



Lembar Kerja Peserta Didik Terintegrasi STREAM - ESD

**“Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan
Kreatifitas Siswa pada Pembuatan Teh Kombucha”**

**KELAS IX
(FASE D)**

SMP Negeri 1 Campaka



**Disusun Oleh:
Ajeng Nadia Utami A
Dr. Tri Wahyu Agustina, M. Pd
Dr. Yulia Sukmawardani, M. Si**



A. Identitas

Nama :
Kelas :
Anggota Kelompok :

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase D, peserta didik mampu memahami prinsip fermentasi dalam pembuatan teh kombucha, mengenali peran mikroorganisme dalam fermentasi, serta menganalisis manfaat dan dampaknya bagi kesehatan dan lingkungan. Peserta didik juga mampu menerapkan konsep bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari dengan membuat produk fermentasi berbasis teh kombucha serta menyajikan laporan dan strategi pengembangannya secara kreatif dan inovatif.

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan ini, peserta didik mampu:

1. Menjelaskan prinsip dasar fermentasi dalam bioteknologi pembuatan teh kombucha. (*Elementary Clarification*)
2. Menjelaskan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern. (*Elementary Clarification*)
3. Mengidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi kombucha. (*Basic Support*)
4. Merancang rencana proyek pembuatan kombucha secara kelompok. (*Strategy and Tactic*)
5. Menganalisis faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi kombucha. (*Basic Support*)
6. Menerapkan prosedur pembuatan kombucha dengan inovasi berbagai rasa dari buah-buahan lokal. (*Advance Clarification*)
7. Merancang laporan pembuatan produk bioteknologi dengan analisis inovasi dan solusi lingkungan. (*strategy and tactic*)
8. Menyusun strategi pemasaran dan kemasan kombucha yang menarik dan ramah lingkungan. (*strategy and tactic*).

D. Wacana 1: Kebiasaan Orang Indonesia dalam Mengonsumsi Teh dan Tantangannya

Teh telah menjadi bagian dari budaya masyarakat Indonesia. Dari pagi hingga malam, banyak orang menikmati secangkir teh, baik dalam bentuk teh manis hangat, teh botol, maupun teh susu. Teh dikenal sebagai minuman yang menyegarkan dan memiliki kandungan antioksidan tinggi yang baik untuk tubuh.

Di wilayah Kecamatan Campaka, Kabupaten Cianjur, kita dapat menemukan banyak kebun teh yang membentang di daerah perbukitan. Kondisi alam yang sejuk dan subur membuat tanaman teh tumbuh dengan baik. Namun, meskipun sumber daya alam teh di daerah ini sangat melimpah, pemanfaatannya masih cenderung konvensional. Sebagian besar hanya dijual dalam bentuk teh kering atau teh celup, tanpa banyak inovasi dalam pengolahannya. Padahal, teh memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi berbagai produk bernilai tinggi yang dapat meningkatkan perekonomian masyarakat setempat.

Meskipun teh memiliki banyak manfaat, seperti antioksidan yang membantu melawan radikal bebas dalam tubuh, teh juga mengandung kafein dan tanin. Kafein bersifat merangsang (*stimulant*), sedangkan tanin merupakan senyawa dari kelompok polifenol yang dapat mengikat zat besi dari makanan nabati, seperti bayam, tahu, atau kacang-kacangan. Ketika tanin berikatan dengan zat besi, terbentuk senyawa kompleks yang sulit larut dan sulit diserap tubuh. Akibatnya, jika seseorang terlalu sering mengonsumsi teh terutama setelah makan, penyerapan zat besi bisa terganggu. Dalam jangka panjang, hal ini bisa menyebabkan kekurangan zat besi atau anemia.

Anemia merupakan kondisi ketika tubuh kekurangan sel darah merah, sehingga oksigen sulit diedarkan ke seluruh tubuh. Akibatnya, penderita bisa merasa lemas, mudah lelah, dan sulit berkonsentrasi. Hal ini sangat merugikan, terutama bagi remaja yang sedang mengalami masa pertumbuhan.

