

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Asap Cair

Pestisida digunakan sebagai salah satu dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman yang dapat menurunkan produktivitas pertanian. Berbagai gangguan dalam budidaya tanaman seperti adanya tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman oleh fungi (jamur), bakteri dan virus, serta hama nematoda, ulat, siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan. Pestisida yang terdapat pada tanaman dapat terserap Bersama hasil panen dan bisa saja ikut terkonsumsi oleh manusia, dan dapat membuat kesehatan manusia memburuk (Rahman dkk., 2019).

Asap cair dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa, yaitu pemanasan bahan organik dalam kondisi minim oksigen, sehingga terbentuk uap hasil dekomposisi termal. Uap tersebut kemudian dikondensasikan melalui sistem pendingin sehingga diperoleh fraksi cair. Tahapan produksi meliputi proses pirolisis, kondensasi, dan pemurnian lanjutan untuk mendapatkan grade 2 dan 1. Pada tahap awal, kandungan tar dalam produk yang dihasilkan umumnya masih cukup tinggi, sehingga disarankan jika bisa melalui proses kondensasi dua kali untuk mendapatkan tar yang lebih rendah (Ayudiarti dan Sari, 2010).

Proses pirolisis dilakukan dalam reaktor tertutup sehingga biomassa terdekomposisi menjadi tiga fraksi utama yaitu cairan, gas, dan residu padat berupa arang. Gas yang dihasilkan tersusun atas hidrogen, karbon monoksida CO, karbon dioksida, serta sejumlah kecil hidrokarbon ringan. Pendekatan ini biomassa dikonversi menjadi energi alternatif (Ferdianto dan Hidayat, 2016).

Asap cair tempurung kelapa diperoleh melalui pemanasan tempurung kelapa pada suhu sekitar 400°C tanpa keberadaannya oksigen, yang kemudian uap yang terbentuk dikondensasi asapnya sehingga mendapatkan fraksi cair. Produk yang dihasilkan mengandung berbagai senyawa seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester. Senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba serta berkontribusi pada warna dan cita rasa khas asap pada produk pangan. Beberapa senyawa yang teridentifikasi yaitu asam asetat, fenol, 2-furan Karboksaldehid, dan 1-Hidroksi-2-Propanon (Ishak dan Rahman, 2019).

Berdasarkan tingkat kemurniannya, asap cair diklasifikasikan menjadi beberapa grade. Grade 3 masih mengandung tar dan senyawa polisklik aromatik dalam jumlah relatif tinggi sehingga tidak direkomendasikan untuk aplikasi pangan. Grade 2 telah melalui proses pemurnian lebih lanjut sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengawet makanan tertentu. Grade 1 memiliki tingkat kemurnian lebih tinggi dengan karakteristik warna lebih jernih, aroma lebih ringan, serta kandungan senyawa berbahaya yang minimal sehingga lebih aman untuk diaplikasikan ke bahan pangan (Layuk dkk., 2019).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa asap cair mengandung beragam senyawa aktif antara lain fenol, karbonil, keton, aldehid, asam organik furan, alkohol, dan ester (Fauzan, 2018). Senyawa seperti furfural atau furan, Guaiakol, Syringol, dan Eugenol merupakan senyawa yang banyak ditemukan sebagai hasil degradasi lignoselulosa selama proses destilasi biomassa. (Nowicka dkk., 2023). Beberapa penelitian sebelumnya

menggunakan konsentrasi 5% dan 2,5%, kemudian ada juga penelitian dari Sumini dan Bahri., 2021 yang menggunakan konsentrasi 2 %, dimana hanya menggunakan konsentrasi yang kecil sehingga efektivitas pengusiran masih terbatas.

