

LAPORAN PENELITIAN

PENGEMBANGAN KIT PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI PADA MAHASISWA PRODI BIOLOGI DAN TEKPANG UNTUK MENDUKUNG SISTEM PEMBELAJARAN JARAK JAUH



Oleh:

Dra. Susi Sulistiana, M.Si. (196410021992032001)

Sri Utami., S.ST., M.Kes. (119871202202307201)

Dr. Elizabeth Novi Kusumaningrum, S.Si., M.Si. (197011052002122001)

Dr. Budi Prasetyo, M.Si. (195912281991031003)

Athiefah Fauziyyah, S.T.P., M.Si. (199107142019032028)

Ariyanti Hartari, S.Tp., M.Si. (197812232005012002)

Rina Rismaya, S.T.P., M.Si. (199306302021TKT1470)

Mutiara Ulfah, S.T.P., M.Sc. (199107182021TKT1466)

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS TERBUKA

2024

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS TERBUKA

1.	a. Judul Penelitian	:	Pengembangan KIT Praktikum Mikrobiologi pada Mahasiswa Prodi Biologi dan Teknologi Pangan untuk Mendukung Sistem Pembelajaran Jarak Jauh
	b. Skema Penelitian	:	PRI-Kompetitif
2.	Ketua Peneliti		
	1). Ketua Peneliti		
	a. Nama	:	Dra. Susi Sulistiana, M.Si.
	b. NIP/NIDN	:	196410021992032001/ 0002106406
	c. Jabatan Fungsional	:	Lektor Kepala
	d. Prodi/ Fakultas	:	Biologi/FST
	2). Anggota Peneliti (ke-1)		
	a. Nama	:	Sri Utami., S.ST., M.Kes.
	b. NIP/NIDN	:	119871202202307201/ 0002128707
	c. Jabatan Fungsional	:	Lektor
	d. Prodi/ Fakultas	:	Biologi/FST
	3). Anggota Peneliti (ke-2)		
	a. Nama	:	Dr. Elizabeth Novi Kusumaningrum, S.Si., M.Si.
	b. NIP/NIDN	:	197011052002122001/ 0005117008
	c. Jabatan Fungsional	:	Lektor
	d. Prodi/ Fakultas	:	Biologi/FST
	4). Anggota Peneliti (ke-3)		
	a. Nama	:	Dr. Budi Prasetyo, M.Si.
	b. NIP/NIDN	:	195912281991031003/ 0028125907
	c. Jabatan Fungsional	:	Lektor Kepala
	d. Prodi/ Fakultas	:	Biologi/FST
	5). Anggota Peneliti (ke-4)		
	a. Nama	:	Athiefah Fauziyyah, S.T.P., M.Si.
	b. NIP/NIDN	:	199107142019032028/ 0014079105
	c. Jabatan Fungsional	:	Lektor
	d. Prodi /Fakultas	:	Teknologi Pangan/FST
	6). Anggota Peneliti (ke-5)		
	a. Nama	:	Ariyanti Hartari, S.T.P., M.Si.
	b. NIP/NIDN	:	197812232005012002/ 0023127805
	c. Jabatan Fungsional	:	Lektor
	d. Prodi/ Fakultas	:	Teknologi Pangan/FST
	7). Anggota Peneliti (ke-6)		
	a. Nama	:	Rina Rismaya, S.T.P., M.Si.
	b. NIP/NIDN	:	199306302024062001/0430069301
	c. Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli
	d. Prodi/Fakultas	:	Teknologi Pangan/FST
	8). Anggota Peneliti (ke-7)		
	a. Nama	:	Mutiara Ulfah, S.T.P., M.Sc.
	b. NIP/NIDN	:	199107182024062001/ 0018079104
	c. Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli

3	a.	Tahun Penelitian	:	Tahun ke 2
	b.	Lama Penelitian	:	10 Bulan
4	a.	Pendanaan Penelitian	:	Rp 85.794.000,-
	b.	Sumber Pendanaan	:	Universitas Terbuka
5		Luaran Penelitian		
	a.	Jurnal	:	Nasional
	b.	Lainnya	:	Media Pembelajaran Suplemen KIT Praktikum