Namun, ada cara untuk tetap bisa menikmati teh tanpa mengganggu penyerapan zat besi. Salah satu caranya adalah dengan mengonsumsi buah-buahan yang kaya vitamin C, seperti jeruk, stroberi, mangga, jambu biji, atau nanas bersamaan dengan teh. Vitamin C berperan penting dalam membantu tubuh menyerap zat besi dari tumbuhan, dengan cara mengubah bentuk zat besi menjadi lebih mudah larut dalam air sehingga bisa diserap tubuh dengan lebih baik.

Inovasi produk teh juga terus berkembang. Salah satunya adalah teh fermentasi yang dikenal dengan nama kombucha. Kombucha dibuat dengan cara memfermentasi teh menggunakan mikroorganisme yang hidup dalam SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Selama proses fermentasi, gula dalam teh akan diubah menjadi berbagai senyawa seperti asam organik, enzim, dan probiotik yang baik untuk pencernaan.

Jika kombucha dikombinasikan dengan buah-buahan lokal yang kaya vitamin C, seperti jeruk atau jambu biji, maka manfaat kesehatannya akan semakin tinggi. Selain itu, rasanya pun akan menjadi lebih menarik dan segar. Inovasi ini juga bisa meningkatkan nilai tambah dari teh lokal yang selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal.

Dengan memanfaatkan kebun teh di Kecamatan Campaka dan menggabungkannya dengan pengetahuan sains dan kreativitas, kita bisa menciptakan produk minuman sehat yang tidak hanya bermanfaat bagi tubuh, tetapi juga memiliki nilai jual tinggi. Bagaimana jika kita mencoba membuat kombucha sendiri di sekolah dengan tambahan buah lokal favorit kita? Ayo, kita lakukan eksperimen ini untuk menciptakan minuman teh yang lebih sehat, enak, dan kaya manfaat.

Bahan Diskusi Wacana 1

1. Mengapa teh yang sering disebut sebagai minuman sehat justru dapat menyebabkan kekurangan zat besi jika dikonsumsi setelah makan? Jelaskan hubungan antara kandungan tanin dalam teh dengan zat besi dari makanan.
.....
.....
.....
2. Berdasarkan informasi yang diberikan dalam wacana bagaimana cara mengkombinasikan konsumsi teh dengan makanan lain agar tetap mendapatkan manfaat teh tanpa menghambat penyerapan zat besi?
.....
.....
3. Menurutmu, apakah membuat minuman kombucha dengan tambahan buah lokal bisa menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan nilai jual teh dari daerah Kecamatan Campaka, Kabupaten Cianjur? Berikan penilaianmu disertai alasan yang logis.
.....
.....
4. Jika kamu diberi kesempatan untuk mengembangkan produk minuman dari teh lokal Campaka, minuman seperti apa yang akan kamu buat? Jelaskan ide produkmu dan manfaatnya.
.....
.....
5. Bandingkan dampak minum teh biasa dan teh kombucha terhadap kesehatan tubuh. Mana yang lebih baik untuk dikonsumsi secara rutin? Jelaskan pendapatmu.
.....
.....

E. WACANA 2 : Kombucha sebagai Minuman Probiotik dan Keberlanjutan Lingkungan

Kombucha adalah minuman fermentasi berbasis teh yang telah dikenal sejak ribuan tahun lalu. Minuman ini dibuat dari larutan teh manis (biasanya teh hijau atau teh hitam) yang difermentasikan menggunakan SCOBY, singkatan dari *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*, yaitu koloni mikroorganisme yang terdiri atas bakteri dan ragi. Mikroorganisme dalam SCOBY bekerja sama untuk mengubah gula menjadi alkohol dan asam organik. Karena minuman ini berbahan dasar teh dan menggunakan mikroorganisme khas SCOBY, maka hasilnya disebut teh kombucha. Nama "kombucha" secara umum mengacu pada proses khas fermentasi teh menggunakan SCOBY, sehingga berbeda dari teh biasa maupun minuman probiotik lainnya.

Selama fermentasi, ragi dalam SCOBY terlebih dahulu mengubah gula menjadi etanol (alkohol), kemudian bakteri akan mengubah alkohol tersebut menjadi berbagai asam organik, salah satunya adalah asam asetat. Asam asetat inilah yang memberikan rasa asam menyegarkan pada kombucha, mirip dengan rasa cuka. Selain itu, fermentasi juga menghasilkan probiotik seperti *Lactobacillus* dan enzim yang bermanfaat untuk membantu pencernaan, menjaga keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan daya tahan tubuh, dan mengurangi peradangan dalam sistem pencernaan.

