**SURAT KETERANGAN PENELITIAN MANDIRI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indro Prastowo, M.Biotech.

NIY : 60120704

Institusi : Pendidikan Biologi

Dengan ini menyatakan telah melakukan penelitian mandiri dengan tema besar “Aktivitas Pertumbuhan Bakteri Pada Daun Pisang Siap Ekspor” dengan pendanaan mandiri yang setara dengan Rp.10.000.000,-, dengan bukti hasil penelitian terlampir.

 Yogyakarta, 25 Januari 2023

 Hormat saya,

 

 Indro Prastowo, M.Biotech.

 60120704

**Penyusunan *Handout* Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Jumlah Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Pada Daun Pisang *Cavendish* Siap Ekspor Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X Materi Bakteri**

# Indro Prastowo1 Trisna Dwi Sasmita

Progam Studi Pendidikan Biologi, Universitas Ahmad Dahlan Kampus IV, Jl. Ringroad Selatan, Yogyakarta, 55191 Indonesia Email:1indroprastowo@pbio.uad.ac.id\*,

2trisna1800008099@webmail.uad.ac.id

\*Korespondensi penulis

ABSTRAK

Daun pisang *Cavendish* menjadi komoditas ekpor dengan harga jual tinggi di Jepang, namun mengalami kendala dengan adanya cemaran bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.*, penggunaan asap cair dapat digunakan dalam mengurangi jumlah bakteri tersebut. Hasil penelitian pengaruh konsentrasi asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor dijadikan sebagai sumber materi yang relevan dalan penyusunan bahan ajar. Bahan ajar merupakan bagian penting dalam proses pembelajaran. Namun, penggunaan bahan ajar masih kurang bervariatif, sehingga perlu adanya pengembangan bahan ajar berbasis hasil penelitian yaitu dalam bentuk handout. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas penyusunan bahan ajar handout yang berdasarkan hasil penelitian serta untuk mengetahui pengaruh penggunan asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp*. pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor serta.

Metode penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian eksperimen dan penyusunan bahan ajar. Penelitian eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan penggunaan asap cair. (0%, 1%, 3%, 5%, dan 7%) dengan 3 ulangan. Jumlah bakteri Escherichia coli dan Salmonella sp.dihitung menggunakan metode *Total plate count* (TPC) . Data hasil penelitian diolah dengan analisis varian (*One Way Annova*) dan dilanjutkan uji Duncan. Hasil penelitian dianalisis potensinya sebagai sumber belajar dan kemudian disusun sebagai bahan ajar berupa *handout* kemudian diberi penilaian oleh ahli pendidikan biologi dan dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui kelayakan *Handout* yang disusun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil analisis kualitas bahan ajar *handout* yang disusun berdasarkan hasil penelitian menghasilkan nilai rerata 74,66% dengan kategori baik. Asap cair mampu mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* ditandai dengan penurunan jumlah bakteri. Konsentrasi asap cair paling berpengaruh dalam mengurangi jumlah bakteri adalah pada konsentrasi 7%.

**Kata Kunci** : *Handout,* asap cair, *Escherichia coli, Salmonella sp.*

**Pendahuluan**

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis (Saputra, 2021). Pada umumnya bahan ajar digunakan untuk membantu peserta didik agar dapat belajar mandiri namun tetap dalam bimbingan pendidik. Bentuk bahan ajar sangat bervariatif, namun kenyataanya masih banyak guru yang belum mengembangkan bahan ajar agar lebih inovatif lagi. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru biologi di SMAN 1 Rembang, Purbalingga pada tahun 2021, bahwa dalam mengajar materi KD 3.5 yaitu tentang bakteri bahan ajar yang biasa digunakan kurang bervariatif. Berdasarkan informasi dari kurangnya variasi bahan ajar materi bakteri tersebut, maka perlu penyusunan sebuah bahan ajar tambahan yang mampu menarik perhatian peserta didik. Salah satu jenis bahan ajar yang dianggap mampu menarik perhatian siswa adalah *handout.* Menurut Putri (2021) handout merupakan sebuah bahan ajar yang dibuat secara ringkas, seperti catatan, yang bukan hanya praktis namun juga ekonomis. Menurut Suhardi (2012) bahwa hasil penelitian dapat dijadikan sebagai bahan ajar. Hasil penelitian biologi yang dapat dijadikan sumber materi adalah salah satunya satunya adalah penelitian penggunaan asap cair dalam mengurangi jumlah bakteri pada daun pisang siap ekspor.

Dilansir dari situs jual beli online terbesar di dunia yaitu Amazon (2021) bahwa ternyata daun pisang *Cavendish* banyak diminati dan menjadi peluang bisnis baru khususnya ke Negara Jepang. Tercantum bahwa harga daun pisang per lembar dalam yen adalah 1.980 - 2.280 atau sekitar Rp. 278.000 – Rp. 321.000. Namun kegiatan ekspor daun pisang ini belum banyak dilakukan karena terdapat beberapa kendala, salah satunya adalah cemaran yang membuat kualitas daun pisang menjadi menurun. Tingkat Polusi yang tinggi juga merupakan penyebab cemaran terhadap lingkungan menjadi tinggi, cemaran kimia, fisik, maupun mikrobiologi juga dapat mengikutinya. Di antara ketiga jenis cemaran tersebut, yang paling mengkhawatirkan adalah cemaran mikrobiologi, cemaran ini dapat mengakibatkan berbagai potensi penyakit. Cemaran mikroba yang sering mengkontaminasi atau umum mengganggu dalam kehidupan manusia adalah bakteri, antara lain adalah *Salmonella sp.* dan *Escherichia coli*. Menurut Khaq dan Dewi (2017) bahwa bakteri yang sering dijumpai pada permukaan daun pisang *Cavendish* adalah *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* sehingga akan lebih baik jika daun pisang dilakukan *treathment* sebelum digunakan untuk mengurnagi kontaminasi bakteri tersebut yaitu menggunakan asap cair.