Asam asetat dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma pada makanan. Asam asetat atau asam cuka merupakan senyawa kimia organik yang merupakan asam karboksilat. Kelompok alifatik termasuk seri asam karboksilat ini dapat membantu dalam membasmi hama serta penyakit pada tanaman (Cantika dkk., 2023). Eugenol merupakan komponen senyawa yang sering terdapat pada komponen penyusun minyak atsiri, yang dalam beberapa percobaan eugenol pada nyamuk dapat berfungsi sebagai repelen atau mengusir, dimana dapat menghambat reseptor penciuman dan merangsang olfactory reseptor pada serangga sehingga mendeteksi bau yang berbahaya atau tidak nyaman (Mulyani dkk., 2013).

Respons biologis terhadap senyawa aktif dapat bersifat bifasik atau hormesis, yaitu menimbulkan efek berbeda bergantung pada konsentrasi. Pada konsentrasi rendah respon stimulatif dapat terjadi, sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat muncul efek inhibisi atau toksik (Chapman, 2002). Fenomena ini juga dilaporkan pada penggunaan minyak atsiri sebagai penolak serangga, dimana terjadi perubahan cepat efek repelen menjadi atraktan dapat terjadi akibat volatilitas senyawa (Bedini dkk., 2024).

Senyawa fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder bioaktif yang terdistribusi secara luas di tanaman terutama disintesis oleh asam siklamat, yang

sering ditemukan dalam asap cair (Diniyah dan Lee., 2020). Fenol terbentuk dari pirolisis lignin saat bahan organik seperti tempurung kelapa dibakar tanpa oksigen. Senyawa ini merupakan komponen yang dominan dalam asap cair yang memiliki sifat insektisida antifeedant dan repelen (Shilaluke dan Moteetee, 2022).

Hasil analisis GC-MS terhadap asap cair menunjukkan keberadaan senyawa, dengan kandungan utama berupa 80,15% fenol, 6,46% asam karbonil, 5,08% furan, 2,31% keton, 0,48% alkil aril, dan 0,33% guaiacol. Asap cair dapat berperan sebagai repelen dan *antifeedant* dengan mengeluarkan bau khas yang tidak disukai serangga hama dan dapat mencegah hama untuk serangga memakan tanaman (Sari dkk., 2025). Asap cair dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Asap Cair menurut SNI 8985:2021

Parameter	Satuan	Mutu 1	Mutu 2
Warna	-	Kuning ke Coklatan	Kuning ke Coklatan
Benda Terapung	-	Tidak ada	Tidak ada
pH	-	1,50-2,75	2,76-4,50
Berat jenis	-	1,0050-1,0500	1,0050-1,0500
Asam Asetat	%	8,00-15,00	1,10-7,99
Total Fenol	%	Maksimum 2,0	Maksimum 2,0

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2021).

LD₅₀ atau *lethal dose* merupakan ukuran toksisitas suatu zat yang menunjukkan dosis yang dapat membuat kematian sebanyak 50% pada populasi hewan uji. Hewan uji yang digunakan dalam penentuan LD₅₀ biasanya tikus, mencit atau kelinci, yang diberi perlakuan dalam waktu tertentu (Budijanto dkk., 2008). Klasifikasi *World Health Organization* atau WHO terhadap LD₅₀ uji toksisitas akut pada mencit dapat dilihat pada Tabel 2.,

Tabel 2. Klasifikasi LD₅₀ Asap Cair

Kelas Bahaya (WHO)	LD ₅₀ akut (tikus) formulasi (mg/kg)			
	ORAL		DERMAL	
	padat	cair	padat	cair
Ia Sangat Berbahaya Sekali	<5	<20	<10	<40
Ib Berbahaya sekali	5-<50	20-<200	10-<100	40-<400
II Berbahaya	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III Cukup berbahaya	>500-2000	>2000-3000	>1000	>4000
IV Tidak berbahaya pada penggunaan normal asap cair	>2000	>3000	-	-

(Sumber Budjianto dkk.,2008).

