

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bahan ajar merupakan sebuah perangkat alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi pembelajaran dirancang secara sistematis dan menarik didesain secara cetak maupun non cetak. Bahan ajar dapat digunakan dalam proses pembelajaran guna mencapai kompetensi yang akan dicapai (Raihanati *et al.*, 2020). Bahan ajar ini bersifat sistematis yang hanya digunakan untuk kompetensi tertentu dan dalam proses pembelajaran tertentu. Bahan ajar ini dibuat dengan gaya tersendiri sehingga lebih menarik tetapi tetap melihat tujuan yang diharapkan, seperti halnya pada materi bioteknologi.

Bioteknologi merupakan aplikasi teknologi yang menggunakan sistem biologi dan organisme hidup untuk membuat atau memodifikasi produk atau proses untuk kegunaan khusus (Pramashinta *et al.*, 2017) . Organisme hidup yang biasa digunakan adalah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, karena perkembangbiakannya relatif cepat, mudah dimodifikasi dan mampu memproses bahan baku lebih cepat. Penggunaan mikroorganisme ini juga dinilai lebih alami dan tidak menimbulkan bahaya dibandingkan menggunakan bahan kimia atau sintetis. (Wasilah *et al.*, 2019).

Proses pembelajaran materi bioteknologi dapat lebih mudah dipahami

apabila ada bentuk kegiatan atau praktik yang dilakukan oleh peserta didik. Didalam LKPD memuat rangkuman materi dan soal-soal yang dapat memudahkan siswa dalam belajar. Oleh karena itu materi bioteknologi ini dapat dipadukan dengan bahan ajar seperti Lembar Kegiatan Peserta didik (LKPD). (Lestari *et al.*, 2018)

Lembar Kerja Peserta Didik merupakan salah satu bahan ajar cetak dan berisi petunjuk langkah-langkah untuk mengisi pertanyaan dari permasalahan (Istikharah, 2017). Keuntungan penggunaan LKPD yaitu dapat mempermudah guru dalam pembelajaran dan membiasakan peserta didik untuk belajar secara mandiri serta memahami dan menjalankan tugas sesuai perintah dalam LKPD (Lestari *et al.*, 2018). Penggunaan LKPD akan memudahkan siswa dalam memahami dan mengingat materi biologi.

Biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kehidupan mencakup aspek-aspek kehidupan tumbuhan, hewan, manusia, mikroorganisme, dan hubungan antar makhluk hidup. Biologi juga salah satu pelajaran yang berhubungan dengan masalah kehidupan sehari-hari, seperti pelepasan oksigen pada tanaman serta proses pernafasan yang terjadi pada manusia (San S *et al.*, 2013). Biologi termasuk mata pelajaran yang wajib dipelajari pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) jurusan IPA terdapat banyak konsep yang harus dikuasai oleh siswa. Sebagian besar siswa berpendapat bahwa pelajaran biologi adalah pelajaran yang banyak menghafal materi, sehingga saat proses pembelajaran siswa cenderung

mencatat dan mendengarkan guru yang sedang menjelaskan. (Solikhatun dkk, 2015)

Berdasarkan hasil observasi Pengenalan Lapangan Persekolahan 2 (PLP 2) yang telah dilaksanakan di SMAN 1 Pleret pada tanggal 10 Agustus-10 September 2022 diperoleh informasi mata pelajaran biologi sub materi bioteknologi bahwa proses pembelajaran dikelas, LKS hanya digunakan untuk guru meskipun ada beberapa siswa yang menggunakan LKS namun tidak semua siswa membeli LKS tersebut, siswa menggunakan buku paket untuk sehari-harinya. Untuk penilaian harian biasanya guru mengadakan soal dari buku paket tersebut kemudian dibagikan ke siswa. Sehingga diperlukan adanya penyusunan bahan ajar berupa LKPD agar memudahkan siswa dalam proses pembelajaran. Lembar Kerja Peserta Didik berisi uraian materi dan soal-soal untuk penguatan konsep tertentu sehingga dapat memudahkan siswa untuk memahami materi. LKPD dapat memudahkan guru untuk menyelesaikan proses pembelajarannya (Octariani, 2022). LKPD yang digunakan guru di SMA yaitu materi bioteknologi yang membahas tentang fermentasi tape, fermentasi tempe, oleh karena itu dibutuhkan penyusunan LKPD yang memiliki inovasi baru. Dalam penyusunan LKPD salah satu sumber yang dapat digunakan yaitu hasil penelitian yang saat ini dilakukan di bidang bioteknologi dengan teknik fermentasi menggunakan mikroorganisme dalam mengubah limbah menjadi bioetanol.