Menurut Herawati *et al* (2017) bahwa penggunaan asap cair dapat digunakan dalam mengurangi bakteri dan cukup aman sebagai bahan pengawet alami karena kandungan fenol di dalamnya. Asap cair merupakan cairan kondensat uap asap hasil pirolisis kayu yang mengandung senyawa penyusun utama asam, fenol dan karbonil. Konsentrasi asap cair dapat diperoleh dengan melarutkan cairan asap cair dan aquadest dengan takaran tertentu. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian Penyusunan *Handout* Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Jumlah Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella Sp.* Pada Daun Pisang *Cavendish* Siap Ekspor sebagai bahan ajar biologi SMA materi bakteri kelas X.

# Metode Penelitian

Penelian dilakukan dengan dua langkah yaitu penelitian ekperimen dan penyusnan bahan ajar. Tempat penelitian eksperimen dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, sedangkan penelitian penyusunan bahan ajar dilakukan di Laboratorium Pembelajaran Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2022

## Cara Kerja Eksperimen

* 1. Determinasi daun pisang *Cavendish*

Identifikasi daun pisang *Cavendish* diuji di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad DahlanYogyakarta.

* 1. Sterilisasi alat

Erlenmeyer dan tabung reaksi ditutup menggunakan kapas. Petridish, gelas ukur, pipet ukur dibungkus menggunakan kertas payung, kemudian semuanya dimasukan ke dalam oven dan ditutup rapat dengan suhu 170°C selama 2 jam. Setelah selesai tunggu oven mencapai suhu ruangan baru bisa dibuka dan alat siap digunakan. .

* 1. Pembuatan media agar

Media agar yang digunakan adalah media agar selektif EMBA dan SSA, untuk EMBA membuatnya adalah dengan cara media yang terdiri dari komponen berupa pepton, laktosa, sukrosa, Dipotassium phosphate, Eosin Y, Methylene blue, distiller water, sebanyak 9 gram disiapkan kemudian dilarutkan dalam 250 ml aquades kemudian didihkan. Setelah didihkan kemudian diletakan di erlenmeyer dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121°C, sedangkan media SSA dengan cara menyiapkan 15,75 gram SSA yang kemudian dilarutkan dalam 250 ml aquades pada gelas beaker, setelah larut sempurna kemudian dipanaskan diatas bunsen. Setelah itu diletakan di autoklaf untuk sterilisasi yang sebelumnya ditutupi dengan aluminium foil selama 30 menit dengan suhu 121°C.

* 1. Pemberian *treathment*

Daun pisang dipotong dengan ukuran 10 x 10 cm, kemudian diberikan dua treatment yaitu sebagai kontrol dan perlakuan. Sebagai kontrol daun hanya diberikan aquades yang tetesanya akan ditampung kemudian dimasukan kedalam tabung reaksi. Setiap tabung reaksi kemudian ditempatkan di rak tabung dan tutup menggunakan kapas. Sedangkan sebagai perlakuan, daun pisang sebelumnya disemprotkan larutan asap cair dengan kadar yang berbeda – beda yaitu 1%, 3%, 5%, dan 7%. Menguji Kadar Protein

* 1. Penanaman bakteri pada media dan enumerasi

Penanaman diawali dengan melakukan pengenceran. Pengujian dilakukan dengan membuat larutan garam fisiologis NaCl yaitu mencampur garam NaCl 1,8 gram ke dalam 200ml aquadest kemudian dituang ke dalam tabung reaksi. 1ml kultur bakteri kemudian dimasukan kedalam larutan NaCl 0.9% dan dihomogenkan menggunakan vortex. Pengujian dilakukan dengan mengambil 1ml suspensi bakteri dan dimasukan ke dalam tabung reaksi pertama dan dihomogenkan menggunakan vortex, 1ml larutan dari tabung reaksi pertama diambil dimasukan kedalam tabung reaksi kedua dan dihomogenkan menggunakan vortex. Pengenceran dilakukan hingga pengenceran 10-3. Setelah pengenceran selesai dilakukan maka dilakukan penanaman bakteri kedalam media yaitu dengan mengambil 0,1ml suspensi hasil pengenceran dituang kedalam media kemuian diratakan menggunakan spatel drigalski. Media kemudian diinkubasi dalam posisi terbalik selama 48 jam pada suhu 37°C dalam inkubator. Jumlah bakteri akan dinyatakan dalam satuan *Colony Forming Units* per Ml (CFU/mL) atau dapat dihitung dengan menggunakan *Colony counter.*

