

**PENGARUH KONSENTRASI ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE*) DAN
FLOWER INDUCER (TDZ DAN BA) TERHADAP PEMBUNGAAN
TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)**

Skripsi

Oleh

**Sherin Angeli Harlim
2114121016**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE*) DAN *FLOWER INDUCER* (TDZ DAN BA) TERHADAP PEMBUNGAAN TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)

Oleh

SHERIN ANGELI HARLIM

Produksi kopi dapat ditingkatkan melalui beberapa cara, salah satunya melalui induksi pembungaan. Pemberian asap cair dan *flower inducer* dapat merangsang pembungaan tanaman kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asap cair dan *flower inducer* serta interaksinya terhadap pembungaan kopi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan di plot percobaan Desa Sidomulyo, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus pada Agustus 2024 sampai Januari 2025. Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial (4x3) dengan 3 kelompok. Faktor pertama asap cair dengan konsentrasi 0 ml/L (A0), 10 ml/L (A1), 20 ml/L (A2), dan 30 ml/L (A3). Faktor kedua *flower inducer* (F) dengan konsentrasi 0 ml/L (F0) dan 20 ml/L (F1). Homogenitas ragam antarperlakuan diuji menggunakan Uji Barlett untuk mengetahui homogenitas ragam antarperlakuan, aditivitas data diuji menggunakan Uji Tukey, kemudian data dianalisis dengan analisis ragam dan *standar error of mean*. Perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan Uji Duncan pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan asap cair berpengaruh terhadap jumlah cabang belum berbunga (B0), jumlah cabang bunga inisiasi, jumlah dompol bunga inisiasi per cabang, dan jumlah buah muda per dompol. Perlakuan *flower inducer* berpengaruh terhadap jumlah cabang berbunga (B1), jumlah cabang bunga inisiasi, dan jumlah dompol bunga inisiasi per cabang. Interaksi antara asap cair dan *flower inducer* berpengaruh terhadap jumlah bunga inisiasi per dompol, tetapi penambahan konsentrasi asap cair menurunkan hasil jumlah bunga inisiasi.

Kata Kunci: Asap Cair, *Flower Inducer*, Kopi Robusta, Pembungaan

ABSTRACT

THE EFFECT OF LIQUID SMOKE CONCENTRATION AND FLOWER INDUCER (TDZ AND BA) ON FLOWERING OF ROBUSTA COFFEE PLANTS (*Coffea canephora*)

By

SHERIN ANGELI HARLIM

Coffee production can be increased in several ways, one of which is through inducing flower. The provision of liquid smoke and flower inducer can stimulate flowering of coffee plants. This research aims to determine the effect of liquid smoke and flower inducer concentrations and their interactions on coffee flowering. This research was conducted at the Agronomy Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung and in research plot of Sidomulyo Village, Air Naningan District, Tanggamus Regency from August 2024 to January 2025. This research was conducted using a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) (4x3) with 3 replicators. The first factor is liquid smoke with a concentration of 0 ml/L (S0), 10 ml/L (S1), 20 ml/L (S2), and 30 ml/L (S3). The second factor is flower inducer (F) with a concentration of 0 ml/L (F0) and 20 ml/L (F1). Homogeneity of variance between treatments was tested using the Barlett Test to determine the homogeneity of variance between treatments, data aditivity was tested using the Tukey Test, then the data was analyzed using analysis of variance and standar error of mean. The difference in the mean value of the treatment was tested using the Duncan Test at the 5% level. The results showed that liquid smoke treatment affected number of new branches (B0), number of flower initiation branches number of flower initiation clusters per branch, and number of young fruits per cluster. Flower inducer treatment affected number of the first flowering branches (B1), number of flower initiation branches, and number of flower initiation clusters per branch. The interaction between liquid smoke and flower inducer affected number of initiation flowers per cluster, but the addition of liquid smoke concentration decreased number of initiation flowers.

Keywords: Liquid Smoke, Flower Inducer, Robusta Coffee, Flowering

**PENGARUH KONSENTRASI ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE*) DAN
FLOWER INDUCER (TDZ DAN BA) TERHADAP PEMBUNGAAN
TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)**

Oleh

SHERIN ANGELI HARLIM

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: **PENGARUH KONSENTRASI ASAP CAIR
(LIQUID SMOKE) DAN FLOWER
INDUCER (TDZ DAN BA) TERHADAP
PEMBUNGAAN TANAMAN
KOPI ROBUSTA
(*Coffea canephora*)**

Nama Mahasiswa

: **Sherin Angeli Harlim**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2114121016**

Jurusan

: **Agroteknologi**

Fakultas

Pertanian



1. Komisi Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP 196108261986031001

Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S.
NIP 196012121986031009

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

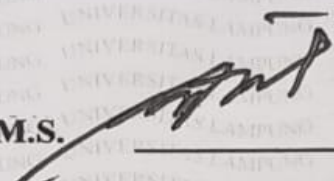
Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji,

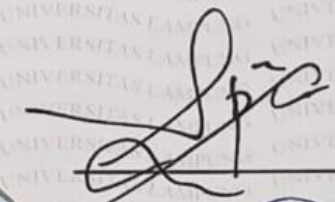
Ketua

: **Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.**



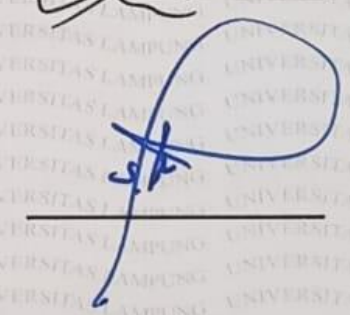
Sekretaris

: **Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Setyo Widagdo, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian,



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **18 Juni 2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Asap Cair (*Liquid Smoke*) dan *Flower Inducer* (TDZ dan BA) terhadap Pembungaan Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)” merupakan hasil karya saya sendiri bukan karya orang lain. Semua hasil yang tertuang pada skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terdapat temuan bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Juni 2025
Penulis,



Sherin Angeli Harlim
NPM 2114121016

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 31 Agustus 2003, sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Pekri Sinar Kairuman dan Ibu Sri Nirwana. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah formal di TK Xaverius 1 Bandar Lampung pada 2009. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Xaverius 1 Bandar Lampung dan menyelesaikannya pada 2015. Sekolah menengah pertama diselesaikan di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung pada 2018 dan sekolah menengah atas di SMAN 2 Bandar Lampung pada 2021. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada 2021.

Penulis melaksanakan kuliah kerja nyata (KKN) di Desa Sinar Ogan, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan pada 2024. Penulis melakukan kegiatan Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) di Yayasan Edufarmers International sebagai *Farmers Development Associate* (FDA) dengan penempatan Desa Sipitu Huta, Kecamatan Pollung, Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara pada Februari-Juni 2024. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi salah satu penanggung jawab Praktik Pengenalan Pertanian pada 2023 dan asisten dosen untuk mata kuliah: Fisiologi Tumbuhan, Perencanaan Pertanian, serta Kopi, Kakao, dan Teh pada 2023-2025. Penulis bergabung dalam Forum Studi Islam Fakultas Pertanian (FOSI FP) sebagai anggota bidang Kemuslimahan pada 2022 serta Sekretaris Bidang Hubungan Masyarakat pada 2023. Penulis juga bergabung dalam Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai anggota bidang Eksternal pada 2023.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan penuh rasa syukur penulis persembahkan karya ini kepada:

Bapak dan Ibu Tersayang

(Pekri Sinar Kairuman dan Sri Nirwana)

Keluarga Besar Agroteknologi 2021
Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”.

(QS Al-Insyirah: 5)

“Berjalanlah menuju Allah meski terpinchang. Jangan tunggu sempurna, sebab menanti kesempurnaan itu buang waktu belaka”.

(Imam Syafi’i)

“Dan berapa banyak perkara yang kalian benci sebenarnya baik bagi kalian, berapa banyak pula perkara yang kalian sukai sebenarnya buruk bagi kalian, Allah maha mengetahui sementara kalian tidak mengetahui”.

(QS Al-Baqarah: 216)

“Jadilah orang baik, namun jangan sibukkan waktumu untuk membuktikannya kepada siapapun”.

(Habib Abdullah bin Syihab)

SANWACANA

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan karya ini yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Asap Cair (*Liquid Smoke*) dan *Flower Inducer* (TDZ dan BA) terhadap Pembungaan Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
- (2) Bapak Ir. Setyo Widagdo, M. Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan selaku Dosen Penguji yang sudah memberikan saran, kritik, dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Utama yang sudah memberikan arahan, saran, nasihat, ilmu, dan bimbingannya selama perkuliahan, penelitian, dan penulisan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik;
- (4) Bapak Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah memberikan saran, kritik, dan bimbingannya selama penulisan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik;
- (5) Seluruh Dosen Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat;
- (6) Orang tua penulis Ibu Sri Nirwana yang selalu memberikan doa, motivasi, dan kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik;

- (7) Teman-teman yang sudah menemani penulis dari semester awal hingga akhir: Silviani, Khansa Nabillah, Alfulan Nur Sanjaya, Afifah at-tharra Mazaya, Khania Amelia Putri, Mulis Tiana Ambarwati, dan Ni Putu Ayuni Gabreliawati;
- (8) Teman-teman FOSI FP yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi, dan ilmu kepada penulis;
- (9) Teman-teman penelitian: Intan Apriyani, Nabila Vayssa, dan Diah Fitriani yang telah menemani dan membantu penulis selama penelitian;
- (10) Teman-teman Jurusan Agroteknologi 2021 yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sudah memberikan doa, dukungan, dan saran selama perkuliahan. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang sudah diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis serta para pembaca.

