

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif adalah salah satu dari jenis penelitian yang termasuk pada jenis penelitian kualitatif. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengungkapkan peristiwa atau informasi, keadaan, fenomena, variabel dan keadaan yang terjadi saat penelitian berlangsung dengan menyuguhkan apa yang sebenarnya terjadi. Penelitian ini menafsirkan serta menguraikan data yang bersangkutan dengan situasi yang sedang terjadi, sikap serta pandangan yang terjadi, hubungan antar variabel yang ada, perbedaan antar informasi yang ada serta pengaruhnya terhadap suatu kondisi, dan sebagainya. Adapun masalah yang dapat diteliti dan diselidiki oleh penelitian deskriptif kualitatif ini mengacu pada studi kuantitatif, studi komparatif (perbandingan), serta dapat juga menjadi sebuah studi korelasional (hubungan) antara satu unsur dengan unsur lainnya. Kegiatan penelitian ini meliputi pengumpulan data, analisis data, interpretasi data, dan pada akhirnya dirumuskan suatu kesimpulan yang mengacu pada analisis data tersebut.

Penelitian deskriptif kualitatif yang digunakan yaitu dengan cara penelitian eksperimen, pengamatan terhadap perubahan fisika, kimia, dan biologi pada limbah mie serta kandungan pupuk limbah cair mie yang dipengaruhi oleh variasi formula pumakkal. Pengamatan yang diukur yaitu, unsur N, P, dan K. Peneliti menggunakan 5 perlakuan yaitu menggunakan 3 isolat bakteri (P1), 6 isolat bakteri (P2), 9 isolat bakteri (P3), 12 isolat bakteri (P4), dan 15 isolat bakteri (P5). Dengan menggunakan 3 kali ulangan pada setiap perlakuannya.

Penelitian dirancang dalam rangka bertujuan untuk dapat membuktikan teori, menunjukkan kebenaran, menunjukkan adanya hubungan antara variabel yang peneliti gunakan, memberi gambaran deskripsi hasil uji, menguraikan atau menduga hasil yang diteliti. Penelitian dilakukan dengan sangat terstruktur, baku, formal, dan dirancang dengan matang sebelum penelitian dilakukan. Penelitian yang akan dilakukan disusun dengan sangat spesifik dan detail agar saat pelaksanaan penelitian tidak terjadi kekeliruan sehingga hasil yang diinginkan peneliti benar-benar valid.

Peneliti menggunakan penelitian kuantitatif dengan model penelitian rancangan eksperimen. Penelitian menggunakan dua variabel yaitu variabel

bebas dan variabel terikat. Variasi formula pumakkal adalah variabel bebas dan variabel terikat dalam dalam penenitian yaitu kualitas pupuk cair limbah mie. Media yang peneliti gunakan berupa nutrient agar untuk mengobservasi pertumbuhan bakteri dengan indikator pertumbuhan bakteri, kemudian media kedua yaitu pembuatan media cair untuk mengobservasi pertumbuhan bakteri dengan indikator warna, tingkat kekeruhan, dan aroma dalam prosedur inokulasi bakteri, dengan menginokulasi 15 isolat bakteri indigen dalam nutrient cair di dalam *laminar air flow*. Penggunaan *laminar air flow* bertujuan untuk meja kerja yang steril agar terhindar dari kontaminasi. Selanjutnya pembuatan formula konsorsia bakteri starter (biang) dan di aplikasikan dengan limbah cair mie pada masing-masing konsorsia yaitu P1 menggunakan isolat bakteri 2, 3, dan 5. P2 menggunakan isolat bakteri 4, 5, 6, 7, 12, dan 14. P3 menggunakan isolat bakteri 1, 2, 3, 8, 9,10, 11, 12, 14, dan 15. P4 menggunakan isolat bakteri 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. P5 menggunakan isolat bakteri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15. Yang diamati setiap hari untuk mengetahui perubahan pH, kekeruhan, dan aroma di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Metro. Setelah itu di sampel di kirim ke Laboratorium Kimia Analitik Universitas Muhammadiyah Malang untuk mengetahui unsur N, P, K yang terkandung didalam pupuk cair limbah mie.

Tabel 5. Desain Penelitian

U \ P	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
U ₁	P ₁ U ₁	P ₂ U ₁	P ₃ U ₁	P ₄ U ₁	P ₅ U ₁
U ₂	P ₁ U ₂	P ₂ U ₂	P ₃ U ₂	P ₄ U ₂	P ₅ U ₂
U ₃	P ₁ U ₃	P ₂ U ₃	P ₃ U ₃	P ₄ U ₃	P ₅ U ₃

Keterangan

- U : Ulangan
- P : Perlakuan
- P0 : Tanpa menggunakan isolat bakteri
- P1 : Menggunakan 3 bakteri
- P2 : Menggunakan 6 bakteri
- P3 : Menggunakan 9 bakteri
- P4 : Menggunakan 12 bakteri
- P5 : Menggunakan 15 bakteri