Menyetujui,
Dekan FST-UT

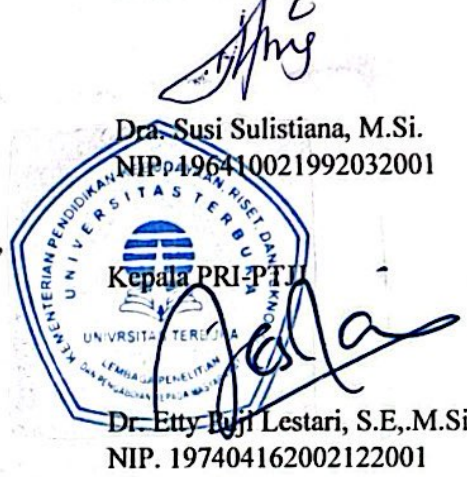


Dr. Subekti Nurmawati, M.Si.
NIP. 196705181991032001

Ketua LPPM

Prof. Dra. Dewi Artati Padmo Putri, M.A., Ph.D.
NIP. 196107241987102003

Tangerang Selatan, 29 November 2024
Ketua Peneliti



Dra. Susi Sulistiana, M.Si.
NIP. 196410021992032001

Kepala PRI-PTJ

Dr. Etty Rujji Lestari, S.E., M.Si.
NIP. 197404162002122001

Mengetahui,

Ringkasan

Program Studi S-1 Biologi dan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka (FST-UT) merupakan program pendidikan tinggi profesional berjenjang Strata 1 yang menggunakan sistem pendidikan jarak jauh (PJJ), dan dalam proses pembelajarannya mahasiswa diwajibkan untuk melakukan praktikum. Mahasiswa pada sistem PJJ memiliki sebaran lokasi yang jauh dari kantor Unit Program Belajar Jarak Jauh-UT (UPBJJ-UT) dan bahkan berdomisili di wilayah Terdepan, Tertinggal, dan Terluar (3T). Kondisi tersebut mengharuskan program studi untuk menyelenggarakan praktikum di laboratorium perguruan tinggi/institusi mitra praktikum. Permasalahan yang ditemui adalah tidak semua wilayah UPBJJ-UT memiliki perguruan tinggi/institusi mitra praktikum, serta mahasiswa terkendala jarak dan transportasi. Pengembangan komponen instrumen terpadu (KIT) praktikum merupakan salah satu upaya untuk mengakomodasi permasalahan praktikum pada kedua program studi tersebut. Tujuan penelitian ini adalah pengembangan kit praktikum mikrobiologi untuk mahasiswa Program Studi Biologi dan Teknologi Pangan yang dibagi dalam dua tahap penelitian. Pengembangan desain dilakukan pada tahap pertama dan ujicoba dilakukan di tahap kedua. Penelitian ini menggunakan model penelitian pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Instrumen yang digunakan berupa pedoman wawancara, kuesioner uji kelayakan, dan lembar observasi. Hasil analisis kualitatif dari ahli bidang mikrobiologi dan mahasiswa menyatakan bahwa pelaksanaan praktikum mikrobiologi secara online dengan didukung kit praktikum dapat terlaksana sesuai kompetensi pada beberapa kegiatan praktikum tertentu.

Kata Kunci: Kit praktikum, praktikum mikrobiologi, pembelajaran jarak jauh.

Bab I

Pendahuluan

Program Studi S-1 Biologi dan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka (FST-UT) merupakan program pendidikan tinggi profesional berjenjang Strata 1 yang menggunakan sistem pendidikan jarak jauh. Kegiatan praktikum pada kedua program studi tersebut merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kurikulum dan wajib dilakukan oleh setiap mahasiswa untuk melengkapi kompetensi yang hendak dicapai. Praktikum bertujuan untuk meningkatkan keterampilan bereksperimen/ berpraktikum dan memantapkan penguasaan terhadap konsep dan materi mata kuliah teori. Peningkatan keterampilan tersebut dilakukan melalui aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi dari teori yang dilakukan di laboratorium. Program Studi Biologi memiliki sebanyak 14 mata kuliah praktikum, dan Program Studi Teknologi Pangan memiliki sejumlah 5 (lima) mata kuliah praktikum yang wajib diikuti mahasiswa (Universitas Terbuka, 2022).

Salah satu karakteristik mahasiswa pada sistem pendidikan jarak jauh yaitu adanya keterpisahan antara dosen dan mahasiswa, dengan sebaran lokasi mahasiswa yang jauh dari kantor UPBJJ-UT dan bahkan berdomisili di wilayah Terdepan, Tertinggal, dan Terluar (3T). Kondisi sebaran mahasiswa tersebut mengharuskan program studi untuk menyelenggarakan praktikum di laboratorium Program Studi/Jurusan/Departemen/ Fakultas di perguruan tinggi /institusi mitra yang tersebar di berbagai wilayah Unit Program Belajar Jarak Jauh-UT (UPBJJ-UT) melalui program kerja sama (Winarni, Utami, Diki, Zuhairi, 2018). Mahasiswa melakukan praktikum di bawah bimbingan instruktur perguruan tinggi/institusi mitra sesuai dengan jenis praktikum pada masing- masing mata kuliah praktikum. Permasalahan yang ditemui dari ketersebaran mahasiswa adalah tidak semua wilayah UPBJJ-UT memiliki perguruan tinggi/institusi mitra praktikum. Selain itu, walaupun terdapat perguruan tinggi/institusi mitra di wilayah UPBJJ-UT terkait namun terkendala jarak dan transportasi.

Pengembangan komponen instrumen terpadu (KIT) praktikum merupakan salah satu upaya untuk mengakomodasi permasalahan praktikum tersebut di atas. KIT praktikum merupakan alat dan bahan praktikum yang dikemas dalam satu kotak yang dapat digunakan sebagai alternatif kegiatan laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan KIT ini dinyatakan layak pada syarat kepraktisan (berdasarkan aspek ketertarikan, aspek kemudahan memahami materi, aspek kemudahan penggunaan KIT) dan syarat keefektifan (Rusdianawati & Sukarmin, 2017). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa pengembangan KIT praktikum efektif digunakan dalam pembelajaran berdasarkan adanya

peningkatan pada hasil belajar kognitif, sikap, dan keterampilan (Mardhiya, Silaban, & Mahmud, 2020).

Diantara mata kuliah praktikum yang ada di Program Studi Biologi dan Teknologi Pangan, mata kuliah Praktikum Mikrobiologi merupakan mata kuliah praktikum yang menjadi kompetensi dasar di kedua program studi tersebut. Selain itu, mata kuliah praktikum mikrobiologi juga salah satu mata kuliah praktikum yang potensial untuk dapat dilakukan praktikum secara tatap muka di laboratorium dan terbimbing secara online. Penelitian ini dibagi dalam dua tahap penelitian. Di tahun pertama, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe kit praktikum mikrobiologi untuk mahasiswa Program Studi Biologi dan Teknologi Pangan. Di tahun kedua, penelitian bertujuan untuk melakukan uji coba kelayakan prototipe kit praktikum kepada mahasiswa program studi biologi dan teknologi pangan.

Bab II

Tinjauan Pustaka

Praktikum merupakan aktifitas ilmiah yang melibatkan pengamatan objek nyata, baik dilakukan secara individu maupun berkelompok. Salah satu inovasi dalam pembelajaran praktikum terutama untuk mendukung sistem pembelajaran jarak jauh adalah melalui pengembangan komponen instrumen terpadu (KIT) praktikum. KIT praktikum merupakan alat dan bahan praktikum yang dikemas dalam satu kotak yang dapat digunakan sebagai alternatif kegiatan laboratorium.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan kelayakan dan keefektifan penggunaan KIT praktikum untuk mendukung kompetensi pembelajaran. Penelitian Rusdianawati & Sukarmin (2017), menunjukkan bahwa pengembangan KIT praktikum dinyatakan layak pada syarat kepraktisan (berdasarkan aspek ketertarikan, aspek kemudahan memahami materi, aspek kemudahan penggunaan KIT) dan syarat keefektifan. Hasil penelitian pengembangan laboratory kit pada sekolah kejuruan, menunjukkan bahwa pembuatan kit mampu memfasilitasi pembelajaran, meningkatkan pemahaman proses, dan kreativitas pemecahan masalah (Berman, Hamidah, Mulyanti, & Setiawan, 2021). Beberapa penelitian tentang pengembangan kit praktikum kimia untuk siswa SMA menunjukkan hasil bahwa kit praktikum layak untuk dikembangkan menurut ahli (Harahap, Nurfajriani, & Silaban, 2018), efektif digunakan dalam pembelajaran berdasarkan adanya peningkatan pada hasil belajar kognitif, sikap, dan keterampilan (Mardhiya, Silaban, & Mahmud, 2020), dan dinyatakan efektif yang ditinjau dari ketuntasan kalsikal pada materi yang diujikan serta adanya peningkatan hasil belajar siswa pada aspek pengetahuan dan keterampilan proses sains (Ningsih & Hidayah, 2019). Penelitian yang dilakukan pada mahasiswa Universitas Terbuka menunjukkan bahwa kit praktikum mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pelaksanaan praktikum namun tidak mempunyai pengaruh terhadap evaluasi praktikum (Budiastra, Wicaksono, & Erlina, 2022).