Bandar Lampung, 18 Juni 2025
Penulis,

Sherin Angeli Harlim

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	Error!
 Bookmark not defined.	
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanaman Kopi (<i>Coffea canephora</i>)	9
2.2 Pembungaan dan Pembuahan Kopi Robusta	12
2.3 Asap Cair	14
2.4 Zat Pengatur Tumbuh	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Analisis Data	20
3.5 Pelaksanaan Penelitian	20
3.5.1 Persiapan Kebun	20
3.5.2 Pembuatan Kombinasi Larutan Asap Cair dan <i>Flower Inducer</i>	21
3.5.3 Penentuan Tanaman Sampel	22
3.5.4 Aplikasi Kombinasi Larutan Asap Cair dan <i>Flower Inducer</i>	22

3.6 Variabel Pengamatan.....	22
3.6.1 Variabel Utama.....	23
3.6.2 Variabel Pendukung	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil	25
4.1.1 Jumlah Cabang Belum Berbunga (B0)	25
4.1.2 Jumlah Cabang Berbunga (B1).....	26
4.1.3 Jumlah Cabang Bunga Inisiasi.....	28
4.1.4 Jumlah Dompok Bunga Inisiasi per Cabang.....	29
4.1.5 Jumlah Bunga Inisiasi per Dompok.....	30
4.1.6 Jumlah Buah Kecil per Dompok.....	31
4.1.7 Jumlah Buah Kecil Menguning per Dompok	32
4.1.8 Jumlah Dompok Buah Kecil per Cabang	33
4.1.9 Jumlah Dompok Buah Kecil per Pohon	34
4.1.10 Jumlah Buah Muda per Dompok.....	35
4.1.11 Panjang Cabang Belum Berbunga (B0)	37
4.1.12 Panjang Cabang Berbunga (B1).....	38
4.1.13 Curah Hujan	39
4.2 Pembahasan.....	41
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema pemikiran penelitian.....	8
2. Tata letak satuan percobaan	19
3. Peta lokasi kebun penelitian	21
4. Data rata-rata curah hujan bulanan periode 2015-2024.....	21

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor yang berpengaruh bagi perekonomian Indonesia. Sektor pertanian memiliki lapangan pekerjaan yang cukup besar dan sebagai penghasil devisa negara. Masyarakat Indonesia bergantung pada sektor pertanian untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari. Tanaman kopi (*Coffea canephora*) merupakan tanaman perkebunan yang menjadi salah satu sumber pendapatan negara. Direktorat Jenderal Perkebunan (2018) menyatakan bahwa tanaman kopi berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Komoditas kopi sebagai produk ekspor berkontribusi sebagai penghasil devisa dan pendapatan negara, membuka lapangan pekerjaan, sumber pendapatan petani, dan mendorong pertumbuhan sektor agribisnis.

Indonesia berada di peringkat ketiga dunia sebagai penghasil kopi terbesar setelah Brazil dan Vietnam. Indonesia telah memproduksi kopi sebanyak 11,85 juta kantong pada 2022/2023. Kopi Arabika yang dihasilkan oleh Indonesia sebanyak 1,3 juta kantong dan kopi Robusta sebanyak 10,5 juta kantong. Pada 2021, luas lahan kopi Indonesia sebesar 1,28 juta hektar. Pada 2022, lahan kopi Indonesia telah meningkat menjadi 1,29 juta hektar atau sebesar 0,48% (Sembiring *et al.*, 2023). Berdasarkan data Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan (2023), produksi kopi dari 2020-2022 mengalami fluktuasi. Pada 2020 produksi kopi mencapai 762,38 ribu ton dan pada 2021 naik sebesar 3,12% dengan total produksi mencapai 786,19 ribu ton. Produksi kopi mengalami penurunan sebesar 1,43% pada 2022 yaitu menjadi 774,96 ribu ton.

Lampung merupakan salah satu provinsi penghasil kopi terbesar di Indonesia. Tanaman kopi yang dibudidayakan di Lampung yaitu Arabika, Robusta dan Liberika, tetapi mayoritas kopi yang di budidayakan Robusta (Evizal, 2013). Menurut data Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan (2023), Lampung berada di urutan kedua sebagai provinsi penghasil kopi terbesar di Indonesia. Pada 2022 Lampung memproduksi kopi sebesar 14,68% dari total produksi kopi se Indonesia, tetapi angka tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan Sumatera Selatan. Sumatera Selatan memproduksi kopi sebesar 26,85% dari total produksi kopi se Indonesia.

Produksi kopi Robusta di Lampung mengalami fluktuasi pada 2020-2022. Berdasarkan data BPS (2023), pada 2020 produksi kopi sebesar 117,311 ton dan pada 2021 produksi kopi mengalami penurunan dengan jumlah produksi sebesar 116,281 ton. Pada 2022 terdapat peningkatan produksi kopi Robusta dengan jumlah produksi sebesar 118,139 ton. Fluktuasi yang terjadi selama tiga tahun menunjukkan bahwa adanya ketidakstabilan dalam produksi kopi. Menurut Villers *et al.* (2009), faktor yang menyebabkan produktivitas kopi robusta mengalami penurunan salah satunya adalah perubahan iklim. Perubahan iklim menyebabkan kenaikan suhu yang membuat laju pertumbuhan, pembungaan, dan pembuahan tanaman kopi menjadi rendah.

Produksi kopi dapat ditingkatkan melalui beberapa cara, salah satunya melalui pembungaan. Menurut Rahardjo (2017), perkembangan kopi diawali dari pembentukan bakal (primordia) bunga, kemudian dilanjutkan dengan pertumbuhan bunga, pemekaran bunga, persarian bunga, dan pembuahan bunga kopi. Keberhasilan pembungaan dan pembentukan buah kopi dipengaruhi oleh banyak faktor baik yang berasal dari dalam tanaman kopi itu sendiri maupun faktor lingkungan tumbuh di luar tanaman kopi. Menurut Putra (2019), pembungaan dan pembuahan tanaman kopi Robusta dapat ditingkatkan dengan menyediakan unsur hara yang cukup. Pemberian larutan yang mengandung unsur hara dan zat pengatur tumbuh sangat membantu dalam merangsang peningkatan proses pembungaan pada tanaman kopi.

Asap cair memiliki senyawa-senyawa yang dapat berperan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman dan dapat melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit tanaman. Menurut Govindaraj *et al.* (2016), banyak tanaman yang berbunga setelah terkena asap akibat kebakaran, sehingga asap dapat merangsang pembungaan dan inisiasi akar. Menurut Muhakka *et al.* (2013), asap cair memiliki komponen kimia seperti asam asetat yang berfungsi sebagai pencegah penyakit tanaman dan mempercepat pertumbuhan tanaman. Selain itu, komponen lain yang terdapat pada asap cair adalah methanol dan phenol. Metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan phenol berfungsi untuk melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit tanaman.

Pembungaan merupakan tahap awal tanaman kopi untuk membentuk buah kopi. Bunga tanaman kopi dapat diinduksi dengan pemberian larutan yang mengandung zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa untuk merangsang atau mengatur pertumbuhan tanaman. Salah satu jenis ZPT yang digunakan adalah *Thidiazuron* (TDZ) dan *Benziladenin* (BA). TDZ dan BA merupakan ZPT yang termasuk ke dalam jenis sitokinin (Puspita *et al.*, 2024). Sitokinin dapat digunakan untuk menghasilkan bunga yang lebih banyak. Tangkai bunga anggrek akan muncul lebih banyak yaitu empat atau lebih tangkai bunga setelah pengaplikasian sitokinin (Iryani, 2019). Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh *flower inducer* dan asap cair (*liquid smoke*) terhadap pembungaan tanaman kopi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Apakah terdapat pengaruh konsentrasi asap cair terhadap pembungaan kopi?
- (2) Apakah terdapat pengaruh konsentrasi *flower inducer* terhadap pembungaan kopi?
- (3) Apakah terdapat interaksi antara konsentrasi asap cair dan *flower inducer* terhadap pembungaan kopi?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Mengetahui pengaruh konsentrasi asap cair terhadap pembungaan kopi;
- (2) Mengetahui pengaruh konsentrasi *flower inducer* terhadap pembungaan kopi;
- (3) Mengetahui interaksi antara konsentrasi asap cair dan *flower inducer* terhadap pembungaan kopi.

