



**PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR  
DARI LIMBAH TAPIOKA DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP PERTUMBUHAN JAGUNG  
SEBAGAI SUMBER BELAJAR**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Biologi

oleh

Desy Fajar Faricea

4401414091

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka dan Pekaruhnya terhadap Pertumbuhan Jagung sebagai Sumber Belajar”** disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 31 Desember 2019



Desy Fajar Faricea

NIM. 4401414091

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka dan Pengaruhnya  
terhadap Pertumbuhan Jagung sebagai Sumber Belajar

disusun oleh

Desy Fajar Faricea

4401414091

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada  
tanggal 31 Desember 2019.

Panitia Ujian



Dr. Sultanto, M.Si.

NIP. 196102191993031001

Sekretaris

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the Secretary.

Dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes.

NIP 196907091998032001

Penguji Utama

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the Main Examiner.

Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si.

NIP. 196004101984032001

Anggota Penguji

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the First Supervisor.

Dr. Siti Alimah, M.Pd.

NIP. 197411172005012002

Anggota Penguji

Pembimbing 2

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the Second Supervisor.

Muhammad Abdullah, M.Sc.

NIP. 196511161991032001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- Apabila kamu berbuat kebaikan kepada orang lain, maka kamu telah berbuat baik terhadap diri sendiri. (Benyamin Franklin)
- Kita berdoa ketika kesusahan dan membutuhkan sesuatu, semestinya kita juga berdoa dalam kegembiraan besar dan saat rezeki melimpah. (Kahlil Gibran)
- Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri. (Qs. Al-Ankabut: 6)

### **PERSEMBAHAN**

- Untuk Allah SWT yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya.
- Untuk kedua orang tua saya Bapak Sarwanto dan Ibu Sutiah yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan setiap hari.
- Untuk kakak saya Jurio Alifianto yang menyayangi saya dan selalu memberikan semangat.

## PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Tidak ada satu hal pun yang dapat dilakukan manusia tanpa ridho dari Allah Yang Maha Kuasa. Atas berkat rahmat Allah SWT, tidak ada satupun ungkapan yang dapat menggambarkan rasa syukur atas terselesaikannya skripsi dengan judul “Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Jagung sebagai Sumber Belajar”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak yang dengan ikhlas telah merelakan sebagian waktu dan tenaga demi membantu penulis dalam menyusun skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih setulus hati kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi di UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ijin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNNES yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi.
4. Dr. Siti Alimah, M.Pd. dosen pembimbing I yang penuh kesabaran dalam membimbing, memberi arahan dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
5. Muhammad Abdullah, M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang penuh kesabaran dalam membimbing, memberi arahan dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
6. Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si. dosen penguji yang telah memberikan masukan kepada penulis demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.
7. Drs. Krispinus Kedati Pukan, M.Si., Talitha Widiatningrum, Ph.D. dan Dr. Sigit Saptono, M.Pd. selaku validator yang telah memberikan masukan kepada penulis demi kesempurnaan penyusunan *booklet*.
8. Bapak/Ibu dosen dan karyawan FMIPA khususnya jurusan Biologi atas segala bantuan yang diberikan.

9. Atik Maftuhah, M.Si. selaku Guru Biologi MA Salafiyah Kajen yang telah berkenan membantu dan bekerja sama dengan penulis dalam melaksanakan penelitian.
10. Siswa kelas XII E MA Salafiyah Kajen tahun pelajaran 2019/2020 yang telah membantu dalam penelitian.
11. Kedua orang tua saya Bapak Sarwanto dan Ibu Sutiah yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan setiap hari.
12. Kakak saya Jurio Alifianto yang menyayangi saya dan memberikan semangat.
13. Dwi Setyo Anggoro yang selalu menemani dan memberi semangat.
14. Sahabat tercinta ahli surga (Denti Meiningsih, Nadyal Muthwa, Kamalia Nur Azizah, Ike Nur Aulia dan Ishfi Zakiyyatul Hanifah,) yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi.
15. Sahabat tercinta calon istri sholehah (Zahrina Lu'aili, Rahmatika Saputri Rahayu dan Era Realita) yang selalu ada disaat susah maupun senang dan selalu memberi semangat.
16. Keluarga besar biologi angkatan 2014, khususnya Rombel 3, yang selalu memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
17. Almamaterku tercinta, Universitas Negeri Semarang dan semua pihak yang telah berkenan membantu penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Semarang, 31 Desember 2019

Penulis

## ABSTRAK

**Faricea, D.F. 2019. “Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Jagung sebagai Sumber Belajar”. Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Dr. Siti Alimah, M.Pd. dan Muhammad Abdullah, M.Sc.**

**Kata kunci:** POC tapioka, pertumbuhan jagung, *booklet*, sumber belajar

Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang dapat memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan dalam proses belajar mengajar. Sumber belajar dapat berasal dari contoh sehari-hari dan pemecahan masalah di lingkungan sekitar. Salah satu masalah yang ada di lingkungan adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair dari industri tapioka. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan dan menguji kelayakan *booklet* berdasarkan hasil penelitian tentang pembuatan pupuk organik cair dari limbah tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung sebagai sumber belajar. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D). Tahapan penelitian R&D melalui beberapa tahap. Diantaranya yaitu tahap pengumpulan data dengan melakukan penelitian tentang pembuatan pupuk organik cair dari limbah tapioka dan pengaruhnya untuk pertumbuhan jagung. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL), faktor yang diuji adalah konsentrasi pupuk organik cair yang terdiri dari 6 perlakuan (konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%). Parameter pertumbuhan yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan berat basah tanaman. Analisis data pertumbuhan jagung yang digunakan adalah Anova satu arah menggunakan SPSS. Selanjutnya tahap validasi oleh ahli materi, media, guru dan siswa menggunakan lembar validasi penilaian kelayakan buku yang diadaptasi dari BSNP 2014 meliputi empat komponen kelayakan yaitu penyajian isi, isi materi, kebahasaan dan kegrafikan. Analisis hasil penelitian yang dilakukan ahli materi, ahli media dan guru terhadap *booklet* memperoleh hasil dalam kategori sangat layak pada komponen penyajian isi, isi materi, kebahasaan dan kegrafikan. Selain itu juga dilakukan uji skala kecil oleh siswa dengan mengisi uji rumpang dan lembar tanggapan penilaian. Hasil uji rumpang dan lembar tanggapan penilaian mendapatkan hasil dalam kategori tinggi sebesar 85,33% dan 82,46%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *booklet* tentang pembuatan pupuk organik cair dari limbah tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung layak digunakan sebagai sumber belajar untuk siswa. *Booklet* tersebut dapat digunakan sebagai suplemen sumber belajar pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang bersifat kontekstual sebagai pendukung sumber belajar utama.

