$$g = \frac{\log(2) \times 12}{\log(3,8 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 7,75$$

- $t_{15} =$

$$\log x_{15} = \log (2,9 \times 10^6) = 6,46$$

$$g = \frac{\log(2) \times 15}{\log(2,9 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 12,95$$

- $t_{18} =$

$$\log x_{18} = \log (2,7 \times 10^6) = 6,4$$

$$g = \frac{\log(2) \times 18}{\log(2,7 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 17,07$$

- $t_{21} =$

$$\log x_{21} = \log (1,7 \times 10^6) = 6,23$$

$$g = \frac{\log(2) \times 21}{\log(1,7 \times 10^6) - \log(1,3 \times 10^6)} = 54,26$$

- $t_0 =$

$$\log x_0 = \log (1,1 \times 10^6) = 6,04$$

- $t_3$

$$\log x_3 = \log (6,0 \times 10^6) = 6,77$$

$$g = \frac{\log(2) \times 3}{\log(6,0 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 1,22$$

- $t_6$

$$\log x_6 = \log (7,5 \times 10^6) = 6,87$$

$$g = \frac{\log(2) \times 6}{\log(7,5 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 2,16$$

- $t_9$

$$\log x_9 = \log (8,4 \times 10^6) = 6,9$$

$$g = \frac{\log(2) \times 9}{\log(8,4 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 3,06$$

- $t_{12}$

$$\log x_{12} = \log (7,3 \times 10^6) = 6,86$$

$$g = \frac{\log(2) \times 12}{\log(7,3 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 4,39$$

- $t_{15}$

$$\log x_{15} = \log (6,7 \times 10^6) = 6,82$$

$$g = \frac{\log(2) \times 15}{\log(6,7 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 5,75$$

- $t_{18}$

$$\log x_{18} = \log (2,2 \times 10^6) = 6,34$$

$$g = \frac{\log(2) \times 18}{\log(2,2 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 18$$

- $t_{21}$

$$\log x_{21} = \log (1,9 \times 10^6) = 6,27$$

$$g = \frac{\log(2) \times 21}{\log(1,9 \times 10^6) - \log(1,1 \times 10^6)} = 26,63$$

### ISOLAT BAKTERI JENIS F

- $t_0$

$$\log x_0 = \log (1,5 \times 10^6) = 6,17$$

- $t_3$

$$\log x_3 = \log (3,5 \times 10^6) = 6,54$$

$$g = \frac{\log(2) \times 3}{\log(3,5 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 2,45$$

- $t_6$

$$\log x_6 = \log (3,8 \times 10^6) = 6,57$$

$$g = \frac{\log(2) \times 6}{\log(3,8 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 4,47$$

- $t_9$

$$\log x_9 = \log (4,5 \times 10^6) = 6,65$$

$$g = \frac{\log(2) \times 9}{\log(4,5 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 5,67$$

- $t_{12}$

$$\log x_{12} = \log (6,0 \times 10^6) = 6,77$$

$$g = \frac{\log(2) \times 12}{\log(6,0 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 6,0$$

- $t_{15}$

$$\log x_{15} = \log(4,4 \times 10^6) = 6,64$$

$$g = \frac{\log(2) \times 3}{\log(4,4 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 9,66$$

- $t_{18}$

$$\log x_{18} = \log(3,3 \times 10^6) = 6,51$$

$$g = \frac{\log(2) \times 18}{\log(3,3 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 15,82$$

- $t_{21}$

$$\log x_{21} = \log(2,9 \times 10^6) = 6,46$$

$$g = \frac{\log(2) \times 21}{\log(2,9 \times 10^6) - \log(1,5 \times 10^6)} = 22,08$$



## Lampiran 6. Foto Hasil Pengajaran di Sekolah



**Mengerjakan Tes Awal**



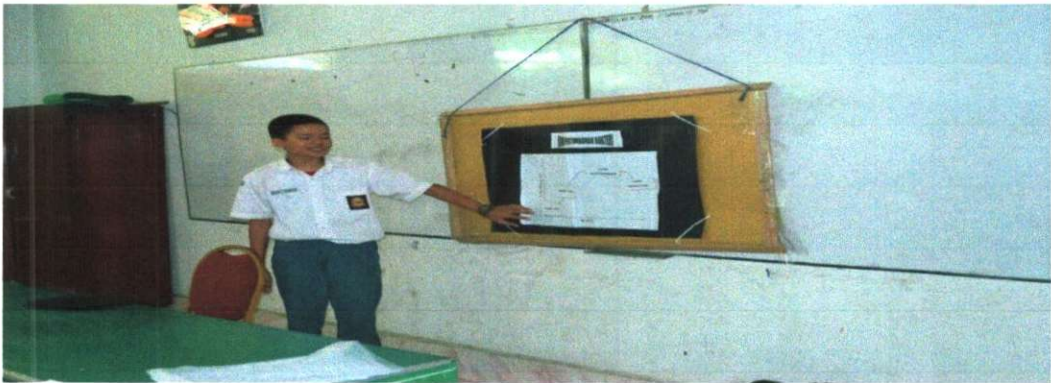
**Menjelaskan Materi**



**Penerapan Model *Picture and Picture***



**Siswa Aktif Bertanya**



**Siswa Menjelaskan Mekanisme Fase-fase Pertumbuhan Bakteri**



**Mengerjakan Tes Akhir**



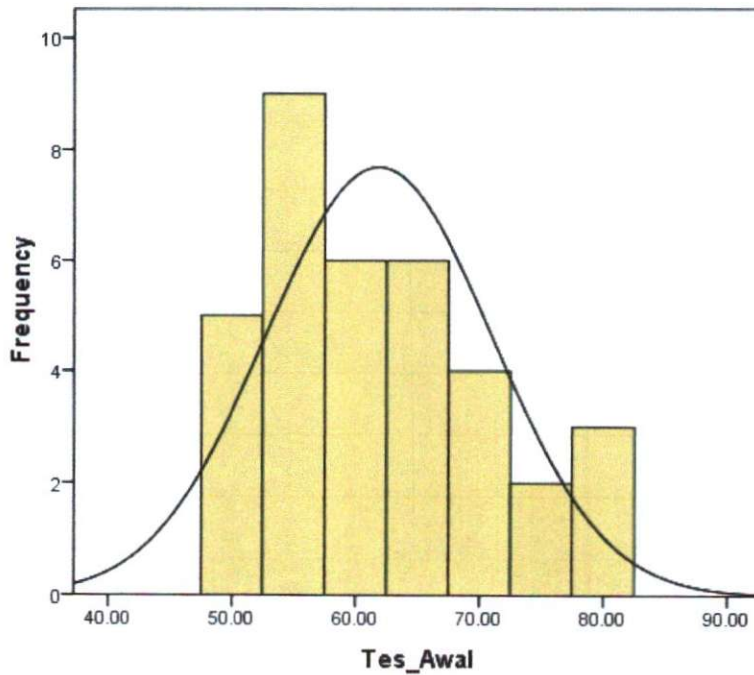
**Lembaran 7. Nilai Tes Awal dan Tes Akhir Siswa Kelas X MIA 1 Semester I  
SMA Negeri 15 Palembang Tahun Ajaran 2014/2015**