1.4 Kerangka Pemikiran

Hampir semua negara penghasil kopi yang mengalami fluktuasi hasil panen disebabkan adanya gangguan iklim. Pemanasan global akan menyebabkan perubahan aktual bagaimana kopi akan diproduksi. Suhu yang meningkat akan menyebabkan beberapa area kurang cocok atau sama sekali tidak cocok sebagai tempat budidaya kopi, serangan hama dan penyakit akan meningkat dan kualitas kopi menurun. Petani akan lebih bergantung pada irigasi yang memberi tekanan pada sumber daya air. Suhu yang tinggi menyebabkan kopi matang lebih cepat dan memengaruhi kualitas kopi itu sendiri. Peningkatan suhu dan curah hujan yang rendah atau distribusi yang tidak menentu memengaruhi pembungaan dan pembentukan buah (Gokavi and Kishor, 2020).

Kopi dapat diproduksi secara optimal dengan melakukan pemeliharaan yang tepat dengan lebih memperhatikan fase perkembangan tanaman kopi. Pada fase tersebut perkembangannya dipengaruhi oleh iklim. Pada fase pembentukan bunga dibutuhkan periode kering, kemudian diikuti dengan periode basah pada awal pembungaan. Pembungaan merupakan fase yang penting dalam perkembangan tanaman. Faktor yang mempengaruhi pembungaan yaitu fisiologi tanaman, genetik, biokimia, dan lingkungan. Perubahan iklim berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi, terutama pada tanaman kopi yang dibudidayakan di lahan kering. Tanaman yang ditanam di lahan kering rentan terhadap perubahan lingkungan abiotik, seperti iklim (Sarvina *et al.*, 2020).

Pembungaan dan pembuahan kopi dipengaruhi oleh genetik dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan kopi adalah curah hujan dan suhu udara (Da Matta *et al.*, 2007). Pembentukan primordia bunga tanaman kopi memerlukan curah hujan yang cukup selama tiga bulan berturut-turut (Kandari *et al.*, 2013). Bulan kering yang panjang atau bulan basah yang panjang dapat menurunkan proses pembentukan bunga kopi hingga 95%, sehingga mempengaruhi buah yang dihasilkan kopi (Syakir dan Surmaini, 2017). Bunga tanaman kopi akan mekar pada awal musim kemarau dan berkembang menjadi buah yang siap dipetik pada akhir musim kemarau. Pada umumnya, tanaman kopi memerlukan musim kemarau dua sampai tiga bulan untuk merangsang pembungaan (Wahyudi *et al.*, 2016).

Perkembangan tanaman kopi dari bunga mekar hingga menghasilkan buah masak, terjadi selama 10-11 bulan. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, bunga tanaman kopi yang dapat berkembang menjadi buah masak pada umumnya hanya berkisar 10-40% (Rahardjo, 2012). Hal tersebut dipengaruhi oleh bunga yang rontok, buah muda busuk dan kering, serta batang primer terkena hama penggerek batang. Bunga yang gagal menjadi buah dapat dipengaruhi oleh curah hujan yang selalu berubah-ubah (Sakiroh *et al.*, 2021). Suhu udara yang terlalu tinggi (di atas 28°C) selama fase pembungaan dapat menyebabkan pengguguran bunga, perkembangan dan pematangan buah terganggu, dan penurunan laju fotosintesis (Syakir dan Surmaini, 2017). Curah hujan yang tinggi kurang mendorong pembungaan dan menyebabkan kerontokan pada bunga, putik, dan buah (Evizal *et al.*, 2022).

Proses pembungaan terdiri dari beberapa tahap yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Setiap bunga memiliki potensi untuk berkembang menjadi buah dan benih. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pembungaan yang banyak belum tentu menghasilkan produksi yang tinggi, meskipun pembungaan merupakan tahap awal terjadinya pembuahan. Pada kenyataannya hanya sebagian bunga yang berkembang menjadi buah dan benih (Schmidt, 2000). Pembentukan buah pada tanaman kopi dipicu oleh beberapa hal yaitu, perioditas cahaya,

intensitas cahaya, dan temperatur udara. Tanaman kopi merupakan tanaman hari pendek, yang berarti tanaman kopi membentuk bunga pada siang hari yang panjangnya kurang dari 12 jam (Rahardjo, 2021).

Asap cair banyak mengandung senyawa etilen dan kirrikins. Asap cair berfungsi sebagai pestisida nabati dan merangsang pembungaan. Asap cair yang dicampur dengan pupuk lainnya dapat mendorong pembungaan pada tanaman kakao dan kopi (Evizal *et al.*, 2023). Senyawa etilen merangsang pembungaan pada tanaman nanas. Pengaplikasian etilen yang tepat dapat mempengaruhi keberhasilan pembungaan pada tanaman nanas (Matanari dan Suryanto, 2020).

Hasil penelitian Istiqomah dan Kusumawati (2019) menunjukkan bahwa pemberian asap cair dengan berbagai konsentrasi dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi. Konsentrasi asap cair 2% dapat meningkatkan tinggi padi, jumlah anakan, jumlah gabah per malai, dan berat 1000 bulir padi. Menurut Mustikawati *et al.* (2016), asap cair juga mengandung beberapa senyawa kimia yang bermanfaat sebagai pestisida alami. Senyawa yang terkandung di dalam asap cair yaitu fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon, dan aromatik yang beracun bagi serangga. Asap cair tidak berdampak buruk terhadap lingkungan maupun manusia. Berdasarkan penelitian, asap cair memiliki potensi yang sama dengan insektisida sintetik, sehingga asap cair ini dapat digunakan sebagai insektisida alami.

Zat pengatur tumbuh yang diberikan pada fase pembungaan kopi berpotensi untuk meningkatkan produksi kopi. Zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam bentuk *flower inducer* yang terdiri dari *Thidiazuron* (TDZ) dan *Benziladenin* (BA). TDZ dan BA masuk kedalam kelompok sitokinin. Menurut Kartika *et al.* (2012), sitokinin dapat merangsang pembelahan sel, sehingga pemberian sitokinin akan merangsang pembungaan menjadi lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. Pada penelitian yang dilakukan Martha *et al.* (2011), pemberian BA 20 ppm berpengaruh untuk menginduksi pembungaan dengan presentase 100% dan dapat mempercepat waktu inisiasi pembungaan pada tanaman anggrek bulan. Hasil

penelitian Iryani (2019) menunjukkan bahwa 10 ppm TDZ dengan 1000 ppm BA yang dioleskan dalam bentuk pasta lanolin pada mata tunas *Phalaenopsis* hibrida menghasilkan 100% infloresens bunga. Semakin tinggi konsentrasi TDZ yang dicampur dengan 1000 ppm BA, maka semakin tinggi juga struktur infloresens bunga yang terbentuk.

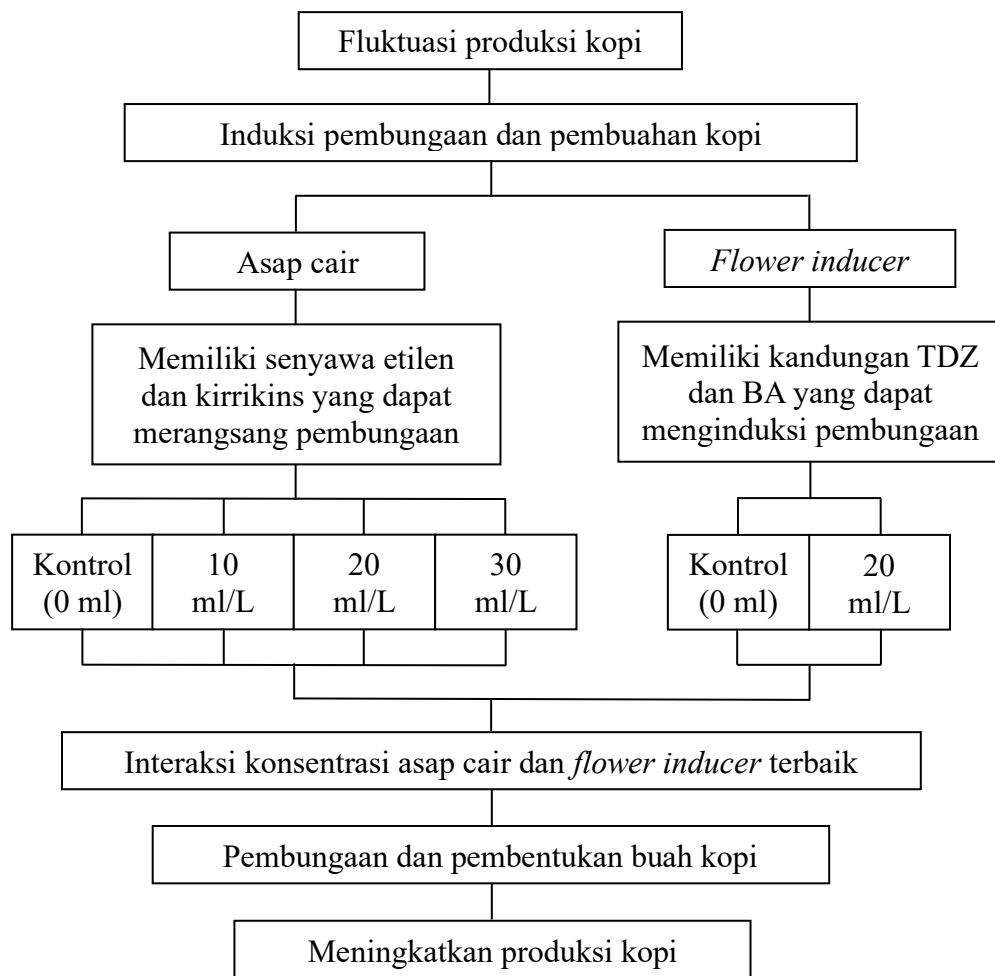
Konsentrasi ZPT yang diberikan kepada tanaman kopi, akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Jika larutan yang mengandung hara diberikan dalam jumlah yang terbatas, maka tanaman kopi tidak akan menghasilkan bunga (Yanto *et al.*, 2023). Beberapa penelitian menyatakan bahwa perbedaan konsentrasi berpengaruh terhadap jumlah bunga, jumlah buah, dan jumlah daun kopi Arabika (Damayanti *et al.*, 2022). Pada penelitian yang dilakukan oleh Pustika *et al.* (2024), pemberian larutan penginduksi bunga dengan konsentrasi 20 ml/liter merupakan konsentrasi terbaik untuk menginduksi kuncup dan bunga kopi.

