

**PENYUSUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI SMA BERBASIS RISET UJI  
POTENSI ENZIM SELULASE DARI KAPANG *Trichoderma viride*  
DALAM MENDEGRADASI BAHAN SELULOSA**

<sup>1)</sup>Bagus Setyo Pratondo, <sup>2)</sup>Pujiati, <sup>3)</sup>Muh. Waskito Ardhi  
<sup>1,2,3)</sup>Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun  
Madiun, Jawa Timur

<sup>1)</sup>bagussetyodcc@gmail.com, <sup>2)</sup>pujiati@unipma.ac.id, <sup>3)</sup>waskitoardhi@gmail.com

**Abstract**

*This study aims to produce research-based modules on biotechnology material. The preparation of the biotechnology module is carried out using research and development methods which are adaptations of the stages of Borg and Gall's (1983) module development, which consists of 6 stages, namely Research and Information Collecting, Planning, Developing Preliminary Form of Product, Preliminary Field Test, Main Product Revision and Main Field Testing. The study was conducted in May-July at the Biology Laboratory 2 of the University of PGRI Madiun and SMAN 1 Kedunggalur. The results of the test of cellulase enzyme potency of *Trichoderma viride* mold in degraded cellulose material were carried out, the entire data obtained was compiled into the SMA / MA XII Biotechnology Module Potential of Cellulase Enzyme from Fungi *Trichoderma viride* in Degradation of Cellulose Material. The SMA / MA XII Biotechnology Module was tested by two expert validators with the results showing 82.81% which showed that the module could be used in the field with very good and valid qualifications.*

**Keywords:** *module, biotechnology, enzyme potency, Trichoderma viride*

**PENDAHULUAN**

Pendidikan menjadikan salah satu faktor penentuan kemajuan bangsa, dengan adanya sistem pendidikan yang baik maka akan menjadi pondasi yang kokoh dalam memajukan sebuah bangsa. Pendidikan di Indonesia belum semuanya merata sampai ke plosok daerah dan membutuhkan peningkatan kualitas, seperti yang dapat kita lihat ketimpangan pendidikan yang berada di daerah kota dengan di daerah plosok. Muhadjir (2018) menyatakan bahwa; Permasalahan pendidikan Indonesia diantaranya dari segi kebijakan, model pendidikan, hingga kurikulum yang digunakan masih ada kekurangan.

Segi kebijakan yang diterapkan masih memiliki celah kesalahan, yaitu terkait beban kerja guru yang sangat tidak masuk akal. Peraturan pendidikan yang lama, seorang guru memiliki beban kerja 24 jam dalam satu minggu. Jam kerja guru hanya dihitung saat guru sedang melakukan tatap muka di dalam kelas, sementara jika guru tidak melakukan aktivitas mengajar di depan kelas dinyatakan tidak bekerja. Permasalahan penerapan dan penggunaan kurikulum, sekarang penggunaan kurikulum cenderung disamakan secara keseluruhan, padahal kurikulum seharusnya diterjemahkan oleh setiap guru karena mereka yang tahu kebutuhan para siswanya. Oleh sebab itu, KEMENDIKBUD wajib membenahi persoalan yang terjadi sekolah karena *the real* kurikulum adalah guru. Kurikulum yang digunakan akan dikatakan berhasil jika dapat meningkatkan kualitas pendidikan. Peningkatan kualitas pendidikan dapat dijalankan dengan berbagai cara salah satunya mengembangkan sumber belajar baik dari segi kuantitas dan kualitasnya. Sumber belajar yang memiliki kualitas yang baik akan memberikan peserta didik tidak hanya pengetahuan saja tetapi keterampilan juga, tetapi tetap dengan pendampingan guru sebagai fasilitator. Peserta didik sebagai individu yang memiliki potensi ilmu untuk dikembangkan didalam dirinya, memerlukan berbagai kegiatan untuk mengembangkan potensi tersebut menjadi pemahaman yang bermakna, oleh sebab itu peserta didik dituntut untuk aktif dan

dapat belajar mandiri tanpa selalu dituntun oleh guru, sehingga siswa mendapat pemahaman secara kontekstual oleh diri sendiri. Sumber belajar yang dapat dipelajari peserta didik dapat berupa modul. Modul disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup materi, metode, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri. Dengan adanya penggunaan modul, siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Adanya penggunaan standar kompetensi dalam setiap modul yang harus dicapai oleh siswa, dan mereka menjadi lebih bertanggung jawab atas segala tindakannya (Setyowati, 2013).