Bab III

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Program Studi Biologi dan Teknologi Pangan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Terbuka. Waktu penelitian di tahun kedua dilaksanakan mulai Maret sampai dengan Desember 2024. Penelitian ini menggunakan model penelitian pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan pengembangan yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Dick et al., 2005). Di tahap kedua ini, penelitian yang dilakukan mencakup hal sebagai berikut.

1. Pengembangan video pendukung kit praktikum mikrobiologi. Adapun tujuan pembuatan video ini adalah untuk memberikan panduan visual yang jelas dan terstruktur tentang penggunaan kit praktikum, prosedur, dan konsep-konsep praktikum mikrobiologi yang relevan. Dengan adanya video ini diharapkan dapat membantu pemahaman mahasiswa tentang materi praktikum dengan lebih baik lagi.
2. Uji coba praktikum pada lingkungan yang dikondisikan, yaitu dilakukan di laboratorium mikrobiologi Universitas Pakuan dengan panduan dari ahli bidang mikrobiologi. Uji coba ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dan efektivitas pelaksanaan praktikum dengan didukung kit praktikum, serta mengidentifikasi kendala yang dimungkinkan muncul dalam pelaksanaannya.

Roadmap Penelitian

ROAD MAP PENELITIAN PENGEMBANGAN PRAKTIKUM

TAHUN 2022

Pengembangan Model
Sentra
Praktik/Praktikum:
Studi untuk Program S-
1 Biologi dan Program
S-1 Teknologi Pangan
Fakultas Sains dan
Teknologi Universitas
Terbuka

TAHUN 2023

Pengembangan
Prototipe KIT
Praktikum
Mikrobiologi
Mahasiswa Program
Studi Biologi dan
Teknologi Pangan
untuk Mendukung
Sistem Pendidikan
Jarak Jauh

TAHUN 2024

Ujicoba Kelayakan KIT
Praktikum
Mikrobiologi
Mahasiswa Program
Studi Biologi dan
Teknologi Pangan
untuk Mendukung
Sistem Pendidikan
Jarak Jauh

Bab IV

Hasil dan Pembahasan

4.1 Validasi Alat, Bahan, dan Jenis Kegiatan Praktikum untuk KIT Praktikum oleh Narasumber

Validasi alat, bahan, dan jenis kegiatan praktikum untuk kit praktikum dilakukan oleh narasumber ahli bidang mikrobiologi. Berdasarkan validasi alat dan bahan kit praktikum dari pengembangan di tahun pertama, terdapat beberapa alat dan bahan yang harus dilakukan penyesuaian/penggantian, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Mikroskop perlu diganti dengan tipe mikroskop binokuler agar memadai untuk identifikasi bakteri.
2. Erlenmeyer diganti yang glass dengan tutup sumbat.
3. Batang pengaduk glass
4. Gelas ukur 50 ml
5. Kertas saring 1 lembar
6. Termometer digital lab
7. Bahan PDA/SGA serbuk
8. Cawan petri, dengan total 1 kit ada 8
9. Tabung reaksi diganti ukuran standar
10. Rak tabung
11. Cawan petri ukuran standar

Berkaitan dengan kegiatan praktikum, tidak semua kegiatan praktikum pada BMP Praktikum dapat dilaksanakan secara daring dengan didukung kit praktikum. Adapun hasil identifikasi kegiatan praktikum yang dapat dilaksanakan melalui daring dengan didukung kit praktikum adalah sebagai berikut.

1. Sterilisasi
2. Pembuatan Media
3. Isolasi Mikroba
4. Morfologi Mikroba
5. Enumerasi mikroba



Gambar 1. Kegiatan Validasi Alat, Bahan, dan Kegiatan Praktikum

4.2 Pengembangan Panduan dan Video Suplemen Kit Praktikum

Panduan kegiatan praktikum mikrobiologi dengan kit praktikum berdasarkan kegiatan praktikum yang telah diidentifikasi tersaji dalam lampiran.

Video suplemen kit praktikum per 29 November 2024 masih dalam proses finalisasi editing. Video suplemen dapat diakses pada link berikut: <https://sl.ut.ac.id/video-kit-praktikum-mikrobiologi>

4.3 Uji Coba Praktikum pada Lingkungan yang Dikondisikan

Uji coba praktikum mikrobiologi dengan didukung penggunaan kit praktikum dilaksanakan pada lingkungan yang dikondisikan di laboratorium Universitas Pakuan dengan panduan dari ahli bidang mikrobiologi. Uji coba ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dan efektivitas kit praktikum mikrobiologi serta mengidentifikasi kendala yang mungkin muncul dalam pelaksanaannya.

Praktikum dilakukan secara online dengan simulasi kondisi aktual, di mana narasumber (ahli mikrobiologi) dan mahasiswa berada di lokasi yang sama secara fisik di laboratorium, namun tetap menggunakan pendekatan pembelajaran daring. Dalam hal ini, mahasiswa

diinstruksikan untuk berinteraksi dengan narasumber melalui platform online (Zoom) seolah-olah berada di lokasi yang berbeda.

Adapun tahapan uji coba mencakup persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi.

