

**PENYUSUNAN MODUL BERBASIS RISET PENGARUH FORMULASI LIMBAH
SELULOSA TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR TIRAM
(*PLEUROTUS OSTREATUS*) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS XII
SMA**

¹Sella Gurus Musik, ²Pujiati, ³R. Bektikiswardianta
^{1,2,3}Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun
Madiun, Jawa Timur

¹sika.gurus@gmail.com, ²pujiati@unipma.ac.id, ³rbektikiswardianta@unipma.ac.id

Abstract

*Modules are one of the teaching materials that are in accordance with the characteristics of the 2013 curriculum, namely in the learning process, ideally, it can involve students actively. The purpose of this study was to produce teaching material products in the form of research-based modules containing the effect of cellulose waste formulations on the growth of oyster mushrooms (*Pleurostus ostreatus*). The research was conducted in April-June 2020. The procedure of this research was by cultivating oyster mushrooms with cellulose waste material, after the fungus grew, morphological measurements were taken. The results showed that all treatments had a significant effect on the growth of oyster mushroom (*Pleurostus ostreatus*). After the measurement is carried out, the research results are arranged as a module that can be used as a learning resource for students. The biotechnology module was tested by two expert validators with the results of obtaining an achievement level of 86.71% with qualifications worthy of use and valid.*

*Keywords : Module, Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*), Cellulose*

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi adalah suatu pembelajaran ilmu biologi yang memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar dan pembelajaran yang dekat dengan peserta didik. Ilmu biologi bersumber dari berbagai cara penelitian, baik penelitian yang bersifat deskriptif ataupun penelitian eksperimental. Pembelajaran biologi berkaitan dengan aktifitas pembelajaran yang mencari tahu, menemukan dan dapat memahami gejala alam sekitar secara sistematis. Idealnya dalam pembelajaran biologi peserta didik dimungkinkan melakukan berbagai serangkaian keterampilan proses sains mulai dari kegiatan pengamatan, mengelompokkan atau (klasifikasi), mengukur, menghitung, meramalkan, mengkomunikasikan, mengajukan pertanyaan atau (bertanya), menyimpulkan, mengontrol variabel, merumuskan masalah, membuat hipotesis, merancang penyelidikan, melakukan penyelidikan atau percobaan. Seperti yang diuraikan bahwa idealnya dalam pembelajaran biologi harus sesuai dengan hakikat sains yang mencakup tiga hal yaitu proses, produk dan sikap.

Penerapan pengalaman secara langsung sebaiknya ditekankan pada proses pembelajaran biologi, sebab penerapan pengalaman langsung ini dikakukan agar memberikan sebuah kesempatan kepada peserta didik sehingga dapat mendapati, menghasilkan dan mempraktikkan ide-ide kreatifnya serta mengasah peserta didik menggunakan strateginya atau caranya sendiri untuk belajar. Strategi pembelajaran ilmu biologi salah satunya di sekolah lebih dianjurkan melalui kegiatan pembelajaran melaksanakan praktikum ataupun membuat suatu produk dalam proyek pembelajaran dengan demikian dapat menunjang tercapainya tiga proses sains. Bahan ajar dalam proses pembelajaran berperan penting karena pada satu pokok pembelajaran diperlukan sejumlah sumber belajar yang sesuai dan memenuhi standar kompetensi. Salah satu bahan ajar yang sering digunakan di sekolah ialah modul.

Menurut (Prihatin et al., 2017) modul merupakan bahan ajar yang tepat untuk

menerapkan prinsip pengembangan kurikulum 2013, yaitu pembelajaran yang berpusat pada peserta didik akan tetapi dalam penerapannya belum banyak sekolah atau guru yang memiliki modul sebagai bahan ajarnya dalam kegiatan pembelajaran disekolah. Penyusunan modul diperlukan karena dalam proses pembelajaran sumber belajar yang digunakan peserta didik untuk mendukung proses belajar dalam penyampaian sebuah materi hanya berupa buku pegangan berupa buku paket dan buku LKS yang disediakan oleh sekolah. Dalam penyusunan modul pembelajaran agar peserta didik memahami konsep secara konkrit perlu melalui sebuah penelitian atau riset. Riset adalah kegiatan dalam pengumpulan data, fakta dan informasi untuk kemajuan pengetahuan dengan cara penyelesaian suatu masalah atau mencari jawaban secara ilmiah dari persoalan yang dihadapi dengan menerapkan cara berfikir kreatif dan berfikir keilmuan yang sesuai dengan prosedur serta tujuan dari sifat penyelidikan. Menurut (Pratondo et al., 2018) modul bioteknologi berbasis riset memberikan contoh nyata dalam kegiatan pembelajaran, sehingga diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami ide, konsep, dan materi bioteknologi. Kegiatan penyusunan modul berbasis riset ini memiliki nilai, etika dan praktik penelitian yang sesuai dengan bidang ilmu dapat menjadi inspirasi peserta didik. Modul bioteknologi ini dapat dijadikan rujukan dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran biologi untuk materi bioteknologi.

