

MODUL AJAR

BEREKAYASA DAN BERTEKNOLOGI UNTUK MEMBANGUN NKRI

SUB TEMA

“Mengatasi sampah dengan mendesain alat untuk merubah sampah menjadi desinfektan alami”

Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu permasalahan serius yang ada di Indonesia. Dilansir dari situs resmi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, terdapat 33,4 juta ton timbunan sampah di Indonesia per tahun. Dari jumlah tersebut, 10,72% sampah masih merupakan sampah tidak terkelola. Artinya, terdapat lebih dari 3,5 juta ton sampah tidak terkelola per tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Di antara sampah-sampah tersebut, sampah organik seperti kayu/ranting/daun menempati urutan kedua sebagai jenis sampah yang paling banyak ada di masyarakat. Lingkungan SMAN 1 Masbagik yang masih asri membuat banyak sampah dari tumbuhan, seperti sampah kayu/ranting/daun kering. Walaupun sudah ada petugas yang mengelola, merawat serta dan memelihara lingkungan, namun upaya tersebut belum mendapatkan hasil yang optimal dalam pengelolaan sampahnya. Permasalahan ini membutuhkan suatu solusi, untuk mengatasi permasalahan sampah yang semakin menumpuk tersebut. Berbagai bentuk penanganan terhadap sampah kayu/ranting/daun dilakukan berbagai pihak. Selain dengan menjadikan sampah jenis tersebut menjadi pupuk atau terurai secara alami, beragam alternatif cara digunakan untuk menanganinya. Salah satu bentuk hasil pengolahan yang banyak dilakukan adalah cuka kayu. Kandungan senyawa pada cuka kayu sehingga dapat digunakan sebagai bioinsektisida alami.

Materi Proyek

Komposisi Asap Cair / Cuka kayu

Tiga komponen utama dari asap cair yang berperan di dalam proses pengasapan yaitu senyawa fenol, karbonil dan asam. Komposisi senyawa-senyawa tersebut di dalam asap cair dipengaruhi oleh bahan baku dan proses pembuatannya. Komponen-komponen kimia dalam asap sangat berperan dalam menentukan kualitas produk pengasapan karena selain membentuk rasa, tekstur dan warna yang khas. komponen-komponen yang terkandung di dalam asap cair adalah sebagai berikut:

a. Senyawa Fenol

Senyawa fenol berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk asapan. Kandungan Senyawa fenol dalam asap sangat tergantung pada suhu pirolisis kayu. Kualitas fenol pada kayu sangat bervariasi yaitu antara 10-200 mg/kg. Beberapa jenis fenol yang biasanya terdapat dalam produk asapan adalah guaiakol dan siringol. Guaiakol berperan memberi rasa asap, sementara siringol memberi aroma asap.

Senyawa fenol dalam asap cair dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Senyawa fenol juga dapat berfungsi sebagai antioksidan dengan cara menstabilkan radikal bebas. Senyawa fenol memiliki sifat anti-mikroba yang kuat dan salah satu kegunaan yang paling awal adalah sebagai antiseptik.

b. Senyawa Karbonil

Senyawa-senyawa karbonil dalam asap memiliki peranan pada pewarnaan dan citarasa produk asapan. Kandungan senyawa karbonil dari berbagai jenis kayu bervariasi antara 8,56 - 15,23 % dengan variasi rata-rata 11,84 %. Jenis Senyawa karbonil yang terdapat dalam asap cair antara lain adalah vanilin, siringaldehid, formaldehid, glikoaldehid dan aseton. Golongan senyawa ini mempunyai aroma seperti aroma karamel yang unik.

c. Senyawa Asam

Senyawa-senyawa asam mempunyai peranan sebagai antibakteri, membentuk citarasa produk asapan, mempengaruhi pH dan umur simpan makanan. Jumlah asam merupakan 40 % dari distilat kondensat asap. Senyawa asam ini antara lain adalah asam asetat, propionat, butirat dan valerat. Kombinasi antara komponen fungsional fenol dan asam-asam organik yang bekerja secara sinergis mencegah dan mengontrol pertumbuhan mikroba.