Aplikasi perlakuan asap cair dan *flower inducer* dengan kandungan *Thidiazuron* (TDZ) dan *Benziladenin* (BA) dapat merangsang pembungaan tanaman, sehingga dapat meningkatkan produksi kopi Robusta. Penelitian ini menggunakan asap cair sebanyak 0 ml/L, 10 ml/L, 20 ml/L, dan 30 ml/L yang dikombinasikan dengan *flower inducer* sebanyak 0 ml/L dan 20 ml/L. Hasil penelitian ini diharapkan memperoleh konsentrasi yang terbaik untuk meningkatkan produksi kopi Robusta. Skema pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 1.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Terdapat pengaruh konsentrasi asap cair terhadap pembungaan kopi;
- (2) Terdapat pengaruh konsentrasi *flower inducer* terhadap pembungaan kopi;
- (3) Terdapat interaksi antara konsentrasi asap cair dan *flower inducer* terhadap pembungaan kopi.



Gambar 1. Skema pemikiran penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi (*Coffea canephora*)

Tanaman kopi merupakan tanaman perkebunan yang cukup populer di seluruh dunia. Kata Robusta diambil dari kata “robust” yang berarti kuat atau kokoh (Anam *et al.*, 2023). Tanaman kopi berasal dari Benua Afrika di dataran tinggi Ethiopia pada abad ke-9. Jenis tanaman kopi yang pertama kali dibudidayakan adalah Arabika. Tanaman ini dibawa dan dikembangkan oleh bangsa Arab di Yaman. Kemudian orang-orang Eropa membawa tanaman ini ke Jawa dan menyebar ke negara-negara lainnya. Pada 1898 ditemukan kopi Robusta oleh Emil Laurent di Kongo. Kopi Robusta diperkirakan berada di daerah Sudan, Liberia, dan Uganda. Pada awalnya kopi Robusta memiliki nama ilmiah sesuai dengan nama penemunya yaitu *Coffea laurentii*. Seiring berjalannya waktu, nama tersebut diganti menjadi *Coffea canephora* var. *robusta* sesuai dengan penamaan ilmiah terkini (Bilah, 2018). Menurut Anam *et al.* (2023), klasifikasi tanaman kopi adalah sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Sub Kingdom: Viridiplantae, Super Divisi: Embryophyte, Divisi: Tracheophyta, Sub Divisi: Spermatophytina, Kelas: Magnoliopsida, Sub Kelas: Asteridae, Ordo: Gentianales, Famili: Rubiaceae, Genus: *Coffea* L., Spesies: *Coffea canephora*.

Tanaman kopi Robusta memiliki perakaran yang dangkal, sehingga membutuhkan tanah yang subur. Daun kopi Robusta memiliki panjang sekitar 20-35 cm dan lebar 8-15 cm (Bilah, 2018). Perakaran tanaman kopi Robusta yang dangkal, menyebabkan tanaman ini rentan terhadap kekeringan. Tanaman kopi Robusta membutuhkan tanah yang banyak mengandung bahan organik untuk menopang pertumbuhannya. Kopi Robusta memiliki keunggulan tahan terhadap penyakit

karat daun. Batang tanaman kopi Robusta lebih kuat jika dibandingkan dengan kopi Arabika, lebih padat jika dibandingkan dengan kopi Liberika, dan kuat (Anam *et al.*, 2023).

Kopi Robusta memiliki ciri yang khas yaitu tajuk lebar, ukuran daun yang lebih besar dibandingkan dengan daun kopi Arabika, daun tumbuh berhadapan dengan batang, cabang, dan ranting- rantingnya, serta bentuk pangkal yang tumpul (Najiyatih dan Danarti, 2012). Tanaman kopi Robusta dapat berbunga dengan lebat dan tumbuh berkelompok pada nodus. Bunga kopi Robusta berwarna putih dan memiliki bau yang harum. Buah kopi Robusta memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan kopi Arabika, tetapi jumlah buah kopi Robusta dapat mencapai 70 hingga 80 buah per simpul. Kulit buah kopi berwarna hijau dan akan berubah menjadi merah saat matang (Anam *et al.*, 2023). Bunga tanaman kopi akan terbentuk pada akhir musim hujan, kemudian akan menjadi buah hingga siap panen pada awal musim kemarau (Panggabean, 2011).

Tanaman kopi merupakan tanaman jenis *Planta multiflora* karena menghasilkan bunga yang banyak. Bunga kopi terletak pada setiap ketiak daun yang bergerombol, sehingga disebut dengan bunga majemuk. Setiap ketiak daun akan terdapat 4-5 tandan. Masing-masing tandan terdiri dari 3-5 bunga. Setiap ketiak daun akan membentuk antara 12-25 bunga atau 24-50 bunga setiap satu bonggolnya. Tanaman kopi merupakan tanaman berumah satu (*monocues*) yang berarti bunga jantan dan bunga betina berada dalam satu batang tumbuh. Terdapat beberapa perbedaan antara bunga kopi Robusta dan kopi Arabika. Bunga kopi Robusta memiliki 3-8 helai mahkota bunga, sedangkan kopi Arabika memiliki 5 helai. Tangkai putik kopi Robusta lebih panjang daripada benang sarinya, sedangkan pada kopi Arabika, benang sarinya lebih panjang daripada putik. (Billah, 2018).

Kopi Robusta memerlukan waktu 9-11 bulan dari berbunga hingga buah siap panen. Diameter buah kopi sekitar 8-16 mm. Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri tiga bagian, yaitu eksokarp (lapisan kulit luar),

mesokarp (daging buah), dan endokarp (kulit tanduk). Umumnya buah kopi memiliki 2 biji kopi, tetapi terkadang satu buah kopi hanya memiliki 1 biji kopi atau tidak berbiji (hampa). Biji kopi terdiri dari kulit biji dan lembaga. Lembaga (endosperm) adalah bagian yang akan diolah sebagai bahan untuk membuat minuman kopi (Bilah, 2018). Ciri yang khas dari biji kopi Robusta yaitu memiliki rendemen yang lebih tinggi daripada kopi Arabika. Biji kopi Robusta berbentuk bulat, memiliki lengkungan yang lebih tebal, dan garis tengah dari atas ke bawah yang hampir rata (Panggabea, 2011).

Tanaman kopi Robusta dapat beradaptasi dengan baik dibandingkan dengan kopi Arabika. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 250-1.500 mdpl dan pada suhu 18-36°C dengan curah hujan 2.200-3.000 mm per tahun. Kopi Robusta dapat tumbuh mencapai 12 m jika tidak dilakukan pemangkasan (Bilah, 2018). Tanah yang baik untuk ditanami tanaman kopi adalah tanah yang memiliki pH antara 4-6. Lahan yang akan ditanami oleh kopi sebaiknya ditanami tanaman penutup terlebih dahulu. Tanaman penutup yang baik harus memiliki pertumbuhan yang cepat dan dapat berfungsi sebagai pupuk alami (Winarno dan Darsono, 2019). Secara fisiologis tanaman kopi merupakan tanaman yang tidak terlalu membutuhkan cahaya matahari langsung. Beberapa syarat tanaman penutup yaitu memiliki perakaran yang dalam, memiliki percabangan yang mudah diatur, ukuran daun kecil dan memberikan cahaya yang menyebar, tidak menjadi inang hama penyakit kopi, termasuk *leguminosa*, dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Anam *et al.*, 2023).