Didukung oleh hasil penelitian (Fitriyati et al., 2015) menunjukkan hasil dari validasi ahli media dan desain pembelajaran 95,83%, ahli materi menyatakan tingkat validitas dengan persentase 90,91%, dan uji kelompok kecil 88,89% dengan kelayakan penyusunan modul bioteknologi ini mampu menjadikan sumber bahan ajar pada mata kuliah bioteknologi dan penerapan modul pembelajaran dapat peserta didik dapat melakukan aktivitas belajar kapan dan dimana saja, dengan atau tanpa bimbingan dosen, memberikan kegiatan pembelajaran lebih terencana dengan baik. Modul bioteknologi ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu modul dapat digunakan secara mandiri karena kehitan pembelajaran yang disusun secara sistematis, mudah untuk dipahami karena maemuat materi yang relevan dan adanya tes serta evaluasi untuk mengukur tingkat keberhasilan dalam tujuan pembelajaran (Pujiati, 2019).

Buku teks yang dipergunakan dalam belajar kurang mampu membantu peserta didik dalam melakukan eksplorasi dalam mengamati dan menghubungkan fenomena yang terjadi dilingkungan sekitar yang berkaitan dengan suatu topik materi. Salah satu kompetensi yang perlu dikembangkan dalam diri peserta dalam kehidupan sehari-hari ialah bioteknologi.

Penemuan-penemuan terbaru dan berbagai prinsip dasar bioteknologi cenderung tidak terdapat pada buku bacaan. Ilmu bioteknologi sedang berkembang pesat terutama pada salah satu bidang pemanfaatan limbah yang mencemari lingkungan. Manfaat mengangkat tema potensi lokal dalam penyusunan modul bioteknologi dapat mencetak jiwa saintis peserta didik dengan contoh yang terdapat dilingkungan sekitar. Pemanfaatan limbah yang terbengkalai diharapkan mampu mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan hidup sehingga potensi lokal ini perlu dijadikan ke dalam penyusunan modul materi bioteknologi. Melalui riset pengolahan budidaya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dengan memanfaatkan limbah selulosa dilingkungan sekitar sehingga peserta didik dapat membuat pemanfaatan bahan berupa suatu produk dari hasil pengembangan bioteknologi sekarang ini. Budidaya jamur tiram dipilih karena, sekarang ini menjadi primadona di kalangan masyarakat dengan dilihat dari segi keunggulan tingginya kandungan nutrisi dan mudah dalam pengolahannya. Berdasarkan paparan tersebut, tujuan penelitian ini untuk menghasilkan bahan ajar modul

berbasis riset formulasi limbah selulosa terhadap pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*).

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Juni di kumpang Thani Jamur Magetan untuk penelitian budidaya jamur tiram. Kemudian hasil penelitian digunakan untuk penyusunan modul bioteknologi dan diuji validitasnya oleh validator ahli media dan materi oleh dosen Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun.

Penyusunan modul bioteknologi dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang mengadaptasi dari tahapan pengembangan modul Borg dan Gall (1983). Tahapan tersebut terdiri dari 6 tahap yaitu Research and Informations Collecting, Planning, Develop Preliminary Form of Product, Preliminary Field Test, Main Product Revision, dan Main Field Testing.

Tahap Research and Informations Collecting dilakukan dengan cara penelitian budidaya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) menggunakan formulasi limbah selulosa yang terdiri dari (serbuk kayu, serabut kelapa, ampas teh dan limbah penyulingan daun kayu putih). Hasil dari penelitian tersebut digunakan untuk penyusunan modul bioteknologi.