1. Persiapan

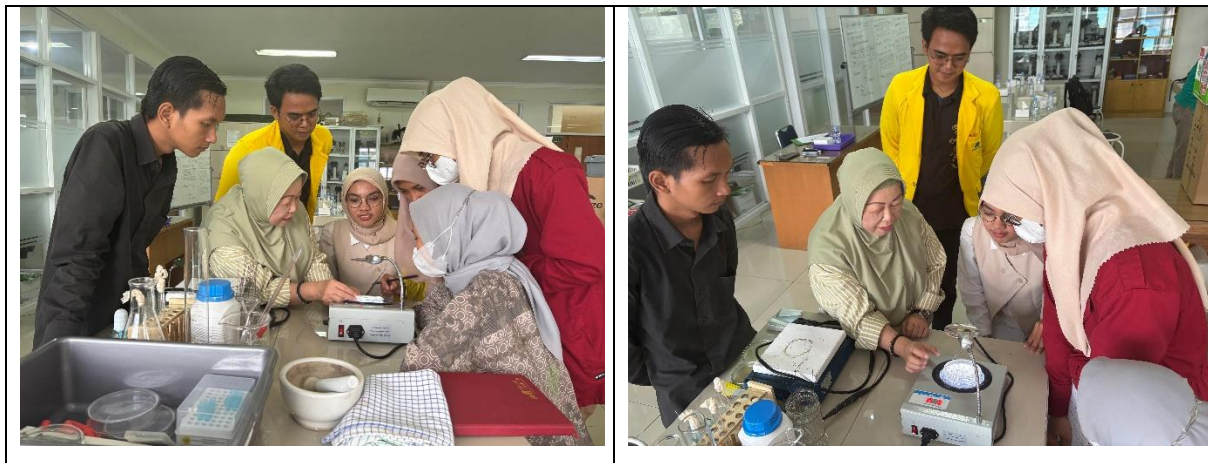
- a. Penjelasan tentang kegiatan praktikum yang akan dilakukan.
- b. Pengenalan kit praktikum dan alat bantu lainnya kepada mahasiswa.

2. Pelaksanaan Praktikum

- a. Narasumber memberikan penjelasan awal tentang prosedur dan tujuan praktikum.
- b. Mahasiswa melaksanakan tahapan praktikum secara mandiri sesuai panduan yang tersedia dalam kit praktikum, dengan pemantauan dan bimbingan jarak jauh oleh narasumber.
- c. Narasumber memberikan umpan balik secara real-time melalui platform online untuk memastikan prosedur dilakukan dengan benar.

3. Evaluasi

Observasi oleh tim dan narasumber terhadap kemampuan mahasiswa dalam menggunakan kit praktikum dan memahami materi.





Gambar 2. Kegiatan Pengarahan sebelum Simulasi Praktikum Mikrobiologi dengan Kit Praktikum

4.4 Evaluasi Kelayakan Praktikum Mikrobiologi dengan Kit Praktikum

Pengumpulan data evaluasi kelayakan praktikum mikrobiologi dengan kit praktikum dilakukan melalui Focus Group Discussion (FGD) kepada narasumber dan enam mahasiswa yang melakukan simulasi praktikum dengan Kit. FGD dilakukan untuk mengevaluasi hasil simulasi praktikum mikrobiologi secara daring yang didukung oleh kit praktikum. Tujuan evaluasi melalui FGD adalah untuk mendapatkan masukan terkait kelayakan, efektivitas, dan keterbatasan pelaksanaan praktikum mikrobiologi berbasis daring.

Hasil diskusi mengungkapkan bahwa tidak semua kegiatan praktikum yang tercantum dalam Buku Materi Pokok (BMP) Mikrobiologi dapat dilaksanakan secara daring. Namun, beberapa kegiatan spesifik dapat dilakukan secara online dengan dukungan kit praktikum dan tetap memenuhi capaian kompetensi, antara lain:

1. Sterilisasi

Meliputi prosedur penggunaan alat sterilisasi sederhana dan metode sterilisasi media atau alat laboratorium.

2. Pembuatan Media

Termasuk penyiapan bahan, pengukuran, dan proses pembuatan media mikrobiologi.

3. Isolasi Mikroba

Melibatkan teknik dasar dalam pemisahan dan penanaman mikroba pada media yang sesuai.

4. Morfologi Mikroba

Observasi karakteristik morfologi mikroba menggunakan alat bantu sederhana.

5. Enumerasi Mikroba

Penghitungan jumlah mikroba dengan metode yang relevan.

FGD juga menyimpulkan bahwa kombinasi antara praktikum daring dan tatap muka di laboratorium merupakan pendekatan yang ideal. Praktikum daring dengan kit praktikum memberikan fleksibilitas dan aksesibilitas bagi mahasiswa yang terkendala lokasi dan transportasi, sedangkan praktikum tatap muka diperlukan untuk kegiatan yang memerlukan alat laboratorium khusus dan pengawasan langsung. Dengan pendekatan kombinasi ini, diharapkan pelaksanaan praktikum mikrobiologi dapat lebih inklusif, efisien, dan tetap memenuhi standar kompetensi yang diharapkan dalam program studi Biologi Universitas Terbuka.

Bab V

Penutup

Penelitian pengembangan kit praktikum mikrobiologi ini telah menunjukkan potensi solusi inovatif dalam mendukung pelaksanaan praktikum bagi mahasiswa Program Studi Biologi Universitas Terbuka, khususnya dalam sistem pembelajaran jarak jauh (PJJ). Dengan menggunakan model pengembangan ADDIE, penelitian ini merancang dan menguji kelayakan kit praktikum untuk beberapa kegiatan praktikum mikrobiologi yang dapat dilakukan secara daring, seperti sterilisasi, pembuatan media, isolasi mikroba, pengamatan morfologi mikroba, dan enumerasi mikroba. Hasil uji coba dan Focus Group Discussion (FGD) menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum secara daring dengan dukungan kit praktikum dapat mencapai kompetensi yang diharapkan pada kegiatan tertentu. Namun, untuk memastikan keseluruhan capaian pembelajaran tercapai, diperlukan kombinasi antara praktikum daring dan tatap muka di laboratorium. Kit praktikum ini tidak hanya memberikan fleksibilitas bagi mahasiswa yang tersebar di berbagai wilayah, termasuk wilayah Terdepan, Tertinggal, dan Terluar (3T), tetapi juga menjadi langkah strategis dalam mengatasi keterbatasan akses terhadap fasilitas laboratorium mitra. Selain itu, pengembangan video pendukung sebagai media pembelajaran semakin memperkuat efektivitas penggunaan kit praktikum ini. Penelitian ini menjadi landasan penting bagi pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan kualitas pembelajaran praktikum mikrobiologi di sistem PJJ.