Meskipun mengandung manfaat kesehatan, proses fermentasi kombucha menghasilkan sejumlah kecil alkohol sebagai hasil sampingan. Umumnya, kadar alkohol dalam kombucha yang difermentasi secara tradisional berkisar antara 0,2–0,5%. Menurut beberapa standar internasional, minuman dengan kadar alkohol di bawah 0,5% masih dikategorikan sebagai non-alkohol. Namun, dalam konteks Islam, kehalalan suatu minuman tidak hanya ditentukan dari kadar alkohol, tetapi juga dari niat, proses, dan dampaknya.

Berdasarkan fatwa ulama dan panduan dari lembaga sertifikasi halal (seperti LPPOM MUI), produk fermentasi seperti kombucha dapat dikategorikan halal apabila:

- Alkohol yang terbentuk merupakan hasil alami dari proses fermentasi non-intensional.
- Kadar alkohol di bawah 0,5% (dalam praktik disarankan <0,4%).
- Tidak memabukkan bila dikonsumsi dalam jumlah normal.
- Tidak digunakan untuk tujuan mencari efek alkohol atau kesenangan yang menyerupai minuman keras.

Artinya, kombucha yang difermentasi secara wajar dan dengan kadar alkohol rendah yang tidak memabukkan tetap dapat dikonsumsi sebagai minuman halal. Konsumen Muslim perlu memastikan bahwa produk kombucha yang dikonsumsi berasal dari produsen yang memperhatikan standar kehalalan dan mencantumkan kadar alkohol di bawah batas yang diizinkan.

Dalam proses pembuatannya, kombucha juga menghasilkan limbah organik, seperti ampas teh, sisa cairan fermentasi, dan SCOBY yang sudah tua. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan. Namun, jika dimanfaatkan secara bijak, limbah kombucha dapat digunakan untuk:

- Ampas teh: dijadikan pupuk organik karena kaya nitrogen.
- Sisa fermentasi: digunakan sebagai pembersih alami
- SCOBY tua: digunakan sebagai masker wajah alami karena sifat antibakterinya.
- SCOBY kering: diolah menjadi kombucha leather, yaitu bahan alternatif kulit yang ramah lingkungan.

Inilah contoh penerapan prinsip keberlanjutan (*Education for Sustainable Development* – ESD) dan ekonomi sirkular, yaitu mengolah limbah menjadi produk yang berguna dan ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan alat fermentasi seperti toples kaca, serta praktik produksi yang bersih dan hemat energi, juga dapat mendukung gaya hidup sehat, beretika, dan bertanggung jawab terhadap bumi.

Dengan demikian, kombucha bukan hanya sekadar minuman sehat yang mengandung probiotik dan antioksidan, tetapi juga cerminan dari praktik hidup berkelanjutan dan konsumsi yang bijaksana sesuai prinsip Islam.

Bahan Diskusi Wacana 2

1. Apa manfaat probiotik dalam kombucha bagi tubuh manusia? Bagaimana probiotik dalam kombucha dapat membantu sistem pencernaan?
.....
.....
.....
2. Mengapa limbah hasil fermentasi kombucha seperti SCOBY tua dan sisa cairan fermentasi tidak seharusnya dibuang begitu saja? Berikan dua contoh inovasi produk yang dapat dibuat dari limbah tersebut dan manfaatnya.
.....
.....
.....
3. Ampas teh sebagai limbah padat dari proses pembuatan kombucha dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Bagaimana cara pengelolaan ampas teh agar menjadi solusi ramah lingkungan?
.....
.....
.....
4. Jika kamu ingin membuat produk lain dari limbah fermentasi kombucha, bahan apa yang akan kamu gunakan dan bagaimana produk tersebut bisa bermanfaat bagi masyarakat?
.....
.....
.....

5. Bagaimana cara memastikan bahwa proses fermentasi kombucha yang kamu lakukan tetap ramah lingkungan, tidak menimbulkan pencemaran, serta sesuai dengan prinsip kehalalan dalam Islam?

.....

.....

.....