Menurut peraturan Menteri pertanian (Permentan) N0.39/ Permentan/ Sr.330/7/2015 yang mengatur tentang pendaftaran pestisida, menyebutkan bahwa bahan yang digunakan sebagai pestisida harus melalui uji toksisitas akut, kecuali untuk pestisida biologi, ZPT, feromon, dan atraktan. Berdasarkan hasil uji toksisitas akut ke mencit oleh Budjianto., dkk (2008) menyatakan kesimpulannya bahwa LD₅₀ asap cair tempurung kelapa lebih besar dari 15.000 mg/kg bobot badan mencit, sehingga ini dikategorikan sebagai bahan yang tidak toksik dan aman digunakan (Budjianto dkk., 2008).

Kelapa varietas dalam memiliki morfologi tinggi batang mencapai 30 meter, selain itu dapat mencapai umur 100 tahun dengan produksi kopra mencapai 1ton/ tahun. Tiap pohon dapat berbuah 90 butir, daging buahnya tebal,

juga memiliki kadar minyak tinggi. Kelapa varietas genjah memiliki ciri morfologi batang pohon tidak terlalu tinggi dan sudah menghasilkan buah di usia 3-5 tahun. Dibandingkan dengan kelapa dalam kelapa genjah memiliki buah yang lebih kecil dan mudah terpengaruhi oleh lingkungan atau iklim (Sirnawati, 2023).

B. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) merupakan teknik analisis yang memadukan atribut kromatografi gas dan spektrometri massa sehingga dapat memungkinkan identifikasi beragam zat dalam sampel tertentu, Kromatografi Gas (GC) dan spektrometri massa (MS) digabungkan untuk dapat membedakan komponen-komponen individual dalam suatu campuran. GC-MS merupakan teknik instrumental yang ampuh dan adaptif dengan beragam aplikasi dalam bidang sains terapan dan teknologi (Ranjan dkk., 2023).

Mekanisme operasional Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) melibatkan memasukkan sampel organik ke dalam saluran masuk dengan tempat sampel diuapkan. Sampel yang telah diuapkan kemudian didorong melalui kolom Kromatografi Gas (GC) oleh gas pembawa dengan kemurnian tinggi seperti helium atau nitrogen. Pemisahan ini terjadi berdasarkan interaksi komponen sampel dengan material kolom. Komponen yang terpisah diarahkan ke bagian spektrometri massa (MS) untuk analisis lebih lanjut, yang mengarah pada identifikasi senyawa (Ranjan dkk., 2023).

C. Cabai merah (*Capsicum frutescens* L.)

Cabai merah (*Capsicum Frutescens* L.) merupakan tanaman yang tersebar luas dan sangat digemari hampir di seluruh dunia. Hal ini bisa terjadi karena kandungan nutrisi seperti protein, lemak, vitamin, serat serta *capsaicin* yang menimbulkan sensasi pedas dan bermanfaat bagi kesehatan. Tanaman ini memiliki ketahanan yang sering kali menurun yang biasanya terjadi karena terserang hama dan kekeringan (Aziz dkk., 2021).

Cabai (*Capsicum Frutescens* L.) adalah golongan tanaman hortikultura yang mempunyai potensi dan nilai ekonomi yang baik untuk dikembangkan. Produksi cabai sering sekali mengalami masalah utama berupa hama (Sumini dan Bahri, 2021). Hama yang sering menyerang tanaman cabai adalah jenis kutu daun *Aphis gossypii* dan (*Bemisia tabaci*. (Daryanto dkk., 2017).

D. Kutu daun (*Aphis gossypii*) dan Kutu kebul (*Bemisia tabaci*)

Aphis gossypii atau kutu daun ini sering terlihat di helai daun, ranting, cabang, batang dan tangkai buah tumbuhan inang. Kutu daun jenis ini dapat membuat daun pada cabai mengecil dan keriting sehingga menyebabkan tanaman menjadi menguning dan layu. Koloni *Aphis gossypii* pada bagian pucuk tunas dapat menyebabkan pucuk tunas tepinya menggulung atau melengkung. kutu daun ini juga dapat mengisap nutrisi, dan bekas tusukannya akan menyebabkan bercak klorotik (Riyanto dan Arifin, 2016).