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR. ....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
 BAB I. PENDAHULUAN .....	
1.1 Latar Belakang. ....	1
1.2 Rumusan Masalah. ....	3
1.3 Tujuan Pustaka.....	3
1.4 Manfaat Penelitian. ....	3
1.5 Penegasan Istilah.....	4
1.6 Spesifikasi produk hasil penelitian.....	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Cair Tapioka. ....	7
2.2 Pupuk Organik Cair (POC). ....	8
2.3 <i>Effective Microorganisme 4</i> (EM4). ....	10
2.4 Pertumbuhan Jagung.....	11
2.5 <i>Booklet</i> Sebagai Sumber Belajar.....	13
2.6 Kerangka Berpikir.....	16
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Penelitian. ....	17
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	22
3.3 Rancangan Eksperimen.....	23
3.4 Variabel Data .....	24
3.5 Analisis Data .....	25



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil .....	27
4.2 Pembahasan.....	43
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan .....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA. ....	60
LAMPIRAN.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Persyaratan teknis minimal POC. ....	10
3.1 Alat dan bahan penelitian.....	19
3.2 Jenis, sumber, metode pengumpulan dan analisis data. ....	22
4.1 Kualitas kimia POC tapioka dan standar mutu POC dari Permentan .....	28
4.2 Hasil uji Anova parameter pertumbuhan jagung .....	28
4.3 Pertumbuhan tinggi tanaman jagung.....	29
4.4 Jumlah daun jagung dengan dosis POC tapioka yang berbeda.....	30
4.5 Pertumbuhan panjang daun tanaman jagung.....	30
4.6 Pertumbuhan lebar daun tanaman jagung .....	31
4.7 Rekapitulasi validasi ahli materi terhadap materi <i>booklet</i> .....	37
4.8 Rekapitulasi Validasi Ahli Media dan Guru terhadap <i>Booklet</i> .....	38
4.9 Hasil Revisi <i>Booklet</i> Berdasarkan Penilaian Ahli Materi .....	39
4.10 Hasil Revisi <i>Booklet</i> Berdasarkan Penilaian Ahli Media.....	40
4.11 Hasil uji rumpang peserta didik .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Diagram alir pembuatan tepung tapioka. ....	7
2.2 Tanaman jagung ( <i>Zea mays</i> ). ....	11
2.3 Kerangka berpikir.....	16
3.1 Modifikasi tahapan metode penelitian R&D. ....	17
3.2 Tata letak unit percobaan. ....	23
4.1 Bentuk fisik POC tapioka sebelum dan sesudah difermentasi.....	27
4.2 Rata-rata berat basah tanaman jagung.....	32
4.3 Bunga jantan jagung.....	33
4.4 Desain halaman depan <i>booklet</i> .....	34
4.5 Desain halaman belakang <i>booklet</i> .....	35
4.6 Desain daftar isi <i>booklet</i> .....	35
4.7 Desain cara membuat POC tapioka pada <i>booklet</i> .....	36
4.8 Desain pengaruh POC tapioka terhadap pertumbuhan jagung .....	36
4.9 Daun jagung berumur 42 HST yang berwarna kekuningan.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Ahli Media.....	65
2. Hasil Validasi Ahli Media terhadap <i>Booklet</i> .....	66
3. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media terhadap <i>Booklet</i> .....	69
4. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Ahli Materi .....	70
5. Hasil Validasi Ahli Materi terhadap <i>Booklet</i> .....	71
6. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi terhadap <i>Booklet</i> .....	77
7. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Guru Biologi.....	78
8. Hasil Validasi Guru Biologi terhadap <i>Booklet</i> .....	79
9. Rekapitulasi Hasil Validasi Guru Biologi terhadap <i>Booklet</i> .....	82
10. Kisi-Kisi Instrumen Tanggapan Siswa.....	83
11. Hasil Angket Tanggapan Siswa terhadap <i>Booklet</i> .....	84
12. Rekapitulasi Hasil Angket Tanggapan Siswa terhadap <i>Booklet</i> .....	87
13. Uji Rumpang .....	88
14. Kunci Jawaban Uji Rumpang.....	89
15. Hasil Uji Rumpang.....	90
16. Rekapitulasi Hasil Uji Rumpang.....	91
17. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	92
18. Lembar Diskusi Peserta Didik .....	97
19. Kunci Jawaban Lembar Diskusi Peserta Didik .....	98
20. Hasil Uji Anova Tinggi Tanaman Jagung.....	100
21. Hasil Uji Anova Jumlah Daun .....	101
22. Hasil Uji Anova Panjang Daun .....	102
23. Hasil Uji Anova Lebar Daun.....	103
24. Hasil Uji Anova Berat Basah Tanaman Jagung .....	104
25. Hasil Pengujian POC Tapioka .....	105
26. Dokumentasi Pembuatan POC Tapioka.....	108
27. Dokumentasi Pertumbuhan Jagung.....	110
28. Dokumentasi di Sekolah .....	115
29. Surat Keputusan Dosen Pembimbing .....	116
30. Surat Izin Penelitian .....	117

31. Surat Pernyataan telah Melakukan Penelitian.....	118
32. Surat Permohonan ISBN .....	119

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Biologi adalah ilmu yang pokok bahasannya tentang alam dengan segala isinya. Hal yang dipelajari dalam Biologi adalah hubungan kausal dari kejadian-kejadian yang terjadi di alam. Salah satu pembelajaran Biologi adalah pembelajaran dengan pendekatan kontekstual. Pendekatan kontekstual merupakan suatu proses pendidikan yang holistik dan bertujuan memotivasi peserta didik untuk memahami makna materi pelajaran yang dipelajarinya, dengan mengaitkan materi tersebut dengan konteks kehidupan sehari-hari (konteks pribadi, sosial dan kultural), sehingga peserta didik memiliki pengetahuan atau keterampilan yang secara fleksibel dapat diterapkan dari satu permasalahan atau konteks ke permasalahan atau konteks lainnya (Putra 2013).

Pendekatan kontekstual dapat diaplikasikan ke dalam sumber belajar atau bahan ajar. Berdasarkan hasil analisis buku sekolah elektronik (BSE) dan buku paket SMA kelas XII, pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan belum mengaplikasikan pendekatan kontekstual secara maksimal, didalam buku tersebut hanya memberikan contoh yang sudah biasa seperti mengecambahkan biji kacang hijau yang ditumbuhkan ditempat gelap maupun tempat terang yang terkena cahaya matahari. Sumber belajar atau bahan ajar tersebut belum mengaitkan materi dengan contoh sehari-hari dan pemecahan masalah di lingkungan sekitar. Salah satu masalah yang ada di lingkungan adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah, salah satunya adalah limbah yang dihasilkan oleh industri tepung tapioka.

Ngemplak merupakan salah satu Desa di Kabupaten Pati yang terdapat banyak industri tepung tapioka. Sektor industri tepung tapioka ini selain memberikan dampak yang positif juga memberikan dampak yang negatif. Salah satu dampak negatifnya yaitu limbah cair tapioka yang bilamana tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika limbah cair tapioka tersebut dibuang langsung ke badan perairan tanpa proses pengolahan akan terjadi *blooming* (pengendapan bahan organik pada badan perairan), sehingga penetrasi

inar ke dalam air berkurang. Akibatnya terjadi penurunan kecepatan fotosintesis oleh tanaman air dan kandungan oksigen terlarut dalam air menurun secara cepat (Ni Luh et al 2008).

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan limbah cair tapioka menjadi produk akhir yang lebih bernilai dengan cara mengelolanya menjadi Pupuk Organik Cair (POC) yang ramah lingkungan. Limbah cair tapioka banyak mengandung bahan organik seperti pati, serat, protein dan gula, komponen limbah ini merupakan bagian sisa pati yang tidak terekstrak serta komponen pati yang larut dalam air. Kandungan bahan organik pada limbah cair tapioka dapat digunakan menjadi POC. Kelebihan POC antara lain karena unsur hara yang dikandungnya lebih mudah diserap oleh tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas kimia, biologi dan fisik tanah menjadi subur dan baik untuk tanaman (Rizky et al 2012). Penggunaan pupuk organik juga dapat membantu penyelamatan lingkungan karena mengurangi penggunaan pupuk kimia.