Daftar Pustaka

- Berman, E.T., Hamidah, I., Mulyanti, B., & Setiawan, A. (2021). *Journal of Technical Education and Training*, 13 (3), 133-145.
- Budiastra, A.K., Wicaksono, I., & Erlina, N. (2022). The effect of science kit and supervision models on the implementation and implications on the evaluation of science practicum distance learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8 (5), 2443-2450.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2005). *The systematic design of instruction*.
- Harahap, J., Nurfajriani, & Silaban, R. (2018). *Proceedings of the 3rd Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2018)*.
- Mardhiya, J., Silaban, R., & Mahmud (2020). Pengembangan pedoman dan kit praktikum kimia inovatif berbasis problem based learning. *J. Pijar MIPA*, 15, (5), 458-465.
- Ningsih, R.K. & Hidayah, R. (2019). The effectiveness of chemical practicum kit to train science process skill in 10th grade. *Journal of Chemistry Research*, 3 (1), 1-8.
- Rusdianawati, D. & Sukarmin (2017). Pengembangan KIT praktikum sebagai media pembelajaran untuk melatih keterampilan proses sains berbasis inkuiri pada materi kesetimbangan kimia Kelas XI. *UNESA Journal of Chemical Education*, 6 (2), 308-314.
- Universitas Terbuka (2022). *Katalog kurikulum program studi Universitas Terbuka 2022/2023*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Winarni, I., Utami, S., Diki, D., & Zuhairi, FR. (2018). Effectiveness of laboratory practice using distance learning to achieve student's competence in genetics course. *Open Education in Human Resource Development in Asia's Period of Integration*. The 32nd Annual Conference of the Asian Association of Open Universities.

PANDUAN PENGGUNAAN KIT PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI

MODUL 1, KEGIATAN PRAKTIKUM 2

STERILISASI

1. Sterilisasi basah

- a. Alat: Langseng/presto
- b. Bahan: Media NA serbuk 2 gr (untuk 5 orang)
- c. Cara kerja:
 - 1) Mengisi langseng atau presto dengan air secukupnya, biasanya sekitar 1-2 cm di dasar alat. Jumlah air harus cukup untuk menghasilkan uap selama proses sterilisasi tanpa membanjiri alat yang disterilisasi.
 - 2) Masukkan peralatan atau bahan yang ingin disterilkan ke dalam langseng atau presto. Pastikan peralatan tidak langsung terendam air dan ditempatkan di rak atau alas yang memisahkannya dari dasar alat, sehingga uap dapat bersirkulasi dengan baik.
 - 3) Nyalakan api dan biarkan air mendidih hingga mulai menghasilkan uap. Pada presto, tutup rapat dan pastikan katup pengaman atau pengatur tekanan terpasang dengan benar. Uap panas akan mulai terbentuk dan menekan ke seluruh bagian alat.
 - 4) Ketika presto atau langseng sudah mencapai suhu dan tekanan yang diinginkan (biasanya sekitar 121°C dengan tekanan 15 psi untuk sterilisasi penuh), biarkan alat beroperasi selama waktu yang diperlukan, biasanya antara 15 hingga 30 menit, tergantung jenis bahan atau alat yang disterilkan.
 - 5) Setelah waktu sterilisasi selesai, matikan api dan biarkan presto atau langseng mendingin hingga tekanannya turun secara alami. Hindari membuka tutup secara langsung untuk mencegah kecelakaan karena tekanan yang masih tinggi.
 - 6) Setelah tekanan sudah sepenuhnya turun, buka langseng atau presto dengan hati-hati dan keluarkan alat atau bahan yang sudah disterilkan. Pastikan tidak ada kontaminasi saat mengeluarkannya.

2. Sterilisasi Kering

- a. Alat:
 - 1) Oven
 - 2) Peralatan dari gelas (tabung reaksi, cawan Petri, labu Erlenmeyer, pipet volume)
- b. Cara kerja:
 - 1) Peralatan yang akan disterilisasi masing-masing dibungkus menggunakan kertas polos (Folio atau HVS).

- 2) Nyalakan oven dan atur suhu ke 150°C-160°C selama 1 jam. Suhu ini efektif untuk sterilisasi kering dan akan membunuh mikroorganisme pada suhu di atas 100 derajat.
- 3) Biarkan oven mencapai suhu yang diinginkan sebelum memasukkan bahan untuk memastikan proses sterilisasi berjalan dengan suhu yang stabil.
- 4) Masukkan peralatan yang telah dibungkus ke dalam Oven, diamkan selama 1-2 jam.
- 5) Sterilisasi alat selesai, dan peralatan dapat digunakan sesuai kebutuhan. Suhu oven dikembalikan ke suhu penyimpanan (35-37 derajat).

MODUL 1, KEGIATAN PRAKTIKUM 3

PEMBUATAN MEDIA

1. Pembuatan Nutrient Agar

a. Alat:

- 1) Erlenmeyer 250 ml
- 2) Gelas ukur 50 ml
- 3) Autoklaf diganti langseng/presto (untuk sterilisasi)
- 4) Cawan petri
- 5) Tabung reaksi
- 6) Kertas saring biasa
- 7) Timbangan

b. Bahan:

- 1) Kapas (disediakan oleh mahasiswa)
- 2) Serbuk Nutrient Agar 5 gram (untuk 1 kelompok = 5 mahasiswa)
- 3) Aquadest 500 ml

c. Cara Kerja:

- 1) Menimbang Serbuk Nutrient Agar
 - a) Timbang Nutrient Agar sesuai kebutuhan. Biasanya, untuk konsentrasi standar, 23 gram serbuk NA dilarutkan dalam 1 liter air.
 - b) Jika membuat media dalam jumlah yang lebih sedikit atau lebih banyak, gunakan perbandingan yang sama.
- 2) Melarutkan Nutrient Agar
 - a) Masukkan serbuk NA ke dalam Erlenmeyer
 - b) Tambahkan Aquadest hingga mencapai volume total yang diinginkan, misalnya 1 liter.
 - c) Panaskan larutan di atas pemanas atau hot plate sambil diaduk perlahan hingga semua serbuk larut sempurna. Pastikan tidak ada gumpalan agar konsistensi media rata.
- 3) Sterilisasi dengan Autoklaf/Presto
 - a) Setelah larutan Nutrient Agar tercampur dengan baik, tuangkan larutan ke dalam botol atau wadah tahan panas yang bisa disterilkan.
 - b) Sterilkan media di presto selama 30-50 menit pada suhu didih. Proses ini membunuh semua mikroorganisme yang mungkin ada di dalam media.
 - c) Setelah selesai, biarkan media sedikit mendingin hingga sekitar 45-50°C sebelum dituangkan.
- 4) Menuangkan Media ke Cawan Petri atau Tabung Reaksi
 - a) Jika menggunakan cawan petri, tuangkan media Nutrient Agar yang sudah disterilkan ke dalam cawan petri yang bersih secara aseptik hingga ketebalan sekitar 0,5 - 1 cm. Biarkan media mengeras pada suhu kamar.