No	Nama	Tes Awal	Tes Akhir
1.	Amilia Dwi Ashari	50	80
2.	Andika Pramana Putra	55	90
3.	Annisa Pratiwi	70	85
4.	Berliana Safitri	60	95
5.	Cici Widianti	65	80
6.	Destati Ramawulan	60	80
7.	Desti Rahmadani	70	85
8.	Enjely Frisca	55	75
9.	Earna Liana	50	80
10.	Fani Yusuf	55	90
11.	Kevin	65	85
12.	M. Rama Fernando	60	80
13.	Marisa Nicolas	65	75
14.	Maulya Ifada Mona	55	80
15.	Mautia Ramadani	50	90
16.	M. Yusuf Riski	60	90
17.	Mutiara FW	80	100
18.	Nabila Stephanie Putri	70	90
19.	Nur Fadila W	75	95
20.	Nurul Hidayah	80	100
21.	Putri Sekar	55	80
22.	Putri Wulandari	65	85
23.	Pitri Amelia	55	85
24.	Rindu Ade	50	80
25.	Riski Amelia	50	75
26.	Risna Tsamsiyah	55	80
27.	Rozina	65	90
28.	Rarma Dini	75	85
29.	Satria W	80	90
30.	Siska W	55	80
31.	Siregar Anwar	60	85
32.	Titania Nurhaliza	65	80
33.	Tri Putra	55	75
34.	Yusep Ganius	60	80
35.	Zyanka Adrean	70	85

## Lampiran 8

Tes\_Awal

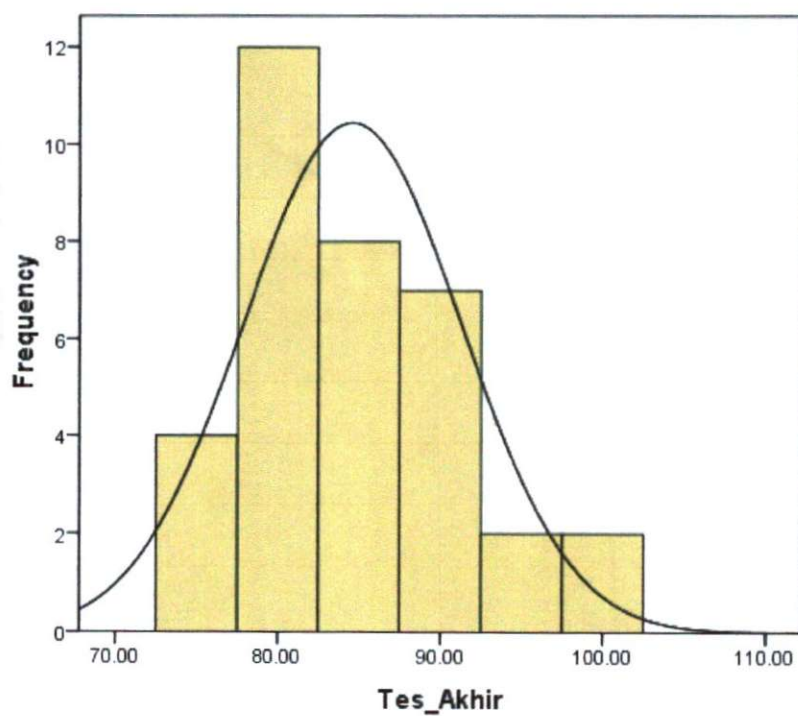
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	50	5	14.3	14.3	14.3
	55	9	25.7	25.7	40.0
	60	6	17.1	17.1	57.1
	65	6	17.1	17.1	74.3
	70	4	11.4	11.4	85.7
	75	2	5.7	5.7	91.4
	80	3	8.6	8.6	100.0
Total		35	100.0	100.0	





Tes\_Akhir

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	75	4	11.4	11.4	11.4
	80	12	34.3	34.3	45.7
	85	8	22.9	22.9	68.6
	90	7	20.0	20.0	88.6
	95	2	5.7	5.7	94.3
	100	2	5.7	5.7	100.0
Total		35	100.0	100.0	



## Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Tes_ Akhir - Tes_ Awal	2.27143	7.50910	1.26927	20.13482	25.29375	17.896	34	.000

## Statistics

		tes_awal	tes_akhir
N	Valid	35	35
	Missing	0	0
Mean		61.8571	84.5714
Std. Error of Mean		1.53510	1.12965
Median		60.0000	85.0000
Mode		55.00	80.00
Std. Deviation		9.08179	6.68310
Variance		82.479	44.664
Range		30.00	25.00
Minimum		50.00	75.00
Maximum		80.00	100.00
Sum		2165.00	2960.00

**Lampiran 9 Tabel t****Tabel t dengan nilai signifikansi 5%**

<b>Df</b>	<b>T tabel</b>	<b>df</b>	<b>T tabel</b>
1	12.7062	21	2.0796
2	4.3027	22	2.0739
3	4.3027	23	2.0687
4	3.1824	24	2.0639
5	2.7764	25	0595
6	2.5706	26	2.0555
7	2.3646	27	2.0518
8	2.3060	28	2.0484
9	2.2622	29	2.0452
10	2.2281	30	2.0523
11	2.2010	31	2.0395
12	2.1788	32	2.0369
13	2.1604	33	2.0345
14	2.1448	34	2.0322
15	2.1314	35	2.0301
16	2.1199	36	2.0281
17	2.1098	37	2.0262
18	2.1009	38	2.0244
19	2.0930	39	2.0227
20	2.0860	40	2.0211

## Lampiran 10



**PEMERINTAH KOTA PALEMBANG**  
**DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAHRAGA**  
**SMA NEGERI 15 PALEMBANG**



Jalan Aiptu Ks. Tubun, No. 10 Palembang Sum-Sel

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**  
**KOMPETENSI DASAR 4.3**

**Satuan Pendidikan** : SMA Negeri 15 Palembang  
**Mata Pelajaran** : Biologi  
**Kelas/Semester** : X/1  
**Materi pokok** : Karakteristik dan Perkembangbiakan *Eubacteria*  
**Alokasi Waktu** : 2 x 45 menit

**A. Kompetensi Inti**

KI 1	:	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
KI 2		Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
KI 3	:	Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
KI 4	:	Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

**B. Kompetensi Dasar**



4.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan Archaeobacteria dan Eubacteria berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis.