d. Senyawa Hidrokarbon Polisiklis Aromatis (HPA)

Senyawa hidrokarbon polisiklis aromatis (HPA) dapat terbentuk pada proses pirolisis. Diantara 100 lebih senyawa HPA yang terdeteksi dalam hanya 16 jenis senyawa yang merupakan polutan utama, salah satu jenis senyawa ini adalah benzo(a)pirena telah dilaporkan merupakan senyawa yang mempunyai efek karsinogenik yang paling berbahaya, beresiko menjadi penyebab tumor dari pada senyawa HPA.

Fungsi Asap Cair

Fungsi komponen asap terutama adalah untuk memberi rasa dan warna yang diinginkan pada produk asapan, dan berperan dalam pengawetan dan bertindak sebagai antibakteri dan anti oksidan. Berikut ini adalah beberapa fungsi asap cair dalam kehidupan sehari-hari:

a. Pemberi Rasa

Asap cair memberi rasa asap (smoky) khas yang tidak dapat diganti dengan cara lain. Fenol merupakan senyawa yang paling bertanggung jawab pada pembentukan aroma tipikal yang diinginkan pada produk asapan. Fenol dalam hubungannya dengan sifat sensoris mempunyai bau tajam menyengat. Meskipun Senyawa fenol memegang peranan penting dalam flavour asap, namun diperlukan senyawa lain seperti karbonil dan lakton agar flavor karakteristik asap dapat muncul.

b. Pemberi Warna

Ciri umum pemberi warna pada pengasapan bahwa warna dihasilkan langsung oleh tar yang terdeposisi pada permukaan makanan selama proses pengasapan. Pewarna khas produk asapan berasal dari interaksi antara konstituen karbonil asap dengan gugus amino protein produk yang diasap. Warna produk berkisar dari kuning keemasan sampai coklat gelap. Pada pengasapan menggunakan asap cair, warna produk asapan dapat dioptimalkan dengan mengubah komposisinya.

c. Anti bakteri

Potensi asap cair sebagai antibakteri dapat memperpanjang masa simpan produk (sebagai pengawet) dengan mencegah kerusakan akibat aktivitas bakteri perusak atau pembusuk dan juga dapat melindungi konsumen dari penyakit karena aktivitas bakteri patogen. Senyawa yang mendukung sifat antibakteri dalam asap cair adalah fenol dan asam. Asap lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri daripada senyawa fenol, namun apabila keduanya digabungkan akan menghasilkan kemampuan penghambat yang lebih besar daripada masing-masing senyawa.

d. Anti oksidan

Asap cair memiliki sifat antioksidatif dan dapat digolongkan sebagai antioksidan alami. Senyawa yang berperan sebagai antioksidan adalah fenol, yang merupakan antioksidan utama dalam asap cair. Banyak produk asapan merupakan produk yang mengandung lemak. Fraksi reteran dan asap mempunyai sifat anti oksidatif, dan pada praktiknya asap digunakan untuk menghambat ketengikan pada berbagai produk asapan. Asap cair dapat berfungsi sebagai anti oksidan melalui pencegahan oksidasi lemak dengan menstabilkan radikal bebas dan efektif dalam menghambat pembentukan off flavor oksidatif.

Asap cair dapat dibedakan berdasarkan tingkatannya atau grade kualitasnya, yaitu sebagai berikut:



Asap cair grade 3. Asap cair jenis ini tidak dapat digunakan untuk pengawet makanan, karena masih banyak mengandung tar yang karsinogenik. Asap cair grade 3 tidak digunakan untuk pengawet bahan pangan, tapi dipakai pada pengolahan karet penghilang bau dan pengawet kayu biar tahan terhadap rayap. Cara penggunaan asap cair grade 3 untuk pengawet kayu agar tahan rayap dan karet tidak bau adalah 1 cc asap cair grade 3 dilarutkan dalam 300 mL air, kemudian disemprotkan atau merendam kayu ke dalam larutan.