Tahap Planning dilakukan dengan merumuskan tujuan pembelajaran, menentukan pokok materi bahasan berdasarkan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Kurikulum 2013, penyusunan format modul termasuk mengumpulkan informasi mengenai isi materi yang akan digunakan, dan menentukan kualifikasi ahli yang digunakan dalam uji validasi (validasi ahli materi dan validasi ahli media). Ahli materi bertugas untuk memvalidasi modul kompeten dalam bidang bioteknologi dan ahli media merupakan dosen yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran.

Tahap Develop Preliminary Form of Product adalah penyusunan modul mengenai cakupan materi bioteknologi, dan pembuatan soal. Pada tahapan Preliminary Field Test yang dilakukan adalah validasi oleh para ahli untuk mengetahui kevalidan modul, perhitungan kriteria validasi modul adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{\sum \text{Seluruh skor jawab angket}}{n \times \text{tertinggi} \times \text{jumlah responden}} \times 100\%$$

Valid tidaknya modul ditentukan dari kecocokan hasil validasi empiris dengan kriteria validasi yang ditentukan. Pada tahapan Main Product Revision adalah revisi dilakukan setelah modul divalidasi ahli dan diuji coba keterbacaan, revisi dilakukan jika modul yang telah divalidasi dan membutuhkan perbaikan berdasarkan saran dan komentar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terdiri dari dua tahapan :

1. Observasi pengukuran parameter penelitian pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) pada media formulasi limbah selulosa.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Formulasi Limbah Selulosa Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram.

Perlakuan	Pertumbuhan Jamur Tiram	Parameter Pengamatan				
		Ukuran Penyebaran Miselium	Waktu Full Colony	Waktu Muncul Pin Head	Berat Basah	Nilai EB
P0		14,33 cm	35,6 HSI	37,6 HSI	140gr	14%
P1		10cm	39,3 HSI	40,6 HSI	100gr	10%
P2		8,33 cm	40,3 HSI	43,3 HSI	93,6gr	9%
P3		6,33 cm	53 HSI	57,3 HSI	79,5gr	8%
P4		8 cm	41,6 HSI	43,3 HSI	101,2 gr	10%

P5		5,33 cm	45,3 HSI	49,3 HSI	132,1 gr	13%
P6		5,33 cm	50,3 HSI	55 HSI	81,6 gr	8%
P7		4,66 cm	58 HSI	63 HSI	85,1 gr	9%

Berdasarkan hasil pengamatan perlakuan P5 (50% serbuk kayu + 25% sabut kelapa + 25% limbah penyulingan daun kayu putih) menunjukkan nilai efisiensi biologi tertinggi yaitu 13% setelah perlakuan P0 (100% serbuk kayu) sebagai kontrol.

2. Hasil Validasi Modul Pembelajaran

Data yang disajikan berupa ringkasan hasil uji coba dan saran dari ahli materi dosen Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun. Presentase hasil validasi modul bioteknologi berbasis riset formulasi limbah selulosa terhadap pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*), didapatkan dari penjumlahan skor yang diperoleh dari setiap aspek yang dinilai dibagi dengan total skor maksimal. Data hasil validasi terhadap modul bioteknologi adalah berupa penilaian dan saran untuk perbaikan dan kelayakan produk.

Tabel 2. Hasil Validasi Modul Pembelajaran Dari Vaalidator

No	Aspek yang dinilai	Skor dari Validator	
		Validator 1	Validator 2
1	Bahasa		
a.	Penggunaan bahasa sesuai EYD	4	3
b.	Kesederhanaan struktur kalimat	4	3
c.	Penggunaan bahasa yang komunikatif	4	3
d.	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dimengerti	4	3
e.	Kejelasan arahan dan petunjuk	4	3
2	Isi		
a.	Penyajian buku yang sistematis	4	3
b.	Kebenaran isi/materi	4	3

c.	Kelayakan sebagai perangkat pembelajaran	3	4
d.	Penyajian dilengkapi dengan gambar	3	4
e.	Kesesuaian isi atau materi dengan tujuan pembelajaran	3	4
f.	Kesesuaian isi buku dengan keterangan yang dijabarkan	4	4
3	Sistematika		
a.	Kemenarikan sampul	3	4
b.	Layout proporsional	3	3
c.	Kesesuaian tata letak	4	3
d.	Penggunaan jenis dan ukuran huruf	4	3
e.	Kesesuaian warna	3	3
	Total Skor	58	53