### **C. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Menjelaskan ciri-ciri Eubacteria.
2. Mendeskripsikan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri.
3. Mendeskripsikan fase-fase pertumbuhan bakteri.
4. Menjelaskan peranan bakteri bagi manusia.

### **D. Tujuan Pembelajaran**

1. Melalui berfikir logis, kemandirian, kreatifitas, siswa dapat menjelaskan 4 ciri-ciri eubakteria.
2. Melalui berfikir logis, kemandirian, kreatifitas, siswa dapat menyebutkan 3 faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri.
3. Melalui berfikir logis, kemandirian, kreatifitas, siswa dapat mendeskripsikan 4 fase pertumbuhan bakteri.
4. Melalui berfikir logis, kemandirian, kreatifitas, siswa dapat menjelaskan peran bakteri bagi kehidupan.

### **E. Materi Ajar/Fisik**

#### **Eubacteria**

Bakteri merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran kecil, yaitu bersel tunggal sehingga untuk melihatnya harus menggunakan bantuan mikroskop. Bakteri termasuk golongan *mikroba* (Jasad renik). Penyebaran kehidupan bakteri di alam sangat luas yang dapat ditemukan di dalam tanah, air, udara, bahkan dapat dijumpai pada organisme, baik yang masih hidup maupun yang telah mati.

Pengklasifikasian bakteri masih belum memuaskan karena kurangnya diferensiasi morfologi sehingga tidak mudah untuk mengklasifikasikan bakteri. Tidak mengherankan jika dijumpai cara penggolongan bakteri berdasarkan sifat fisiologi yang melahirkan nama-nama bakteri nitrogen, bakteri belerang, dan sebagainya. Salah satu klasifikasi yang dianut dalam taksonomi adalah penggolongan berdasarkan tempat hidupnya yang dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu Archaeobacteria dan Eubacteria.

### **1. Eubacteria**

Eubacteria adalah bakteri yang bersifat prokariot. Inti dan organelnya tidak memiliki membran, bersifat uniseluler, bersifat mikroskopik, serta mempunyai dinding sel yang tersusun dari peptidoglikon. Selnya dapat berbentuk bulat atau batang yang lurus, terpisah-pisah atau terbentuk koloni berupa rantai, serta sebagai dekomposer atau pengurai. Kelompok bakteri ini disebut sebagai bakteri sejati. Ciri bakteri secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Umumnya satu sel (uniseluler)
- b. Ukuran berkisar  $0,5-1,0 \times 2,0-5,0 \mu\text{m}$
- c. Bentuk utaman sel: basil, coccus, atau spiral
- d. Reproduksi dengan pembelahan biner
- e. Beberapa jenis bakteri memiliki kemampuan membentuk endospora untuk mempertahankan diri di lingkungan ekstrim
- f. Habitat: udara, air, tanah, makhluk hidup (manusia, hewan dan tumbuhan).
- g. Memiliki enzim yang mampu menguraikan zat-zat tertentu.

### **2. Pertumbuhan Bakteri**

Pertumbuhan bakteri adalah perubahan dalam pertumbuhan total sel relatif sama pada siklus sel, maka pertumbuhan dapat juga didefinisikan sebagai pertumbuhan jumlah sel. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri adalah sebagai berikut:

- a. Nutrisi

- b. cahaya
- c. pH
- d. Suhu

### **3. Fase-fase pertumbuhan bakteri**

Fase dalam pertumbuhan bakteri telah dikenali luas oleh ahli mikrobiologi terdapat 4 fase pertumbuhan bakteri ketika ditumbuhkan pada kultur curah (*batch culture*), yaitu fase adaptasi (*lag phase*), fase perbanyakkan (*log phase/exponensial phase*), fase statis (*stationer phase*), dan fase kematian (*death phase*) (Pelczar dan Chan, 2010:151).

#### **a. Fase Adaptasi**

Fase adaptasi atau fase penyesuaian yang merupakan fase pertumbuhan suatu aktivitas dalam lingkungan baru. Oleh karena itu selama fase ini pertumbuhan masa atau pertumbuhan jumlah sel belum begitu terjadi, sehingga kurva fase ini umumnya mendatar. Selang waktu fase lag tergantung kepada keseimbangan pengaturan aktivitas dan lingkungannya.

#### **b. Fase perbanyakkan (Logaritmik atau Eksponensial)**

Fase eksponensial merupakan fase peningkatan aktivitas perubahan bentuk maupun pertambahan jumlah mencapai kecepatan maksimum sehingga kurvanya dalam bentuk eksponensial. Peningkatan aktivitas ini harus diimbangi oleh faktor nutrisi, cahaya, suhu, pH, kadar oksigen, bahan kimia dan lain-lain. Maka peningkatan kurva akan tampak jelas tajam atau semakin membentuk sudut tumpul terhadap garis horizontal.

#### **c. Fase Stasioner**

Pada fase ini terjadi penumpukan produk beracun atau kehabisan nutrisi. Beberapa sel mati sedangkan yang lain tumbuh dan membelah. Jumlah sel hidup menjadi tetap. Fase ini menunjukkan jumlah bakteri berkembang Sama dengan jumlah



bakteri yang mati, sehingga kurva menunjukkan garis yang hampir horizontal. Disebabkan karena nutrisi habis, akumulasi metabolik toksik (misalnya alkohol, asam, dan basa), dan penurunan kadar oksigen.

#### **d. Fase kematian**

Pada fase ini sel menjadi mati lebih cepat dari pada terbentuknya sel-sel baru, laju kematian mengalami percepatan menjadi eksponensial bergantung pada spesiesnya, semua sel mati dalam waktu beberapa hari atau beberapa bulan.

### **4. Peranan Bakteri Bagi Kehidupan Manusia**

Bakteri bersifat kosmopolitan yang artinya bahwa bakteri dapat hidup di berbagai tempat, sehingga peranannya bagi kehidupan manusia sangat beraneka ragam, baik peran yang merugikan, misalnya: menyebabkan penyakit diare (*E. coli*), TBC (*Mycobacterium tuberculosis*). Menyebabkan keracunan makanan (*Bacillus subtilis*), serta peran yang menguntungkan, misalnya sebagai agen fermentasi dalam pengolahan makanan seperti: nata de coco (*Asectobacter xylinum*), yoghurt (*Lactobacillus* sp); sebagai pengurai sisa hasil pencernaan (*E.coli*) dan sebagai agen pengurai limbah (proses bioremediasi).