Pembuatan POC tapioka menggunakan EM4 (*effective mikroorganisme 4*) sebagai starter atau aktivator. EM 4 merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. EM4 dapat mempercepat fermentasi bahan organik sehingga unsur hara yang terkandung akan terserap dan tersedia bagi tanaman (Erickson et al 2013). Penelitian Cesaria et al (2014) menunjukkan bahwa penambahan starter EM4 pada pembuatan POC tapioka dapat meningkatkan kandungan unsur hara pada pupuk.

Pengujian POC tapioka menggunakan indikator pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). Tanaman jagung digunakan karena memiliki perubahan fisik yang mencolok dalam pertumbuhan dan perkembangannya, sehingga dapat diketahui pengaruh dari penggunaan POC tapioka tersebut. Dosis POC tapioka yang diberikan pada tanaman jagung berbeda-beda, hal ini dilakukan untuk mengetahui dosis optimal POC tapioka untuk pertumbuhan tanaman jagung. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan berat tanaman.

Hasil dari penelitian tersebut dikembangkan dalam bentuk *booklet* sebagai salah satu sumber belajar. *Booklet* tersebut dapat digunakan sebagai suplemen sumber belajar oleh siswa SMA kelas XII di sekolah pada materi pertumbuhan

dan perkembangan yang bersifat kontekstual sebagai pendukung sumber belajar utama. Bentuk *booklet* yang praktis akan mempermudah siswa dalam belajar, selain itu *booklet* juga di desain lebih menarik, kontekstual, *update* dan peduli terhadap lingkungan. Pengetahuan mengenai pembuatan POC tapioka yang digunakan untuk pertumbuhan jagung diharapkan dapat menambah pengetahuan siswa mengenai pencemaran lingkungan dan penanganannya sehingga tetap dapat menjaga kelestarian lingkungan. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah cair tapioka menjadi POC untuk pertumbuhan tanaman jagung sebagai sumber belajar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- 1.2.1 Bagaimana cara membuat POC tapioka?
- 1.2.2 Bagaimana pertumbuhan jagung yang menggunakan POC tapioka dengan dosis yang berbeda?
- 1.2.3 Bagaimana cara mengembangkan *booklet* dari hasil penelitian tentang pembuatan POC tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung?
- 1.2.4 Apakah *booklet* “*Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka untuk Pertumbuhan Jagung*” layak digunakan sebagai sumber belajar?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

- 1.3.1 Membuat POC tapioka dan menganalisis kandungannya.
- 1.3.2 Mengkaji pengaruh POC tapioka dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*).
- 1.3.3 Mengembangkan *booklet* tentang pembuatan POC tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung.
- 1.3.4 Menganalisis kelayakan *booklet* “*Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka untuk Pertumbuhan Jagung*” sebagai sumber belajar.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1.4.1 Memberikan informasi kepada siswa tentang pengolahan limbah tapioka menjadi POC untuk mengurangi pencemaran lingkungan.
- 1.4.2 Memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah cair tapioka menjadi POC untuk pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*)



1.4.3 Hasil penelitian pemanfaatan limbah cair tapioka menjadi POC untuk pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*) diharapkan dapat dikembangkan dan layak digunakan sebagai sumber belajar berupa *booklet*.

## 1.5 Penegasan Istilah

Beberapa istilah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1.5.1 POC dari Limbah Cair Tapioka dengan Aktivator EM4

Limbah industri tapioka yang sangat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan adalah limbah cair (Rahmatul et al 2013). Apabila limbah cair tapioka ini tidak dikelola dengan baik dan tepat dapat menimbulkan beberapa masalah, salah satunya yaitu bau yang tidak sedap. Maka dari itu penelitian ini akan memanfaatkan limbah cair tapioka menjadi POC. Limbah cair tapioka dapat dimanfaatkan menjadi POC karena memiliki kandungan nitrogen, fosfor serta kandungan bahan organik seperti pati, serat, protein dan gula (Felani 2007).

POC dapat dibuat dari bahan organik cair (dalam penelitian ini menggunakan limbah cair tapioka), dengan cara memberi aktivator supaya dapat dihasilkan POC yang stabil dan mengandung unsur hara lengkap (Hadisuwito 2007). Aktivator yang digunakan pada penelitian ini adalah EM4 (*effective microorganisme 4*). EM4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 dapat bekerja efektif menambah unsur hara. Menurut penelitian Cesaria et al (2014), penambahan EM4 pada pembuatan POC tapioka dapat meningkatkan kandungan unsur hara pupuk.

### 1.5.2 Tanaman Jagung (*Zea mays*)

Penelitian ini menggunakan tanaman jagung varietas BISI-18, karena petani jagung disekitar tempat penelitian (Pati, Jawa Tengah) rata-rata menggunakan varietas ini dan varietas BISI-18 juga cocok ditanam di dataran rendah sesuai dengan tempat penelitian. Varietas BISI-18 berumur genjah (kurang lebih 100 HST). Beberapa keunggulan varietas ini yaitu batang besar, kokoh dan tegap, perakaran kuat, tahan terhadap penyakit karat daun dan bercak daun.

Tanaman jagung memerlukan hara yang cukup selama pertumbuhannya, supaya dapat berproduksi optimal. Karena itu, pemupukan merupakan faktor penentu keberhasilan budidaya jagung. Pemberian pupuk, baik organik maupun an-organik pada dasarnya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hara yang

diperlukan tanaman, mengingat hara dari dalam tanah umumnya tidak mencukupi sehingga diperlukan pemupukan secara berimbang, yaitu pemupukan yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman (Zubachtirodin 2011).

### 1.5.3 *Booklet* sebagai Sumber Belajar

Hasil dari penelitian tentang pembuatan POC tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung akan dipublikasikan dalam bentuk *booklet* sebagai salah satu sumber belajar. Sumber belajar dari hasil penelitian ini akan digunakan oleh siswa kelas XII SMA. Sumber belajar ini digunakan sebagai suplemen sumber belajar pada materi pertumbuhan dan perkembangan, yang diharapkan dapat memberikan informasi atau pengetahuan tambahan, khususnya pada pertumbuhan tanaman jagung yang diberi POC tapioka. Penelitian ini akan mengembangkan dan menguji kelayakan *booklet* “*Pupuk Organik Cair dari Limbah Tapioka untuk Pertumbuhan Jagung*” sebagai sumber belajar. Pemilihan *booklet* sebagai sumber belajar dalam penelitian ini karena *booklet* merupakan salah satu sumber belajar yang efektif dan efisien yang berisikan informasi-informasi penting, yang dirancang secara unik, jelas dan mudah dimengerti (Pralisaputri et al 2016).