Bioetanol merupakan sumber energi alternatif yang diolah dari tumbuhan dan bahan baku untuk produksi bioetanol meliputi komponen yang

dapat mengandung pati, karbohidrat, glukosa dan selulosa. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan untuk produksi bioetanol yaitu limbah air cucian beras. Air cucian beras memiliki kandungan nutrisi yang berlimpah, diantaranya karbohidrat berupa pati, lemak, amilum, protein gluten, selulosa, hemiselulosa, gula dan vitamin yang tinggi (Yelianti Langko *et al.*, 2022). Karbohidrat dalam air cucian beras dapat dihidrolisa untuk menghasilkan glukosa. Air cucian beras juga mudah untuk didapatkan yaitu dihasilkan dari rumah makan daerah sekitar Yogyakarta. Pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan 3 tahap yaitu proses hidrolisis, fermentasi dan destilasi.

Hidrolisis adalah salah satu cara untuk mengkonversi limbah menjadi bioetanol dengan mendegradasikan enzim amilase menjadi glukosa. Proses degradasi amilosa dapat dilakukan secara kimiawi maupun biologis dengan bantuan organisme yang dapat mengubah amilosa menjadi gula yang lebih sederhana (Widyaningrum & Parahadi, 2020). Fermentasi dan hidrolisis ini dilakukan dengan mikrobial, antara lain menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Glukosa ini akan difermentasi secara anaerob menjadi bioetanol dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Kandungan amilum dalam air cucian beras ini juga dapat diproses untuk menghasilkan etanol, melalui beberapa tahap yaitu tahap proses hidrolisis, proses netralisasi dan fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* (Adlin *et al.*, 2019).

Saccharomyces cerevisiae juga dikenal sebagai ragi. Khamir ini termasuk ke dalam genus khamir yang penting dan mempunyai kelompok heterogenous. *Saccharomyces cerevisiae* adalah mikroorganisme yang

digunakan saat proses fermentasi. Saat proses fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu faktor pH, yang meliputi pH pertumbuhan antara 2,0 – 8.6. Laju fermentasi gula terhadap *Saccharomyces cerevisiae* relatif intensif pada pH 4 – 5,0. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasikan glukosa, sukrosa dan galaktosa, serta dapat memfermentasikan pada suhu 20 °C. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim zimase berperan dalam pemecahan disakarida menjadi monosakarida atau glukosa dan fruktosa, sedangkan enzim invertase berperan dalam mengubah monosakarida menjadi bioetanol dan karbon dioksida. Adanya enzim ini menjadikan *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula baik kelompok disakarida maupun monosakarida (Putri, 2018).

Saccharomyces cerevisiae memiliki beberapa keunggulan dari mikroorganisme jenis lain dalam proses produksi bioetanol yaitu lebih ramah lingkungan, mudah beradaptasi, mudah didapat, dan toleransi terhadap kadar alkohol yang cukup tinggi (Widyaningrum & Samsi, 2022). Pada tahap fermentasi juga diperlukan adanya bantuan mikroorganisme sebagai penghasil enzim. Jenis enzim yang memiliki peranan penting di industri yaitu amilase. Salah satu enzim yang dapat digunakan dalam proses hidrolisis pada air cucian beras adalah *crude* enzim amilase *Bacillus amyloliquefaciens* (Swandi, 2020). Bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* merupakan salah satu mikroba yang dapat menghasilkan α -amilase dengan *thermostability* dengan cukup baik. Begitu juga dengan daya kerjanya yang dimiliki oleh α -amilase