B. Tahapan Penelitian

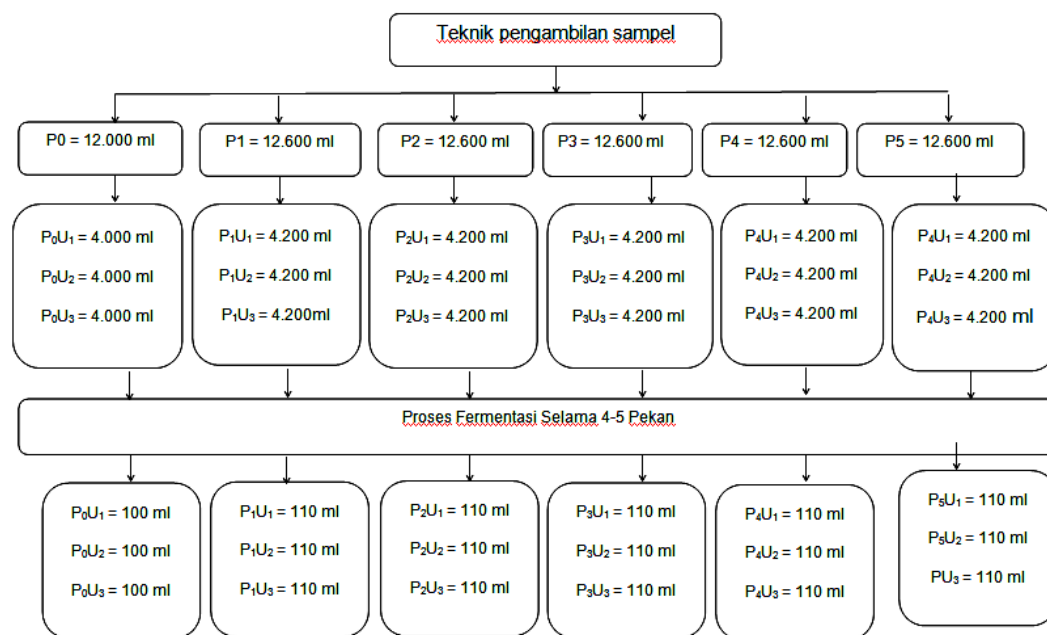
1. Populasi penelitian

Populasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah limbah mie yang diberi perlakuan. dengan urutan pengambilan sampel dari pabrik mie yang ada di Desa Pekalongan, limbah mie di tampung menggunakan wadah besar sebelum

dibuang ke saluran air. Adanya penampungan limbah dapat memperkecil kontaminasi sehingga proses fermentasi akan berlangsung sesuai keinginan. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh percobaan yaitu 5 perlakuan dan 1 kontrol, masing-masing 5 kali ulangan. Perlakuan 1 menggunakan 3 isolat dengan jenis bakteri *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus cereus* untuk mendegradasi lemak, perlakuan 2 menggunakan 6 isolat dengan jenis bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas pesudomallei*, dan *Actinobacillus iwoffii* untuk mendegradasi amilum, perlakuan 3 menggunakan 9 isolat dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein, perlakuan 4 menggunakan 12 isolat dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella oxitoca*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein dan amilum, dan perlakuan 5 menggunakan 15 isolat dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella oxitoca*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein, amilum, dan lemak. Kemampuan formula pumakal dalam mendegradasi senyawa organik diharapkan dapat menguraikan senyawa kompleks pada limbah mie menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam bentuk pupuk cair yang mengandung unsur N, P, K.

2. Teknik Sampling

Pemilihan sampel penelitian ini menggunakan *probability sampling*, yaitu pengambilan secara acak (*random*), sehingga sampel di seluruh anggota populasi diasumsikan memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih menjadi sampel penelitian.



Pengambilan sampel secara acak (random) dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Penelitian memiliki 5 perlakuan dan 1 kontrol, masing-masing 3 kali ulangan.
- b. Pada masing-masing perlakuan dan ulangan terdapat pupuk cair sebanyak 4000 ml.
- c. Sampel pada penelitian diambil pada hari terakhir dilakukannya pengamatan.
- d. Setiap perlakuan dalam satu kali ulangan dilakukan pengadukan hingga bercampur.
- e. Setelah pupuk cair tercampur dilakukan pengukuran.
- f. Masing-masing perlakuan dan ulangan diambil sampel sebanyak 110 ml.
- g. Sampel diambil kemudian dikemas ke dalam botol kaca untuk dikirim ke Laboratorium Kimia Analitik Universitas Muhammadiyah Malang untuk diuji kandungan hara makro yaitu kadar N, P, dan K,.

C. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel bebas penelitian adalah variasi formula pumakkal dan variabel terikat adalah kadar N, P, K limbah mie

1. variasi formula pumakkal merupakan sebuah kombinasi atau pencampuran isolat bakteri yang sudah dikelompokkan (konsorsia) berdasarkan kemampuannya mendegradasi amilum, lemak, serta protein yang berada di dalam limbah organik. Peneliti memanfaatkan bakteri indigen yang ada di

dalam formula pumakkal dengan beberapa variasi yaitu dengan menggunakan 5 konsorsia (kelompok) yang terdiri dari (a) konsorsia P1 yang terdiri dari 3 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 2, 3, dan 5 dengan jenis bakteri *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus cereus* untuk mendegradasi lemak, (b) konsorsia P2 terdiri dari 6 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 4, 5, 6, 7, 12, dan 14 dengan jenis bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas pesudomallei*, dan *Actinobacillus iwoffii* untuk mendegradasi amilum, (c) konsorsia P3 terdiri dari 9 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 14, dan 15 dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baummanii*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein, (d) konsorsia P4 terdiri dari 12 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15 dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baummanii*, *Acinetobacter baummanii*, *Klebsiella oxitoca*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein dan amilum, (e) konsorsia P5 terdiri dari 15 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15, dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baummanii*, *Acinetobacter baummanii*, *Klebsiella oxitoca*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein, amilum, dan lemak. Kemampuan formula pumakkal dalam mendegradasi senyawa organik diharapkan dapat menguraikan senyawa kompleks pada limbah mie menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam bentuk pupuk cair yang mengandung unsur N, P, K.

2. Kadar N, P, K dihasilkan dari degradasi melalui proses bioremediasi. Kadar tersebut sebagai akibat dari penambahan variasi formula pumakkal dengan kemampuan yang berbeda sehingga akan menghasilkan tinggi kadar yang berbeda. Kadar N, P, K di analisis di Universitas Muhammadiyah Malang.

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada objek penelitian. Pada pupuk cair limbah mie diukur parameter kimia berupa unsur N, P, K.

1. Kadar Unsur Nitrogen

Kadar unsur Nitrogen dianalisis menggunakan tabel pengamatan sebagai berikut.

Tabel 6. Kadar Unsur Nitrogen

No.	Parameter	Kandungan Unsur Hara (%)			Jumlah	Rata-rata	
		Perlakuan	Ulangan				
			1	2			3
1.	N	P ₀					
		P ₁					
		P ₂					
		P ₃					
		P ₄					
		P ₅					

2. Kadar Unsur Fosfor

Kadar unsur fosfor dianalisis menggunakan tabel pengamatan sebagai berikut.

Tabel 7. Kadar Unsur Fosfor

No.	Parameter	Kandungan Unsur Hara (%)			Jumlah	Rata-rata	
		Perlakuan	Ulangan				
			1	2			3
2.	P	P ₀					
		P ₁					
		P ₂					
		P ₃					
		P ₄					
		P ₅					

3. Kadar Unsur Kalium

Kadar unsur kalium dianalisis menggunakan tabel pengamatan sebagai berikut.

Tabel 8. Kadar Unsur Kalium

No.	Parameter	Kandungan Unsur Hara (%)			Rata-rata	
		Perlakuan	Ulangan			
			1	2		3
3.	K	P ₀				
		P ₁				
		P ₂				

No.	Parameter	Kandungan Unsur Hara (%)			Rata-rata	
		Perlakuan	Ulangan			
			1	2		3
		P ₃				
		P ₄				
		P ₅				

4. Rata-Rata Kadar Undur Nitrogen, Fosfor, Dan Kalium

Rata-rata kadar unsur Nitrogen, Fosfor, dan Kalium dianalisis menggunakan tabel pengamatan sebagai berikut.

Parameter	Perlakuan	Kadar Unsur Hara (%)		
		Rata-Rata		
		N	P	K
N, P, K	P0			
	P1			
	P2			
	P3			
	P4			
	P5			

5. Persentase Kadar Unsur Nitrogen, Fosfor, Dan Kalium

Parameter	Perlakuan	Kadar Unsur Hara			Jumlah	SNI atau Peraturan Menteri pertanian No.261/KTPS/SR.320/M4/2919	Keterangan (B/M)
		Rata-rata					
		N	P	K			
N, P, K	P0						
	P1						
	P2						
	P3						
	P4						
	P5						

E. Instrumen Penelitian

1. Alat

No	Nama Alat	Fungsi
1.	Tabung reaksi.	: Tempat pengenceran dan penyimpanan media.
2.	Rak tabung reaksi.	: Tempat meletakkan tabung reaksi.
3.	<i>Beaker glass</i>	: Tempat penampung dan penyimpanan bahan sementara.
4.	Gelas ukur	: Untuk mengukur volume bahan cair.
5.	Timbangan digital.	: Untuk mengukur massa bahan yang akan digunakan.
6.	Tissue.	: Untuk membersihkan area penelitian.