## Desain penyusunan bahan ajar

* 1. Pembuatan instrumen validasi bahan ajar

Instrumen validasi digunakan sebagai alat pengukur kualitas bahan ajar agar layak digunakan. Instrumen validasi bahan ajar ini dikembangkan dengan merujuk pada pada instrumen penilaian buku ajar menurut BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan) dan instrumen penilaian bahan ajar (*Handout*) yang dikembangkan oleh Fatma *et al* (2016). Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut : berikut:

* + 1. Menganalisis variabel penelitian;
		2. Menetapkan jenis instrument yang digunakan;
		3. Menyusun lembar instrumen;
		4. Menggunakan lembar instrumen.
	1. Penyusunan bahan ajar (*handout)*

Menurut Prastowo (2015) Penyusunan bahan ajar Handout dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

* + 1. Menganalisis kebutuhan bahan ajar.
		2. Menentukan judul *handout* yang disesuaikan dengan kompetensi dasar (KD) dan materi pokok.
		3. Mengumpulkan referensi bahan penulisan.
		4. Menulis *handout* dengan ringkas dan jelas.
		5. Mengevaluasi hasil tulisan dengan cara membaca ulang *handout.*
		6. Memperbaiki kekurangan yang ditemukan pada *handout*
	1. Pengembangan bahan

Pengembangan bahan ajar dilakukan menggunakan teknik ADDIE, namun langkah *implementation* tidak dilakukan. Adapun tahapan pengembangan bahan ajar adalah sebagai berikut :

* + 1. Validasi bahan ajar

Bahan ajar yang sudah dibuat maka selanjutnya harus dilakukan validasi agar dapat dikatakan layak. Validasi bahan ajar ini dilakukan oleh validator, validator terdiri dari dosen pendidikan Biologi yang memahami penelitian tersebut. Validator akan mengisi instrumen penilaian yang telah disusun sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai revisi bahan ajar sebanyak satu kali untuk dapat dikatakan sebagai bahan ajar biologi.

* + 1. Revisi bahan ajar

Tahapan revisi ini merupakan tahapan perbaikan dari kekurangan yang ditemukan dalam penyusunan bahan ajar. perbaikan ini merujuk dari hasil penelitian dan saran perbaikan yang diberikan oleh validator.

* + 1. Teknik analisis data instrumen validasi bahan ajar

Instrumen validasi bahan ajar (*Handout*) dilakukan menggunakan skala likert guna mengukur pendapat validator terhadap penyusunan bahan ajar. Menurut Sugiyono (2013) bahwa skala likert dapat memudahkan peneliti dalam mengukur sikap atau pendapat seseorang terhadap sesuatu, jawaban setiap point pertanyaan instrumen memiliki gradasi penilaian dari sangat positif hingga sangat negatif. Hasil dari validasi bahan ajar (*Handout*) dianalisis kemudian dikategorikan kualitasnya dalam tabel sebagai berikut :

|  |  |
| --- | --- |
| kategori | Nilai |
| Sangat baik | 82% - 100% |
| Baik | 63% - 81% |
| Tidak baik | 44% - 62% |
| Sangat tidak baik | 25% - 43% |

# Hasil dan Pembahasan

1. Jumlah bakteri *Escherichia coli*

Jumlah bakteri dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) kemudian dilakukan perhitungan enumerasi. Jumlah bakteri *Escherichia coli* disajikan dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Jumlah bakteri *Escherichia coli*

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

-1

0

1

3

Konsentrasi Asap Cair

5

7

Jumlah Bakteri *Escherichi*

*acoli* ( x 104 Cfu/ml)

Rata – rata jumlah bakteri *Escherichia coli* yang sudah diberikan asap cair tersebut dianalisis dengan uji normalitas dan homogenitas. Hasil dari uji normalitas jumlah bakteri Escherichia coli menunjukan nilai signifikan sebesar 0.200 > 0.05 sehingga H0 ditolak artinya nilai jumlah bakteri terdistribusi normal. Kemudian data juga dianalisis menggunakan uji homogenitas, diperoleh nilai signifikan sebesar 0.273 > 0.05 sehingga H0 ditolak dengan demikian data jumlah bakteri homogen. Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen, maka langkah selanjutnya adalah data diuji menggunakan analisis data varian (*One Way Annova*), didapatkan 0.002 < 0.05 sehinga H0 ditolak artiya data rerata nilai jumlah bakteri *Escherichia coli* ada perbedaan yang signifikan dari semua perlakuan, sehingga dilanjutkan uji Duncan. Berdasar uji Duncan, terlihat bahwa perlakuan konsentrasi asap cair 0% dan 1% yaitu dengan rata –rata 6,58 x 104 dan 3,8 x 104 ditandai dengan kelompok “a” berbeda nyata dengan konsentrasi asap cair 3%,5%, dan 7% termasuk ke dalam kelompok “b” yaitu dengan nilai 0,40 x 104 dan 0,09 x 104 serta 0,01 x 104.

Berdasarkan tabel hasi jumlah bakteri *Escherichia coli* menunjukan hasil penurunan jumlah bakteri pada setiap konsentrasinya. Pada konsentrasi 0% didapatkan jumlah 6,58 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 1% mengalami penurunan yaitu dengan jumah koloni 3,8 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 3% sebesar 0,40 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 5% menurun dengan jumlah koloni 0,09 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi tertinggi 7% menurun dengan jumlah 0,01 x 104 CFU/mL. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar konsentrasi asap cair maka jumlah koloni bakteri yang dihasilkan akan semakin menurun atau bahkan tidak ada sama sekali. Hal ini sesuai dengan teori Mahmud (2020) bahwa fenol yang merupakan senyawa utama dalam asap cair mampu memberikan efek antibakteri dan antimikrobia. Semakin tinggi kadar fenol dalam suatu bahan maka aktivitas antibakterianya akan semakin meningkat.