- b) Jika ingin membuat media miring, tuangkan media ke dalam tabung reaksi yang steril, lalu miringkan tabung hingga media mendingin dan mengeras dalam posisi miring.
- 5) Menyimpan Media

Media Nutrient Agar yang sudah mengeras di cawan petri atau tabung reaksi dapat disimpan dalam kulkas (sekitar 4°C) untuk mencegah kontaminasi hingga siap digunakan.

MODUL 1, KEGIATAN PRAKTIKUM 4

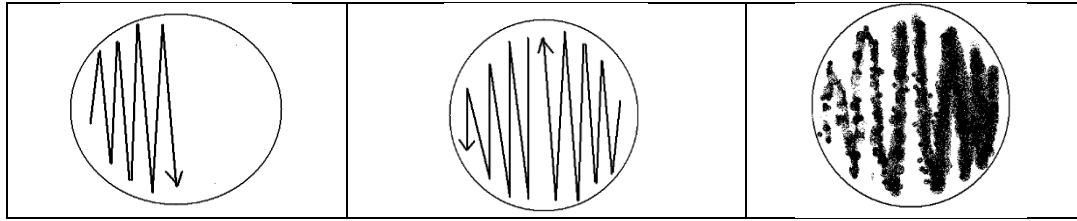
ISOLASI MIKROBA

1. Penyiapan media dengan teknik Spread plate

- a. Alat:
 - 1) Cawan petri
 - 2) Drugalsky
 - 3) Bunsen (Spirtus disediakan oleh mhs)
- b. Bahan:
 - 1) Media NA
 - 2) Alkohol
 - 3) Sampel hasil pengenceran dalam tabung reaksi
- c. Cara kerja:
 - 1) Sampel hasil pengenceran dalam tabung reaksi dan agar cawan disiapkan.
 - 2) Suspensi cairan diambil sebanyak 0,1 ml dengan pipet ukur kemudian ditetaskan di atas permukaan agar cawan.
 - 3) Batang L atau batang drugalsky diambil kemudian disemprot alkohol dan dibakar di atas bunsen beberapa saat, kemudian didinginkan dan ditunggu beberapa detik.
 - 4) Kemudian disebar dengan menggosokkannya pada permukaan agar supaya tetesan suspensi merata, penyebaran akan lebih efektif bila cawan ikut diputar.
 - 5) Hal yang perlu diingat bahwa batang L yang terlalu panas dapat menyebabkan sel-sel mikroba dapat mati karena panas.

2. Teknik Penanaman: Goresan Sinambung/Goresan T/Goresan Kuadran

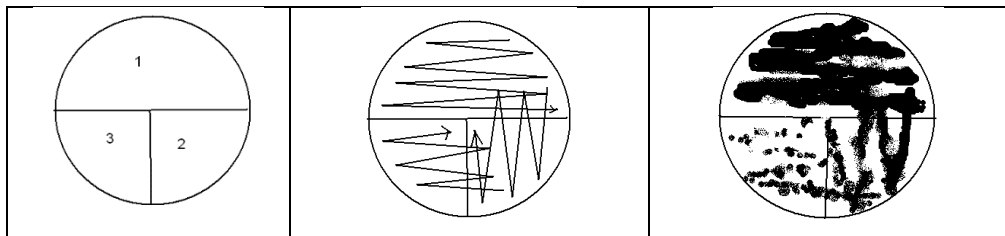
- a. Alat:
 - 1) Jarum inokulasi (ose)
 - 2) Cawan petri
 - 3) Drugalsky
 - 4) Bunsen (Spirtus disediakan oleh mahasiswa)
- b. Bahan:
 - 1) Media NA
 - 2) Isolat *Bacillus subtilis*.
 - 3) Alkohol 70%
- c. Cara Kerja
 - c.1 Goresan Sinambung
 - 1) Jarum ose disentuh pada koloni dan gores secara kontinu sampai setengah permukaan agar.
 - 2) Jangan pijarkan ose, lalu putar cawan 180°C lanjutkan goresan sampai habis.
 - 3) Goresan sinambung umumnya digunakan bukan untuk mendapatkan koloni tunggal, melainkan untuk peremajaan ke cawan atau media baru (Gambar 1).



Gambar 1. Teknik Goresan Sinambung

c.2 Goresan T

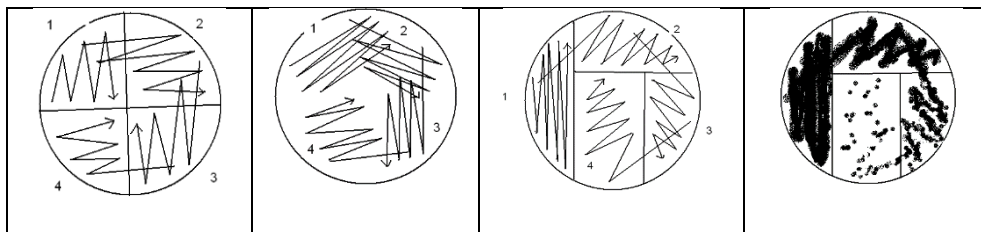
- 1) Cawan dibagi menjadi 3 daerah bagian menggunakan spidol marker.
- 2) Daerah 1 diinokulasi dengan streak zig-zag.
- 3) Jarum inokulan dipanaskan dan tunggu dingin, kemudian streak zig-zag dilanjutkan pada daerah 2 (streak pada gambar). Cawan diputar untuk memperoleh goresan yang sempurna.
- 4) Lakukan hal yang sama pada daerah 3 (Gambar 2).