7. Kertas kopi pembungkus : Untuk membungkus alat-alat sebagai pelindung pada saat disterilkan.
8. Tabung Erlenmeyer. : Untuk mengukur volume bahan kimia cair, penampung bahan kimia sementara, untuk menyimpan media pada analisa mikrobiologi.
9. *Hotplate Micropipet.* : Untuk memanaskan dan menghomogenkan larutan.
10. Mikropipet : Untuk memindahkan cairan dan larutan.
11. Jarum Ose : Untuk melakukan inokulasi.
12. Autoklaf : Untuk mensterilkan alat laboratorium.
13. *Laminar Air Flow.* : Sebuah meja kerja steril untuk kegiatan inokulasi.
14. Alumunium foil : Untuk melindungi alat lab dari kuman
15. Kapas : Untuk menyumbat misalnya tabung reaksi
16. Selotip : Untuk merekatkan alat atau media.
17. Jerigen 10 liter : Untuk menampung zat cair dan pembiakan bakteri.
18. Kompor : Untuk memasak bahan-bahan dan mensterilkan alat.
19. Lampu Spiritus : Untuk media pembakar.
20. Dandang Panci : Untuk menampung dan memasak bahan cair.
21. Pengaduk : Untuk mengaduk campuran dan menghomogenkan larutan.
22. Kertas label. : Untuk memberi nama pada atau tanda pada alat.
23. Pena. : Untuk menuliskan atau memberi tanda
24. Timbangan analog. : Untuk mengukur massa bahan penelitian.
25. Sarung tangan. : Untuk melindungi tangan dari bahan kimia
26. Plastik pembungkus. : Untuk media penyimpanan bahan dan tempat pengomposan.
27. pH meter. : Untuk mengukur derajat keasaman cairan
28. Thermometer. : Untuk mengukur suhu.
29. *Soil pH moisture.* : Untuk mengukur kadar asam dan kelembaban pada tanah (kompos)

Saputra (2021: 47)

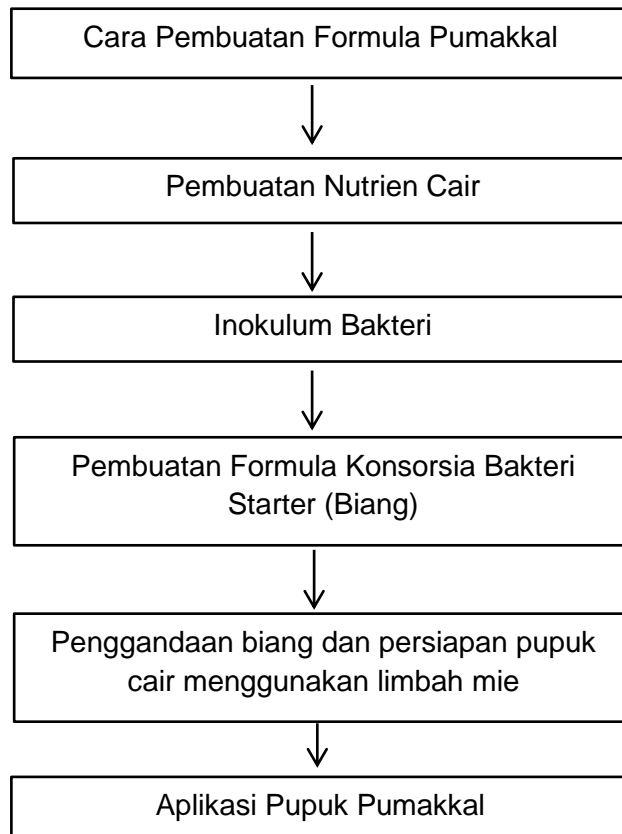
2. Bahan

No	Nama Bahan	Fungsi
1.	Formula bakteri indigen	: Formula bioremediatory pendegradasi limbah LCN atau Pumakkal organik
2.	Alkohol	: Mensterilkan alat untuk penelitian

- 3. Limbah cair limbah mie : Limbah cair produksi mie sebanyak 50 L untuk P0, P1, P2, P3, P4, P5 sebagai bahan pupuk organik cair.
- 4. Agar-agar : Sumber nutrisi dalam pertumbuhan mikroba.

Saputra (2021: 48)

3. Cara Pembuatan Formula Pumakkal

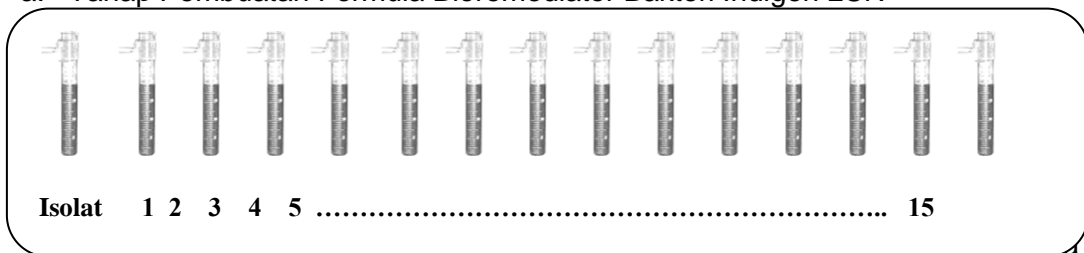


Gambar 2.

