

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Perkembangan IPTEK telah banyak mempengaruhi aktivitas pembelajaran dalam bidang pendidikan. Guru dituntut untuk mampu menciptakan sumber belajar dan bahan ajar yang inovatif, kreatif, dan interaktif dalam memenuhi kebutuhan siswa (Zuriah *et al.*, 2016). Adanya bahan ajar dapat menunjang peran guru sebagai fasilitator dan dapat meningkatkan minat belajar siswa. Bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis, baik tertulis maupun tidak tertulis, sehingga tercipta suatu lingkungan atau suasana yang memungkinkan siswa belajar (Nuryasana & Desiningrum, 2020). Ruhimat (Nuryasana & Desiningrum, 2020) menambahkan, bahan atau materi pembelajaran pada dasarnya adalah “isi” dari kurikulum, yakni berupa mata pelajaran dengan topik/subtopik dan rinciannya. Siswa umumnya menyukai bahan ajar yang disampaikan secara jelas, ringkas, dan dilengkapi dengan berbagai ilustrasi gambar pendukung (Alfarozzi *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil wawancara pertama pada tanggal 25 September 2023 dan hasil analisis awal dengan guru biologi yang mengampu kelas X dan XII di SMA Negeri 11 Yogyakarta, didapatkan informasi terkait beberapa kendala dalam proses pembelajaran. Pelaksanaan proses pembelajaran

biologi terkhusus di materi inovasi teknologi biologi atau yang dalam buku ajar kelas XII dari Kemdikbud kurikulum merdeka dituliskan sebagai inovasi bioteknologi, dan pada kurikulum 2013 disebut bioteknologi masih belum sepenuhnya maksimal. Pergantian kurikulum merdeka yang baru diterapkan menjadikan guru masih mencari formulasi dan alternatif strategi, metode, model, media, dan bahan ajar yang tepat menyesuaikan kondisi sekolah dan gaya belajar siswa dalam menyusun rancangan kegiatan pembelajaran.

Lebih lanjut, ditemukan dari hasil wawancara bahwa keterbatasan bahan ajar dan fasilitas sekolah membuat guru harus bekerjasama dengan beberapa perguruan tinggi dalam menyediakan video pembelajaran laboratorium. Guru bahkan meminta beberapa selebaran seperti *leaflet* dan brosur dari beberapa instansi kesehatan untuk menunjang pemahaman siswa pada materi bioteknologi modern. Namun demikian, guru tetap berupaya meng-*upgrade* pengetahuan melalui *workshop*, seminar, pertemuan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP), dan *sharing* dengan beberapa guru biologi dari sekolah penggerak yang lebih dahulu menerapkan kurikulum merdeka.

Berdasarkan hasil wawancara kedua dan ketiga yang telah dilakukan pada tanggal 4 Juni 2024 dan 5 Juni 2024 dengan guru biologi kelas X dan kelas XII di SMA Negeri 11 Yogyakarta, diketahui bahwa diperlukan materi tambahan selain dari bahan ajar yang tersedia, yakni buku paket untuk kurikulum merdeka dan kurikulum 2013, *powerpoint*, dan *website* dari internet yang terkadang tidak dibaca secara cermat oleh siswa untuk contoh-

contoh penerapan inovasi bioteknologi yang sesuai dengan perkembangan saat ini. Dengan demikian, perlu adanya inovasi baru yang dapat menambah wawasan dan informasi siswa, baik dalam bentuk digital maupun cetak.

Berdasarkan survei pada tanggal 4 Juni 2024 dan 5 Juni 2024 melalui angket *google form* yang diberikan pada kelas XII IPA 5 yang terdiri dari 36 siswa, diketahui bahwa mayoritas (52,8%) siswa lebih menyukai bahan ajar berbentuk *handout* dibanding bahan ajar lain seperti *leaflet*, *booklet*, poster, dan brosur (Kurniawati, 2015). Mayoritas siswa menilai *handout* merupakan contoh bahan ajar yang lebih ringkas dan berisi banyak gambar menarik. Adanya perubahan generasi di era sekarang membuat penggunaan bahan ajar berupa buku paket dan *powerpoint* menjadi kurang diminati karena jumlah halaman dan *slide* yang umumnya banyak, sehingga siswa hanya bisa mengamati materi yang disajikan tanpa ada interaksi secara langsung dengan media yang digunakan (Rohima, 2021).