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan. Bakteri merupakan agen biologi penting dalam bioremediasi karena bakteri mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi sehingga memungkinkan untuk tumbuh pada substrat dan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan organisme.

### **5. Cara Kerja Pengukuran jumlah pertumbuhan bakteri**

#### **a. Pembuatan starter bakteri**

isolat bakteri diinokulasi ke medium selektif sebanyak 3 ose, dan dihomogenkan dengan menggunakan vortex lalu diinkubasi selama, 1x24 jam dalam suhu ruang, setelah biakan berumur 1x24 jam, hitung kepadatan bakteri dengan menggunakan hemasitometer, dengan pembesaran lensa objek 40x, dan hitung jumlah bakteri yang terlihat pada kotak di bagian tengah hemasitometer, yaitu pada 5 kotak



besa r. Bakteri siap digunakan sebagai starter apabila kepadatannya mencapai  $10^7$ - $10^8$  sel/ml.

### b. Pengukuran Jumlah populasi Pertumbuhan bakteri

Siapkan 30 ml media selektif dalam elenmeyer, lalu masukkan sebanyak 3 ml starter kedalamnya, ambil 2 ml biakan dan hitung kembali kepadatan bakteri dengan menggunakan hemasitometer, dan pastikan telah mencapai  $10^6$  sel/ml. Jumlah bakteri ini digunakan sebagai jumlah ke-0 atau  $t_0$  waktu awal pengamatan. Letakan biakan di atas *shaker* dengan suhu ruang selama pengamatan. Hitung jumlah bakteri selama 3 jam sekali, sampai menunjukkan jumlah yang menurun.

## F. Strategi Pembelajaran

- a. Model Pembelajaran : Project Based Learning  
 b. Motode : Diskusi Informasi, Tanya Jawab, dan Penugasan

## G. Kegiatan Pengajaran

Kegiatan	
Guru	Siswa
<b>Kegiatan Awal (20 menit)</b>	
<b>2. Pendahuluan (5 menit)</b>	
h. Mengucapkan salam dan mengajak siswa untuk berdo'a	h. Menjawab salam dan turut berdo'a
i. Mengabsen kehadiran siswa	i. Mendengarkan penjelasan guru
j. Mengajak siswa bersih lingkungan	j. Membersihkan lingkungan disekitar tempat duduk
k. Memperkenalkan diri kepada siswa sebelum mulai pembelajaran	k. Mendengarkan penjelasan guru
l. Menyampaikan materi pengajaran	l. Mencatat materi pembelajaran yang akan disampaikan
m. Bertanya kepada siswa tentang materi sebelumnya yang telah dipelajari dengan kegiatan tanya jawab	m. Siswa menjawab pertanyaan guru tentang materi sebelumnya
n. Memberikan motivasi	n. Menjawab pertanyaan guru (harapan guru,

Apa yang anda ketahui tentang bakteri?

siswa menjawab bakteri merupakan kelompok makhluk hidup yang berukuran kecil, yaitu: bersel tunggal sehingga untuk melihatnya harus menggunakan bantuan mikroskop)

o. Memberikan tes awal (15 menit)

o. Mengerjakan tes awal yang diberikan oleh guru

### Kegiatan inti (50 menit)

e. Sebelum memasuki materi pembelajaran guru menjelaskan langkah-langkah proses pembelajaran sesuai dengan metode *picture and picture*

e. Memperhatikan penjelasan guru

f. Guru membagi siswa dalam 5 kelompok yang masing-masing berjumlah 6 orang

f. Duduk bersama kelompok yang telah ditentukan

g. Menjelaskan kepada siswa tentang ciri-ciri bakteri *Eubacteria*

g. Mendengarkan dengan seksama dan mencatat poin-poin yang penting

h. Menjelaskan kepada siswa tentang perkembangbiakan bakteri dan fase pertumbuhan bakteri *Eubacteria*

h. Memperhatikan dengan seksama

### 6. Mengamati

c. Guru memperlihatkan gambar yang disusun secara acak tentang fase pertumbuhan bakteri

b. Siswa berpartisipasi dalam proses belajar mengajar

d. Meminta siswa untuk mengurutkan gambar fase pertumbuhan bakteri secara benar

### 7. Menanya

c. Bertanya kepada siswa yang lain tentang kebenaran urutan gambar

b. Menjawab pertanyaan guru tentang urutan gambar yang disusun secara acak tadi

d. Meminta siswa menjelaskan gambar

### 8. Mencari informasi

c. Menyuruh siswa mencari informasi dari berbagai sumber tentang materi

d. Mengadakan tanya jawab tentang informasi tersebut

**9. Mengasosiasikan**

- c. Memberikan informasi tentang gambar-gambar kurva pertumbuhan bakteri
- d. Memberikan penguatan materi tentang perkembangbiakan bakteri *Eubacteria*
- c. Menggali informasi seperti yang telah dijelaskan oleh guru mengenai kurva pertumbuhan bakteri
- d. Siswa dapat memahami materi tentang perkembangbiakan bakteri *Eubacteria*

**10. Mengkomunikasikan**

- b. Memberi kesempatan bertanya kepada siswa tentang materi yang belum dimengerti
- b. siswa mengajukan pertanyaan tentang materi yang belum dimengerti

**Penutup (20 menit)**

- d. guru membimbing siswa dalam menyimpulkan materi yang telah dipelajari
- d. memberikan kesimpulan tentang materi yang telah dipelajari
- e. memberikan tes akhir (15 menit)
- e. mengerjakan tes akhir
- f. Memberi tugas untuk pertemuan berikutnya
- f. menutup pertemuan dengan hamdalah dan menjawab salam
- g. menutup pertemuan dengan hamdalah dan salam
- f. menutup pertemuan dengan hamdalah dan menjawab salam

**H. Alat/Media/Sumber Pembelajaran**

Alat : LCD, Laptop, papan tulis, spidol

Media : PPT Tentang fase-fase pertumbuhan bakteri

Sumber : Buku pegangan guru, internet, Buku Biologi kelas X, Erlangga

**I. Penilaian Hasil Belajar****1. Kognitif:**

- a. Tes tertulis
- b. Bentuk instrument: Pilihan Berganda

**1) Jelaskan 4 ciri-ciri eubacteria?**

Jawaban:

- a) Umumnya satu sel (uniseluler)
- b) Ukurannya berkisar 0,5-1,0 x 2,0-5,0  $\mu\text{m}$
- c) Bentuk sel: basil, coccus, dan spiral
- d) Habitatnya: udara, air, dan tanah

**2) Sebutkan 3 faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri?**

Jawaban:

- a) Nutrisi
- b) Cahaya
- c) pH

3) Sebutkan 4 fase pertumbuhan bakteri?