Cara Pembuatan Formula Pumakkal

Pada proses pembuatan pupuk organik, terdapat 2 (dua) tahapan yang harus dilakukan. Berikut ini tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.

a. Tahap Pembuatan Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN



bioremediator menggunakan starter bakteri indigen LCN yang telah dibiakkan dan disimpan sebelumnya, dengan tahapan sebagai berikut:

1) Hari Pertama Persiapan Alat, Bahan Dan Sterilisasi Alat

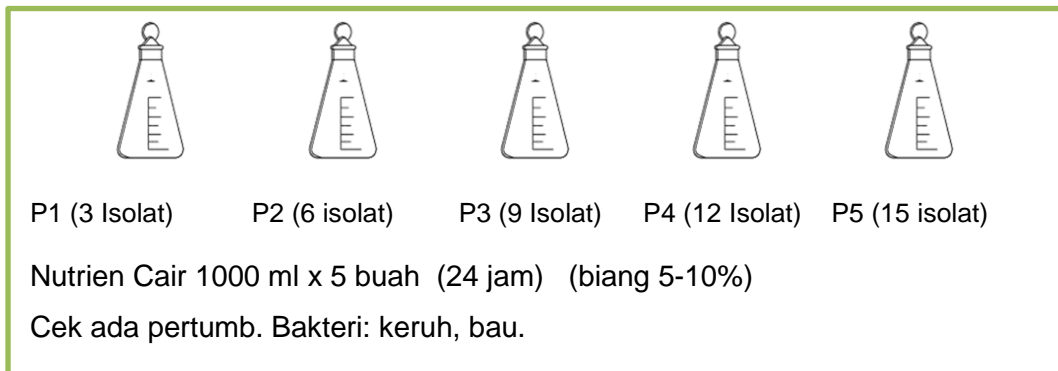


2) Pembuatan Nutrien Agar

Langkah kerja yang dilakukan meliputi:

- a) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan berupa tabung reaksi, gelas ukur, jarum ose, Erlenmeyer.
- b) Membersihkan alat yang disediakan dengan menggunakan alkohol 70% hingga bersih, selanjutnya meniriskan pada nampan agar kering.
- c) Membungkus alat yang disediakan menggunakan kertas kopi.
- d) Melakukan sterilisasi dengan memasukkan alat yang disediakan ke dalam autoklaf dan menyalakannya selama 15 menit hingga tekanan 2 atm.
- e) Setelah tekanan menurun hingga 0 atm, autoklaf bisa dimatikan dan alat-alat siap untuk digunakan.
- f) Merebus akuades sebanyak 75 ml di dalam erlenmeyer berukuran 1 liter menggunakan *hotplate*.
- g) Memasukkan 2,1 gram nutrien agar instan dan 2 gram agar-agar netral, kemudian diaduk menggunakan *stirrer* hingga bercampur dan homogen.
- h) Menuangkan larutan nutrien agar ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml menggunakan gelas ukur dengan posisi miring.
- i) Menutup nutrien agar dalam tabung reaksi dengan kapas, memastikan selalu berada di dekat bunsen yang menyala agar terhindar dari kontaminasi bakteri.
- j) Membalut kapas penutup menggunakan alumunium foil dan direkatkan dengan selotip agar tetap terlindung.
- k) Mengobservasi nutrien agar apakah terkontaminasi dengan indikator pertumbuhan mikroba di dalamnya setelah didiamkan selama 24 jam.
- l) Menginokulasi isolat bakteri dengan menggunakan jarum ose di dalam *laminar air flow* dan mendiamkan selama 24 jam.
- m) Mengobservasi pertumbuhan bakteri dengan indikator pertumbuhan bakteri didalam nutrien agar.

3) Pembuatan Nutrien Cair



- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- Merebus akuades sebanyak 1000 ml ke dalam panci dengan menggunakan kompor.
- Menimbang beef extract sebanyak 15 gram dan pepton sebanyak 7,5 gram, kemudian direbus hingga mendidih dan homogen.
- Menuangkan nutrien cair sebanyak 200 ml ke dalam erlenmeyer steril.
- Menyumbat mulut *erlenmeyer* menggunakan kapas dan menutupnya dengan *aluminium foil* serta merekatkannya menggunakan selotipe.
- Melakukan sterilisasi menggunakan autoklaf hingga tekanan 2 atm selama 15 menit.