Diketahui dari analisis melalui survei, siswa lebih menyukai bahan ajar yang singkat dan mudah dipahami seperti *handout*. Penambahan materi dapat dilakukan melalui 2 tahap, yaitu penelitian eksperimen dan penelitian pengembangan. Hasil dari penelitian eksperimen selanjutnya dianalisis potensinya sebagai sumber belajar biologi dalam pengembangan bahan ajar berupa *handout*. Menurut Prastowo (Ramadhani *et al.*, 2023), *Handout* adalah materi kajian tersurat, yang dibuat pendidik untuk menambah pemahaman siswa. Tujuan dari *handout* yaitu untuk membantu siswa agar tidak mencatat dan melengkapi penyampaian guru. Menurut Lodang *et al.*

(2022) *handout* dapat digunakan untuk melengkapi kekurangan yang ditemukan dalam bahan ajar lain. *Handout* juga dapat memberikan pengaruh positif dalam keefektifan proses pembelajaran. Menurut Suhardi (Yudiyanti & Matsjeh, 2020), hasil penelitian dapat diangkat menjadi sumber belajar biologi apabila sesuai dengan materi yang berlaku. Isi dari sumber belajar tersebut dapat diadopsi dan dikembangkan dari penelitian relevan yang telah ada sebelumnya.

*Handout* memiliki keunggulan dari segi penggunaan gaya bahasa yang populer, sederhana, ringkas dan padat, mengandalkan pemikiran, dan tidak terikat dengan aturan penulisan ilmiah, sehingga dapat lebih menarik minat baca, mudah dipahami khalayak luas, tidak membosankan, serta mudah dibawa dan dipelajari di mana saja dan kapan saja (Dharmono *et al.*, 2019). Hasil penelitian biologi juga dapat dijadikan sebagai materi dalam penyusunan bahan ajar *handout*, salah satunya hasil penelitian pengaruh rasio teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* serta waktu fermentasi terhadap kadar asam laktat *calpis* sebagai bahan ajar biologi SMA kelas XII materi inovasi bioteknologi.

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan bunga yang identik berwarna ungu kebiruan pada kelopaknya dan umumnya dijadikan sebagai pewarna makanan secara tradisional. Bunga telang termasuk salah satu bunga *edible*. Bunga *edible* (yang dapat dimakan) merupakan bunga yang memiliki aroma eksotis, rasa unik, bersifat non toksik dan memiliki banyak manfaat kesehatan. Jenis bunga *edible* (*edible flowers*) yang ada di

Indonesia diantaranya bunga telang, kecombrang, jotang, sepatu, kenanga, krisan, rosella, mawar dan turi. Beberapa bunga *edible* di Indonesia memiliki kandungan antioksidan seperti senyawa fenolik, antosianin, flavonoid dan karotenoid (Choiriyah, 2020). Pemanfaatan bunga telang dalam tren *edible flower* yang banyak mengandung antioksidan menjadi produk minuman masih sangat terbatas.

Selain bunga *edible*, banyaknya produksi kecap dari berbagai *brand* di Indonesia juga menghasilkan banyak limbah buangan kedelai hitam. Banyak perusahaan dan masyarakat sekitar yang masih belum memiliki keterampilan dan kesadaran dalam mengolahnya kembali. Pembuatan kecap hanya memanfaatkan biji dan sari kedelai, sedangkan air bekas rebusannya dapat menimbulkan pencemaran bagi lingkungan di sekitar pabrik. Untuk meminimalisir dampaknya, air rendaman maupun rebusan kedelai yang masih mengandung protein terlarut sebanyak 1% dan 5 kal (Novianti, 2017) masih terbatas pemanfaatannya. Terutama dalam membuat produk baru berupa minuman probiotik yang memanfaatkan bakteri asam laktat, salah satunya *Lactobacillus sp.* untuk meningkatkan kadar asam laktat dan meningkatkan kualitas minuman probiotik, sehingga dapat dikonsumsi oleh berbagai kalangan baik anak-anak hingga dewasa.

Bakteri *Lactobacillus sp.* merupakan bakteri penghasil asam laktat pada proses fermentasi produk makanan maupun minuman. Salah satu contoh bakteri *Lactobacillus sp.* yang banyak digunakan yaitu *Lactobacillus acidophilus*. Bakteri *Lactobacillus acidophilus* merupakan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan

untuk kultur starter dalam industri fermentasi pangan seperti dalam pembuatan minuman probiotik jenis *calpis* karena dapat menguraikan gula susu menjadi asam laktat yang menyebabkan minuman memiliki rasa masam dengan ketahanan yang lebih baik dalam saluran pencernaan manusia (Prayoga *et al.*, 2021). *Lactobacillus acidophilus* ditambahkan untuk memberikan *flavor* (rasa dan aroma) khas pada *calpis*. Kadar starter bakteri *Lactobacillus acidophilus* dan kombinasi pemberian perlakuan yang optimal dapat mempengaruhi kualitas *calpis*.