Aphis gossypii memiliki ciri-ciri sayap dengan panjang 1,1-1,7 mm, kemudian pada kepala dan toraks berwarna hitam, abdomen kuning kehijauan dan ujung abdomen lebih gelap. Venasi sayap berwarna coklat, dan imago

betina oviparous berwarna hijau keungu-unguan seperti warna imago Jantan. Imago viviparous memproduksi keseluruhan 70-80 keturunan dengan rata-rata 4,3 ekor nimfa per hari. Periode reproduksi imago sekitar 15 hari dan periode postreproduksi imagi lima hari dengan suhu optimal untuk reproduksi 21°C-27°C. Warna tubuh *Aphis gossypii* dapat bervariasi mulai dari kuning, hijau kegelapan, dan hitam (Riyanto dan Arifin, 2016).

Aphis gossypii ada juga yang tidak bersayap dimana pada betina partenogenetik tanpa sayap memiliki panjang 1-2 mm. Warna dari serangga ini bervariasi mulai dari kuning, putih, hijau muda, dan hijau kegelapan. Ujung tungkai tibia dan tarsi serta komikel berwarna hitam, kemudian kepala dan toraks berwarna hitam dengan abdomen berwarna hijau. Kutu daun ini memiliki rata-rata masa hidup 16,1 hari. *Aphis* dapat memproduksi tetesan madu, gula dan keturunan yang lebih tinggi pada suhu 26,7°C (Riyanto dan Arifin, 2016).

Nimfa *Aphis gossypii* memiliki warna abu-abu sampai hijau dengan tanda hitam di kepala, toraks, bakal sayap, dan abdomen berwarna hijau kehitam-hitaman. Tubuh nimfa dari *Aphis gossypii* dapat berwarna pudar karena ditutupi oleh sekresi lilin. Periode nimfa sekitar 7 hari dan dapat berkembang menjadi *Aphis gossypii* bersayap dan juga tidak bersayap (Riyanto dan Arifin, 2016).

Telur *Aphis gossypii* yang baru diletakkan akan berwarna kuning, tetapi akan segera berubah menjadi hitam mengkilat. Telur-telur itu diletakkan pada tumbuhan *Catalpa bignoniodes* dan *Hibiscus syriacus*. Telur yang diletakkan

rata-rata berjumlah 5 butir setiap hari selama 16-18 hari (Riyanto dan Arifin, 2016). Gambar kutu *Aphis Gossypii* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Aphis gossypii* (Riyanto dan Arifin, 2016).

Kutu kebul (*Bemisia tabaci*) merupakan serangga hama yang dapat menyebabkan kerusakan langsung pada tanaman dan sebagai media penularan penyakit. Pada awal fase pertumbuhan tanaman populasi kutu kebul sangat sedikit. Namun semakin tua umur tanaman, populasi kutu kebul makin meningkat, dan puncaknya Ketika tanaman berumur 63-77 hari setelah tanam, dan selanjutnya kutu kebul tersebut akan menurun (Singarimbun, 2017). Gambar kutu kebul (*Bemisia tabaci*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Bemisia tabaci* (Sudiono dan Yasin, 2006)

E. Hipotesis

1. Asap cair dapat berpengaruh dalam menurunkan jumlah hama kutu daun (*Aphis gossypii*) dan kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada tanaman cabai (*Capsicum Frutescens* L.).
2. Asap cair memiliki senyawa yang di dominasi oleh asam organik, furfural atau furan, dan fenol juga beserta turunannya yang dapat berperan dalam mengusir dan menurunkan hama pada tanaman cabai (*Capsicum Frutescens* L.).