Jawaban:

- a) Fase Lag
- b) Fase Log
- c) Fase Stasioner
- d) Fase Kematian

4) Menjelaskan peran bakteri bagi manusia?

Jawaban:

Peran bakteri bagi manusia ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan misalnya: menyebabkan penyakit diare (*E coli*). TBC (*Mycobacterium tuberculosis*). Dan yang menguntungkan misalnya: sebagai agen fermentasi dalam pengolahan makanan seperti nata de coco (*Asectobacter xylinum*), yoghurt (*Lactobacillus sp*).

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh siswa}}{\text{Sekor maksimal}} \times 100 = \dots\dots\dots$$

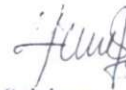


Guru Mata Pelajaran



Dra. Hj. Kurniati  
NIP.1966011219984112001

Palembang, 10 Desember 2014  
Mahasiswa Penelitian



Sulaiman  
NIM 342010011

Mengetahui  
Kepala SMA Negeri 15 Palembang



Dr. Syamsul Bachri, M.Si.  
NIP. 1959111511986031011

## Lembar 11 Instrumen Penelitian

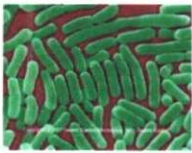
### INSTRUMEN PENELITIAN

#### JUDUL: PERTUMBUHAN BAKTERI PENGOKSIDASI AMONIAK DARI LIMBAH CAIR PABRIK PUPUK UREA DAN PENGAJARANNYA DI SMA NEGERI 15 PALEMBANG

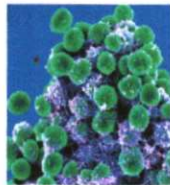
---

#### Pilihlah salah satu jawaban yang tepat

1. Berikut yang merupakan penggolongan bakteri berdasarkan tempat hidupnya adalah .....
  - a. Archaeobakteria dan Eubakteria
  - b. Eubakteria dan Prokariobakteria
  - c. Prokariobakteria dan Archaeobakteria
  - d. Autobakteria dan Archaeobakteria
  - e. Fotobakteria dan Aubakteria
  
2. Ciri-ciri bakteri antara lain adalah.....
  - a. Uniseluler, ukuran berkisar 0,5-1,0x2,0-5,0 $\mu$ m, berbahaya.
  - b. Uniseluler, Kosmopolitan, reproduksinya dengan membentuk hifa
  - c. Multiseluler, Ukuran berkisar 0,5-1,0x2,0-5,0 $\mu$ m, menyebabkan penyakit
  - d. Uniseluler, Kosmopolitan, ukuran berkisar 0,5-1,0x2,0-5,0 $\mu$ m.
  - e. Multiseluler, Berkembang biak dengan pembelahan binner, memiliki membran inti.
  
3. Berdasarkan gambar berikut, yang merupakan bentuk bakteri coccus adalah.....



A



B



C



D

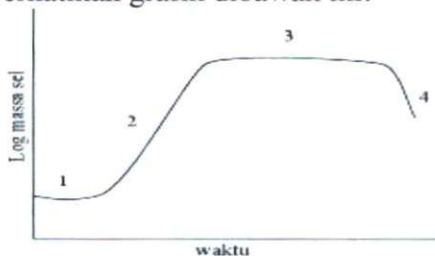


E

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri adalah...
  - a. Nutrisi
  - b. Suhu
  - c. Cahaya
  - d. pH
  - e. Semua benar

5. Kurva pertumbuhan bakteri terdiri dari....fase.
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
  
6. Fase dimana bakteri mempunyai jumlah yang tepat disebut...
  - a. Fase Lag
  - b. Fase Adaptasi
  - c. Fase Logaritmik
  - d. Fase Stasioner
  - e. Fase Kematian
  
7. Untuk memperbanyak diri bakteri melakukan reproduksi dengan cara....
  - a. Pembelahan biner
  - b. Transformasi
  - c. Transduksi
  - d. Konjugasi
  - e. Replikasi

8. Perhatikan grafik dibawah ini!

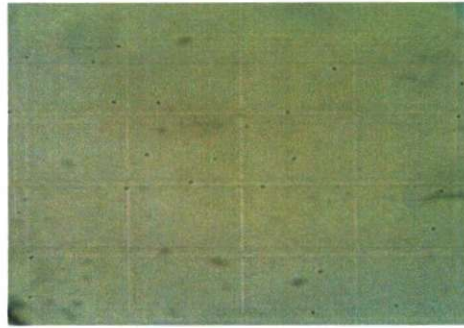


Fase yang menunjukkan terjadinya pertumbuhan yang paling cepat pada kurva pertumbuhan di atas ditunjukkan oleh nomor...

- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
- 
9. Berikut yang merupakan peran menguntungkan bakteri di lingkungan adalah...
    - a. Menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis
    - b. Menyebabkan keracunan makanan
    - c. Sebagai sumber nutrisi
    - d. Sebagai agen fermentasi dalam proses pengolahan makanan
    - e. Sebagai agen pengurai zat-zat berbahaya, misalnya limbah dan zat-zat kimia

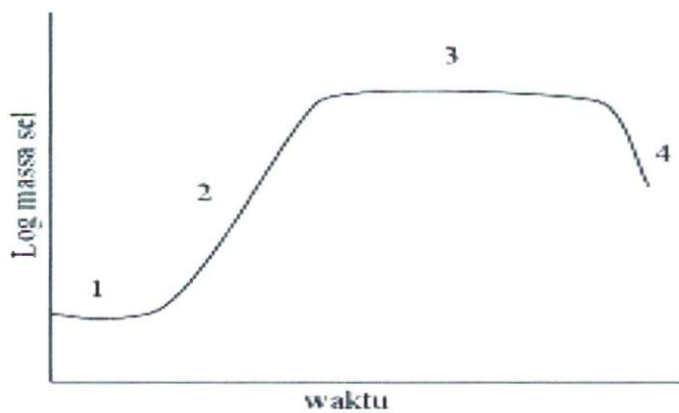
10. Perbaikan lingkungan yang tercemar menggunakan makhluk hidup disebut...
  - a. Restorasi
  - b. Eutrofikasi
  - c. Sterilisasi
  - d. Oksidasi reduksi
  - e. Bioremediasi
  
11. Bakteri merupakan agen bioremediasi yang tepat untuk proses pengolahan limbah secara biologi karena...
  - a. Memiliki daya adaptasi yang tinggi dan memiliki enzim untuk menguraikan zat-zat polutan
  - b. Mudah berkembangbiak dan tahan panas
  - c. Memiliki enzim untuk menguraikan zat-zat polutan dan mudah didapatkan
  - d. Mudah dalam perawatan dan memiliki enzim untuk menguraikan zat-zat polutan
  - e. Mampu menguraikan segala jenis zat-zat polutan dan mencegah tumbuhnya mikroba lain
  