Penggunaan konsentrasi asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* yang menunjukan adanya penurunan dapat dikatakan bahwa asap cair dapat dijadikan sebagai bahan untuk menjaga masa simpan daun pisang *Cavendish* guna kepentingan ekspor. Hal ini sesuai dengan pendapat menurut Nanlohy (2014) bahwa Senyawa fenol diduga berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk. Fenol yang terkandung dalam asap cair ini mampu menghambat aktivitas metabolisme bakteri *Escherichia coli* akibat adanya denaturasi protein dalam sel bakteri. Hal ini sesuai dengan pendapat Marfuah *et al* (2018) bahwa mekanisme kerja senyawa fenol dalam membunuh sel bakteri, yaitu dengan cara mendenaturasi protein sel bakteri. Akibat terdenaturasinya protein sel bakteri, maka semua aktivitas metabolisme sel bakteri terhenti sebab semua aktivitas metabolisme sel bakteri dikatalisis oleh enzim yang merupakan protein. Dalam konsentrasi tinggi kandungan fenol dapat menembus dan mengganggu dinding sel bakteri dan mempresipitasi yang lebih rendah, fenol menginaktifkan sistem enzim penting dalam bakteri.

1. Jumlah bakteri *Salmonella sp.*

Jumlah bakteri dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) kemudian dilakukan perhitungan enumerasi. Jumlah bakteri *Salmonella so.* disajikan dilihat pada gambar 2.

**Gambar 2. Jumlah bakteri *Salmonella sp.***

5

0

1

3

5

7

Jumlah Bakteri *Salmonella sp.*

( x 104 Cfu/ml)

4

3

2

1

0

-1

Konsentrasi Asap Cair (%)

Hasil rata – rata dari nilai jumlah bakteri *Salmonella sp*. yang sudah diberikan asap cair tersebut dianalisis dengan uji normalitas dan homogenitas. Hasil dari uji normalitas jumlah bakteri *Salmonella sp.* menunjukan nilai signifikan sebsar 0.200> 0.05 sehingga H0 ditolak artinya nilai jumlah bakteri terdistribusi normal. Kemudian data juga dianalisis menggunakan uji homogenitas, diperoleh nilai signifikan sebesar 0.153 > 0.05 sehingga H0 ditolak dengan demikian data jumlah bakteri homogen. Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen, maka langkah selanjutnya adalah data diuji menggunakan analisis data varian (One Way Annova), didapatkan 0.001 < 0.05 sehinga H0 ditolak artiya data rerata nilai jumlah bakteri *Salmonella sp* terjadi perbedaan yang signifikan dari semua perlakuan, sehingga dilanjutkan uji Duncan. Berdasar uji Duncan jumlah bakteri *Salmonella sp* berbeda nyata pada setiap perlakuan, pada perlakuan 0% berbeda dengan 1% yaitu dapat ditandai dengan “a” dengan rata-rata 4,04 x 104, perlakuan 1% berbeda dengan 3% yaitu dapat ditandai dengan “b” dengan nilai rata-rata 3,38 x 104 , perlakuan 3% juga berbeda nyata dengan 5% yaitu tertanda “c” dengan rata-rata 2,36 x 104, sedangkan perlakuan 5% dan 7% tertanda “d” dengan rata-rata 1,16 x 104 dan 0,266 x 104. Berdasarkan hasil tabel perhitungan bakteri *Salmonella sp.* menunjukan adanya penurunan jumlah bakteri di setiap konsentrasinya. Pada konsentrasi 0% didapatkan jumlah sebesar 0,40 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 1% menurun menjadi 3,38 x

104 CFU/mL, pada konsentrasi 3% menurun menjadi 2,36 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi

5% menurun menjadi 1,16 x 104 CFU/mL, dan pada konsentrasi 7% menurun menjadi 0,26 x

104 CFU/mL. Hal ini membuktikan bahwa asap cair terbukti dapat mengendalikan jumlah bakteri *Salmonella sp.* Hal ini sesuai dengan pendapat dari Permatahati (2011) bahwa asap cair terbukti menekan tumbuhnya bakteri pembusuk dan patogen seperti *Salmonella.*

Penggunaan asap cair dapat digunakan dalam menakan jumlah *Salmonella sp.* karena adanya kandungan fenol sebagai penyusun utamanya. Menurut Florensia *et al* (2012) bahwa fenol dapat menghambat pembentukan dinding sel sehingga mempengaruhi permeabilitas dinding sel. Sitoplasma sel dibatasi oleh dinding sel yang bekerja sebagai penghalang dengan permeabilitas selektif yang dapat mengatur pengangkutan aktif dan mengendalikan susunan sel. Bila fungsi permeabilitas dinding sel berubah atau bahkan menjadi rusak, maka komponen penting seperti asam nukleat dan nukleotida akan keluar dari sel sehingga berangsur-angsur sel akan mati