Kopi Robusta memiliki kadar kafein yang lebih tinggi (1,6-2,5%) daripada kopi Arabika (0,8-1,5%) (Rahayu, 2007). Kopi Robusta memiliki rasa yang cenderung lebih pahit, tidak terlalu harum, dan harga yang lebih murah. Ciri-ciri kopi Robusta yaitu memiliki rasa seperti coklat, bau yang khas dan manis, warna yang bervariasi sesuai dengan cara pengolahannya, dan memiliki tekstur yang lebih kasar (Billah, 2018).

2.2 Pembungaan dan Pembuahan Kopi Robusta

Tanaman kopi Robusta sudah dapat berbuah pada umur 2,5-3 tahun. Tanaman kopi yang pertama berbuah, hasil panen yang dihasilkan tidak banyak. Puncak produktivitas tanaman kopi adalah pada umur 7-9 tahun (Winarno dan Darsono, 2019). Periode perkembangan bunga mencakup beberapa tahap, yaitu inisiasi bunga, pembentukan kuncup kecil, pembentukan kuncup besar, pembukaan bunga (antesis), dan dilanjutkan dengan tahap awal perkembangan buah. Sementara itu, fase pembentukan buah diawali dengan gugurnya mahkota bunga hingga buah masak (Jamsari *et al.*, 2007). Bunga tanaman kopi terbentuk dari mata tunas yang berada di ketiak daun pada cabang plagiotrop atau cabang yang datar. Masing-masing ketiak daun memiliki sekitar lima mata tunas. Setiap mata tunas dapat membentuk organ vegetatif (cabang dan daun), organ generatif (bunga, buah, biji), atau tetap dalam keadaan dorman. (Rahardjo, 2021).

Pertumbuhan mata tunas menjadi primordia bunga memerlukan proses diferensiasi yang dipicu oleh faktor lingkungan, yaitu cahaya dan temperatur. Pembentukan primordia bunga kopi dipengaruhi oleh lama penyinaran (periodisitas cahaya). Lama penyinaran kopi Arabika adalah 13 sampai 14 jam, jika lebih lama dari waktu tersebut akan menghambat pembentukan bunga. Pembentukan primordia bunga kopi Arabika memerlukan waktu 2,5 bulan pada panjang hari 8 jam, sedangkan pada panjang hari 12 jam memerlukan waktu tiga bulan. Tanaman kopi Robusta memerlukan waktu yang lebih singkat daripada kopi Arabika. Kopi Robusta membentuk primordia bunga menjelang awal musim kemarau. Intensitas cahaya yang terlalu rendah dapat menghambat pembentukan primordia bunga. Jika intensitas cahaya terlalu tinggi (tidak ada naungan) tanaman akan mengalami gejala kelebatan buah (*overbearing*, *overdracht*) yang akan merugikan pertumbuhan tanaman (Rahardjo, 2021).

Pembentukan primordia bunga kopi dirangsang oleh perbedaan amplitudo antara temperatur maksimum (siang) dan temperatur minimum (malam) yang besar. Pada umumnya primordia bunga kopi terbentuk setelah perbedaan temperatur siang dan

malam mencapai sekitar 7°C yang terjadi pada masa peralihan antara musim hujan dan musim kemarau (April-Juli). Apabila amplitudo temperatur terlalu kecil (cuaca selalu mendung, naungan terlalu gelap) pembentukan primordia bunga akan berkurang, sehingga pembuahan dan produksi akan berkurang. Respon berbagai jenis klon atau varietas tanaman terhadap temperatur tidak selalu sama (Rahardjo, 2021).

Bunga tanaman kopi terdiri atas kepala sari, benang sari, tangkai sari, dan bakal buah. Bakal buah terletak pada bagian bawah dan berisi dua buah bakal biji (*ovule*). Primordia bunga tanaman kopi mulai membentuk pada akhir musim hujan dan akhiri pada pertengahan musim kemarau. Setelah terbentuk kuncup-kuncup bunga sepanjang 8-12 mm, dalam pembentukan primordia bunga sekitar dua sampai tiga bulan, perkembangannya berhenti (*dorman*) atau biasa disebut dengan stadium lilin. Stadium lilin akan diakhiri oleh curah hujan minimal 3-4 mm. Bunga akan tumbuh ketika terdapat rangsangan air hujan dan akan membuka atau mekar. Jika selama stadium lilin mengalami kekeringan, kuncup-kuncup bunga akan berwarna ros (kekuningan) atau kering sebelum mekar. Bunga yang berwarna ros akan mekar jika terkena hujan, tetapi tidak terjadi pembuahan (Rahardjo, 2021).

Masa dormansi kuncup bunga memerlukan masa kering (*water stress*) agar dapat berinisiasi. Pemebaran bunga kopi dipicu oleh hujan untuk membangunkan kembali kuncup-kuncup bunga yang *dorman*. Bunga akan mekar dalam waktu 7 hari. Bunga kopi mekar pada saat menjelang matahari terbit, yaitu antara 04.00 sampai 06.00. Ketika keadaan kekeringan, pemebaran dapat dirangsang dengan irigasi untuk mencegah kematian dan kekeringan bunga. Hal tersebut biasa disebut dengan *flowering shower*. Apabila tanaman mengalami kekeringan setelah bunga mekar, pertumbuhan pentil-pentil buah akan terhambat (Rahardjo, 2021).

Persarian atau penyerbukan bunga kopi adalah proses sampainya serbuk sari (*pollen*) dari kepala sari (*anthera*) ke kepala putik (*stigma*). Kopi Robusta melakukan penyerbukan silang atau *cross pollinator*. Pada umumnya proses

penyerbukan pada tanaman kopi dibantu oleh angin. Oleh karena itu, cuaca pada saat proses penyerbukan sangat berpengaruh, terutama pada kopi Robusta. Poses persarian biasanya dimulai saat mendapatkan cukup angin (menjelang 08.00). Hujan pada pagi hari dapat menjadi penghalang penyebarannya serbuk sari, karena tingginya kelembaban udara membuat serbuk sari menggumpal dan kemampuan penyebarannya menjadi berkurang (Rahardjo, 2021).

2.3 Asap Cair

Asap cair merupakan hasil kondensasi uap hasil pembakaran (pirolisis) bahan-bahan yang mengandung banyak karbon dan senyawa-senyawa lain seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pembakaran bahan untuk asap cair dapat dilakukan baik secara langsung atau tidak langsung (Tima *et al.*, 2016). Asap cair memiliki beberapa pengaruh positif baik dari segi tanah, hama dan penyakit tanaman, serta pertumbuhan tanaman. Asap cair dapat meningkatkan kualitas tanah dan menetralkan keasaman tanah, mencegah serangan hama dan patogen penyakit, merangsang pertumbuhan tanaman pada akar, batang, umbi, daun, bunga, dan buah (Basri, 2010).

Asap cair merupakan cairan yang dihasilkan dari proses dekomposisi biomassa. Itu dapat diperoleh dengan mengekstraksinya dari biomassa menggunakan proses pirolisis, yang juga dikenal sebagai cairan pirolisis. Dalam proses pirolisis cepat, dekomposisi termal biomassa terjadi tanpa melibatkan oksigen di dalam proses. Proses ini terjadi pada rentang temperatur menengah dan dengan laju aliran yang tinggi pada partikel biomassa, dan uap meninggalkan zona reaksi segera setelah diproduksi. Dalam proses pirolisis cepat, biomassa didekomposisi untuk menghasilkan uap pirolisis, aerosol, karbon, dan gas yang tidak dapat dikondensasi dengan cepat. Melalui proses kondensasi, dengan menggunakan sistem pengumpulan cairan (LCS), dihasilkan cairan berwarna coklat gelap; nilai kalor cairan ini hampir setengah dari minyak konvensional (Abdullah *et al.*, 2017). Asap cair mengandung beberapa komponen, yaitu senyawa fenol, senyawa

karbonil, senyawa asam, dan senyawa hidrokarbon polisklis aromatis (Tima *et al.*, 2016).

Asap cair dapat disebut dalam istilah asing dengan *wood vinegar* atau *liquid smoke*. Bahan baku asap cair dapat berasal dari bahan tanaman atau limbah tanaman yang mengandung unsur karbon (Basri, 2010). Sekam padi merupakan sisa penggilingan gabah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Hal tersebut menyebabkan jumlah sekam padi yang melimpah, sehingga mengganggu kebersihan lingkungan. Sekam padi termasuk dalam limbah organik yang sulit dikomposkan, karena teksturnya keras dan tidak mudah terurai. Pemanfaatan limbah sekam yang efektif adalah dengan pengarangan (pirolisis) yang menghasilkan arang dan asap cair (Gusmailina dan Pari, 2002). Kandungan asap cair tergantung pada bahan yang digunakan (Dulur *et al.*, 2021). Hasil penelitian yang dilakukan Ariyani *et al.* (2015) menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan sekam padi memiliki senyawa lengkap, yaitu fenol, karbonil, dan asam. Senyawa tersebut bermanfaat untuk memicu pertumbuhan tanaman.