Tabel 3. Kriteria Validasi Modul

No.	Kriteria validitas	Tingkat Validitas
1.	81% - 100%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
2.	61% - 80 %	Valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
3.	41% - 60%	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil
4.	21% - 40%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi banyak
5.	0% - 20%	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan

(Zunaidah, 2016)

Berdasarkan tabel 2. Diketahui bahwa atotal skor yang diperoleh dari validator 1 yaitu 58 dan validator 2 yaitu 53. Total skor selanjutnya dikonversi ke dalam prosentase penilaian dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum \text{Seluruh skor jawab angket}}{n \times \text{tertinggi} \times \text{jumlah responden}} \times 100\%$$

$$P = \frac{111}{16 \times 4 \times 2} \times 100\%$$

$$P = 86,71\%$$

Keterangan :

P = Menyatakan prosentase penelitian

n = Menyatakan jumlah seluruh item angket

Berdasarkan hasil perhitungan uji validasi, Modul Bioteknologi Penerapan Budidaya Jamur Tiram SMA/MA XII memperoleh tingkat pencapaian 86,71%. Presentase hasil

penilaian kemudian dicocokkan dengan kriteria kelayakan modul berdasarkan tabel 3. Hasil menunjukkan bahwa modul sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.

Modul bioteknologi SMA/MA XII ini sangat baik dan layak digunakan karena sangat menarik dan kontekstual pada isi materi yang memberikan pengetahuan penelitian yang dilakukan mengenai potensi pemanfaatan limbah selulosa untuk pertumbuhan jamur tiram.

Hasil saran validasi oleh validator yaitu mengenai perbaikan pada sampul depan (cover) harus memuat gambar asli hasil penelitian dengan penyesuaian warna memperhatikan kaidah terang dan gelap. Saran yang diberikan oleh validator yang disampaikan untuk perbaikan modul telah diperbaiki dan disajikan pada tabel 4. Sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perbaikan Modul

No	Perbaikan	Sebelum	Sesudah
	Gambar sampul depan (cover) modul		

Modul Bioteknologi berbasis riset memanfaatkan limbah organik yang mencemari lingkungan ini diharapkan mampu meminimalisir kerusakan lingkungan, menolong pemecahan sejumlah masalah polusi, menghemat sumber daya alam dan energi serta menjadi alternatif yang cukup prospektif untuk dimanfaatkan pada areal pertanian dalam budidaya jamur tiram. Beberapa limbah organik yang didaur ulang ini memiliki kandungan selulosa yang berperan dalam media substrat pertumbuhan jamur tiram. Modul bioteknologi penerapan budidaya jamur tiram SMA/MA XII ini sangat baik dan layak digunakan karena sangat menarik dan kontekstual pada isi materi yang memberikan pengetahuan penelitian yang dilakukan mengenai pembudidayaan jamur tiram, selain itu modul disertai gambar hasil penelitian yang dapat meningkatkan minat belajar siswa terhadap praktik pembudidayaan jamur tiram dengan media pemanfaatan limbah selulosa dilingkungan. Pada setiap gambar disertai dengan pembahasan dengan pemilihan kata yang mudah dipahami sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai.

Modul Bioteknologi berbasis riset formulasi media tanam terhadap pertumbuhan jamur tiram ini memiliki kelebihan seperti adanya petunjuk procedural budidaya jamur yang jelas berdasarkan hasil penelitian yang sebenarnya. Hal ini menjadi nilai lebih dari modul bioteknologi yang sudah ada. Kelebihan yang didapat dalam penggunaan modul ialah di samping dapat meringankan guru dalam proses pembelajaran siswa dapat aktif dan efektif dengan menciptakan rasa mandiri sehingga siswa tidak tergantung pada guru serta dapat

digunakan secara tepat dan bervariasi. Menurut (Anjarukmi et al., 2018) modul berbasis riset memiliki keuntungan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih melakukan pengamatan, merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyimpulkan. Modul berbasis riset memiliki manfaat lain yaitu materi modul lebih baik karena berdasarkan penelitian mampu menimbulkan penguatan dalam meningkatnya ruang keterlibatan peserta didik. Sejalan dengan penelitian (Ulfa, 2020) Modul berbasis riset memuat perpaduan teori dan kegiatan penelitian, sehingga siswa dapat memahami secara konkrit penerapan konsep yang dipelajari.