## 1.6 Spesifikasi Produk Hasil Penelitian

*Booklet* yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. *Booklet* yang dihasilkan merupakan hasil penelitian biologi tentang pembuatan POC tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung sebagai sumber belajar serta hasil telaah pustaka dari buku-buku biologi, jurnal ilmiah, internet. *Booklet* digunakan sebagai suplemen sumber belajar pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang bersifat kontekstual dan pendukung sumber belajar utama.
2. *Booklet* ini memiliki format sebagai berikut:
  - a. Cover depan.
  - b. Halaman judul
  - c. Halaman sub judul
  - d. Kata Pengantar
  - e. Daftar isi

Halaman ini memuat seluruh judul-judul sub bab materi dan letak halamannya di dalam *booklet*

f. Halaman isi

Halaman ini memuat beberapa sub bab materi yaitu materi pertumbuhan dan perkembangan secara umum, unsur esensial bagi tumbuhan, gejala-gejala defisiensi mineral, pengenalan industri tepung tapioka, cara pembuatan POC tapioka serta hasilnya, pengaruh POC tapioka terhadap pertumbuhan jagung, dosis optimal POC tapioka untuk pertumbuhan jagung, konservasi sungai, penutup, glosarium dan daftar pustaka.

g. Halaman sampul (belakang)

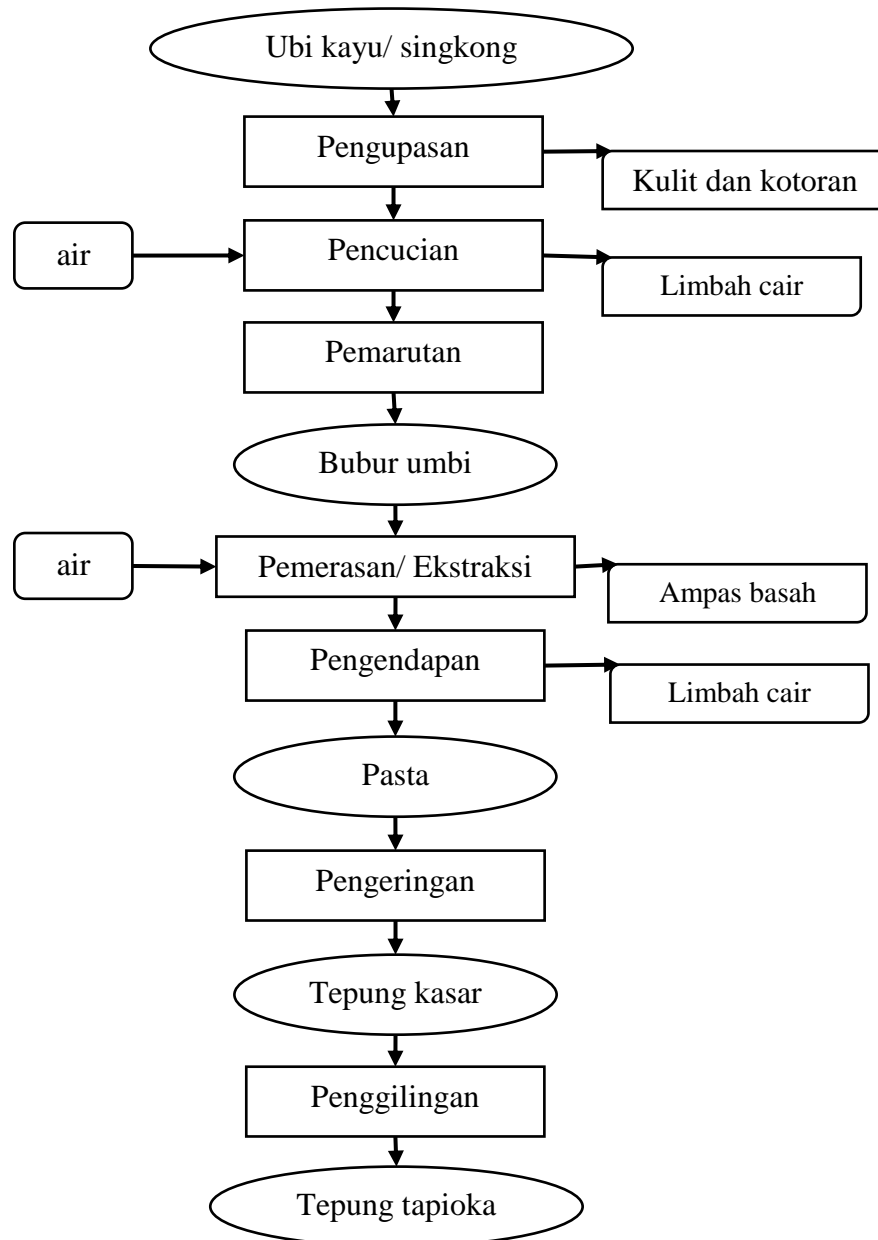
3. *Booklet* isinya memenuhi standart mutu pembuatan *booklet* meliputi penyajian isi, isi materi, kebahasaan dan kegrafikan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Limbah Cair Tapioka

Tepung tapioka dibuat dari hasil penggilingan ubi kayu yang dibuang ampasnya. Berikut ini adalah diagram pembuatan tepung tapioka.



Gambar 2.1 Diagram alir pembuatan tepung tapioka (Mustafa 2015)

Industri tapioka memiliki nilai positif dan negatif, yaitu dapat meningkatkan perekonomian daerah tetapi juga dapat menimbulkan dampak pencemaran

lingkungan akibat dari limbah yang dihasilkan. Pada umumnya industri tapioka hanya menghasilkan tapioka berkisar 20-30% dari berat ubi kayu yang diolah, selebihnya industri ini menghasilkan air limbah, limbah padat, dan limbah cair. Limbah industri tapioka yang sangat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan adalah limbah cair (Rahmatul et al 2013). Limbah cair tapioka merupakan salah satu contoh dari limbah industri yang dapat menghasilkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas metana ( $\text{CH}_4$ ), hal ini terjadi karena memiliki tingkat kemasaman yang tinggi dan mengandung bahan organik. Sehingga apabila limbah cair tapioka tidak diolah dengan baik dan tepat dapat mengancam pencemaran lingkungan, masalah yang timbul antara lain adalah bau yang tidak sedap karena penguraian senyawa yang mengandung nitrogen, sulfur dan fosfor pada limbah cair tapioka.

Menurut Felani (2007) kandungan unsur hara limbah cair tapioka dapat dimanfaatkan sebagai POC karena memiliki kandungan unsur hara N-total 280,01  $\text{mg L}^{-1}$ , P-total 24,84  $\text{mg L}^{-1}$ , dan pH 4,27. Selain itu limbah cair tapioka juga banyak mengandung bahan organik seperti pati, serat, protein dan gula. Komponen limbah ini merupakan bagian sisa pati yang tidak terekstrak serta komponen pati yang terlarut dalam air. Berdasarkan penelitian Ubalua (2007) bahwa limbah cair tapioka dapat diolah menjadi pupuk bila ditambahkan dengan bioktivator atau mikroorganisme melalui proses fermentasi.

## **2.2 Pupuk Organik Cair (POC)**

Pupuk dapat diartikan sebagai bahan-bahan yang diberikan pada tanah agar dapat menambah unsur hara atau zat makanan yang diperlukan tanah baik secara langsung maupun tidak langsung. Definisi yang dikemukakan oleh *Internasional Organization for Standarization (ISO)*, pupuk organik adalah bahan organik yang umumnya berasal dari tumbuhan dan atau hewan, ditambahkan ke dalam tanah secara spesifik sebagai sumber hara, pada umumnya mengandung nitrogen yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Pupuk organik mempunyai kandungan unsur, terutama unsur N, P, dan K sangat sedikit, tetapi mempunyai peranan lain yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan dan kesehatan tanaman.