Asap cair sekam padi dimanfaatkan sebagai insektisida pada tanaman kedelai. Mustikawati *et al.* (2016) melakukan perbandingan keefektifan asap cair yang dihasilkan dari sekam padi, tempurung kelapa, dan kayu terhadap hama kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tiga jenis asap cair dapat menurunkan serangan hama secara signifikan dan efektif dalam mengendalikan hama kedelai. Perlakuan asap cair memiliki presentase serangan hama lebih rendah dibandingkan dengan tanpa perlakuan asap cair. Efektifitas tiga jenis asap cair tersebut sebanding dengan pestisida komersial yang digunakan dalam penelitian. Asap cair sekam padi yang dihasilkan pada suhu 160°C sebagian besar terdiri dari asam asetat. Menurut Yatagai *et al.* (2002), asam asetat berperan dalam pertumbuhan tanaman. Maka dari itu asap cair sekam padi dapat digunakan sebagai insektisida dan pengatur pertumbuhan tanaman.

2.4 Zat Pengatur Tumbuh

Hormon tumbuhan atau fitohormon merupakan senyawa organik yang terbentuk baik secara alami maupun buatan dalam kadar yang kecil dapat mendorong atau menghambat pertumbuhan tanaman. Kemudian hormon tumbuhan ini dikenal sebagai zat pengatur tumbuh (*plant growth regulator*). Zat pengatur tumbuh atau yang biasa disebut ZPT memiliki lima kelompok yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu auksin, sitokinin, giberelin, etilena, dan asam absisat. Pada konsentrasi yang tepat, auksin, sitokinin, dan giberelin dapat memicu pertumbuhan tanaman. Etilena merupakan zat pengatur tumbuh untuk memicu atau menghambat pertumbuhan tanaman dan asam absisat berfungsi untuk menghambat pertumbuhan tanaman (Amarullah *et al.*, 2023).

Flower inducer yang mengandung campuran *Thidiazuron* dan *Benziladenin* merupakan larutan yang berfungsi untuk menginduksi pembungaan yang mengandung zat pengatur tumbuh (Puspita *et al.*, 2024). Proses inisiasi pembungaan dapat dipicu dengan beberapa hormon, yaitu giberelin, auksin, sitokinin, zat penghambat B-nine (Alar), dan paclobutrasol. Zat pengatur tumbuh BA termasuk dalam golongan sitokinin yang berfungsi untuk menstimulir pembelahan sel, sehingga hasil fotosintat dapat lebih optimum dan dapat menghasilkan lebih banyak daun dengan luas daun yang lebih besar. Peran sitokinin dapat menyebabkan perbandingan C/N meningkat, sehingga mengakibatkan peralihan dari masa vegetatif ke generatif dengan terbentuknya kuncup bunga (Martha *et al.*, 2011).

Salah satu ZPT yang termasuk dalam jenis sitokinin adalah TDZ. TDZ atau *Thidiazuron* merupakan salah satu jenis zat pengatur tumbuh yang apabila digunakan dalam konsentrasi rendah dapat mendorong pertumbuhan tunas, tetapi jika digunakan dalam konsentrasi tinggi akan menyebabkan tunas menjadi kerdil (Gou *et al.*, 2011). Respon tanaman terhadap zat pengatur tumbuh bergantung pada bagian tanaman, fase perkembangan tanaman, konsentrasi ZPT, interaksi antarZPT, dan faktor lingkungan (Sandhy, 2018).

Sitokinin memiliki peran yang penting dalam proses pembelahan dan pembesaran sel, sehingga memacu kecepatan pertumbuhan tanaman. Pada fase generatif, sitokinin berfungsi untuk meningkatkan kapasitas jaringan penyimpanan hasil fotosintesa seperti umbi, buah, dan lain-lain dengan memperbanyak sel jaringan penyimpanan. Hal tersebut menyebabkan jaringan penyimpanan dapat menerima hasil-hasil fotosintesa yang lebih banyak, sehingga ukuran jaringan penyimpanan (buah) menjadi lebih besar pada tanaman kentang, semangka, dan sebagainya, serta bernas pada tanaman jagung, padi, dan sebagainya (Ledina, 2011).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Agustus 2024 sampai Januari 2025.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan di plot percobaan kopi Desa Sidomulyo, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus yang berada pada garis lintang $-5,2654980$ dan garis bujur $104,6730850$ dengan ketinggian 557 mdpl.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol ukuran 1,5 liter, gelas ukur 25 ml dan 50 ml, meteran, karet sintesis, kawat, *knapsack sprayer* elektrik, jangka sorong, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan adalah tanaman kopi Robusta, asap cair, *flower inducer*, dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah asap cair (A) yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa asap cair (A0), 10 ml/L (A1), 20 ml/L (A2), dan 30 ml/L (A3). Faktor kedua adalah *flower inducer* (F) yang terdiri dari 2 taraf yaitu tanpa *flower inducer* (F0) dan 20 ml /L (F1). Tanaman dikelompokkan berdasarkan kemiringan lahan. Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 8 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

- (1) A0F0 = asap cair 0 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
- (2) A0F1 = asap cair 0 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L;
- (3) A1F0 = asap cair 10 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
- (4) A1F1 = asap cair 10 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L;
- (5) A2F0 = asap cair 20 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
- (6) A2F1 = asap cair 20 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L;
- (7) A3F0 = asap cair 30 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
- (8) A3F1 = asap cair 30 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L.

Percobaan ini terdiri dari 3 kelompok dengan total 24 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri dari 1 tanaman sehingga jumlah total tanaman adalah 24 tanaman. Tata letak satuan percobaan disajikan pada Gambar 2.

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
A0F0	A1F0	A1F0
A0F1	A2F0	A2F0
A1F1	A1F1	A1F1
A1F0	A3F0	A0F0
A2F0	A0F1	A3F0
A3F0	A2F1	A0F1
A3F1	A3F1	A2F1
A2F1	A0F0	A3F1

Gambar 2. Tata letak satuan percobaan.

Keterangan:

A0F0 : Asap cair 0 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
A0F1 : Asap cair 0 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L;
A1F0 : Asap cair 10 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
A1F1 : Asap cair 10 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L;
A2F0 : Asap cair 20 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
A2F1 : Asap cair 20 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L;
A3F0 : Asap cair 30 ml/L + *flower inducer* 0 ml/L;
A3F1 : Asap cair 30 ml/L + *flower inducer* 20 ml/L.

3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan Uji Barlett untuk mengetahui homogenitas ragam antarperlakuan, aditivitas data diuji menggunakan Uji Tukey, kemudian data dianalisis dengan analisis ragam dan *standar error of mean*. Perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan Uji Duncan pada taraf 5%.

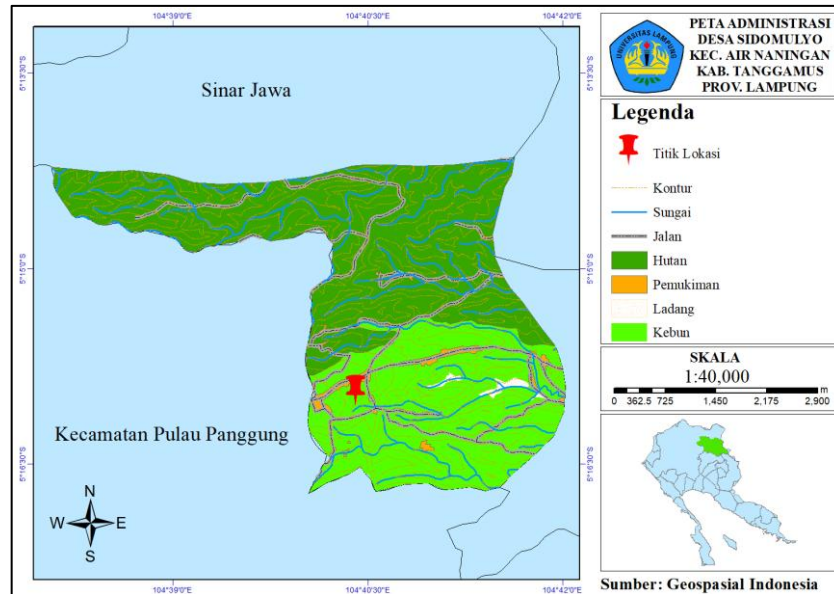
3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, diantaranya yaitu persiapan kebun, pembuatan kombinasi larutan asap cair dan *flower inducer*, penentuan tanaman sampel, aplikasi kombinasi larutan asap cair dan *flower inducer*, serta mengamati variabel pengamatan.