Modul pembelajaran yang baik memberikan pemahaman kontekstual kepada peserta didik. Pemahaman kontekstual merupakan gabungan teori dan kegiatan penelitian sehingga peserta didik dapat memahami konsep secara konkrit. Dalam penyusunan modul pembelajaran agar peserta didik memahami konsep secara konkrit perlu melakukan penelitian atau riset. Riset adalah proses untuk menyelesaikan suatu persoalan atau mencari jawaban dari persoalan yang dihadapi secara ilmiah dan berfikir reflektif dengan mengumpulkan ataupun mencari dengan detail untuk memperoleh fakta baru untuk dianalisis dan diterjemahkan (Yusuf, 2014). Menurut penelitian Fitriyati (2015) menunjukkan terjadinya peningkatan dalam pengembangan ataupun penerapan kurikulum berbasis riset yang memunculkan penguatan dalam kualitas pembelajaran dan memancing perubahan dalam meningkatnya ruang keterlibatan peserta didik. Modul berbasis riset memiliki manfaat lain yaitu berupa konten modul lebih baik karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Aktivitas berbasis riset berhubungan dengan wawasan dengan perilaku sehari-hari, hal ini menjadi indikator bahwa terdapat konsep kontekstual yang masuk dalam pembelajarannya. Pembelajaran kontekstual merupakan proses pendidikan yang melihat makna didalam materi akademik yang dipelajari dengan cara menghubungkan subjek akademik dalam konteks kehidupan keseharian peserta didik, yaitu dengan konteks pribadi, sosial, dan budaya (Taniredja, 2011).

Penggunaan modul berbasis riset membantu dalam pencapaian kompetensi pembelajaran Bioteknologi, terutama pada penerapan di kehidupan sehari-hari. Modul memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi serta fleksibel atau luwes digunakan (Rahdiyanta, 2016). Penerapan modul pembelajaran dapat mengondisikan kegiatan pembelajaran lebih terencana dan terkondisi dengan baik. Kompetensi yang perlu ditumbuhkan dalam diri peserta didik salah satunya penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai prinsip-prinsip dasar bioteknologi menjadi pokok bahasan karena buku yang ada cenderung tidak mengikuti penemuan-penemuan terbaru dibidang bioteknologi. Bioteknologi merupakan ilmu yang dinamis, tidak statis pada satu titik saja. Ilmu tentang bioteknologi sedang berkembang pesat terutama penggunaan mikroorganisme dalam pengaplikasiannya. Manfaat mengangkat tema potensi lokal dalam modul bioteknologi yaitu mencetak jiwa saintis peserta didik dengan contoh yang ada di sekitar tempat tinggal atau lingkungannya. Pemanfaatan jasad biologi diharapkan mampu mengatasi permasalahan lingkungan hidup. Kemajuan teknologi fermentasi dan teknologi aplikasi enzim berdampak pada kebutuhan isolat mikroorganisme yang potensial untuk dimanfaatkan.

Modul bioteknologi yang membahas pemanfaatan enzim bagi kehidupan yang saat ini masih sangat minim terutama pada bioteknologi modern. Bioteknologi modern salah

satunya yang memanfaatkan enzim yang berasal dari mikroorganisme seperti bakteri dan kapang belum banyak ditemui. Enzim banyak digunakan pada sektor industri, contoh enzim yang sering digunakan adalah enzim protease, xilanase, lakase, amilase dan selulase. Salah satu enzim yang banyak dimanfaatkan adalah enzim selulase. Kemajuan teknologi aplikasi enzim dalam bidang industri berdampak pada kebutuhan enzim khususnya enzim selulase yang berasal dari mikroorganisme contohnya *Trichoderma viride* yang semakin meningkat.

Pemanfaatan enzim salah satunya enzim selulase dalam kehidupan yang masih sedikit, sehingga pengetahuan yang diperoleh masih minim dan perlu adanya penelitian yang dilakukan dan hasil penelitian tersebut digunakan untuk menyusun modul dan diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber belajar dalam mempelajari materi bioteknologi.

Berdasarkan dari paparan tersebut, tujuan penelitian ini untuk menghasilkan modul berbasis riset uji potensi enzim selulase untuk materi bioteknologi.

## METODE

Penyusunan modul bioteknologi dilakukan dengan metode penelitian dan pengembangan yang merupakan adaptasi dari tahapan pengembangan modul Borg dan Gall (1983). Akan tetapi, dalam penelitian pengembangan ini tahapan pengembangan dibatasi menjadi 6 tahapan, yaitu *Research and Information Collecting*, *Planning*, *Develop Preliminary Form of Product*, *Preliminary Field Test*, *Main Product Revision*, dan *Main Field Testing*.