1. Analisis kebutuhan bahan ajar

Hasil analisis kebutuhan bahan ajar terhadap materi bakteri adalah sebagai berikut :

## Tabel 1. Hasil analisis kebutuhan bahan ajar

**No. Analisis**

## Potensi

**Hasil Keterangan**

* 1. Kejelasan potensi ketersediaan objek dan permasalahan yang diangkat

a. Hasil penelitian menyediakan objek mengenai Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap jumlah Bakteri *Escherichia coli* Dan *Salmonella sp.* Pada Daun Pisang *Cavendish* Siap Ekspor

1. Fakta yang diperoleh dalam penelitian adalah dari 5 perlakuan pada bakteri *Escherichia coli* memiliki jumlah yang berbeda yaitu pada konsentrasi 0% didapatkan rata-rata 6,58 x

104 CFU/mL, pada konsentrasi 1% mengalami

penurunan yaitu dengan jumah koloni 3,8 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 3% sebesar 0,40 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 5% menurun dengan jumlah koloni 0,09 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi tertinggi 7% menurun dengan jumlah 0,01 x 104 CFU/mL. Sedangkan pengaruh pada bakteri

*Salmonella sp.* didapatkan hasil jumlah bakterinya yaitu pada konsentrasi konsentrasi 0% didapatkan jumlah 4,04 x

104 CFU/mL, pada konsentrasi 1% mengalami penurunan yaitu dengan jumah koloni 3,38 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi 3% sebesar 2,36 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi

5% menurun dengan jumlah koloni 1,16 x 104 CFU/mL, pada konsentrasi tertinggi 7% menurun dengan jumlah 0,26 x 104 CFU/mL.

* 1. Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran
1. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah

mengenai pemanfaatan asap cair yang mengandung fenol sebagai senyawa penyusun utama yang dapat dijadikan sebagai bahan antibakteri atau dapat mengendalikan jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Pada Daun Pisang *Cavendish* Siap Ekspor. Selain itu dalam pembelajaran guru masih menggunakan bahan ajar yang kurang bervariatif sehingga siswa kurang memahami materi bakteri, sehingga perlu dilakukan variasi sumber belajar biologi khususnya materi bakteri.

Hasil penelitian disesuaikan dengan tujuan pembelajaran biologi materi bakteri. Berdasarkan pada RPP guru kurikulum 2013 maka tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam proses pembelajaran adalah sebagai berikut :

1. Peserta didik dapat menjelaskan menjelaskan ciri-ciri bakteri.
2. Peserta didik dapat menjelaskan cara mengisolasi bakteri.

b. Asap cair dapat digunakan sebagai bahan alternatif

untuk mengendalikan jumlah bakteri *Escherichia coli* Dan *Salmonella sp.* Pada Daun Pisang *Cavendish* Siap Ekspor, hal ini karena asap cair mengandung senyawa fenol sebagai penyusun utamanya. . Hal ini sesuai dengan teori Mahmud (2020) bahwa fenol yang merupakan senyawa utama dalam asap cair mampu memberikanefek antibakteri dan

antimikrobia.selain itu guru masih menggunakan bahan ajar yang kurang bervariatif sehingga membuat siswa kurang memahami materi bakteri, sehingga diperlukan bahan ajar lainya untuk menunjang pembelajran, selah satunya adalah dengan penyusunan *Handout biologi* khususnya pada materi bakteri.

Kesesuaian :

1. Menggunakan hasil penelitian pengaruh konsentrasi asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor, peserta didik dapat menjelaskan ciri - ciri bakteri melalui hasil
	1. Peserta didik dapat menjelaskan cara perkembangbiakan bakteri.
	2. Peserta didik dapat menjelaskan berbagai peranan bakteri yang menguntungkan/merugikan dalam kehidupan

penelitian tersebut yang disajikan dalam *handout*

1. Menggunakan hasil penelitian pengaruh konsentrasi asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor, peserta didik dapat menjelaskan cara mengisolasi bakteri yang disajikan dalam *handout* ekspor,
	1. Kejelasan sasaran materi dan peruntukanya
	2. Kejelasan informasi yang akan diungkap

Sasaran materi yang dimaksud

adalah sasaran pengamtan (objek) dan sasaran peruntukanya (subjek). Adapun sasaran materi dan peruntukanya adalah sebagai berikut

:

1. Objek yang dipelajari adalah pengaruh penggunaan asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor
2. Subjeknya adalah peserta didik kelas X SMA/MA pada semester ganjil.

Kejelasan informasi yang diungkap dalam penelitian ini berupa laporan penelitian yang mengungkapkan bahwa asap cair dapat dijadikan sebagai bahan antibakteri untuk mengendalikan jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor.

* 1. Sasaran pengamtan

(objek) dalam penelitian ini adalah pengaruh penggunaan asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor. Hasil penelitian ini memuat materi bakteri, khususnya adalah peran bakteri dalam kehidupan sehari – hari.

* 1. Subjek dari penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA/MA pada kompetensi dasar 3.5 materi bakteri pada semester ganjil.