Gambar 2. Teknik Goresan T

c.3 Goresan Kuadran

Hampir sama dengan goresan T, namun berpola goresan yang berbeda yaitu dibagi empat daerah. Daerah 1 merupakan goresan awal sehingga masih mengandung banyak sel mikroba. Goresan selanjutnya dipotongkan atau disilangkan dari goresan pertama sehingga jumlah semakin sedikit dan akhirnya terpisah-pisah menjadi koloni tunggal. Antar kuadran, jarum inokulan harus dipanaskan terlebih dahulu (Gambar 3).



Gambar 3. Teknik Goresan Kwadran

3. Isolasi Bakteri dari Sampel Tanah

a. Alat

- 1) Pipet seukuran
- 2) Cawan petri
- 3) Bunsen
- 4) Timbangan analitik
- 5) Batang L atau Drugalsky

- 6) Jarum inokulasi (ose)
- 7) Tabung reaksi
- 8) Inkubator

b. Bahan

- 1) Media Nutrien Agar
- 2) Sampel dari tanah 1 gr
- 3) Alkohol 70%
- 4) Akuades

c. Cara Kerja

- 1) Tanah seberat 1g dimasukkan ke dalam tabung pengenceran 10^{-1} secara aseptis, selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10^{-8} .
- 2) Tiga pengenceran terakhir diambil 0,1 ml untuk ditanam secara *spread plate* pada media NA, setelah selesai, diinkubasi pada 37°C selama 1×24 jam.
- 3) Koloni akan tumbuh pada ketiga cawan tersebut kemudian dipilih koloni yang relatif terpisah dari koloni lain dan koloni yang mudah dikenali.
- 4) Koloni yang terpilih kemudian ditumbuhkan atau dimurnikan ke NA baru dengan teknik streak kuadran.
- 5) Diinkubasi selama 1×24 jam. Dibungkus kertas koran, didiamkan selama 24 jam.

MODUL 2, KEGIATAN PRAKTIKUM 1

MORFOLOGI MIKROBA

1. Morfologi Koloni Bakteri

a. Alat

- 1) Cawan petri
- 2) Tabung reaksi
- 3) Autoklaf
- 4) Jarum inokulasi (ose)
- 5) Bunsen
- 6) Erlenmeyer
- 7) Inkubator
- 8) Hot plate

b. Bahan

- 1) Medium Nutrient Agar (NA)
- 2) Medium Nutrien Broth (NB)
- 3) Isolat kultur murni dari hasil isolasi bakteri dari sample tanah
- 4) Alkohol 75%
- 5) Akuades

c. Cara Kerja

- 1) medium NA dibuat dan dituangkan dalam bentuk NA cawan, NA miring, dan NA tegak pada tabung reaksi.
- 2) Isolat disiapkan dan diinokulasikan satu ose pada medium NA cawan secara *streak* kuadran.
- 3) Satu ose isolat diinokulasikan pada medium NA miring secara *streak* dengan pola inokulasi tegak lurus.
- 4) Satu ose isolat diinokulasikan pada medium NA tegak dengan cara ditusuk sampai setengah dari tinggi agar.
- 5) Satu ose isolat diinokulasikan pada medium NB.
- 6) Seluruh biakan diinkubasi dalam inkubator selama 1×24 jam.
- 7) Bentuk koloni dan ciri pertumbuhan pada masing-masing medium diamati, dicatat hasilnya, dan dibandingkan dengan menggunakan literatur lain.

2. Pewarnaan Positif

a. Alat

- 1) Object glass
- 2) Pipet tetes
- 3) Bunsen
- 4) Jarum ose
- 5) Tabung reaksi
- 6) Timer
- 7) Tisu/kapas

8) Mikroskop

b. Bahan

- 1) *Methylene blue*
- 2) Safranin
- 3) Crystal violet
- 4) Akuades
- 5) Kultur *Bacillus subtilis*

c. Cara Kerja

- 1) *Object glass* dibersihkan dengan kapas, jika perlu ditulis kode atau nama bakteri pada sudut *object glass*.
- 2) Bila menggunakan biakan cair maka setetes biakan dipindahkan dengan pipet tetes atau dapat juga dipindahkan dengan jarum inokulum. Jangan lupa biakan dikocok terlebih dahulu. Jika menggunakan biakan padat maka biakan dipindahkan dengan jarum inokulum, satu ulasan saja kemudian diberi akuades, dan disebar supaya sel merata.
- 3) Ulasan tersebut dikeringkan, setelah kering baru difiksasi dengan api bunsen (lewatkan di atas api 2-3 kali).
- 4) Setelah benar-benar kering dan tersebar selanjutnya ditetesi dengan pewarna (dapat digunakan *Methylene Blue*, atau *Safranin*, atau *Crystal Violet*) dan tunggu kurang lebih 30 detik.
- 5) Preparat dicuci dengan akuades, kemudian dikeringkan dengan kertas tisu.
- 6) Preparat diamati dengan mikroskop (perbesaran 100×10).

3. Pewarnaan Negatif

a. Alat

- 1) Object glass
- 2) Pipet tetes
- 3) Bunsen
- 4) Jarum ose
- 5) Tabung reaksi
- 6) Timer (Bisa diganti dengan timer Hp)
- 7) Tisu
- 8) Mikroskop

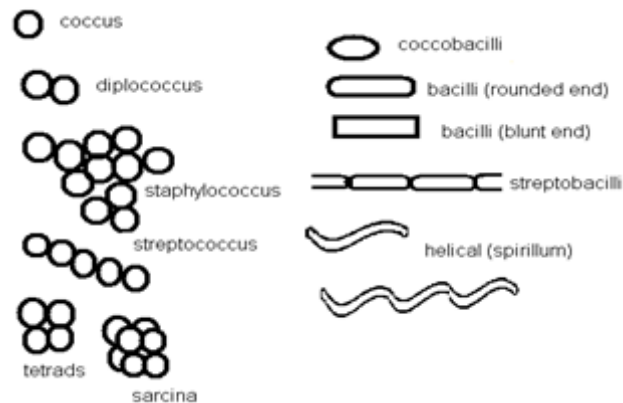
b. Bahan:

- 1) Nigrosin/tinta cina
- 2) Akuades
- 3) Hasil isolasi sampel tanah, diencerkan dengan NaCl fisiologis (cairan infus) di dalam tabung reaksi

c. Cara Kerja

- 1) Dua object glass diambil dan ditetaskan nigrosin atau tinta Cina di ujung kanan salah satu object glass.
- 2) Biakan diambil lalu diulaskan atau ditetaskan dalam tetesan nigrosin tadi, lalu dicampurkan.