F. Kegiatan 3: MEMAHAMI PERMASALAHAN

Fermentasi teh kombucha merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, kadar gula, dan kebersihan alat. Kesalahan dalam fermentasi dapat mengakibatkan pertumbuhan SCOBY yang tidak optimal, rasa yang tidak sesuai, atau bahkan kontaminasi mikroba yang berbahaya. Oleh karena itu, penting untuk memahami kesalahan umum dalam pembuatan kombucha agar dapat menghasilkan fermentasi yang berhasil dan aman untuk dikonsumsi.

Kriteria Keberhasilan Fermentasi Kombucha:

- Penampilan Visual : Warna jernih atau sedikit keruh tanpa jamur berwarna gelap;
- Rasa : asam Seimbang, segar, mirip cuka apel ringan, Sedikit manis, sisa dari gula yang tidak sepenuhnya difermentasi, Bersih, tidak pahit, tidak terlalu tajam atau mengganggu,
- SCOBY : tumbuh membentuk lapisan baru di permukaan larutan. Tekstur kenyal dan elastis menunjukkan kultur hidup aktif, Tidak ada rasa fermentasi busuk, amis, atau alkohol kuat
- Aroma: Asam segar seperti cuka apel, tanpa bau busuk atau menyengat. Rasa: Seimbang antara manis dan asam, serta sedikit bersoda (karbonasi alami).
- Aktivitas Fermentasi: Munculnya gelembung menunjukkan aktivitas mikroba berjalan baik.
- Kebersihan: Tidak ada tanda kontaminasi karena alat tidak steril atau lingkungan kotor.

Tugas berkelompok

- Tonton video berikut yang menjelaskan kesalahan umum dalam pembuatan kombucha: <https://youtu.be/Z4Ris7i2zaM?feature=shared>
- Catat minimal tiga kesalahan yang sering terjadi dalam fermentasi kombucha dan penyebabnya.
- Jelaskan bagaimana cara mencegah atau mengatasi kesalahan tersebut berdasarkan informasi yang telah kamu pelajari.
- Tuliskan kesimpulan tentang faktor utama yang harus diperhatikan agar fermentasi kombucha berhasil.

No	Kesalahan yang terjadi	Penyebab Kesalahan	Cara Mencegah/Mengatasi
1			
2			
3			

Kesimpulan:

.....

G. Kegiatan 4 : Perencanaan Praktikum

Setelah memahami faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi kombucha, siswa akan merancang eksperimen dengan berbagai perlakuan yang dapat mempengaruhi hasil fermentasi. Setiap kelompok harus menentukan pertanyaan penelitian, hipotesis, serta variabel yang akan diamati untuk memastikan eksperimen berjalan dengan baik.

Tugas:

1. Buat Pertanyaan Penelitian
 - a) Tuliskan minimal satu pertanyaan penelitian yang berkaitan dengan fermentasi kombucha.
 - b) Contoh: "Bagaimana pengaruh kadar gula terhadap tingkat keasaman teh kombucha?"

Pertanyaan penelitian kelompokmu:

.....
.....

2. Tentukan Hipotesis Awal
 - a) Berdasarkan pertanyaan yang dibuat, buatlah jawaban sementara (hipotesis).
 - b) Contoh: "Semakin tinggi kadar gula, semakin cepat fermentasi pada kombucha."

Hipotesis kelompokmu:

.....
.....

3. Tentukan Variabel dalam Penelitian

a) Variabel bebas (yang diubah):

.....

b) Variabel terikat (hasil yang diamati):

.....

4. Persiapan Praktikum

a) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan sesuai dengan rancangan eksperimen yang telah dibuat.

b) Susun daftar alat dan bahan dalam tabel berikut.

No	Nama Alat	Jumlah
1		
2		
3		
4		
5		
6		

No	Nama Bahan	Fungsi dalam Fermentasi	Alasan Pemilihan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
...			

5. Membuat Prosedur Kerja (Langkah-Langkah Praktikum)

- Setiap kelompok harus menyusun prosedur kerja mereka sendiri berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah dibuat.
- Prosedur harus mencakup persiapan alat dan bahan, tahap fermentasi, durasi fermentasi, dan cara melakukan pengamatan harian.
- Tuliskan prosedur kerja kelompokmu di bawah ini:

Prosedur Kerja:

-
-
-
-
-
-

6. Tampilkan prosedur kerjamu dalam bentuk flowchart :

“

”

H. Kegiatan 5 : Buat Dan Uji Keberhasilan Teh Kombucha

Setiap kelompok akan melakukan praktikum fermentasi teh kombucha berdasarkan prosedur yang telah mereka buat sendiri. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk melihat perubahan yang terjadi selama proses fermentasi.