Tahapan *research and information collecting* yang dilakukan adalah melakukan penelitian tentang potensi enzim selulase dari kapang *Trichoderma viride* dalam mendegradasi bahan selulosa dengan perlakuan pemasakan atau *bioscouring* kain, hasil dalam penelitian tersebut digunakan untuk bahan penyusunan modul, dilanjutkan dengan mengumpulkan informasi terkait dengan materi Bioteknologi. Pada tahapan *planning* adalah merumuskan tujuan pembelajaran, menentukan pokok bahasan berdasarkan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Kurikulum 2013 Edisi Revisi, 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 yang bertugas untuk memvalidasi modul merupakan dosen yang kompeten dalam bidang bioteknologi dan ahli media merupakan guru pengampu mata pelajaran Biologi. Pada tahapan *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 kriterian 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 validitas 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.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Juni di Laboratorium Biologi 2 Universitas PGRI Madiun untuk uji potensi enzim selulase dari kapang *Trichoderma viride* dalam menderdasi bahan selulosa kemudian pada bulan Juli data hasil penelitian yang dilakukan kemudian disusun dan diuji validitasnya pada validator ahli media guru mapel Biologi SMAN 1 Kedunggalan dan validator ahli materi dosen Pendidikan Biologi Univeristas PGRI Madiun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang disajikan berupa ringkasan hasil uji coba dan saran dari ahlimateri dosen Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun, dan ahli media guru SMA Persentase hasil validasi dari modul bioteknologi berbasis riset uji potensi enzim selulase dari kapang *Trichodrma viride* dalam mendegradasi bahan selulosa, didapatkan dari penjumlahan skor yang diperoleh dari setiap aspek yang dinilai dibagi dengan total skor maksimal. Data hasil validasi ahli

Tabel 1. Data Validasi dari Validator terhadap modul bioteknologi adalah berupa penilaian dan saran untuk perbaikan dan kelayakan produk

| No.        | Aspek yang dinilai                                    | Skor dari Validator |             | Skor tertinggi |
|------------|---|---------------------|-------------|----------------|
|            |   | Validator 1         | Validator 2 |                |
| 1.         | Bahasa  |                     |             |                |
| a.         | Penggunaan bahasa sesuai EYD                          | 3                   | 3           | 3              |
| b.         | Kesederhanaan struktur kalimat                        | 3                   | 3           | 3              |
| c.         | Penggunaan bahasa yang komunikatif                    | 3                   | 4           | 4              |
| d.         | Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dimengerti     | 3                   | 4           | 4              |
| e.         | Kejelasan arahan dan petunjuk                         | 4                   | 3           | 4              |
| 2.         | Isi   |                     |             |                |
| a.         | Penyajian modul yang sistematis                       | 4                   | 3           | 4              |
| b.         | Kebenaran isi/materi                                  | 4                   | 3           | 4              |
| c.         | Kelayakan sebagai perangkat pembelajaran              | 3                   | 3           | 3              |
| d.         | Penyajian dilengkapi dengan gambar                    | 4                   | 4           | 4              |
| e.         | Kesesuaian isi atau materi dengan tujuan pembelajaran | 3                   | 4           | 4              |
| f.         | Kesesuaian isi buku dengan keterangan yang dijabarkan | 4                   | 4           | 4              |
| 3.         | Sistematika   |                     |             |                |
| a.         | Kemenarikan sampul                                    | 3                   | 3           | 3              |
| b.         | Layout proporsional                                   | 3                   | 3           | 3              |
| c.         | Kesesuaian tata letak                                 | 3                   | 3           | 3              |
| d.         | Penggunaan jenis dan ukuran huruf                     | 3                   | 3           | 3              |
| e.         | Kesesuaian warna                                      | 3                   | 3           | 3              |
| Total Skor |   | 53                  | 53          | 56             |

Tabel 2. Kriteria Validitas 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 1. diketahui bahwa total skor yang diperoleh dari validator 1 yaitu 53 dan validator 2 yaitu 53. Total skor selanjutnya dikonversi ke dalam prosentase penilaian dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\Sigma(\text{Seluruh skor jawab angket})}{n \times \text{tertinggi} \times \text{jumlah responden}} \times 100$$

$$P = \frac{106}{16 \times 4 \times 2} \times 100 \%$$

$$P = 82,81 \%$$

Keterangan :

P = Menyatakan prosentase penelitian

n = Menyatakan jumlah seluruh item angket

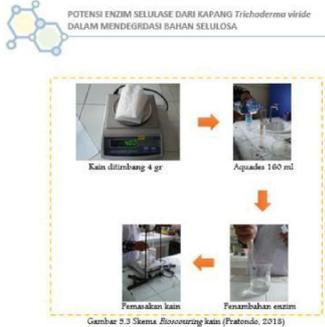
Berdasarkan hasil perhitungan uji validasi, Modul Bioteknologi SMA/MA XII memperoleh tingkat pencapaian 82,81%. Prosentase hasil penilaian kemudian dicocokkan dengan kriteria kelayakan modul berdasarkan tabel 2. Hasil menunjukkan bahwa seluruh aspek yang dinilai berada pada kualifikasi sangat baik dengan keterangan 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

Tabel 3. Hasil Perbaikan Modul dari enzim selulase, selain itu modul disertai data dan gambar hasil penelitian yang dapat meningkatkan minat belajar siswa terhadap aplikasi enzim selulase dalam proses *bioscouring*. Pada setiap gambar disertai dengan pembahasan dengan pemilihan kata yang mudah dipahami sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai. Hasil saran validasi oleh validator yaitu mengenai perbaikan pada

penataan layout modul dengan mempertajam warna sampul modul, penyesuaian warna dengan memperhatikan kaidah terang dan gelap warna, dan gambar skema jangan dipotong di usahakan dalam satu halaman.