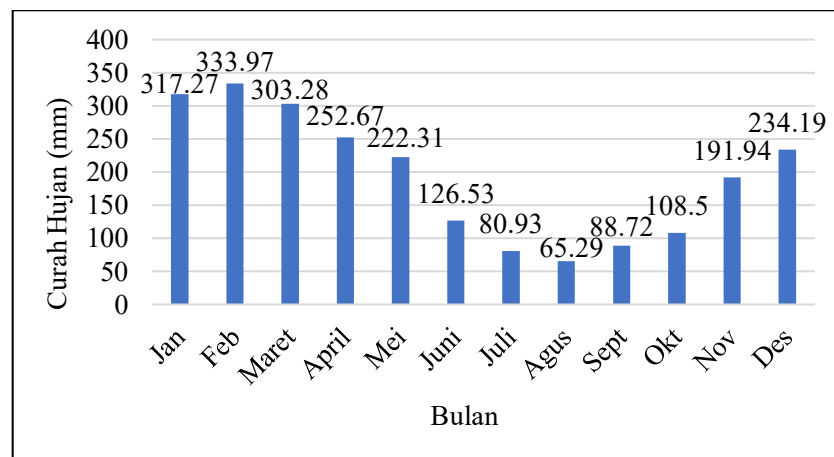
3.5.1 Persiapan Kebun

Plot percobaan yang digunakan merupakan lahan bukaan (*land clearing*) kebun kakao tua dengan dua kali olah tanah menggunakan traktor. Peta lokasi kebun penelitian disajikan pada Gambar 3. Kopi yang ada di kebun memiliki jarak tanam 1,25 x 2,75 meter. Lubang tanam kopi berukuran 20 x 20 x 20 cm dan diisi dengan biochar sebanyak 2 kg per lubang. Tanaman kopi berumur 2 tahun dan dipupuk dengan dosis 250 g NPK (15-15-15) dan 100 g Urea per tanaman dengan cara ditabur. Pemupukan dilakukan sebanyak dua kali dalam setahun.

Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis menggunakan kored atau mesin babat. Pengendalian OPT dilakukan sebanyak dua kali dalam setahun. Tanaman pelindung produktif ditanam pada awal musim hujan 2024. Tanaman pelindung yang digunakan adalah tanaman pisang (Evizal dan Prasmatiwi, 2024). Curah hujan di Desa Sidomulyo, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus menunjukkan adanya fluktuasi pada periode 2015-2024 yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Peta lokasi kebun penelitian.



Gambar 4. Data rata-rata curah hujan bulanan periode 2015-2024.
Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS-MS)

3.5.2 Pembuatan Kombinasi Larutan Asap Cair dan *Flower Inducer*

Pembuatan kombinasi larutan dilaksanakan di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan kombinasi larutan ini adalah botol 1,5 liter, aquades, gelas ukur 50 ml, gelas ukur 25 ml, *flower inducer*, dan asap cair. Larutan *flower inducer* yang digunakan merupakan hasil produksi

Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang terdiri dari BA 250 ppm dan TDZ 15 ppm. Asap cair yang digunakan merupakan hasil kondensasi uap hasil pembakaran (pirolisis) sekam padi. Setiap botol diisi dengan satu liter aquades, kemudian ditambahkan larutan *flower inducer* dan asap cair sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang sudah ditentukan. Setelah dimasukkan ke dalam botol, botol diberi label yang terdiri dari nama dan perlakuan.

3.5.3 Penentuan Tanaman Sampel

Tanaman kopi yang digunakan sebagai sampel adalah tanaman yang masih berpotensi untuk berbunga dan dipilih secara acak yang pertumbuhannya seragam. Setelah itu, tanaman diberi label yang terdiri dari nama, ulangan, dan perlakuan yang ditulis pada karet sintesis.

3.5.4 Aplikasi Kombinasi Larutan Asap Cair dan *Flower Inducer*

Aplikasi dilakukan menggunakan *knapsack sprayer* elektrik. Larutan perlakuan yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam *sprayer*, kemudian di semprotkan secara merata pada seluruh tanaman kopi. Satu liter kombinasi larutan perlakuan digunakan untuk tiga tanaman kopi, sehingga volume semprot yang digunakan adalah 333 ml per tanaman. Aplikasi perlakuan dilakukan sebanyak empat kali dengan interval waktu dua minggu sekali pada siang hari pukul 10.00 WIB dengan kondisi cuaca terang. Menurut pendapat Puspita *et al.* (2024), perlakuan *flower inducer* paling efektif diberikan dengan interval waktu dua minggu sekali.

3.6 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilaksanakan terdiri atas variabel utama dan variabel pendukung. Pengamatan dilakukan setiap 2 minggu sekali.

3.6.1 Variabel Utama

Variabel utama dari penelitian ini adalah jumlah cabang belum berbunga (B0), jumlah cabang berbunga (B1), jumlah cabang bunga inisiasi, jumlah dompol bunga inisiasi per cabang, jumlah bunga inisiasi per dompol, jumlah buah kecil per dompol, jumlah buah kecil menguning per dompol, jumlah dompol buah kecil per cabang, jumlah dompol buah kecil per pohon, dan jumlah buah muda per dompol.

- (1) Jumlah cabang belum berbunga (B0) dilakukan dengan menghitung jumlah cabang yang belum berbunga dalam satu pohon;
- (2) Jumlah cabang berbunga (B1) dilakukan dengan menghitung jumlah cabang yang sudah berbunga dalam satu pohon;
- (3) Jumlah cabang bunga inisiasi dilakukan dengan menghitung total cabang tanaman kopi yang menunjukkan adanya kuncup bunga yang baru muncul yang terletak pada ketiak daun;
- (4) Jumlah dompol bunga inisiasi per cabang dilakukan dengan menghitung total dompolan kuncup bunga yang baru muncul yang ada pada salah satu cabang tanaman kopi;
- (5) Jumlah bunga inisiasi per dompol dilakukan dengan menghitung jumlah kuncup bunga yang baru muncul yang tumbuh pada salah satu dompolan tanaman kopi;
- (6) Jumlah buah kecil per dompol dilakukan dengan memilih salah satu dompolan yang berada di pertengahan cabang tanaman kopi dan dihitung total buah kecil pada salah satu dompolan tersebut;
- (7) Jumlah buah kecil menguning per dompol dilakukan dengan menghitung total buah kecil yang menguning pada salah satu dompolan tanaman kopi;
- (8) Jumlah dompol buah kecil per cabang dilakukan dengan menghitung total dompol buah kecil yang ada pada salah satu cabang tanaman kopi;
- (9) Jumlah dompol buah kecil per pohon dilakukan dengan menghitung seluruh dompolan yang menunjukkan adanya buah kecil;
- (10) Jumlah buah muda per dompol dilakukan dengan menghitung total buah muda yang ada pada salah satu dompolan.

3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung dari penelitian ini adalah panjang cabang belum berbunga (B0), panjang cabang berbunga (B1), tinggi tanaman, dan diameter batang.

- (1) Panjang cabang belum berbunga (B0) dilakukan dengan memilih cabang paling panjang yang belum berbunga dan diukur dari pangkal hingga ujung cabang;
- (2) Panjang cabang berbunga (B1) dilakukan dengan memilih cabang yang sudah berbunga dan berada di pertengahan tanaman. Panjang cabang diukur dari pangkal hingga ujung cabang;
- (3) Tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur pangkal batang tanaman kopi yang berada di permukaan tanah hingga ujung tanaman kopi menggunakan meteran. Tinggi tanaman diukur untuk membuktikan bahwa pertumbuhan tanaman kopi seragam;
- (4) Diameter batang dilakukan dengan mengukur pertengahan batang bawah tanaman kopi menggunakan jangka sorong. Diameter tanaman diukur untuk membuktikan bahwa pertumbuhan tanaman kopi seragam;
- (5) Curah hujan, data curah hujan diambil dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS-MS) periode 2015-2024.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Perlakuan asap cair berpengaruh meningkatkan jumlah cabang belum berbunga (B0), jumlah cabang bunga inisiasi, jumlah dompol bunga inisiasi per cabang, dan jumlah buah muda per dompol. Konsentrasi asap cair terbaik adalah 10 ml/L untuk meningkatkan jumlah cabang belum berbunga (B0). Konsentrasi asap cair terbaik adalah 30 ml/L untuk meningkatkan jumlah cabang bunga inisiasi, jumlah dompol bunga inisiasi per cabang, dan jumlah buah muda per dompol;
- (2) Perlakuan *flower inducer* 20 ml/L merupakan konsentrasi terbaik untuk meningkatkan jumlah cabang berbunga (B1), jumlah cabang bunga inisiasi, dan jumlah dompol bunga inisiasi per cabang, tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah bunga inisiasi;
- (3) Interaksi antara asap cair dan *flower inducer* berpengaruh terhadap jumlah bunga inisiasi per dompol, tetapi penambahan konsentrasi asap cair menurunkan hasil jumlah bunga inisiasi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah bahwa pada penelitian selanjutnya aplikasi perlakuan dapat dilakukan pada pagi atau sore hari dan perlakuan diaplikasikan secara terpisah menggunakan konsentrasi asap cair yang tepat untuk pembungaan kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. A., Putra, N. and Hakim, I. I. 2017. A review of improvements to the liquid collection system used in the pyrolysis process for producing liquid smoke. *International Journal of Technology*. 8(7): 1197-1206.
- Amarullah, Murtilaksono, A., Adiwena, M. dan Arifin, F. R. 2023. *Teknologi Budidaya dan Produksi Tanaman*. Syiah Kuala University Press. Aceh. 127 hlm.
- Ariyani, D., Rasy, M. dan Harlianto, D. U. Y. A. 2015. *Studi Kajian Kandungan Senyawa pada Asap Cair dari Sekam Padi*. In Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Basri, A. B. 2010. Manfaat asap cair untuk tanaman. *Jurnal Serambi Pertanian*. 4(5): 20-22.
- Billah, H. M. 2018. *Kopi Mana Kopi*. Ratna Media Utama. Jakarta. 160 hlm.
- BPS. 2023. *Produksi Tanaman (ton) 2020-2022*.
<https://lampung.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjU4IzI=/produksi-tanaman.htm>. Diakses pada 4 Desember 2024 pukul 20.39.
- Da Matta, F. M. C. P., Ronchi., Maestri, and Barros, R. S. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant Physiol.* 19(4): 485-510.
- Damayanti, N. L. P. S. D., Udayana, I. G. B. P. and Situmeang, Y. 2022. Arabica coffee plant response to atonic concentration and production pruning. *Journal Warmadewa*. 6(1): 16-22.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 77 hlm.
- Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan. 2023. *Statistik Kopi Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 91 hlm.
- Dulur, N. W. D., Nasiruddin, M. H., Farida, N., Kusnarta, I. G. M. dan Wangiyana, W. 2021. Pengaruh limbah organik terhadap kadar N, P, dan C tanah serta komponen hasil kacang hijau tugal langsung pasca padi sistem irigasi aerobik. *Agroteksos*. 31(2): 131-145.