Berdasarkan bentuknya, jenis pupuk organik ada dua yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, limbah industri, kotoran hewan, dan kotoran manusia yang memiliki kandungan lebih dari satu unsur hara. POC umumnya mengandung unsur hara makro dan mikro esensial (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn, dan bahan organik). Hasil penelitian Puspawati (2014) menunjukkan bahwa konsentrasi POC bio-stimulator dengan dosis pupuk N, P, dan K berpengaruh terhadap tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, panjang tongkol, diameter tongkol, berat tongkol, hasil tanaman. Berdasarkan pertimbangan dari segi ekologis dan ekonomis, kombinasi 1 kali konsentrasi pupuk organik cair 2 ml/L dengan ½ dosis pupuk N, P, dan K 4,1 g/tanaman mampu memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

Kebutuhan pupuk cair terutama yang bersifat organik cukup tinggi untuk menyediakan sebagian unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman, dan merupakan suatu peluang usaha yang potensial karena tata laksana pembuatan POC tergolong mudah. POC dapat dibuat dari bahan organik cair (limbah organik cair), dengan cara mengomposkan dan memberi aktivator pengomposan sehingga dapat dihasilkan POC yang stabil dan mengandung unsur hara lengkap. Penggunaan POC memiliki keunggulan yakni walaupun sering digunakan tidak merusak tanah dan tanaman, POC dari pemanfaatan limbah organik dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah, karena memiliki kandungan unsur hara (NPK) dan bahan organik lainnya (Martinez et al 2016).

Bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai POC dapat berasal dari limbah cair dari bahan organik, limbah agroindustri, kotoran kandang ternak dan limbah rumah tangga. Pemanfaatan limbah agroindustri sebagai bahan pembuatan POC harus memenuhi persyaratan atau kriteria unsur hara yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian. Hal ini tertuang dalam persyaratan teknis minimal pupuk organik menurut Peraturan Menteri No.70/Pert./SR.140/10/2011.

Tabel 2.1 Persyaratan teknis minimal POC (Peraturan Menteri Pertanian 2011)

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-Organik	%	Min 15
2	Bahan ikutan : (plastik,kaca, kerikil)	%	Min 2
3	Logam berat:		
	- As	ppm	Maks 10
	- Hg	ppm	Maks 1
	- Pb	ppm	Maks 50
	- Cd	ppm	Maks 2
4	Ph		4-9
5	Hara makro:		
	- N	%	Min 4
	- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	Min 4
	- K <sub>2</sub> O	%	Min 4
6	Mikroba kontaminan:		
	- E.coli	MPN/ml	Maks 10 <sup>2</sup>
	- Salmonella sp	MPN/ml	Maks 10 <sup>2</sup>
7	Hara mikro :		
	- Fe total atau	ppm	Maks 9000
	- Fe tersedia	ppm	Maks 500
	- Mn	ppm	Maks 5000
	- Cu	ppm	Maks 5000
	- Zn	ppm	Maks 5000
	- B	ppm	125 – 2500
	- Co	ppm	Maks 700
	- Mo	ppm	Maks
8	Unsur lain :		
	- La	ppm	0
	- Ce	ppm	0

### 2.3 *Effective Microorganisme 4 (EM4)*

EM4 adalah kultur campuran dari mikroorganisme. Larutan EM4 pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Dalam EM4 terdapat sekitar 80 genus mikroorganisme. Mikroorganisme dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasi bahan organik. Terdapat 5 golongan pokok yaitu *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, ragi (yeast), *Actinomycetes* dan khamir. EM4 berguna untuk membantu mempercepat proses pembuatan pupuk organik dan meningkatkan kualitasnya.

Menurut Makiyah (2013) EM4 merupakan kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan dan bermanfaat bagi kesuburan tanah maupun pertumbuhan dan produksi tanaman, serta ramah lingkungan.

Mikroorganisme yang ditambahkan akan membantu memperbaiki kondisi biologis tanah dan dapat membantu penyerapan unsur hara dan memasok nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Dengan demikian, penggunaan EM4 dapat membuat tanaman lebih subur, sehat dan relatif tahan hama dan penyakit. EM4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman dan ternak yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme.

## 2.4 Pertumbuhan Jagung

Tanaman jagung terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu akar, batang, daun, bunga dan buah (tongkol). Jagung mempunyai tiga macam akar serabut, yaitu akar seminal, akar adventif, dan akar kait atau penyangga. Batang jagung tegak, tidak bercabang, terdiri atas beberapa ruas dan buku ruas. Pada buku ruas muncul tunas yang berkembang menjadi tongkol. Tinggi tanaman jagung pada umumnya berkisar antara 60 – 300 cm, tergantung dari varietas. Daun jagung memanjang, mempunyai ciri bangun pita (ligulatus), ujung daun runcing (acutus), tepi daun rata (integer). Diantara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Fungsi ligula adalah mencegah air masuk ke dalam kelopak daun dan batang. Bunga jantan dan bunga betina pada jagung terpisah dalam satu tanaman. Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (inflorescence). Bunga betina tersusun dalam tongkol. Tongkol tumbuh dari buku, di antara batang dan pelepah daun (Subekti et al 2013). Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi sebagai berikut:



Gambar 2.2 Tanaman jagung (*Zea mays* L.)



Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Family	: Poaceae
Genus	: Zea
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

Jagung merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropik maupun sub tropik dan tidak memerlukan persyaratan tumbuh yang intensif. Jagung dapat tumbuh di lahan kering, sawah dan pasang surut. pH tanah yang dibutuhkan antara 5,6 – 7,5. Suhu yang ideal bagi tanaman jagung antara 23 – 34°C dan apabila suhu > 34°C pertumbuhan jagung terhambat. Pada lahan yang tidak beririgasi, curah hujan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman jagung adalah 85 – 200 mm/bulan yang merata selama masa pertumbuhan. Kemiringan tanah untuk tanaman jagung < 8 %. Daerah dengan tingkat kemiringan > 8 % kurang sesuai untuk penanaman jagung.

Secara umum jagung mempunyai pola pertumbuhan yang sama, namun interval waktu antar tahap pertumbuhan dan jumlah daun yang berkembang dapat berbeda. Pertumbuhan jagung dapat dikelompokkan ke dalam tiga tahap yaitu fase perkecambahan, saat proses imbibisi air yang ditandai dengan pembengkakan biji sampai dengan sebelum munculnya radikula, fase pertumbuhan vegetatif, yaitu fase mulai munculnya daun pertama yang terbuka sempurna sampai tasseling, fase ini diidentifikasi dengan jumlah daun yang terbentuk, dan fase reproduktif, yaitu fase pertumbuhan setelah tasseling sampai masak fisiologis (Subekti et al 2014).

Pemupukan pada jagung merupakan kegiatan yang sangat penting. Salah satu fungsi pupuk yang diberikan adalah untuk menyuplai unsur hara dan nutrisi tambahan yang kurang atau tidak tersedia dalam tanah. Unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman jagung adalah nitrogen, fosfor, dan kalium. Kebutuhan unsur hara N berkisar 31,41 – 39,39 kg N/ ha, unsur hara P berkisar 6,03 – 12,54 kg P/ha, dan unsur hara K berkisar 37,50 – 41,70 kg K/ha (Rachman 2008). Berdasarkan penelitian Soro et al (2015) bahwa penambahan pupuk organik pada

tanaman jagung dapat memberikan dampak yang positif untuk pertumbuhan dan perkembangan jagung serta meningkatkan produktivitas jagung.