12. Bakteri yang mampu menguraikan amoniak menjadi nitrogen dalam proses bioremediasi adalah...
  - a. Bakteri amoniak
  - b. Bakteri nitrogen
  - c. Bakteri nitrit
  - d. Bakteri nitrat
  - e. Bakteri nitrifikasi
  
13. Alat yang digunakan untuk menghitung bakteri...
  - a. Spektrofotometer
  - b. Hemasitometer
  - c. Termometer
  - d. DO meter
  - e. pH meter
  
14. Perbesaran yang digunakan untuk pengamatan sel bakteri adalah...
  - a. 16x10
  - b. 10x10
  - c. 16x10
  - d. 10x40
  - e. 16x40
  
15. Setiap berapa jamkah pengamatan pertumbuhan bakteri dilakukan dalam penelitian ini...
  - a. 1 jam sekali
  - b. 2 jam sekali





19. Pada gambar di atas ada berapakah jumlahnya  
 a. 22  
 b. 23  
 c. 24  
 d. 25  
 e. 26

20. Pada gambar kurva pertumbuhan bakteri di bawah ini yang menunjukkan fase kematian pada nomor . . .



- a. 1  
 b. 2  
 c. 3  
 d. 4  
 e. 3,4

**Kunci Jawaban:**

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. A  | 11. A |
| 2. D  | 12. E |
| 3. B  | 13. B |
| 4. E  | 14. D |
| 5. D  | 15. D |
| 6. D  | 16. A |
| 7. A  | 17. A |
| 8. B  | 18. A |
| 9. E  | 19. C |
| 10. E | 20. D |

## Lampiran 13



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
 FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
 STATUS DISAMAKAN / TERAKREDITASI

Alamat : Jln. Jend. Ahmad Yani 13 Uli Palembang Telp. (0711) 510042,  
 Fax (0711) 513078, E-mail: fkip\_ump@yahoo.com

## KEPUTUSAN DEKAN

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
 Nomor: 34.10.011/G.17.2/KPTS/FKIP UMP/VI/2014

Tentang

**Pengangkatan Dosen Pembimbing Penulisan Skripsi Mahasiswa  
 FKIP Universitas Muhammadiyah Palembang**

## MEMPERHATIKAN:

Hasil Rapat Pimpinan diperluas Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Palembang tentang pembimbing penulisan skripsi

## MENIMBANG:

- bahwa untuk kelancaran mahasiswa FKIP UMP dalam menyelesaikan program studinya, diperlukan pengangkatan dosen pembimbing penulisan skripsi
- bahwa sehubungan dengan butir a di atas, dipandang perlu diterbitkan surat keputusan *pengangkatan sebagai landasan hukumnya.*

## MENGINGAT:

- Piagam Pendirian Universitas Muhammadiyah Palembang Nomor: 036/III.SMs.79/80;
- Qaidah Perguruan Tinggi Muhammadiyah
- UU RI Nomor 20 tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
- Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2010, tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
- Keputusan MPT PPM Nomor: 173/KEP/1.3/C/2011, tentang Pengangkatan Dekan di Lingkungan Universitas Muhammadiyah Palembang

## MEMUTUSKAN

## MENETAPKAN :

Pertama : Mengangkat dan menetapkan dosen pembimbing penulisan skripsi mahasiswa FKIP Universitas Muhammadiyah Palembang

Nama	NIM	Dosen Pembimbing
Sulaiman	342010011	1. Dra. Sri Wardhani, M.Si.
		2. Susi Dewiyeti, S.Si, M.Si

Kedua : Keputusan ini berlaku sejak tanggal 2 Juni 2014 sampai dengan 31 Desember 2014 dan merupakan surat keputusan perpanjangan yang kedua, dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan/atau diperbaiki sebagaimana mestinya apabila terdapat kekeliruan dalam keputusan ini.

Ditetapkan di : Palembang

pada tanggal : 4 Syaban 1435 H.  
 2 Juni 2014 M.



yafudun, M.Pd.

IDN 854917/0001056201

Dibagikan:

- Ketua Program Studi
- Dosen Pembimbing

## Lampiran 14



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
 FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
 STATUS DISAMAKAN/TERAKREDITASI

Alamat: Jln. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang 30263 Telp (0711) 510842  
 Fax (0711) 513078, E-mail: fkipump@yahoo.com

Nomor : 390/6-19 / Kps Bio / FKIP UMP VIII / 2019

Hal : Undangan Seminar Proposal

Yth : .....

Dosen Pembimbing Skripsi

FKIP Universitas Muhammadiyah Palembang

Assalamualaikum wr.wb.,

Kami mengharapkan kehadiran bapak/ibu pada Seminar Proposal Penelitian Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Palembang.


Nama : SULAIMAN


NIM : 342010011

Program Studi : Pendidikan Biologi

Judul Penelitian : Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Dan Pengajarannya Di SMA Negeri 15 Palembang.

Dosen Pembimbing

1. Dra. Sri Wardhani, M.Si. (  )

2. Susi Dewiyeti S.Si., M.Si. (  )

Yang akan dilaksanakan pada:

Hari/Tanggal : Sabtu / 30 Agustus 2019

Pukul : 14.00 WIB

Tempat : Ruang Simulasi Proposal

Atas perhatian dan kehadiran bapak/ ibu, saya ucapkan terima kasih.

Billahitaufiq walhidayah wassalamualaikum wr. wb.

Mengetahui  
 Ketua Program Studi,  
  
 Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si.



## Lampiran 15

















UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
STATUS DISAMAKAN/TERAKREDITASI

Alamat: Jln. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang 30263 Telp (0711) 510842  
Fax (0711) 513078, E-mail: fkipump@yahoo.com

## DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL PENELITIAN

Nama : Sulaiman  
Nim : 342010011  
Jurusan : MIPA  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Judul Penelitian : Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair  
Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang

Dosen Pembimbing  
Pembimbing I : Dra. Sri Wardhani, M.Si. (  )  
Pembimbing II : Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si. ( )  
Hari/Tanggal : Sabtu ..... 30 Agustus 2014  
Pukul : 14.00 ..... WIB s.d. selesai  
Tempat : Ruang Simulasi Proposal

No	Nama	NIM	Paraf
1	JULIANI REISANTI	mahasiswa	
2	Desiana Effendi	Mahasiswa	
3	NOORHARAYANI	"	
4	DEVI NUPITA SARIF	"	
5	Ukraina N	"	
6	DESI PRACITRANI	- - -	
7	Evri Tanti'za	- - -	
8	Qatiri Ismara	- - -	
9	Yulistra	- - -	
10	Fitri S	- - -	
11	Anugrah Utami	- - -	
12	Dessy Argana	- - -	
13	Fenty Meriza. A.	- - -	