Modul pembelajaran biologi berbasis riset efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa adalah melihat beberapa keunggulan pembelajaran dengan sistem modul dikemukakan sebagai berikut: 1) berfokus pada kemampuan individual peserta didik, karena pada hakekatnya mereka memiliki kemampuan untuk bekerja sendiri dan lebih bertanggung jawab atas tindakan-tindakannya, 2) adanya kontrol terhadap hasil belajar melalui penggunaan standar kompetensi dalam setiap modul yang harus dicapai oleh peserta didik, 3) kesesuaian kurikulum ditunjukkan dengan adanya tujuan dan cara pencapaiannya, sehingga peserta didik dapat mengetahui keterkaitan antara pembelajaran dan hasil yang akan diperolehnya.

Penerapan modul juga memiliki keunggulan menurut (Novianty et al., 2012) siswa yang dalam pembelajarannya diterapkan modul guru lebih menekankan pembelajaran secara mandiri dan berpusat pada siswa, guru cenderung bertindak sebagai observer dan sebatas membimbing jika siswa mengalami kesulitan dan dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman siswa yang ditandai dengan meningkatnya nilai postes. Penggunaan modul berbasis riset membantu dalam pencapaian kompetensi pembelajaran Bioteknologi, terutama pada penerapan di kehidupan sehari-hari. Penerapan modul pembelajaran dapat mengkondisikan kegiatan pembelajaran lebih terencana dan terkondisikan dengan baik.

SIMPULAN

1. Modul Bioteknologi berbasis riset Pengaruh Formulasi Limbah Selulosa Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dinyatakan layak digunakan di lapangan tanpa revisi. Berdasarkan hasil perhitungan uji validasi, modul bioteknologi penerapan budidaya jamur tiram SMA/MA XII memperoleh tingkat pencapaian 86,71% sehingga dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri.
2. Media tanam serbuk kayu dan media tanam dari limbah selulosa (serabut kelapa, ampas teh dan limbah daun penyulingan kayu putih) pada berbagai formulasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) yaitu ukuran penyebaran miselium, pemenuhan miselium (full colony), awal munculnya tubuh buah (pin head) dan berat basah tubuh buah serta nilai efisiensi biologi (EB).

DAFTAR PUSTAKA

- Anjarukmi, N., Sulistyarsi, A., Biologi, P., & Timur, J. (2018). *Penyusunan Modul Bioteknologi Lingkungan Berbasis Riset Dengan Tema Biodegradasi Pewarna Nafthol Sebagai Bahan Ajar Biologi Kelas Xii Sma. September*, 276–280.
- Fitriyati, U., Mufti, N., & Lestari, U. (2015). Pengembangan Modul Berbasis Riset Pada Matakuliah Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(3), 118–129.

- Novianty, I., Sulistina, O., & Zakia, N. (2012). Efektivitas Penerapan Modul Materi Analisis Elektrokimia Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Dan Persepsi Siswa Kelas Xi Semester 1 Kompetensi Keahlian Kimia Analisis Smkn 7 Malang. *Universitas Negeri Malang*, 1, 7.
- Pratondo, B. S. , Pujiati., & Timur, J. (2018). *Penyusunan Modul Bioteknologi Sma Berbasis Riset Uji Potensi Enzim Selulase Dari Kapang Trichoderma Viride Dalam Mendegradasi Bahan Selulosa*. *September*, 289–295.
- Prihatin, W. P., Sukiya, & Apriani, R. (2017). Penyusunan Modul Pembelajaran Keanekaragaman Reptil Di Sanggaluri Park Purbalingga Sebagai Bahan Ajar Materi Keanekaragaman Hayati Bagi Siswa Sma Kelas X Semester I. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*, 6(5), 281–290.
- Pujiati, P. (2019, December). Penyusunan Modul Bioteknologi Sma Berbasis Riset Produksi Biogas Menggunakan Kapang *Aspergillus Nidulans*. In *Prosiding Seminar Nasional Simbiosis* (Vol. 4).
- Ulfa, N. W., & Pujiati,. (2020, February). Isolasi Kapang Selulolitik Dari Tanah Hutan Jati Kare Kabupaten Madiun Sebagai Bahan Pembuatan Modul Mikrobiologi Sma Kelas Xii. In *Prosiding Seminar Nasional Simbiosis* (Vol. 4).