4) Inokulasi Bakteri Indigen LCN

- Menginokulasi 15 isolat bakteri indigen LCN ke dalam nutrien cair menggunakan jarum Ose di dalam *laminar air flow*.
- Menutup kembali mulut erlenmeyer menggunakan kapas, aluminium foil dan diberi selotipe.
- Mengobservasi pertumbuhan bakteri setelah 24 jam dengan indikator warna, tingkat kekeruhan dan aroma.

5) Pembuatan Formula Konsorsia Bakteri Starter (Biang)



P1 (3 Isolat) P2 (6 isolat) P3 (9 Isolat) P4 (12 Isolat) P5 (15 isolat)

- a) Merebus akuades sebanyak 5000 ml di dalam panci dengan menggunakan kompor hingga mendidih.
- b) Memasukkan 50 gram beef extract dan 25 gram pepton ke dalam panci tersebut.
- c) Mengaduk dengan pengaduk hingga homogen.
- d) Menuangkan media nutrisi cair ke dalam 5 buah erlenmeyer sebanyak 1000 ml pada masing-masing erlenmeyer.
- e) Menyumbat mulut erlenmeyer menggunakan kapas dan melapisinya dengan kertas alumunium foil dan direkatkan menggunakan selotipe.
- f) Melakukan sterilisasi selama 15 menit.
- g) Setelah nutrisi cair berada dalam suhu ruang selanjutnya memasukkan masing-masing 10 ml biakan isolat bakteri indigen LCN dari erlenmeyer 100 ml ke erlenmeyer 1000 ml sesuai dengan kelompok formula bakteri yang telah ditentukan yaitu, P1 terdiri dari 3 isolat (isolat 2, 3, 5); P2 6 isolat (isolat 4, 5, 6, 7, 12, 14); P3 9 isolat (isolat 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 14, 15); P4 12 isolat (isolat 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15); dan P5 15 isolat (isolat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).
- h) Mengobservasi pertumbuhan bakteri setelah 24 jam, melalui indikator warna, kekeruhan, dan aroma.
- i) Membuat formula konsorsia bakteri starter/biang kompos masing-masing kelompok sebanyak 10 liter.
- j) Merebus akuades sebanyak 50 liter hingga mendidih.
- k) Memasukkan air kaldu sebanyak 500 ml dan pepton sebanyak 250 gram serta limbah cair nanas sebanyak 3000 ml ke dalam panci, diaduk hingga homogen.
- l) Memasukkan nutrisi cair masing-masing 10 liter dalam 5 drigen.
- m) Memasukkan 500 ml formula bakteri indigen LCN berdasarkan kelompoknya ke dalam drigen 10 liter.
- n) Mengocok drigen yang telah dicampur bakteri indigen LCN dan membiarkan di ruang terbuka selama 2 x 24 jam untuk kemudian menjadi biang atau starter kompos yaitu S1, S2, S3, S4, dan S5.
- o) Mengobservasi pertumbuhan bakteri melalui indikator aroma, buih, pH dan tingkat kekeruhan (Saputra 21: 49-52)

6) Penggandaan Biang Dan Persiapan Membuat Pupuk Cair.

- a) Penggandaan formula bioremediator Pumakkal dengan Nutrien Cair 10 liter x 5 buah, biang 5-10% (2x24 jam). Cek ada pertumb. Bakteri: keruh, bau.
- b) Pembuatan Pupuk Cair Pumakkal



- (1) Siapkan botol kaca 150 ml 3x6= 18 buah
- (2) Isi dengan limbah 100 ml
- (3) Sterilkan dengan autoclav atau dandang
- (4) Dinginkan selama 24 jam
- (5) Inokulasi P1 sd.P5 setiap botol 10 ml
- (6) Inkubasi dan selalu digoyang setiap hari selama 4-5 minggu
- (7) Catat perubahan: Keruh/bau.
- (8) Buat logbook

7) Aplikasi Pupuk Cair Pumakkal



- a) Siapkan 5 galon dan tutup yang bersih
- b) Bersihkan dan isi dengan limbah masing-masing sebanyak 10 liter
- c) Inokulasi galon 1 dengan P1 yang terdiri dari 3 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 2, 3, dan 5 dengan jenis bakteri *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus cereus* untuk mendegradasi lemak, konsorsia P2 terdiri dari 6 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 4, 5, 6, 7, 12, dan 14 dengan jenis bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas pesudomallei*, dan *Actinobacillus iwoffii* untuk mendegradasi amilum, konsorsia P3 terdiri dari 9 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 14, dan 15 dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk

mendegradasi protein, konsorsia P4 terdiri dari 12 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 1, 2, 3, 7, 8,9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15 dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella oxitoca*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein dan amilum, konsorsia P5 terdiri dari 15 isolat bakteri yaitu isolat bakteri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15, dengan jenis bakteri *Bacillus licheniformis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella oxitoca*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pesudomallei*, *Actinobacillus iwoffii*, *Actinobacillus iwoffii*, dan *Bacillus firmus* untuk mendegradasi protein, amilum, dan lemak. setiap galon 700 ml

- d) Inkubasi dan selalu digoyang setiap hari selama 4-5 minggu
- e) Catat perubahan: Keruh/bau.
- f) Buat logbook

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Kualitas limbah

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan menggunakan deskriptif kualitatif yang berupa penjelasan data hasil uji kandungan unsur makro yaitu kandungan N, P, K dari laboratorium Analitik Kimia Universitas Muhammadiyah Malang. Berdasarkan penjelasan yang tertera menjelaskan kandungan unsur hara yang baik dan mendekati Standar Nasional Indonesia (SNI) Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KTSP/ SR.301/M4/2019.