- Evizal, R. 2013. Etno-agronomi pengelolaan perkebunan kopi di Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat. *Agrotrop*. 3(2):1-12.
- Evizal, R. dan Prasmatiwi, F. E. 2024. Keragaman pertumbuhan tanaman kopi *new planting* dengan system intensifikasi berkelanjutan. *Jurnal Agrotropika*. 23(2): 353-363.
- Evizal, R., Prasmatiwi, F. E., Widagdo, S. dan Septiana, L. M. 2022. Peningkatan produktivitas kopi system sambung interspesifik robusta atau liberika. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 6(2): 291-297.
- Evizal, R., Sanjaya, P., Afandi, Pramono, S., Sugiatno, Septiana, L. M., Prasetyo, D. dan Prasmatiwi, F. E. 2023. Pemanfaatan asap cair untuk pengendalian hama dan penyakit kakao. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*. 2(2): 122-132.
- Gokavi, N. and Kishor, M. 2020. Impact of climate change on coffee production: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9(3):1850-1858.
- Gou, B., Abbasi, B. H., Zeb, A., Zu, L. L. and Wei, Y. H. 2011. Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator. *Journal of Biotechnology*. 10(45): 8984-9000.
- Gusmailina, D. dan Pari, G. 2002. Pengaruh pemberian arang terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 20(3): 217-229.
- Govindaraj, M., Masilamani, P., Albert, V. A. and Bhaskaran, M. 2016. Plant derived smoke stimulation for seed germination and enhancement of crop growth: a review. *Agricultural Reviews*. 37(2): 87-100.
- Iryani, M. 2019. Pengaruh Benziladenin (BA) dan Thidiazuron (TDZ) terhadap pembentukan bunga atau keiki pada mata tunas tangkai bunga *Phalaenopsis* hibrida. *Tesis*. Universitas Lampung. Lampung. 95 hlm.
- Istiqomah dan Kusumawati, D, E. 2019. Potensi asap cair dari sekam untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa* L.). *Sains Buana*. 19(2): 23-30.
- Jamsari, Yaswendri, dan Kasim, M. 2007. Fenologi perkembangan bunga dan buah spesies *Uncaria gambir*. *Biodiversitas*. 8(2):141-146.
- Kandari, A. M., Safuan, L. A. dan Amsil, L. M. 2013. Evaluasi kesesuaian lahan untuk pengembangan tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) berdasarkan analisis data iklim menggunakan aplikasi system informasi geografi. *Jurnal Agroteknos*. 3(1): 8-13.

- Kartika, Palupi, E. R. dan Surachman, M. 2012. Aplikasi zat tumbuh untuk menyerempakkan kemasakan buah jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Agrotropika*. 17(2): 74-80.
- Ledina, H. M. A. 2011. Pengujian beberapa jenis ZPT dalam induksi pembungaan anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.). *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang. 73 hlm.
- Martha, H. L. A., Nurlaelih, E. E. dan Wardiyati, T. 2011. Aplikasi zat pengatur tumbuh dalam induksi pembungaan anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.). *Buana Sains*. 11(2): 119-126.
- Matanari, D. C. dan Suryanto, A. 2020. Aplikasi beberapa konsentrasi ethrel dan urea pada pembungaan nanas (*Ananas comosus* L.) cv. Queen. *Jurnal Produksi Tanaman*. 8(11): 1020-1027.
- Muhakka, Napoleon, A. dan Isti'adah, H. 2013. Pengaruh pemberian asap cair terhadap pertumbuhan rumput raja (*Pennisetum purpureophoides*). *Pasutra*. 3(1): 30-34.
- Mustikawati, D. R., Mulyanti, N. and Arief, R. W. 2016. Study effectiveness of liquid smoke as a natural insecticide for main pest control of soybean crops. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. 30(1): 237-245.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2012. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 192 hlm.
- Panggabea, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 240 hlm.
- Puspita, A., Kartika, dan Zasari, M. 2024. Pengaruh konsentrasi dan interval waktu pemberian *flower inducer* terhadap pembungaan kopi robusta. *Jurnal Agrotropika*. 23(1): 19-29.
- Putra, R. E. 2019. Pengaruh berbagai pupuk organik dan NPK grower terhadap pertumbuhan serta produksi tanaman terung ungu (*Solanum melongena* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Riau. Pekanbaru. 70 hlm.
- Rahardjo, P. 2012. *Kopi*. Penebar Swadaya. Depok. 212 hlm.
- Rahardjo, P. 2017. *Berkebun Kopi*. Penebar Swadaya. Jakarta. 116 hlm.
- Rahardjo, P. 2021. *Panduan Berkebun Kopi*. Penebar Swadaya. Depok. 124 hlm.
- Rahayu, T. 2007. Optimalisasi fermentasi cairan kopi dengan inokulan kultur kombucha (*Kombucha Coffee*). *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 8(1): 15-29.

- Sakiroh, Rokhmah, D. N. dan Supriadi, H. 2021. Potensi keberhasilan pembentukan buah lima klon kopi robusta. *Vegetalika*. 10(3): 204-213.
- Sandhy, P. D. A. 2018. Pengaruh penyemprotan boron dan GA₃ pada pertumbuhan produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 77 hlm.
- Sarvina, Y., June, T., Surmaini, E., Nurmalina, R. dan Hadi, S. S. 2020. Strategi peningkatan produktivitas kopi serta adaptasi terhadap variabilitas dan perubahan iklim melalui kalender budidaya. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 14(2): 65-78.
- Schmidt, L. 2000. *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Denmark: Danida Forest Seed Centre. Humlebaek. 511 hlm.
- Sembiring, A. C., Tampubollon, J. dan Purnasari, N. 2023. Peningkatan pengetahuan petani kopi karo dalam pengolahan pasca panen buah kopi di Desa Buluhnaman Sumatera Utara. *Jurnal Mitra Prima*. 5(2): 1-4.
- Syakir, M. dan Surmaini, E. 2017. Perubahan iklim dalam konteks sistem produksi dan pengembangan kopi di Indonesia. *J. Litbang Pert.* 36(2): 77-90.
- Tima, S. L., Yopi, dan Ifa, L. 2016. Pemanfaatan asap cair kulit biji mete sebagai pestisida. *Journal of Chemical Proses Engineering*. 1(2): 16-22.
- Villers, L., Arizp, N., Orellana, R., Conde, C. and Hernandez, J. 2009. Impact of climatic change on coffee flowering and fruit development in Veracruz, Mexico. *Intersciencia*. 34(5): 322-329.
- Wahyudi, T., Pujiyanto, dan Misnawi. 2016. *Kopi Sejarah, Botani, Proses Produksi Pengolahan, Produksi Hilir, dan Sistem Kemitraan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 890 hlm.
- Winarno, S. T. dan Darsono. *Ekonomi Kopi Rakyat Robusta di Jawa Timur*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo. 381 hlm.
- Yanto, Irmawati, and Ansyori, B. P. 2023. The effect of juragan boron fertilizer solution concentration on the growth of robusta coffee seeds (*Coffea robusta* L.). *Jurnal Wacana Pertanian*. 19(1): 21-33.
- Yatagai, M., Nishimoto, M., Hori, K., Ohira, T. and Shibata, A. 2002. Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. *Journal Wood Science*. 48(4): 338-342.