## **2.6 *Booklet* sebagai Sumber Belajar**

Sumber belajar merupakan suatu sistem atau perangkat materi yang sengaja disiapkan atau diciptakan dengan maksud memungkinkan atau memberi kesempatan siswa untuk belajar (Sudjana 1989). Menurut Mulyasa (2000), pengertian sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan, dalam proses belajar mengajar. Jadi yang dimaksud sumber belajar adalah segala sesuatu baik yang ada diluar diri peserta didik berupa perangkat materi yang sengaja diciptakan dengan maksud untuk memberikan kesempatan dan kemudahan kepada peserta didik dalam memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan, dalam proses belajar mengajar. Sumber belajar dapat berupa buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar atau sumber belajar lain yang relevan (Permendikbud No. 22 Tahun 2016).

Menurut Sudrajat (2008), dalam pemilihan sumber belajar harus memperhatikan kriteria sebagai berikut.

1. Ekonomis, artinya sumber belajar yang digunakan tidak harus terpatok pada harga yang mahal.
2. Praktis, artinya sumber belajar yang dipilih tidak memerlukan pengelolaan yang rumit, sulit dan langka.
3. Mudah, artinya sumber belajar harus dekat dan tersedia disekitar lingkungan kita.
4. Fleksibel, artinya sumber belajar dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan instruksional.
5. Sesuai dengan tujuan, artinya sumber belajar harus dapat mendukung proses dan pencapaian tujuan belajar, sehingga dapat membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa.
6. Sumber belajar sesuai dengan taraf berpikir dan kemampuan siswa.

Hasil dari penelitian ini akan dipublikasikan dalam bentuk *booklet* sebagai salah satu sumber belajar.

### 2.6.1 Pengertian *Booklet*

*Booklet* termasuk salah satu jenis media grafis yaitu media gambar atau foto. Menurut Simamora (2009), *booklet* adalah buku berukuran kecil (setengah kuarto) dan tipis, berisi tentang tulisan dan gambar-gambar. Istilah *booklet* berasal dari buku dan *leaflet* artinya media *booklet* merupakan perpaduan antara *leaflet* dan buku dengan format (ukuran) yang kecil seperti *leaflet*. Struktur isi *booklet* menyerupai buku (pendahuluan, isi ,penutup), hanya saja cara penyajian isinya jauh lebih singkat dari pada buku.

Pembuatan isi *booklet* sebenarnya tidak berbeda dengan pembuatan media lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam membuat *booklet* adalah bagaimana kita menyusun materi semenarik mungkin. Apabila seorang melihat sekilas kedalam *booklet*, biasanya yang menjadi perhatian pertama adalah pada sisi tampilan terlebih dahulu. Pengembangan *booklet* adalah kebutuhan untuk menyediakan referensi (bahan bacaan) bagi kelompok masyarakat yang memiliki keterbatasan akses terhadap buku sumber karena keterbatasan mereka. Dengan adanya *booklet*, peserta didik ataupun masyarakat dapat memperoleh pengetahuan seperti membaca buku, dengan waktu membaca yang singkat, dan dalam keadaan apapun.

Menurut Prastowo (2014) dalam menyusun sebuah *booklet* sebagai bahan ajar, *booklet* setidaknya mencangkup sebagai berikut:

- a. Judul diturunkan dari KD atau materi pokok sesuai dengan besar kecilnya materi.
- b. KD atau materi pokok yang akan dicapai, diturunkan dari SI dan SKL.
- c. Informasi pendukung dijelaskan secara jelas, padat, menarik memperhatikan penyajian kalimat yang disesuaikan dengan usia dan pengalaman pembacanya. Untuk siswa SMA upayakan untuk membuat kalimat yang tidak terlalu panjang, maksimal 25 kata per kalimat dan dalam satu paragraf 3 – 7 kalimat.
- d. Dalam *booklet* terdapat lebih banyak gambar dari pada teks, sehingga tidak terkesan monoton.
- e. Gambar ditampilkan secara nyata yaitu gambar-gambar yang sudah dikenal oleh peserta didik.

- f. Isi disusun berdasarkan kebutuhan peserta didik.
- g. Mudah dibawa kemana saja dan dibaca kapan saja, dimana saja.
- h. Memuat informasi yang lengkap, walau tidak rinci dan berurutan.

Awal penulisan *booklet* bermula dari penentuan topiknya. Topiknya tersebut diperjelas, subyek yang hendak dikembangkan dan kepada siapa artikel tersebut ditujukan. Pada bagian awal, latar belakang dan informasi umum tentang topik tersebut perlu diungkapkan. Struktur atau isi dari *booklet* sama seperti buku biasa, struktur *booklet* pada umumnya terdiri dari pendahuluan, isi dan penutup. Hanya saja cara penyajian isinya lebih singkat dari sebuah buku. Bentuk *booklet* yang praktis dan menarik akan mempermudah peserta didik dalam belajar. selain itu, diharapkan ilustrasi dalam *booklet* akan menambah motivasi dan minat peserta didik untuk menggunakan *booklet* dalam belajar.

### **2.6.2 Kelebihan dan Kekurangan *Booklet***

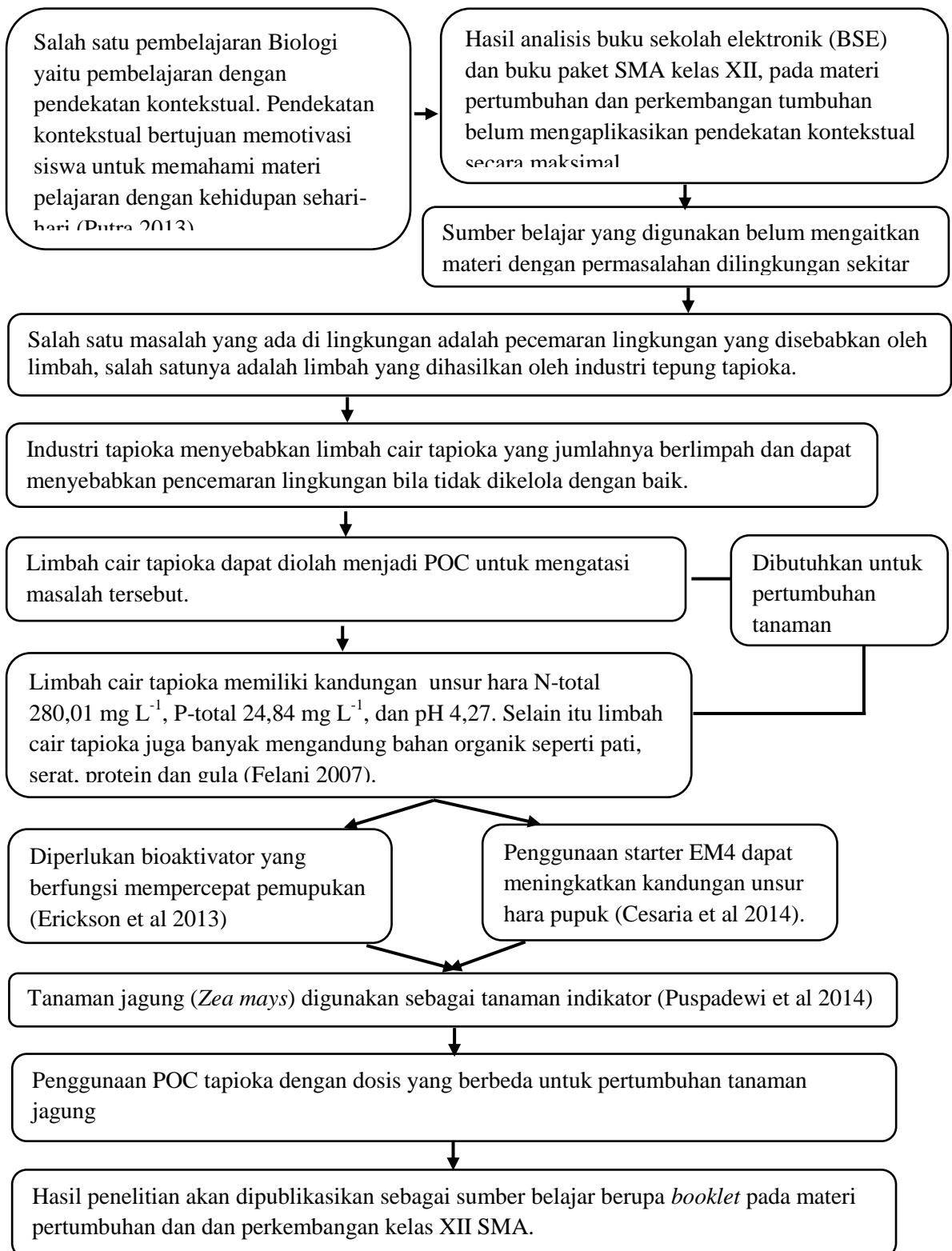
*Booklet* memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai media atau alat untuk belajar mandiri.
2. Dapat dipelajari isinya dengan mudah.
3. Dapat dijadikan informasi bagi keluarga dan teman.
4. Mudah untuk dibuat, diperbanyak, diperbaiki dan disesuaikan.
5. Mengurangi kebutuhan mencatat.
6. Dapat dibuat secara sederhana dan biaya yang relatif murah.
7. Tahan lama
8. Memiliki daya tampung lebih luas.
9. Dapat diarahkan pada segmen tertentu.