Tugas Kelompok

- 1) Laksanakan eksperimen sesuai prosedur yang telah dirancang.
- 2) Catat setiap langkah dan perubahan yang terjadi selama proses fermentasi.
- 3) Lakukan pengamatan harian terhadap warna, aroma, rasa, karbonasi, dan scooby pada kombucha.
- 4) Isi tabel pengamatan berikut setiap harinya
- 5) Dokumentasikan setiap tahap praktikum dalam bentuk foto atau video.
- 6) Bandingkan dengan kriteria keberhasilan apakah kombucha anda berhasil atau tidak

Kolom Pengamatan

Hari	Warna	Aroma	Rasa	Karbonasi (gelembung)	Scooby	Catatan Tambahan
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Panduan mengisi kolom pengamatan

1. Hari : Isi sesuai hari ke berapa fermentasi dilakukan, mulai dari Hari 1 sampai Hari
2. Warna : Tuliskan warna larutan teh yang diamati. Contoh: coklat pekat, mulai keruh, kuning pucat, semakin bening, dll.
3. Aroma : Deskripsikan bau yang muncul dari kombucha. Contoh: manis teh, mulai asam, tajam seperti cuka, asam manis, dll.
4. Rasa : Tulis rasa cairan kombucha: manis, manis-asam, mulai asam, asam tajam, seperti soda. Jika tidak mencicipi, tulis "tidak diuji".
5. Karbonasi (gelembung) :Gunakan simbol + untuk menunjukkan jumlah gelembung:
 - - : belum muncul
 - + : sedikit gelembung
 - ++ : mulai banyak gelembung
 - +++ : banyak dan terlihat jelas
 - ++++ : sangat banyak (seperti soda)

6. SCOOPY : Amati perkembangan SCOOPY. Contoh: mulai terbentuk, makin tebal, muncul lapisan baru, warna berubah, bentuk bergelombang, dll.
7. Catatan Tambahan : Tuliskan hal-hal penting atau tidak biasa yang diamati. Misalnya: muncul buih di permukaan, aroma sangat kuat, suhu meningkat, bagian permukaan menonjol, bau tak sedap, timbul hewan belatung dsb.

Lampirkan foto di kolom berikut:

Kesimpulan Pengamatan:



I. Kegiatan 6 : Mengkomunikasikan

Setelah melakukan fermentasi teh kombucha, setiap kelompok akan mengkomunikasikan hasil eksperimen dalam bentuk infografis. Kegiatan ini bertujuan untuk melatih keterampilan analisis data, berpikir kritis, dan penyajian informasi secara visual agar lebih mudah dipahami oleh orang lain.

Tugas Kelompok

1. Membuat Infografis Hasil Fermentasi
 - a) Setiap kelompok harus menyusun infografis yang menarik dan ringkas untuk memvisualisasikan hasil fermentasi teh kombucha mereka.
 - b) Infografis bisa dibuat secara digital (Canva, PowerPoint, atau aplikasi desain lainnya)
 - c) Infografis harus mencakup informasi berikut:
 - 1) Judul: "Hasil Fermentasi Teh Kombucha"
 - 2) Proses Singkat: Gambaran langkah utama fermentasi
 - 3) Tabel atau Grafik: Perubahan warna, aroma, atau karbonasi selama fermentasi
 - 4) Dokumentasi: Foto SCOBY dan hasil kombucha yang telah dibuat
 - 5) Kesimpulan: Ringkasan temuan utama dari eksperimen dan kategori eksperimen berhasil atau tidak
 - 6) Manfaat teh kombucha rasa buah yang di pilih
 - 7) Hasil pengamatan
2. Menyajikan Infografis
 - a) Setiap kelompok akan menampilkan infografis mereka di depan kelas dan menjelaskan poin-poin utama dalam waktu maksimal 5 menit.
 - b) Siswa lain dapat memberikan tanggapan atau pertanyaan terkait hasil fermentasi kelompok lain.

Upload di sini ya:



<https://forms.gle/HcHocKakGKvy8hFn6>