Mengerahni,  
Ketua Program Studi  
Susil Daryanti, S.Si, M.Si

Laura Anggraeni (2120002)

*Handwritten signature*

Notulen

14	Emilia	Mahasiswa	29 2010 157	SA
15	Divanus Dimpusyah	"	"	SA
16	Lilis Sirigani	"	"	SA
17	Ni Ranti Patan Dew	"	"	SA
18	Kurniyanti	"	"	SA
19	Risqi Kurniati	"	"	SA
20	Wida Ningsih	"	"	SA
21	Elysa	"	"	SA
22	Susretawita	"	"	SA
23	Nita Adila	"	"	SA
24	Muti Kusnarta	"	"	SA
25	Velian Sari	"	"	SA

## Lampiran 16



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

STATUS DISAMAKAN TERAKREDITASI

www.um-palembang.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 2176 /G.17.3/FKIP UMP/X/2014

Hal : **Permohonan Riset**

7 Dzulhijah 1435 H.

1 Oktober 2014 M.

Yth. Kepala Laboratorium Mikrobiologi  
 Jurusan Biologi Fakultas MIPA  
 Universitas Sriwijaya  
 Indralaya

Assalamualaikum w. w.,

Kami mohon kesediaan Saudara memberikan bantuan kepada mahasiswa:

Nama : **Sulaiman**

NIM : 342010011

Program Studi : Pendidikan Biologi

untuk melakukan riset di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya Indralaya dalam rangka menyusun skripsi dengan judul **"Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang"**.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, diucapkan terima kasih.

Billahitaufiq walhidayah

Wassalam  
 Bekan,  
  
**Drs. Syaifudin, M.Pd.**  
 NBM/NIDN : 854917/0001056201

## Lampiran 17



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

STATUS DISAMAKAN / TERAKREDITASI  
 Alamat: Jl. Tend. A. Yani 15 / 10 Palembang 30293 Telepon: 812947

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 2176 /G.17.3/FKIP UMP/X/2014  
 Hal : **Permohonan Riset**

7 Dzulhijah 1435 H.  
 1 Oktober 2014 M.

Yth. Kepala Dinas Pendidikan  
 Pemuda dan Olahraga  
 Kota Palembang

Assalamualaikum w. w.,

Kami mohon kesediaan Saudara memberikan bantuan kepada mahasiswa:

Nama : Sulaiman  
 NIM : 342010011  
 Program Studi : Pendidikan Biologi

untuk melakukan riset di lingkungan SMA Negeri 15 Palembang dalam rangka menyusun skripsi dengan judul "**Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang**".

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, diucapkan terima kasih.

Billahitaufiq walhidayah

Wasalam  
 Dekan,



**Drs. Syaifudin, M.Pd.**  
 NBM/NIDN : 854917/0001056201



## Lampiran 18



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

STATUS DISAMAKAN - TERKREDITASI

www.um-palembang.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 2176 /G.17.3/FKIP UMP/X/2014

Hal : **Permohonan Riset**

7 Dzulhijah 1435 H.

1 Oktober 2014 M.

Yth. Kepala Laboratorium Mikrobiologi  
 Jurusan Biologi Fakultas MIPA  
 Universitas Sriwijaya  
 Indralaya

Assalamualaikum w. w.,

Kami mohon kesediaan Saudara memberikan bantuan kepada mahasiswa:

Nama : **Sulaiman**

NIM : 342010011

Program Studi : Pendidikan Biologi

untuk melakukan riset di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya Indralaya dalam rangka menyusun skripsi dengan judul "**Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang**".

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, diucapkan terima kasih.

Billahitaufiq walhidayah

Wasalam  
 dan  
 terima  
 kasih,  
  
**Drs. Syaifudin, M.Pd.**  
 NBM/NIDN : 854917/0001056201

## Lampiran 19



**PEMERINTAH KOTA PALEMBANG**  
**DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA**

Jl. Dr. Wahidin No. 03 Telp./Fax. 0711 - 350665 - 353007 Palembang



Palembang, 06 November 2014

Nomor : 070/0033 /26.8/PN/2014  
 Lampiran : -  
 Perihal : Izin Penelitian

Kepada Yth.  
 Dekan FKIP Univ. Muhammadiyah  
 di-  
 Palembang

Sehubungan dengan surat Saudara Nomor : 2176/G.17.3/FKIP UMP/XI/2014 tanggal 31 Oktober 2014 perihal tersebut diatas, dengan ini kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami tidak berkeberatan memberikan Izin Penelitian yang dimaksud kepada :

Nama : SULAIMAN  
 N I M : 342010011  
 Program Studi : Pendidikan Biologi

Untuk mengadakan Penelitian/Riset di SMA Negeri 15 Palembang dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul "PERTUMBUHAN BAKTERI PENGOKSIDASI AMONIAK DARI LIMBAH CAIR PABRIK PUPUK UREA DAN PENGAJARANNYA DI SMA NEGERI 15 PALEMBANG".

**Dengan Catatan :**

1. Sebelum melakukan Penelitian terlebih dahulu melapor kepada Kepala UPTD Dikpora Kec. Ilir Timur I Palembang dan Kepala SMA Negeri 15 Palembang.
2. Penelitian tidak diizinkan menanyakan soal politik dan melakukan penelitian yang sifatnya tidak ada hubungannya dengan judul yang telah ditentukan.
3. Dalam melakukan penelitian dapat mentaati Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.
4. Apabila penelitian telah habis masa berlakunya, sedangkan tugas Penelitian belum selesai maka harus ada perpanjangan izin.
5. Surat izin berlaku 3 (tiga) bulan terhitung tanggal dikeluarkan.
6. Setelah selesai mengadakan penelitian harus menyampaikan laporan tertulis kepada Kepala Dinas Dikpora Kota Palembang melalui Kasubbag Umum.