*Calpis* merupakan salah satu produk minuman susu kultur yang dihasilkan dari fermentasi susu skim dengan kultur starter alami yang mengandung beberapa mikroorganisme (Tanaka, 2019). *Calpis* tergolong minuman komersial yang banyak dikonsumsi di Jepang selama bertahun-tahun, terutama oleh anak-anak (Tanaka, 2019). *Calpis* memiliki cita rasa yang unik, manis, menyegarkan, dan baik untuk menjaga kesehatan pencernaan. Menurut Haque dan Rattan (Tidona *et al.*, 2016), rasa dari *calpis* mirip seperti *yakult* tetapi lebih halus dan lembut karena terdiri dari campuran *yoghurt*, *buttermilk*, dan susu. Starter mikroba yang digunakan umumnya biakan yang mengandung *Lactobacillus helveticus* CP790 dan *Saccharomyces cerevisiae*. Starter yang dipakai perlu ditambahkan gula sukrosa sebelum proses fermentasi agar dapat meningkatkan viabilitas bakteri asam laktat, juga sebagai energi bagi pertumbuhan BAL di dalam produk (Dante *et al.*, 2016). *Calpis* yang dibuat pada penelitian ini tidak menggunakan produk susu atau protein hewani lain, tetapi menggunakan bahan teh bunga telang dan *aquafaba*. *Aquafaba* dan teh bunga telang yang menjadi bahan dasar *calpis* memiliki rasa yang cenderung tawar, sehingga perlu ditambahkan sukrosa agar rasanya lebih enak.

Pada penelitian ini, teh bunga telang dan *aquafaba* memiliki rasio 1:0, 0:1, 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, dan 3:1. Kombinasi kedua bahan perlu dicampur dengan rasio yang tepat agar *calpis* yang dihasilkan memiliki kandungan antioksidan yang baik untuk menangkal radikal bebas dan antosianin yang memiliki aktivitas fungsional sebagai antidiabetes (Marpaung, 2020), juga kandungan protein yang dapat menjaga keseimbangan gula dalam darah. Variasi waktu fermentasi yakni 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam bertujuan untuk mengetahui kadar asam laktat yang optimal bagi pertumbuhan BAL dalam fermentasi *calpis*.

Hasil dari produk penelitian pembuatan *calpis* dapat diadopsi menjadi bahan ajar di sekolah pada materi inovasi bioteknologi. Hal tersebut berkaitan dengan produk yang dipraktikkan pada materi bioteknologi di kurikulum 2013 yang umumnya masih kurang bervariasi, hanya terbatas pada fermentasi menggunakan ragi (*yeast*) secara konvensional (Muchlis *et al.*, 2022). Bioteknologi merupakan bidang ilmu biologi yang melibatkan penggunaan proses biologi, pemanfaatan organisme hidup (bakteri, kapang, alga, ragi), komponen seluler (sel tumbuhan dan sel hewan), maupun sistem tertentu dalam menghasilkan produk dan jasa, meningkatkan nilai gizi, dan mengupayakan pengelolaan lingkungan agar dapat meningkatkan kualitas dan taraf hidup manusia. Sebagaimana menurut Khoirudin (2019), biologi tidak hanya konsep, melainkan integrasi antara pemahaman konsep materi yang diajarkan dengan aplikasinya di lingkungan dan makhluk hidup.

Berdasarkan uraian mengenai bahan ajar, bunga telang, kedelai hitam, bakteri asam laktat, waktu fermentasi, dan rasio *calpis* di atas, maka dilakukan penelitian

“Penyusunan *Handout* Berdasarkan Hasil Penelitian Pengaruh Rasio Teh Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *Aquafaba* serta Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Asam Laktat *Calpis* Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas XII Materi Inovasi Bioteknologi”. Hasil penelitian kemudian dianalisis potensinya dan dilakukan uji kualitas sebagai sumber belajar untuk dikembangkan menjadi bahan ajar *handout* biologi materi inovasi bioteknologi SMA kelas XII kurikulum merdeka.