Asap cair grade 2. Asap cair ini dipakai untuk pengawet makanan sebagai pengganti formalin dengan rasa asap (daging asap, ikan asap/bandeng asap) berwarna kecoklatan transparan, rasa asam sedang, aroma asap sedang. Cara penggunaan asap cair grade 2 untuk pengawet ikan adalah celupkan ikan yang telah dibersihkan ke dalam 25 persen asap cair dan tambahkan garam. Biasanya ikan yang diawetkan dengan menggunakan asap cair grade 2 bisa tahan selama tiga hari.

Asap cair grade 1. Asap cair ini digunakan sebagai pengawet makanan siap saji seperti bakso, mie, tahu, bumbu-bumbu barbaque. Asap cair grade 1 ini berwarna bening, rasa sedikit asam, aroma netral dan merupakan asap cair paling bagus kualitasnya serta tidak mengandung senyawa yang berbahaya untuk diaplikasikan ke produk makanan. Cara menggunakan asap cair grade 1 untuk pengawet makanan siap saji adalah 15 cc asap cair dilarutkan dalam 1 liter air, kemudian campurkan larutan tersebut ke dalam 1 kg adonan bakso, mie atau tahu. Saat perebusan juga digunakan larutan asap cair dengan kadar yang sama dilarutkan dalam adonan makanan. Biasanya bakso yang memakai pengawet asap cair grade 1 bisa tahan penyimpanan selama 4-5 hari.

Manfaat Asap Cair

Menurut Anon (2005), asap cair dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri, antara lain sebagai berikut:

Industri Pangan. Asap cair memiliki kegunaan yang sangat besar sebagai pemberi rasa dan aroma yang spesifik juga sebagai pengawet karena sifat anti mikroba dan antioksidan. Dengan tersedianya asap cair maka proses pengasapan tradisional dengan menggunakan asap secara langsung yang mengandung banyak kelemahan seperti pencemaran lingkungan, proses tidak dikendalikan, kualitas yang tidak konsisten serta timbulnya bahaya kebakaran yang semua tersebut dapat dihindari.

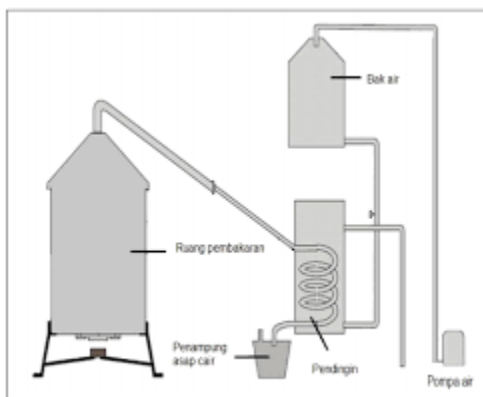
Industri Perkebunan. Asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair seperti antijamur, antibakteri dan antioksidan tersebut dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan.

Industri Kayu. Kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap daripada kayu tanpa diolesi asap cair dan juga bisa digunakan untuk bahan campuran larutan finishing meubel guna menambah ketahanan warna kuning keemasan.

Industri Perikanan. Kandungan senyawa-senyawa kimia dalam asap cair seperti fenol, karbonil, dan asam memiliki kemampuan untuk mengawetkan dan memberikan warna serta rasa untuk produk makanan antara lain ikan. Pada proses pengasapan ikan dengan asap cair, unsur yang berperan dalam peningkatan daya awet ikan adalah asam, derivat fenol, dan karbonil. Unsur-unsur kimia tersebut antara lain dapat berperan sebagai pemberi flavor (aroma), pembentuk warna, antibakteri, dan antioksidan.

Proses Pembuatan Asap Cair

Gambar di bawah ini menunjukkan skema gambar proses pembuatan asap cair sederhana yang menggunakan tungku yang berbentuk tabung dan api sebagai sumber kalor, dan pipa sebagai penghubung antara tungku dengan bak pendingin.