Demikianlah surat izin ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

a.n. Kepala Dinas Dikpora  
 Kota Palembang  
 Sekretaris,



Drs H. Hanafiah, MM  
 Pembina Tingkat I  
 NIP. 195810101978031003

Tembusan :

1. Kepala UPTD Dikpora Kec. Ilir Timur I Palembang
2. Kabid SMP/SMA/SMK

## Lampiran 20



PEMERINTAH KOTA PALEMBANG  
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA  
**SMA NEGERI 15 PALEMBANG**

Jl. K.S. Tubun Nomor : 10 Telepon 351846 Palembang – 30125  
Website : [www.sman15plg.sch.id](http://www.sman15plg.sch.id) Email : [office@sman15plg.sch.id](mailto:office@sman15plg.sch.id)

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 070/44/SMA.15/2014

Berdasarkan Surat Kepala Disdikpora Kota Palembang Nomor : 070/2833/26.8/PN/2014 tanggal : 06 November 2014, perihal : Izin Penelitian, maka dengan ini Kepala SMA. Negeri 15 Palembang menerangkan bahwa :

Nama	: SULAIMAN
NIM	: 342010011
Program Studi	: Pendidikan Biologi
Asal Universitas	: Universitas Muhammadiyah Palembang
Tempat Penelitian	: SMA Negeri 15 Palembang
Tanggal Penelitian	: 10 Desember 2014

Memang benar saudara tersebut diatas telah melakukan Penelitian di SMA Negeri 15 Palembang dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul :

**“ PERTUMBUHAN BAKTERI PENGOKSIDASI AMONIAK DARI LIMBAH CAIR PABRIK PUPUK UREA DAN PENGAJARANNYA DI SMA NEGERI 15 PALEMBANG”**

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 11 Desember 2014  
Kepala Sekolah,



**Drs. Syamsul Bachri, M.Si**  
Pembina Tingkat I  
NIP. 195911151986031011

## Lampiran 21



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**JURUSAN BIOLOGI**

Kampus Universitas Sriwijaya, Inderalaya 30662, Telepon (0711)-580306, website: <http://biologi.mipa.unsri.ac.id>

Indralaya, 27 November 2014

No : *AB* /UN9.1.7/4/PP/2014  
 Lamp. : -  
 Hal : Izin Penelitian di Laboratorium Pada Malam Hari


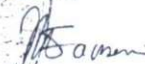
Kepada : Yth. Kepala Satuan Pengamanan  
 Universitas Sriwijaya  
 di Indralaya

Sehubungan dengan dilakukannya penelitian dalam rangka menyusun skripsi dengan judul "Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Dari Limbah Cair Pabrik Puouk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang" di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA, berikut nama Mahasiswa yang melakukan penelitian

Nama : Sulaiman  
 NIM : 342010011  
 Program Studi : Pendidikan Biologi  
 Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Berkeinginan dengan ini kami mohon Bapak agar dapat memberikan Izin Mahasiswa tersebut untuk melakukan penelitian di Laboratorium selama 3 hari dari tanggal 2-4 Desember 2014.

Demikian surat ini disampaikan. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih

  
 a.n. Ketua  
 Sekretaris,  
  
 Dra. Nina Tanzerina, M.Si.  
 NIP. 19640206 199003 2 001



## Lampiran 22

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**





**LAPORAN KEMAJUAN  
BIMBINGAN SKRIPSI**



**Nama** : Sulaiman  
**NIM** : 342010011  
**Judul** : Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak  
 Dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan  
 Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang.

**Dosen Pembimbing I** : Dra. Sri Wardhani, M.Si.

Pertemuan ke-	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Paraf	Tanggal Selesai
1	Judul	Setuju		15-04-2014
2	Bab 1,2,3	Perbaikan cara kerja dan tata cara penulisan		16-06-2014
3	Bab 1 Bab 2,3	Setuju Perbaikan		19-07-2014
4	Bab 2 Bab 3	Setuju Perbaikan		21-07-2014
5	Bab 3	Setuju Diizinkan Seminar		22-07-2014
6	Bab 3	Perbaikan		16-09-2014
7	Bab 3	Setuju diizinkan untuk penelitian		24-09-2014
8	RPP + Soal	Perbaikan		05-12-2014

9	RPP + Soal	Setuju diizinkan untuk diajarkan		06-12-2014
10	4, 5, dan 6	Perbaikan		12-12-2014
11	4, 5, dan 6	Perbaikan		13-12-2014
12	4, 5, 6, dan Abstrak	Setuju diizinkan untuk ujian		15-12-2014

## Lanjutan Lampiran 23

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**LAPORAN KEMAJUAN  
BIMBINGAN SKRIPSI**










**Nama : Sulaiman**

**NIM : 342010011**

**Judul : Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak  
Dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan  
Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang.**

**Dosen Pembimbing II: Susi Dewiyeti, S.Si., M.Si.**

<b>Pertemuan ke-</b>	<b>Pokok Bahasan</b>	<b>Catatan/Komentar</b>	<b>Paraf</b>	<b>Tanggal Selesai</b>
1	Judul	ACC		15-04-2014
2	Proposal	Jelaskan di LB ttg indigen, fase pertumbuhan. Bab 2 & 3 perbaikan tulisan, sumber pustaka. Bab 3 analisis waktu generasi masukkan. DP perbaikan urutkan berdasarkan abjad		15-05-2014
3	Proposal	Perbaikan cara kerja manual & Spektrofotometer		26-05-2014
4	Proposal	Cantumkan sumber di cara kerja		1-06-2014
5	Proposal	ACC Bab 1,2,3. Lanjut ke pembgg 1		5-06-2014

6	Proposal	Perbaikan Hasil Seminar		30-08-2014
7	Proposal	ACC Lanjut Penelitian		26-09-2014
8	RPP + Soal	Perbaikam		05-12-2014
9	RPP + Soal	ACC diizinkan untuk diajarkan		06-12-2014
10	4, 5, dan 6	Perbaikan		15-12-2014
11	4, 5, dan 6	Perbaikan		17-12-2014
12	4, 5, 6, dan Abstrak	ACC diizinkan untuk ujian		18-12-2014



## RIWAYAT HIDUP



Sulaiman dilahirkan di Palembang, Kelurahan 16 ulu, Kecamatan Sebrang Ulu II, Kota Palembang, tanggal 25 September 1989, anak ke 5 dari 5 bersaudara, pasangan Bapak Sofian dan Ibu Sunarmi. Pendidikan dasar di SD Negeri 122 Palembang selesai pada tahun 2003.

Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 35 Palembang selesai tahun 2006. Kemudian penulis melanjutkan ke SMA PGRI 2 Palembang selesai pada tahun 2009.

Pendidikan berikutnya ditempuh di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Palembang memilih jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Program Studi Pendidikan Biologi selesai tahun 2014. Selanjutnya penulis melaksanakan Program Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negeri 2 Palembang pada tahun 2013. Kemudian penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Posdaya Angkatan Ke-VI di Desa Sinar Rambang Kecamatan Rambang Kapak Tengah Kota Prabumulih pada tahun 2014.

Pada bulan Juni sampai Desember 2014 penulis menyusun skripsi dengan judul Pertumbuhan Bakteri Pengoksidasi Amoniak Dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea dan Pengajarannya di SMA Negeri 15 Palembang.