## **B. Identifikasi Masalah**

Sebagaimana yang telah diulas dalam latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi pokok masalah yang akan diuraikan yaitu sebagai berikut:

1. Belum banyak pengembangan bahan ajar dari hasil penelitian, terutama pembuatan *calpis* untuk materi inovasi bioteknologi kurikulum merdeka.
2. Belum banyak penelitian yang meneliti tentang pembuatan *calpis* dari bahan teh bunga telang dan *aquafaba* kedelai hitam.
3. Pemanfaatan bunga telang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi dan *aquafaba* kedelai hitam masih memiliki kandungan protein nabati.
4. Fermentasi *calpis* dari beberapa bahan membutuhkan rasio yang tepat dan waktu fermentasi yang optimal



### C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disebutkan di atas, maka agar pembahasan bisa lebih berpusat dan mencapai target yang diharapkan, pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Analisis hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi SMA kelas XII materi inovasi bioteknologi dan digunakan untuk pengembangan bahan ajar *handout* menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) yang dibatasi hanya sampai tahap *Development*.
2. Pemanfaatan teh bunga telang dan *aquafaba* kedelai hitam dalam pembuatan *calpis*
3. Parameter yang diukur dalam penelitian ini yaitu kadar asam laktat, pH, warna, dan uji organoleptik
4. Fermentasi *calpis* dilakukan hanya pada berbagai rasio teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap *aquafaba* kedelai hitam dan waktu fermentasi *calpis*

### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diidentifikasi, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah hasil penelitian pengaruh rasio teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* serta waktu fermentasi terhadap kadar asam

laktat *calpis* berkualitas untuk dijadikan sebagai bahan ajar dan dapat digunakan untuk pengembangan bahan ajar *handout* biologi SMA kelas XII materi inovasi bioteknologi?

2. Apakah rasio teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* kedelai hitam serta waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar asam laktat pada pembuatan *calpis*?
3. Berapakah rasio terbaik teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* pada fermentasi *calpis* yang menghasilkan kadar asam laktat, pH, warna dan uji organoleptik optimal?
4. Berapakah waktu fermentasi *calpis* yang dapat menghasilkan kadar asam laktat, pH, warna dan uji organoleptik optimal pada pembuatan *calpis*?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kualitas penyusunan *handout* pada penelitian pengaruh rasio teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* serta waktu fermentasi terhadap kadar asam laktat *calpis* sebagai bahan ajar biologi SMA kelas XII materi inovasi bioteknologi.
2. Untuk mengetahui pengaruh rasio teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* serta waktu fermentasi terhadap kadar asam laktat pada pembuatan *calpis*.

3. Untuk mengetahui rasio terbaik teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan *aquafaba* yang menghasilkan kadar asam laktat, pH, warna dan uji organoleptik optimal pada fermentasi *calpis*.
4. Untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dalam fermentasi *calpis* agar dapat menghasilkan kadar asam laktat, pH, warna dan uji organoleptik optimal.

## **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk semua pihak yang terlibat pada pelaksanaan pembelajaran praktik ini. Manfaat penelitian mencakup manfaat teoretis dan praktis.

### **1. Manfaat Teoritis**

Manfaat teoritis yang didapat dari hasil penelitian ini, yaitu:

#### **a. Bagi Bidang Pangan dan Bioteknologi**

Penelitian ini dapat memberikan informasi pada bidang inovasi bioteknologi terutama pada bidang pangan terkait penambahan starter Bakteri Asam Laktat (BAL) jenis *Lactobacillus acidophilus* pada pembuatan *calpis* dengan bahan dasar dari *aquafaba* kedelai hitam dan teh bunga telang.

#### **b. Bagi Guru Biologi**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan inovasi praktik pembelajaran pada materi inovasi bioteknologi,

sebagai bahan pertimbangan untuk guru memvariasikan produk inovasi bioteknologi pada proses belajar biologi, dan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran biologi SMA kelas XII materi inovasi bioteknologi.

**c. Bagi Siswa**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk menambah referensi belajar siswa agar dapat lebih memahami contoh-contoh pengaplikasian materi dan konsep inovasi bioteknologi dalam kehidupan.

**d. Bagi Peneliti Lain**

Penelitian ini dapat dijadikan wawasan tambahan atau bahan rujukan untuk menemukan ide dalam melakukan penelitian dengan topik yang sama di bidang pangan maupun pengembangan lebih lanjut mengenai variasi bahan dan rasio yang tepat dalam pembuatan minuman probiotik berupa *calpis*.

**2. Manfaat Praktis**

Manfaat praktis dari penelitian ini juga dibagi menjadi dua, yakni:

**a. Bagi Masyarakat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kesehatan untuk mengembangkan produk minuman probiotik berupa *calpis*. Produk tersebut juga dapat memberi peluang bisnis baru untuk meningkatkan nilai ekonomi limbah kedelai hitam dan potensi lokal teh bunga telang.

**b. Bagi Industri Pengolahan Kedelai Hitam**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengolahan teh bunga telang dan *aquafaba* hasil rebusan kedelai hitam yang dimanfaatkan dengan mendaur ulangnya menjadi bahan utama dari pembuatan minuman probiotik *calpis*.