Informasi berupa proses dalam penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen sesuai dengan metode ilmiah. Informasi proses dalam penelitian ini berupa laporan penelitian yang dilengkapi dengan metodologi yang jelas dan hasil penelitian yang ditunjukan dalam mencapai KD

3.5 kurikulum 2013 sebagai sumber belajar. Informasi berupa produk penelitian mengungkapkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan maka akan semakin menurunkan jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor, sehingga asap cair

* 1. Kejelasan pedoman eksplorasi
	2. Kejelasan perolehan yang akan dicapai

Perolehan hasil penelitian didasarkan pada prosedur kerja yang meliputi determinasi tanaman, alat dan bahan, cara kerja, analisis data, dan penarikan kesimpulan yang disajikan dalam *Handout*

Perolehan yang akan dicapai hasil penelitian digunakan sebagai sumber belajar yaitu membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang dapat dilihat dari aspek sebagai berikut :

* + 1. Kognitif (pengetahuan)
		2. Afektif (sikap)
		3. Psikomotorik (keterampilan)

dapat digunakan bahan antibakteri.

1. Hasil pedoman eksplorasi penelitian ini digunakan dalam pembelajaran peserta didik dengan melakukan diskusi dalam kelompok tentang hasil penelitian dengan jenis bakteri, peran, dan cara menanggulanginya.
2. Adanya modifikasi

dalam proses

pembelajaran untuk mempermudah proses pembelajaran, dimana peserta didik dapat melihat proses penelitian yang telah disajikan dalam *Handout* yang disusun.

1. Ranah kognitif meliputi peserta didik dapat menjelaskan struktur, cara hidup, dan reproduksi bakteri, menyebutkan peran bakteri dalam kehidupan melalui literatur *Handout* pengaruh konsentrasi asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor.
2. Ranah afektif yaitu mengembangkan kemampuan peserta didik untuk mampu bersikap teliti, bertanggung jawab, disiplinn, dan dapat bekerja sama dengan orang lain dalam kegiatan pembelajaran secara berkelompok.
3. Ranah psikomotorik yaitu peserta didik dapat mengembangkan keterampilan untuk

mempresentasikan hasil diskusi bersama kelompok dikelas atau dapat mengasah kemampuan berbicara didepan umum.

Hasil analisis potensi penelitian pengaruh konsentrasi asap cair terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan

*Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor yang telah dilakukan dapat dijadikan sebagai sumber rujukan dalam penyusunan bahan ajar (*Handout*). Selanjutnya, setelah analisis kebutuhan bahan ajar dilakukan dengan tahapan analisis segi proses hasil penelitian biologi dijadikan sebagai sumber belajar. Tahapan analisis segi proses hasil penelitian biologi dijadikan sumber belajar adalah sebagai berikut :

## Tabel 2.Hasil analisis segi proses hasil penelitian biologi

**No. Langkah kerja ilmiah segi**

## proses

**Penjelasan**

* 1. Identifikasi perumusan masalah Identifikasi masalah dalam penelitian yaitu sebagai berikut :
		1. Daun pisang siap diekspor kemungkinan mengandung cemaran mikroba
		2. Belum banyak penelitian yang meneliti tentang penggunaan asap cair untuk mengurangi jumlah Bakteri *Escherichia Coli* dan *Salmonella Sp.* pada Daun Pisang *Cavendish* Siap Ekspor

Perumusan masalah dalam penelitiann ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah penggunaan asap cair dapat berpengaruh pada pengendalian jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor ?
2. Berapakah kadar asap cair yang dibutuhkan agar berpengaruh dalam mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor ?
	1. Perumusan tujuan penelitian Tujuan dalam penelitian yaitu sebagai berikut :
		1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asap cair pada pengendalian jumlah bakteri bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor.
		2. Untuk mengetahui konsentrasi asap cair yang berpengaruh dalam mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor.
	2. Penyusunan prosesdur penelitian Prosedur penelitian atau cara kerja yang dilakukan

dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

* + 1. Determinasi daun pisang *Cavendish*
		2. Sterilisasi alat
		3. Pembuatan media agar
		4. Pemberian *threatment*
		5. Isolasi bakteri pengamatan jumlah bakteri, dilanjutkan dengan enumerasi
		6. Pengukuran tingkat kecerahan warna daun

## Langkah kerja ilmiah segi proses Penjelasan

* 1. Pelaksanaan kegiatan Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan pada

bulan maret – mei 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan.

* 1. Pengumpulan dan analisis data Pengumpulan data dalam penelitian yaitu sebagai berikut :
		1. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, dokumentasi, dan perhitungan jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* menggunakan *colony counter*

Analisis data dalam penelitian yaitu sebagai berikut

:

a. Analisis data hasil jumlah bakteri dihitung menggunakan rumus enumerasi dan diolah menggunakan aplikasi SPSS

* 1. Pembahasan hasil penelitian Hasil penelitian tentang pengaruh konsentrasi asap

cai terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor dibahas sesuai dengan sumber yang relevan

* 1. Penarikan kesimpulan Penarikan kesimpulan pada penelitian adalah

sebagai berikut :

* + 1. Konsentrasi asap cair dapat berpengaruh pada jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor
		2. Konsentrasi asap cair paling berpengaruh untuk mengontrol jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor adalah pada kadar paling tinggi yaitu 7%

Selanjutnya dilakukan identifikasi dari segi produk. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dari segi produk. Hasil penelitian tahap pertama mendapatkan fakta tentang konsentrasi asap cair berpengaruh untuk mengontrol jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor yang dapat digeneralisasikan menjadi konsep dan prinsip. Hasil analisis segi produk terhadap hasil penelitian dapat dijadikan sebagai sumber belajar dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut

## Tabel 3. Identifikasi segi produk hasil penelitian sebagai sumber belajar No. Segi produk Penjelasan

1. Fakta Materi fakta yang ditemukan pada hasil penelitian adalah

sebagai berikut :

* 1. Konsentrasi asap cair dapat mengontrol jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor yaitu 1%, 3%, 5% dan 7%, paling efektif adalah konsentrasi 7% dengan menghasilkan jumlah bakteri terendah.
1. Konsep Materi konsep yang ditemukan pada hasil penelitian adalah

sebagai berikut :

* 1. Asap cair merupakan senyawa yang mengandung fenol sebagai antibakteri
	2. Semakin tinggi konsentrasi asap cair semakin banyak kandungan fenol sehingga dapat mengontrol jumlah bakteri
1. Prinsip Materi prinsip yang ditemukan pada hasil penelitian adalah

sebagai berikut :

* 1. Jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* dapat berkurang akibat penggunaan konsentrasi asap cair.

Tahap selanjutnya adalah dilakukan seleksi dan modifikasi hasil penelitian sebagai sumber belajar. Seleksi dan modifikasi dilakukan untuk menyeleksi materi yang dapat digunakan untuk sumber belajar agar sesuai dengan kompetensi dasar 3.5 mata pelajaran biologi kelas X. Hasil seleksi dan modifikasi hasil penelitian dalam prosedur

kerja penelitian atau proses dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut:

## Tabel 4. Seleksi dan modifikasi proses hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi Prosedur penelitian Seleksi dan modifikasi

Prosedur penelitian atau cara kerja

yang dilakukan dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Determinasi daun pisang

*Cavendish*

1. Sterilisasi alat
2. Pembuatan media agar
3. Pemberian *threatment*
4. Isolasi bakteri, pengamatan jumlah bakteri, dilanjutkan dengan enumerasi
5. Pengukuran tingkat kecerahan warna daun

Hasil seleksi proses penelitian adalah sebagai berikut :

a. Isolasi bakteri dilanjutkan dengan enumerasi Hasil modifikasi proses hasil penelitian adalah sebagai berikut :

a. Peserta didik tidak melakukan isolasi bakteri dan enumersi secara langsung, namun peserta didik akan melakukan pengamatan hasil jumlah bakteri akibat konsentrasi asap cair melalui gambar dan materi yang tersedia dalam *Handout*

*Handout* yang disusun kemudian dinilai oleh dosen ahli materi dan media Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan. Penilaian dilakukan dengan dua tahap yaitu validasi intrumen penilaiain dan validasi produk Handout. Hasil penilaian *Handout* yang dilakukan oleh dua orang validator adalah sebagai berikut :

## Tabel 5 Hasil validasi Handout validator pertama

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aspek Komponen** | **Presentase** | **Kategori** |
| Kelayakan Isi | 70.8 | Baik |
| Penyajian Isi | 66.6 | Baik |
| Kelayakan Bahasan | 75 | Baik |
| Kelayakan Grafik | 60 | Tidak Baik |
| Rata-rata | 68.1 | Baik |

**Tabel 6. Hasil validasi Handout validator kedua**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aspek Komponen** | **Presentase** | **Kategori** |
| Kelayakan Isi | 81,25% | Sangat Valid |
| Penyajian Isi | 75% | Cukup Valid |
| Kelayakan Bahasan | 100% | Sangat Valid |
| Kelayakan Grafik | 87,5% | Sangat Valid |
| Rata-rata | 87% | Sangat Valid |

Berdasarkan data hasil penilaian produk handout pengaruh konsentrasi asap cari terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* diperoleh rata – rata hasil penilalain dari validator pertama dengan presentase 68.1% yang termasuk ke dalam kategori baik. Sedangkan hasil penilaian dari validator kedua adalah 81.23% yang termasuk kedalam kategori baik. Berdasarkan hasil dari kedua validator kemudian di rata – rata menghasilkan nilai 74.66% yang termasuk kedalam kategori baik. Hal ini menunjukan bahwa handout yang dikembangkan mempunyai kualitas yang baik dan layak untuk dilakukan uji kelayakan. Menurut Ahsin & Arumsari (2018) bahwa bahan ajar yang memperoleh penilaian 52 – 76 termasuk kedalam kategori cukup baik dengan revisi. Antara validator 1 dan 2 terjadi perbedaan nilai, pada aspek kelayakan isi tidak terlalu memiliki perbedaan nilai yang jauh, artinya kelayakan isi pada *handout* yaitu tentang keseuaian pada KD, Tujuan pembelajaran, konsep, fakta, dan tingkat perkembangan siswa sudah cukup baik. Kemudian pada aspek penyajian isi terdapat kesenjangan nilai pada validator 1 yaitu 66.6% (baik) sedangkan validator 2 yaitu 83.33% (sangat baik). Penilaian ini didasarkan pada penyajian struktur handout yang lengkap, ilustrasi

gambar yang menarik dan sesuai dengan topik yang dibahas. Hal ini menunjukan bahwa dari segi ilustrasi gambar harus direvisi agar lebih menarik lagi. Pada aspek kebahasaan validator 1 memberikan nilai 75% (baik) dan validator 2 memberikan nilai 87.5% (sangat baik). Hal ini membuktikan bahwa aspek kebahasan sudah baik dan sudah sesuai dengan kriteria. Selain itu pada aspek kegrafikan secara umum bahan ajar (*handout*) telah dinilai sesuai oleh validator untuk semua indikator, namun pada indikator yang berkaitan dengan kejelasan warna cetakan dan tata letak handout tidak memenuhi kriteria, sehingga perlu direvisi pada bagian tersebut agar dapat menimbulkan daya tarik siswa.