Saran yang diberikan oleh validator yang disampaikan untuk perbaikan modul telah diperbaiki dan disajikan pada tabel 3. sebagai berikut:

| No. | Perbaikan                             | Sebelum  | Sesudah  |
|-----|---------------------------------------|--|--|
| 1.  | Cover/lay out modul                   |   |   |
| 2.  | Skema gambar (dijadikan satu halaman) |  |  |

Modul bioteknologi berbasis riset uji potensi enzim selulase dari kapang *Trichoderma viride* dalam mendegradasi bahan selulosa memiliki prinsip dan teknik yang akan mendasari pemahaman peserta didik tentang konsep lanjut yang berhubungan dengan aplikasi enzim dalam bidang bioteknologi untuk beberapa tujuan tertentu, salah satunya dalam proses *bioscouring*. Dengan demikian kompetensi peran bioteknologi pada sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat dapat tercapai dengan dimanfaatkannya modul bioteknologi ini.

Modul bioteknologi berbasis riset uji potensi enzim selulase dari kapang *Trichoderma viride* dalam mendegradasi bahan selulosa yang telah tervalidasi ini mempunyai kelebihan yaitu (1) mengangkat potensi lokal yang ada dilingkungan sekitar untuk dikaji lebih mendalam pemanfaatannya dengan cara memuat kegiatan penelitian yang dapat menumbuhkan jiwa saintis pada peserta didik (2) Kegiatan pembelajaran disusun dengan sistematis sehingga mempermudah penggunaannya dan dalam mempelajari modul secara mandiri (3) memiliki tes atau evaluasi untuk mengukur keberhasilan tujuan pembelajaran.

Kelebihan modul tersebut sesuai dengan pernyataan Fitriyati (2015) Modul berbasis riset memuat perpaduan teori dan kegiatan penelitian, sehingga peserta didik dapat memahami secara konkrit penerapan konsep yang dipelajari. Kelebihan modul yang disampaikan tersebut juga didukung dengan pernyataan Rahdiyanta (2016) Modul memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi serta fleksibel untuk digunakan. Penggunaan modul dapat mengondisikan kegiatan pembelajaran terencana dengan baik, melalui modul berbasis riset peserta didik dapat belajar lebih banyak melalui pengalaman langsung, mendapatkan bekal keterampilan, serta menilai sendiri hasil pekerjaan yang telah dilakukan.

Penelitian yang telah dilakukan 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.

## SIMPULAN

Modul bioteknologi berbasis riset uji potensi enzim selulase dari kapang *Trichoderma viride* dalam mendegradasi bahan selulase memiliki kriteria sangat valid yaitu sebesar 82,81% sehingga dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Borg, W.R & Meredith, D.G. 1983. *Educational Research:third edition*. New York: Longman Inc.
- Fitriyati, U., Mufti, N., & Lestari, U. (2015). *Pengembangan Modul Berbasis Riset Pada Matakuliah Bioteknologi*. *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(3), 118-129.
- Muhadjir, Effendy. (2018). *2018 Tahun Pembinaan Pendidikan*: (online), (<http://m.bisnis.com/kabar24/read/20180613/255/732280/mendikbud-2018-tahun-pembinaan-pendidikan>, diunduh 11 Juni 2018).
- Rahdiyanta, D. (2016). *Teknik Penyusunan Modul: Artikel*, (online), (<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/2016-06-20/teknik-penyusunan-modul.pdf>, diunduh 11 Juni 2018).
- Setyowati, R., Parmin, P., & Widiyatmoko, A. (2013). *Penegembangan Modul IPA Berkarakter Peduli Lingkungan Tema Polusi Sebagai Bahan Ajar Siswa SMK N 11 Semarang*. *Unnes Science Education Journal*, 2(2), 245-253.
- Taniredja, T., Faridli, E. M., & Harmianto, S.(2011). *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Bandung; Alfabeta.
- Yusuf, M. (2014). *Metode Penelitian:Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan* (Edisi Pertama). Jakarta; Kencana.
- Zunaidah, F., N., & Amin, M. (2016). *Pengembangan Bahan Ajar Mata kuliah Bioteknologi Berdasarkan Kebutuhan Dan Karakter Mahasiswa Universitas Nusantara PGRI Kediri*. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(1)