G. Analisis Validasi Sumber Belajar dalam Bentuk Lembar Kegiatan Peserta Didik

Penelitian pembuatan pupuk dengan menggunakan teknologi ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme berupa bakteri ini akan dijadikan sumber belajar biologi pada materi Bioteknologi kelas XII dalam bentuk Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD). Lembar kegiatan peserta didik (LKPD) merupakan salah satu sarana untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dengan pendidik, sehingga dapat meningkatkan aktifitas peserta

didik dalam peningkatan prestasi belajar. LKPD berbasis *Problem Solving* pada materi Bioteknologi dapat mengatasi kebutuhan pembelajaran dimana peserta didik yang kurang bersemangat dalam pembelajaran biologi, menjadikan media dalam meningkatkan problem solving siswa dalam mempelajari banyaknya penggunaan bahasa ilmiah yang sulit diingat peserta didik dan membuat pembelajaran biologi menjadi lebih inovatif, menyenangkan dan mudah diingat.

Uji validitas sumber belajar diteliti dengan menggunakan instrumen angket validitas. Angket validitas dinilai oleh ahli materi, ahli media dan ahli bahasa. Aspek pada ahli materi yaitu meliputi pendahuluan, penyajian, dan isi. Sedangkan aspek pada ahli media meliputi aspek kegrafikaan. Selanjutnya angket akan dianalisis. Aspek-aspek yang dinilai dari panduan praktikum telah dibuat dan dijabarkan pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Kriteria Persentase Angket

Angket Uji Ahli Terhadap Aspek Materi

Petunjuk Pengisian Angket Penilaian Ahli Isi Materi

1. Pada angket ini terdapat 10 pernyataan berikan persetujuan dengan menceklis (✓) keterangan yang tertera pada kolom yang telah disediakan
2. Keterangan untuk jawaban angket adalah sebagai berikut.
 - 5 : Sangat Baik (SB)
 - 4 : Baik (BA)
 - 3 : Sedang (S)
 - 2 : Buruk (BU)
 - 1 : Sangat Buruk (SB)
3. Atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator Ahli Materi dari skripsi mahasiswa yang bersangkutan, diucapkan terima kasih.

No	Indikator	Skor Angket				
		(SB) 5	(BA) 4	(S) 3	(BU) 2	(SB) 1
1.	Kesesuaian antara penyajian materi dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					
	Komentar:					
2.	Materi sudah menggambarkan tentang judul					
	Komentar:					

No	Indikator	Skor Angket				
		(SB) 5	(BA) 4	(S) 3	(BU) 2	(SB) 1
3.	Tujuan pembelajaran dalam LKPD jelas.					
	Komentar:					
4.	Peta konsep sesuai dengan isi LKPD					
	Komentar:					
5.	Sistematika penyusunan materi berurutan					
	Komentar:					
6.	Materi LKPD sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik					
	Komentar:					
7.	Penyusunan kalimat dalam LKPD sesuai dengan ejaan yang disempurnakan (EYD)					
	Komentar:					
8.	Materi sudah mencakup fakta dalam sehari-hari					
	Komentar:					
9.	Setiap komponen dalam LKPD sudah menunjukkan adanya komponen <i>Problem Solving</i>					
	Komentar:					
10.	Setiap kegiatan atau soal yang terdapat dalam LKPD sudah sesuai dengan isi					
	Komentar:					

Saran Perbaikan/Kritik:

Bapak/Ibu memberikan tanda check list (✓) dengan salah satu, untuk memberikan kesimpulan terhadap LKPD.

Kesimpulan:

- a. LKPD dapat digunakan tanpa revisi
- b. LKPD dapat digunakan dengan revisi
- c. LKPD belum dapat digunakan

Nilai Maksimal : 20 x 5 = 100

Nilai : / 100 x 100 =

Angket Uji Ahli Terhadap Aspek Desain

Petunjuk Pengisian Angket Penilaian Ahli Isi Desain

1. Pada angket ini terdapat 10 pernyataan berikan persetujuan dengan menceklis (✓) keterangan yang tertera pada kolom yang telah disediakan
2. Keterangan untuk jawaban angket adalah sebagai berikut.
 - a. 5 : Sangat Baik (SB)
 - b. 4 : Baik (BA)
 - c. 3 : Sedang (S)
 - d. 2 : Buruk (BU)
 - e. 1 : Sangat Buruk (SB)
3. Atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator Ahli Materi dari skripsi mahasiswa yang bersangkutan, diucapkan terima kasih.