- 3) Sisi object glass yang lain ditempelkan, kemudian digesekkan ke samping kiri.
- 4) Preparat dibiarkan mengering di udara, jangan difiksasi atau dipanaskan di atas api
- 5) Setelah dilihat di mikroskop maka akan tampak bentuk sel bakteri (Gambar 4).



Gambar 4. Berbagai Bentuk Sel Bakteri

4. Pewarnaan Gram

a. Alat

- 1) *Object glass*
- 2) Pipet tetes
- 3) Bunsen
- 4) Jarum ose
- 5) Timer
- 6) Tisu
- 7) Mikroskop

b. Bahan

- 1) Lugol's Iodine
- 2) Safranin
- 3) Crystal Violet (CV/kristal ungu)
- 4) Akuades
- 5) Hasil isolasi sampel tanah, diencerkan dengan NaCl fisiologis (cairan infus) di dalam tabung reaksi
- 6) Alkohol 96%

c. Cara Kerja

- 1) Buat preparat ulas (smear) yang telah difiksasi dari bakteri Gram positif misal *Bacillus subtilis* dan Gram negatif misal *Escherichia coli*
- 2) Teteskan kristal ungu sebagai pewarna utama pada kedua preparat, usahakan semua ulasan terwarnai dan tunggu selama ± 1 menit
- 3) Cuci dengan akuades mengalir
- 4) Teteskan mordant (lugol's iodine) lalu tunggu ± 1 menit
- 5) Cuci dengan akuades mengalir
- 6) Beri larutan pemucat (etanol 96%/aseton) setetes demi setetes hingga etanol yang jatuh berwarna jernih. Jangan sampai terlalu banyak (overdecolorize), dan didiamkan selama 2 detik
- 7) Cuci dengan akuades mengalir

- 8) Teteskan counterstain (safranin) dan tunggu selama ± 45 detik
- 9) Cuci dengan akuades mengalir
- 10) Preparat dikeringkan dengan kertas tisu yang ditempelkan di sisi ulasan (jangan sampai merusak ulasan) lalu biarkan mengering di udara. Diamati dengan menggunakan mikroskop.

5. Morfologi Koloni Kapang

a. Alat

- 1) Bunsen
- 2) Jarum Needle
- 3) Inkubator (kondisional, dibuat kondisi hangat)

b. Bahan

- 1) Medium Potato Dextrose Agar (PDA) serbuk
- 2) Tempe/tape/roti yang berjamur

c. Cara kerja:

- 1) Untuk tempe dan tape diambil bagian yang berwarna putih. Untuk roti diambil bagian yang berjamur (warna kuning, kehijauan, hitam)
- 2) Bagian jamur tersebut diletakkan pada gelas objek yang sudah ditetesi air, kemudian ditutup dengan cover glass dan amati pertumbuhan koloni di bawah mikroskop pada pembesaran 100x (angka 10 pada lensa obyektif)

MODUL 2, KEGIATAN PRAKTIKUM 2

ENUMERASI MIKROBA

Menghitung total mikroorganisma secara tidak langsung menggunakan metode Pengenceran

- a. Alat
 - 1) Cawan petri 6 pasang
 - 2) Pipet volume 10 mL 1 buah dan pipet volume 1 mL 6 buah
 - 3) Bunsen

- b. Bahan
 - 1) Media Nutrient Agar 250 mL
 - 2) Alkohol
 - 3) Air sumur 10 mL
 - 4) Akuades

- c. Cara Kerja
 - 1) Menyiapkan semua alat dan bahan. Cawan petri dan tabung reaksi untuk membuat deret pengenceran semua dalam keadaan steril dan dibungkus kertas
 - 2) Menuangkan aquadest steril ke dalam 4 tabung reaksi, masing-masing berisi 9 mL
 - 3) Memindahkan 1 mL sampel ke dalam pengenceran pertama (10⁻¹) kemudian dikocok, dan memindahkan 1 mL ke dalam cawan petri 10-1, dan 1 mL ke dalam tabung reaksi 10-2
 - 4) Dengan pipet volume yang lain, ambil 1 mL dari tabung reaksi 10-2 dan masukkan ke dalam cawan petri 10-2, kemudian ambil lagi 1 mL dan pindahkan ke tabung reaksi 10-3
 - 5) Lakukan seperti point 4, untuk cawan petri ke 3 dan 1 mL pindahkan ke tabung reaksi 10-4
 - 6) Dengan pipet volume yg lain lagi, ambil dari tabung reaksi 10-4 dan pindahkan ke cawan petri ke 4.
 - 7) Cawan petri 10-1, 10-2, 10-3, dan 10-4 yg sudah berisi sampel tadi, ditambahkan media NA yg sudah dipanaskan, masing-masing sebanyak 15-20 mL media. Diamkan membeku dan bungkus dengan kertas, dan simpan dalam Oven (Inkubator) selama 24 jam
 - 8) Pengamatan: amati dan hitung koloni-koloni yang tumbuh dari masing-masing cawan petri. Jumlah koloni yang dapat dihitung yaitu 30 -300 koloni mikroorganisma

Cara menghitung sel relatif/CFU's per ml

CFU's/ml = jumlah koloni × faktor pengenceran

Misalnya, penanaman dilakukan dari tabung pengenceran 10⁻⁶ dengan metode *Spread Plate* dan *Pour Plate*.

Spread plate :

$$\begin{aligned} \text{koloni} = 50 &= 50 \times 10^6 \text{ CFU's/0,1 ml} \\ \text{Fp} = 1/10^{-6} &= 50\,000\,000 \text{ CFU's/0,1 ml} \\ \text{SP} = 0,1 \text{ ml} &= 500\,000\,000 \text{ CFU's/ml} \\ &= \underline{5 \times 10^8 \text{ CFU's/ml}} \end{aligned}$$

Pour plate :

$$\begin{aligned} \text{koloni} = 50 &= 50 \times 10^6 \text{ CFU's/1 ml} \\ \text{Fp} = 1/10^{-6} &= 50.000.000 \text{ CFU's/0,1 ml} \\ \text{SP} = 1 \text{ ml} &= \underline{5 \times 10^7 \text{ CFU's/ml}} \end{aligned}$$