Prinsip kerja alat ini dimulai dari kompor gas sebagai pembakaran bahan dan LPG sebagai bahan

bakar. Pertama bahan di dalam tungku dipanaskan sehingga memperoleh asap dan didinginkan melalui saluran pipa sehingga menjadi cair. Pembakaran bahan pada suhu tinggi yakni antara 200°C – 400°C pada tungku bertekanan. Dengan proses ini akan dihasilkan arang serta asap. Asap ini kemudian dialirkan dan didinginkan sehingga mengembun menjadi cairan. Cairan ini yang kemudian dikenal dengan liquid smoke atau asap cair. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik biasanya cairan ini disuling (destilasi) ulang untuk memisahkan komponen berat dan komponen ringan, dengan memanfaatkan perbedaan titik didih masing-masing komponen.

Pelaksanaan Tema Proyek dalam Pembelajaran

A. Pembelajaran

B. Praktik

A. Pembelajaran

Pertemuan	Kegiatan KBM	Keterangan
1	Guru memfasilitasi siswa berdiskusi tentang masalah sampah yang ada dilingkungan dengan strategi : - siswa diharapkan dapat mempresentasikan menurut ide-ide yang dihasilkan dari diskusi, studi literatur, browsing internet tentang cara-cara penanganan sampah khusus nya agar bagaimana sampah dilingkungan sekitar menjadi produk yang lebih bermanfaat. - Selanjutnya siswa secara berkelompok diharapkan mengemukakan ide / mendesain alat yang dapat digunakan untuk penanganan sampah tersebut sesuai ide <u>penanganan sampah yang dikemukakan</u>	
2	- Guru melakukan KBM dengan tema : “ Mengatasi sampah dengan mendesain alat untuk merubah sampah menjadi desinfektan alami” - siswa diberikan bahan bacaan sesuai tentang tema pembelajaran - Guru memfasilitasi siswa dalam kegiatan diskusi tentang Asap cair, manfaat serta bahayanya - Guru memberikan gambaran pendahuluan tentang alat yang dapat merubah sampah menjadi asap cair / cuka	

	kayu dan menugaskan siswa untuk mendesain alat untuk membuat cuka	
3	- Guru memfasilitasi presentasi dari setiap kelompok dengan tema : keunggulan dan kekurangan desain alat penghasil cuka kayu	
4	- Siswa membuat protipe alat penghasil cuka kayu	
5	- Melakukan uji coba alat	

B. Praktikum / Pameran Produk

Pada kegiatan ini siswa melakukan kegiatan membuat cuka kayu dari sampah (sisa daun, ranting, rumput kering dll)

Dimensi Profil Pelajar Pancasila dari Sub Tema ini

Dimensi : Beriman dan bertaqwa pada Tuhan YME	
Elemen : Akhlak pada alam	
Sub Elemen : 1. Memahami Keterhubungan Ekosistem Bumi Profil Pancasila : <i>Mengidentifikasi masalah lingkungan hidup di tempat ia tinggal dan melakukan langkahlangkah konkret yang bisa dilakukan untuk menghindari kerusakan dan menjaga keharmonisan ekosistem yang ada di lingkungannya.</i> 2. Menjaga Lingkungan Alam Sekitar : Profil Pancasila Mewujudkan rasa syukur dengan membangun kesadaran peduli lingkungan alam dengan menciptakan dan mengimplementasikan solusi dari permasalahan lingkungan	

Dimensi : Bernalar kritis	
Elemen : Memperoleh dan memproses informasi dan gagasan, Menganalisis dan mengevaluasi penalaran. Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri.	
Sub Elemen : 1. Mengajukan pertanyaan 2. Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan 3. menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya <i>Mengajukan pertanyaan untuk menganalisis secara kritis permasalahan yang kompleks dan abstrak.</i> <i>Menganalisis dan mengevaluasi penalaran yang digunakannya dalam menemukan dan mencari solusi serta mengambil keputusan.</i>	

--	--