No	Indikator	Skor Angket				
		(SB)	(BA)	(S)	(BU)	(SB)
		5	4	3	2	1

1. Perpaduan gambar dan tulisan pada cover menarik

Komentar:

No	Indikator	Skor Angket				
		(SB) 5	(BA) 4	(S) 3	(BU) 2	(SB) 1
2.	Penggunaan huruf yang mudah dibaca					
	Komentar:					
3.	Penggunaan kalimat yang ringkas, padat, jelas, dan mudah dipahami					
	Komentar:					
4.	Gambar terlihat jelas dan menarik					
	Komentar:					
5.	Kalimat perintah setiap pengerjaan tugas mudah dipahami					
	Komentar:					
6.	Gambar tidak berlebihan dan tidak mengganggu keterbacaan					
	Komentar:					
7.	Penggunaan huruf yang mudah dibaca					
	Komentar:					
8.	Tampilan sampul menarik					
	Komentar:					
9.	Kombinasi warna, tulisan, latar belakang LKPD					
	Komentar:					
10.	Kesesuaian gambar dengan materi yang digunakan LKPD					
	Komentar:					

Saran Perbaikan/Kritik:

Bapak/Ibu memberikan tanda check list (✓) dengan salah satu, untuk memberikan kesimpulan terhadap LKPD .

Kesimpulan:

- a. LKPD dapat digunakan tanpa revisi
- b. LKPD dapat digunakan dengan revisi
- c. LKPD belum dapat digunakan

Saran Perbaikan dan Kesimpulan:

Nilai Maksimal : 20 x 5 = 100
 Nilai : / 100 x 100 =

Tabel 10. Skala Skor Nilai untuk Aspek Kelayakan Lembar Kegiatan Peserta Didik Validasi Tim Ahli

No	Keterangan	Singkatan	Skor
1	Sangat Baik	(SB)	5
2	Baik	(B)	4
3	Kurang Baik	(KB)	3
4	Tidak Baik	(TB)	2
5	Sangat Tidak Baik	(STB)	1

(Riduwan dan Akdon, 2013)

Mencari keberhasilan dalam menyusun lembar kegiatan peserta didik oleh ahli dihitung menggunakan rumus yaitu:

$$\text{Nilai} : \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Sumber: Herdianawati (2013: 100)

Hasil persentase penilaian angket validasi sumber belajar dinilai dengan kriteria kelayakan apakah sumber belajar berupa LKPD dapat digunakan atau tidak boleh digunakan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 11. Kriteria Kelayakan Secara Deskriptif

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
81,0% – 100,0%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi
61,0% – 80,9%	Cukup valid, dapat digunakan namun perlu revisi
41,0% – 60,9%	Kurang valid, disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar
21,0% – 40,9%	Tidak valid, tidak boleh dipergunakan

Berdasarkan kriteria persentase tersebut maka produk bahan ajar berupa lembar kegiatan peserta didik dapat dikatakan layak apabila didapatkan hasil yang berada pada rentang $80\% \leq \text{skor} \leq 100\%$ dan $60\% \leq \text{skor} \leq 80\%$ atau pada kriteria “Sangat Valid” dan “Valid”. Persentase dihitung dari tiap-tiap sub variabel dengan rumus:

$$AP = \frac{\bar{Xt}}{Sit} \times 100\%$$

Keterangan:

AP = Angka Persentase yang dicari

\bar{Xt} = Skor rata-rata (mean) setiap variabel

Sit = Skor ideal setiap variabel

(Riduwan dan Akdon, 2013: 158)

Berdasarkan perhitungan di atas, maka *range* persentase dan kriteria kualitatif dapat dilihat pada tabel *range* . Menentukan kelayakan produk berupa lembar kegiatan peserta didik dengan melihat persentase seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 12. Kriteria Keberhasilan Produk Lembar Kegiatan Peserta Didik

Skor Persentase	Kriteria Interpretasi	Keterangan
85%-100%	Sangat Baik	Tidak Perlu Revisi
75%-84%	Baik	Tidak Perlu Revisi
65%-74%	Cukup Baik	Perlu Revisi
55%-64%	Kurang Baik	Perlu Revisi
0%-54%	Sangat Kurang Baik	Perlu Revisi

Ramlan (2013: 13)

Validasi yang dilakukan diatas berguna untuk menyempurnakan lembar kegiatan peserta didik yang lebih baik. Keberhasilan lembar kegiatan peserta didik pada materi bioteknologi konvensional sebagai bahan ajar dapat dikatakan layak untuk digunakan peserta didik apabila kriteria yang didapatkan dalam kategori baik atau skor persentasenya adalah 75%-84%.