*Booklet* sebagai media cetak memiliki kekurangan. Kekurangan dalam media cetak yaitu:

1. Perlu waktu yang lama untuk mencetak tergantung dari pesan yang akan disampaikan dan alat yang digunakan untuk mencetak.
2. Sulit menampilkan gerak di halaman.
3. Pesan atau informasi yang terlalu banyak dan panjang akan mengurangi niat untuk membaca media tersebut.
4. Perlu perawatan yang baik agar media tersebut tidak rusak dan hilang.

## 2.6 Kerangka Berfikir



Gambar 2.3 Kerangka berfikir penelitian pembuatan POC tapioka dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung sebagai sumber belajar

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Bentuk fisik POC tapioka yaitu berbau seperti air tape dan berwarna coklat kekuningan dan kualitas kimia dari POC tapioka yaitu mengandung N-total 2,56%; P-total 0,57%; K-total 0,46%; C-organik 2,24% dan pH 3,97.
2. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada konsentrasi POC tapioka yang berbeda terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan berat basah tanaman.
3. Proses mengembangkan *booklet* POC tapioka untuk pertumbuhan jagung ada tiga tahap yaitu studi pendahuluan (identifikasi potensi dan masalah), pengumpulan data dan desain *booklet*.
4. *Booklet* POC tapioka untuk pertumbuhan jagung yang dikembangkan layak digunakan sebagai suplemen sumber belajar untuk peserta didik kelas XII.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Limbah cair tapioka yang digunakan sebaiknya diuji kandungannya terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan bahan organik didalamnya.
2. Selisih jumlah konsentrasi POC tapioka yang digunakan jangan terlalu dekat, agar perbedaan pertumbuhan tanaman jagung dapat terlihat.
3. Perlakuan kontrol yang digunakan sebaiknya adalah dosis pupuk organik cair yang dibutuhkan tanaman jagung sesuai dengan anjuran Departemen Pertanian.
4. *Booklet* yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar, sehingga *booklet* dapat digunakan sebagai suplemen sumber belajar pada materi pertumbuhan dan perkembangan yang bersifat kontekstual dan materi yang disajikan berasal dari lingkungan peserta didik, namun perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *booklet* dalam kegiatan pembelajaran di kelas untuk mengetahui efektivitas *booklet*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi. 2008. Pemanfaatan Urine Sapi yang difermentasi sebagai Nutrisi Tanaman. <http://affandi21.xanga.com/644038359/pemanfaatan-urine-sapi-yang-difermentasi-sebagai-nutrisi-tanaman/>. (diakses pada 22 Agustus 2019).
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2014. *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: BSNP.
- Bagaray EK, Vonny NS dan Christy N. 2016. Perbedaan Efektivitas DHE dengan Media *Booklet* dan Media *Flip Chart* terhadap Pengetahuan Kesehatan Gigi dan Mulut Siswa SDN 126 Manado. *Jurnal e-GIGI*. 4(2): 76-82.
- Campbell, N. A., dan J. B. Reece. 2008. Biologi Edisi ke 8 Jilid 1. (diterjemahkan dari : Biology Eighth Edition, penerjemah : D.T. Wulandari). Jakarta: Erlangga.
- Cesaria RY, Wirosodarmo R, Suharto B. 2014. The Effect of Using a Starter on the Quality of Fermented Tapioca Liquid Waste as an Alternative to Liquid Fertilizer. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(2): 8-14.
- Erickson SS, Edu S, Netti H. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(3): 40-43.
- Felani, M. & A. Hamzah. 2007. Fitroremediasi Limbah Cair Industri Tapioka dengan Tanaman Eceng Gondok. *Buana Sains*. 7(1): 11-20.
- Gemilang R dan Christiana E. 2016. Pengembangan *Booklet* Sebagai Media Layanan Informasi untuk Pemahaman Gaya Hidup Hedonisme Siswa Kelas XI di SMA Negeri 3 Sidoarjo. *Jurnal BK UNESA*. 6(3): 1-9.
- Ghazali, PL. 2009. Pengembangan *Booklet* sebagai Media Pendidikan Kesehatan Reproduksi pada Remaja Tuna Netra. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. 1(1): 38-44.
- Hadisuwito, Sukanto. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Handayani, S. H., Yunus, A. dan Susilowati, A. 2015. Uji kualitas pupuk organik cair dari berbagai macam mikroorganismse lokal (MOL). *El-Vivo*. 3(1): 54-60.
- Hartini S, Letsoin F, Kristijanto I. 2018. Productive Liquid Fertilizer from Liquid Waste Tempe Industry as Revealed by Various EM4 Concentration. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 349 012059.
- Hastuti, puji. 2011. Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 10(1): 89-98.