dipengaruhi oleh suhu dan pH. pH optimum yang dimiliki α -amilase adalah 7, akan tetapi nilai tersebut dapat berbeda untuk setiap sumber amilase. α -amilase dari *Bacillus amyloliquefaciens* bekerja optimum pada pH 7 (Ainezzahira *et al.*, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian mengenai air cucian beras yang jarang dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai limbah oleh sebagian masyarakat, penting untuk dilakukan. Dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Bacillus amyloliquefaciens* limbah air cucian beras dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol. Hasil penelitian yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi, salah satunya yaitu fermentasi. Fermentasi dalam biologi termasuk ke dalam materi bioteknologi kelas XII, oleh karena itu dapat dijadikan sebagai sumber belajar pengayaan materi bioteknologi antara lain yaitu dalam bentuk LKPD. Hasil penelitian air cucian beras yang meliputi langkah kerja dapat menambah wawasan peserta didik terkait pemanfaatan limbah air cucian sebagai alternatif bahan bakar atau bioetanol melalui penerapan bioteknologi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan maka didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. LKS hanya digunakan untuk guru, sehari-hari siswa hanya menggunakan buku paket dalam proses pembelajaran sehingga

perlu penyusunan LKPD dari hasil penelitian agar siswa tidak bosan dan lebih aktif dalam pembelajaran.

2. Kurangnya pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan limbah air cucian beras, sehingga air cucian beras dibuang begitu saja, padahal dapat berpotensi menjadi bahan bioetanol.
3. Masyarakat belum mengetahui adanya peran mikrobia dalam merombak limbah bahan organik.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Penyusunan LKPD dari hasil penelitian digunakan untuk pembelajaran biologi materi bioteknologi terutama pada langkah kerja fermentasi.
2. Pemanfaatan limbah air cucian beras sebagai bahan pembuatan bioetanol karena mengandung karbohidrat yang tinggi.
3. Diperlukan peran mikroorganisme dalam merombak limbah organik, antara lain *Bacillus amyloliquefaciens* dan *Saccharomyces cerevisiae*.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Apakah LKPD hasil penelitian pengaruh konsentrasi *crude* enzim amilase *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap kadar gula dan etanol hasil fermentasi air cucian beras menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* layak digunakan dalam pembelajaran biologi siswa SMA kelas XII materi bioteknologi?
2. Apakah konsentrasi dari *crude* enzim *Bacillus amyloliquefaciens* berpengaruh terhadap kadar gula dan etanol hasil fermentasi air cucian beras menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*?
3. Berapakah konsentrasi *crude* enzim amilase *Bacillus amyloliquefacien* yang paling berpengaruh terhadap kadar gula dan bioetanol hasil fermentasi air cucian beras menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kategori penilaian LKPD dari hasil penelitian pengaruh konsentrasi *crude* enzim amilase *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap kadar gula dan etanol hasil fermentasi air cucian beras menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai bahan ajar siswa SMA kelas XII materi bioteknologi.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi *crude* enzim amilase dari *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap kadar gula dan etanol hasil

fermentasi air cucian beras dengan bantuan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*.

3. Mengetahui konsentrasi *crude* enzim amilase *Bacillus amyloliquefacien* yang paling berpengaruh terhadap kadar gula dan bioetanol hasil fermentasi air cucian beras menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan akan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadikan dasar penyusunan bahan ajar dari hasil penelitian produk bioetanol menggunakan limbah air cucian beras dengan bantuan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi masyarakat

Memberikan manfaat sebagai informasi tambahan mengenai produksi bioetanol dari limbah air cucian beras menggunakan fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*.

b. Bagi siswa

Sebagai alternatif bahan ajar pada materi bioteknologi dan sumber pengetahuan bagi siswa.