Revisi dilakukan berdasarkan saran/ komentar pada kolom saran oleh validator demi pengembangan handout yang lebih sempurna dalam semua aspek. Namun revisi tersebut idak mempengaruhi isi dari handout secara keseluruhan, revisi tersebut lebih mengarah pada perbaikan tata tulis, gambar, serta penambahan informasi serta referensi pada bahan ajar tersebut. Berdasarkan hasil penilaian oleh kedua validator dan perbaikan yang telah dilakukan, maka handout pengaruh konsentrasi asap cari terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada daun pisang *Cavendish* cukup baik untuk dikembangkan dan dilakukan uji kelayakan sebagai bahan ajar biologi SMA Kelas X materi bakteri.

## Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Penggunaan asap cair berpengaruh pada jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor
2. Konsentrasi asap cair paling berpengaruh untuk mengontrol jumlah bakteri *Escherichia coli* dan

*Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor adalah pada kadar paling tinggi yaitu 7%

1. Hasil penelitian pengaruh konsentrasi asap cair dapat berpengaruh pada jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi relevan yang dituangkan dalam penyusunan *handout.*
2. Hasil penilaian *handout* dari penelitian pengaruh konsentrasi asap cair pada jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada daun pisang *Cavendish* siap ekspor baik dikembangkan sebagai bahan ajar biologi SMA Kelas X Materi Bakteri dengan presentase 74.66%.

## Daftar pustaka

Ahsin, M. N., & Arumsari, N. R. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Bahasa Indonesia Sd Berbasis Kewirausahaan Untuk Menumbuhkan Jiwa Entrepreneurship Pada Generasi Muda. Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 4(2), 91. Https://Doi.Org/10.30659/Pendas.4.2.91-103

Florensia, S., Dewi, P., & Utami, N. R. (2012). Pengaruh Ekstrak Lengkuas Pada Perendaman Ikan Bandeng Terhadap Jumlah Bakteri Pengaruh Ekstrak Lengkuas Pada Perendaman Ikan Bandeng Terhadap Jumlah Bakteri. Journal Life Science, 1(2), 113–114.

Herwati, E., Prarudianto, A., Saloko, S., & Mataram, U. (2017). Pengaruh Konsentrasi Bubuk Asap Cair Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera Linn ) Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Bandeng Presto Asap. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem, 5(1), 348–359.

Khaq, K. N., & Dewi, L. (2017). Deteksi Cemaran Bakteri Koliform Dan Salmonella Sp. Pada Tempe Yang Dikemas Daun Pisang Di Daerah Salatiga. Agric, 28(1), 79. Https://Doi.Org/10.24246/Agric.2016.V28.I1.P79-86

Mahmud, Y., Hidayat, D., & Aulawi, T. (2020). Efektivitas Asap Cair Dalam Menghambat Jumlah Corynespora Cassiicola Penyebab Penyakit Gugur Daun Pada Tanaman Karet ( Hevea Brasiliensis Muell . Arg ) The Effectiveness Of Liquid Smoke In Inhibiting The Growth Of Corynespora Cassiicola Causes Of Dec. 5(April).

Marfuah, I., Dewi, E. N., & Rianingsih, L. (2018). Kajian Potensi Ekstrak Anggur Laut (Caulerpa Racemosa) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri Escherichia Coli Dan Staphylococcus Aureus. J. Peng. & Biotek. Hasil Pi., 1(1), 1–15.

Nanlohy, E. (2014). Analisa Total Bakteri Pada Ikan Tuna Asap Yang Direndam Dengan Asap Cair “Waa Sagu” Selama Penyimpanan Pada Suhu Kamar. Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan, 1(1), 43–48. Https://Doi.Org/10.30598/Biopendixvol1issue1page43-48

Nashar, N. (2015). Prospek Jenis Tanaman Pisang Untuk Dilakukan Oleh Kelompok Usaha Tani. Iqtishadia: Jurnal Ekonomi & Perbankan Syariah, 2(1), 91. Https://Doi.Org/10.19105/Iqtishadia.V2i1.868

Permatahati, D., Supratman, H., & Abun, D. (2011). Pengaruh Penggunaan Asap Cair Dalam Ransum Terhadap Jumlah Presumtif Bakteri Coliform Dan Nilai Ph Usus Ayam Broiler. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.

Prastowo, A. (2015). Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif (D. Wijaya (Ed.); Viii). Diva Press.

Putri, K. A. M. (2021). Pengembangan E-Handout Kelas XI BKP SMKN 1 Madiun Mata Pelajaran Perencanaan Bisnis Konstruksi Dan Properti. Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan (Jkptb), 7, 1–9.

Saputra, M. R. A. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Sejarah Berbasis Web.

Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D (19th Ed.). Alfabeta. Suhardi. 2012. Pengembangan Sumber Belajar Biologi. Yogyakarta: Jurdik Biologi FMIPA UNY