- Hidayah U, Puspitorini P dan Agung S W. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Viabel Pertanian*. 10(1): 1-19.
- Istifarini, retno., dkk. 2012. Pembelajaran Materi Virus Menggunakan Media Kartu Bergambar di SMA Negeri 2 Wonosobo. *Unnes Journal of Biology Education*. 1(2): 122-128.
- Lugman. 2013. *Pemanfaatan Limbah Sayur-Sayuran sebagai Pengganti Pupuk Kimia pada Pertumbuhan Tanaman Semangka*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ni Luh GS, I Wayan K, I Wayan BS. Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar sebagai Bahan Lumpur Aktif dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Ecotrophic*. 3(1): 21 – 29.
- Ni'am AC, Jenny C dan Moh. Ibrahim YC. 2015. Pemanfaatan Limbah Cair Singkong dengan Urin Sapi dan Air Cucian Kikil Sapi sebagai Pupuk Organik Cair. *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*. 679-686.
- Novenda L, Pujiastuti dan Setyo AN. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Singkong dan Industri Tempe Kedelai sebagai Alternatif Pupuk Organik Cair. *Jurnal Pancaran*. 6(1): 107-118.
- Makiyah H. 2013. *Analisis Kadar N, P dan K Pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Mexico (Thitonia diversiola)*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Martí'nez AB, Cuenca MR, Bermejo A, Legaz F, Quiñones A. 2016. Liquid Organic Fertilizers for Sustainable Agriculture: Nutrient Uptake of Organic versus Mineral Fertilizers in Citrus Trees. *PLOS ONE*. 11(10): e0161619.
- Maunte, Zainudin., Iqbal Jafar dan M Darmawan. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Ampas Tahu dan Bonggol Pisang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Seledri (*Apium graveolens L.*). *Jurnal Agropolitan*. 5(1): 70-77.
- Mirwan M. 2012 Optimasi Pengomposan Sampah Kebun Dengan Variasi Aerasi dan Penambahan Kotoran Sapi Sebagai Bioaktivator. *Jurnal Ilmu Teknik Lingkungan*. 4(1): 61-66.
- Mulyaningsih R, Sunarto W dan Agung Tri. 2013. Peningkatan NPK Pupuk organik Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam. *Jurnal Sains dan teknologi*. 11(1): 73-82.
- Mulyasa. 2002. Kurikulum Berbasis Kompetensi. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mustafa A. 2015. Analisa Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Jurnal Agroiditek*. 9(3): 128.



- Nurdin MP, Ilahude Z san Zakaria. 2008. Pertumbuhan dan Hasil Jagung yang Dipupuk N, P, K pada Tanah Vertisol. *Jurnal Tanah Trop.* 14(1): 49-56.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2011. Menteri Pertanian Republik Indonesia. PERMEN NO. 70/Permentan/SR.140/10/2011. 88 hlm.
- Pralisaputri KR, Soegiyanto H, Muryani C. 2016. Pengembangan Media Booklet Berbasis SETS pada Materi Pokok Mitigasi dan Adaptasi Bencana Alam untuk Kelas X SMA. *Jurnal GeoEco.* 2(1): 147-154
- Prastowo Andi. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif.* Yogyakarta: Diva Press
- Putra S.R. 2013. *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains.* Jogjakarta: Diva Press.
- Puspadewi, S., W. Sutari, dan Kusumiyati. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) dan Dosis Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.) Kultivar Talenta. *Jurnal Agriculture.* 1(4): 198-205.
- Rachman, I. A., S. Djuniwati, dan K. Idris. 2008. Pengaruh bahan organik dan pupuk NPK terhadap serapan hara dan produksi jagung di Inceptisol Ternate. *Jurnal Tanah dan Lingkungan.* 10(1): 7 – 13.
- Rahmatul, Robby, A. Nurrokhim, N. Soewarno, dan S. Nurkhamidah. 2013. Produksi Biogas dari Limbah Cair Industri Tepung Tapioka dengan Reaktor Anaerobik 3.000 Liter. *Jurnal teknik pomits.* 2(1): 1-5.
- Ratna, Paramitha, Putri Panjaitan dan Eka Ariyati. 2018. Pengembangan Booklet Hasil Inventarisasi Tumbuhan Obat sebagai Media Pembelajaran pada Materi Manfaat Keanekaragaman Hayati. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA.* 2(2): 83-88.
- Raymond BT. 2018. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair dari Limbah Ikan Tuna terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Uniera.* 7(1): 52-60.
- Rizky YC, Ruslan W, Bambang S. 2012. Pengaruh Penggunaan Starter terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka sebagai Alternatif Pupuk Cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* 1(3): 8-14.
- Rizki Y, Syaiful B dan Chairul. 2016. Fermentasi Larutan Glukosa untuk Produksi Etanol dengan Teknik Immobilisasi Sel *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Jom FTeknik.* 3(1): 5-6
- Roymond S. Simamora. 2009. *Buku Ajar Pendidikan dalam Keperawatan.* Jakarta: EGC.

- Rostini T, Ni'mah GK dan Sosilawati. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Bokashi yang Berbeda terhadap Kandungan Protein dan Serat Kasar Rumput Gajah. *Ziraa'ah*. 41(1): 118-126
- Seni IAN, I Wayan Dana Atmaja dan Ni Wayan Sri Sutari. 2013. Analisis Kualitas Larutan MOL (Mikroorganisme Lokal) Berbasis Daun Gamal (*Gliricidia sepium*). *E Jurnal Agroteknologi Tropika*. 2(2): 2301-6515.
- Sintia, M. 2012. Pengaruh Beberapa Dosis Kompos Jerami Padi dan Pupuk Nitrogen terhadap Perumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Tanaman pangan*. 1-7.
- Sitepu. 2012. *Penulisan Buku Teks Pelajaran*. Bangung: PT Remaja Rosdakarya.
- Soro D, Ayolie K, Ferdinand GB, Ferdinand YY. 2015. Impact of Organic Fertilization on Maize (*Zea mays* L.) Production in a Ferralitic Soil of Centre- West Cote D'ivoire. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 3(6): 564.
- Subekti, N. A., Syafruddin, R. Efendi, dan S. Sunarti. 2012. *Morfologi Tanaman dan Fase Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 16-28 hal.
- Sudjana, Nana dan Rivai, A. 1989. *Teknologi Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru.
- Sudijono, Anas. 2005. *Pengantar Ilmu Statistik*. PT Raja Grafindo Persada.
- Sudrajat, A. 2008. *Media Pembelajaran*. On Line at <http://akhmadsudrajat.wordpress.com> [diunduh tanggal 9 April 2018].
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sulistyorini L. 2005. Pengelolaan Sampah dengan Cara Menjadikannya Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(1): 77-84.
- Syafruddin, Nurhayati dan Ratna Wati. 2012. Pengaruh Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Jagung Manis. *Jurnal Floratek*. 7: 107-114.
- Ubalua AO. 2007. Cassava Wastes: Treatment Options and Value Addition Alternatives. *African Journal of Biotechnology*. 6(18): 2071.
- Wahyudin A, Fitratin BN dan Rahadiyan. Response of Maize Due to Application of Phosphate Fertilizers and Application Time of Phosphate Solubilizing Microbes at Ulyison Jatinangor. *Jurnal Kultivasi*. 16(1): 246-254.

- Waryanti A, Sudarno dan Sutrisno. 2013. Studi Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa pada Pembuatan Pupuk Cair dari Limbah Cucian Ikan terhadap Kualitas Unsur Hara Makro. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(2): 1-7.
- Winda L, Vanny MA dan Anang W. Analisis Unsur Hara Pupuk Organik Cair dari Limbah Ikan Mujair (*Oreochromis mosambicus*) Danau Lindu dengan Variasi Volume Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang. 2017. *Jurnal Akademika Kimia*. 6(2): 92-97.
- Zubachtirodin, Bambang Sugiharto, Mulyono, dan Deni Hermawan. 2011. *Teknologi Budidaya Jagung*. Direktorat Jendral Tanaman Pangan. Jakarta.