

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teoritis

2.1.1 Morfologi Tanaman Kopi

Tanaman kopi adalah tanaman berkeping dua (*dikotil*) sehingga memiliki akar tunggang. Kopi, sebagai salah satu tanaman perkebunan, telah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Wardana *et al*, 2023).

Klasifikasi tanaman kopi Arabika adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub Kingdom	: <i>Travheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea arabica</i> L.

A. Akar

Tanaman kopi memiliki akar tunggang yang kuat dan tidak mudah tumbang. Sebagian besar sistem perakarannya berada di lapisan tanah atas, dengan lebih dari 90% berat akar terkonsentrasi pada kedalaman 0–30 cm (Lardi *et al*, 2023).

Menurut Wibowo, (2021) tanaman kopi dewasa memiliki sistem perakaran yang terbagi menjadi beberapa jenis. Akar pusat atau *center taproots* tumbuh tegak lurus dari pangkal dan dapat mencapai kedalaman sekitar 0,45–1 meter di dalam tanah. Akar aksial, yang sering disebut *axial roots*, mampu tumbuh lebih dalam hingga 3 meter dan bercabang ke berbagai arah. Akar lateral berkembang secara horizontal mendekati permukaan tanah, dengan jarak antara 1,2–1,8 meter dari batang utama. Akar serabut memiliki ukuran yang beragam dan tersebar di sekitar akar utama, aksial, maupun lateral. Sementara itu, rambut akar, yang tersebar dari permukaan hingga lapisan tanah yang lebih dalam, berfungsi untuk menyerap nutrisi dan mineral yang dibutuhkan oleh tanaman.



Gambar 1. Akar tanaman kopi
Sumber : Internet

B. Batang

Batang tanaman kopi adalah bagian berkayu yang tumbuh tegak ke atas dengan warna putih keabu-abuan. Batang ini memiliki dua jenis tunas, yaitu tunas seri (tunas reproduksi) yang tumbuh sejajar dengan arah asalnya, dan tunas legitim yang hanya muncul sekali dan tumbuh membentuk sudut jelas terhadap tempat asalnya (Lardi *et al*, 2023).



Gambar 2. Batang tanaman kopi
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

C. Daun

Daun kopi umumnya berbentuk bulat seperti telur, bergaris ke samping, bergelombang, berwarna hijau pekat, meruncing di bagian ujungnya. Daun tumbuh dan tersusun secara berdampingan di ketiak batang, cabang dan ranting yang tumbuh mendatar. Daun tanaman kopi Arabika bertekstur kasar memanjang, tebal, berwarna hijau pekat, dan bergaris gelombang seperti talang air (Wardana *et al*, 2023).



Gambar 3. Daun tanaman kopi
Sumber ; Dokumentasi Pribadi (2025)

D. Bunga

Tanaman kopi memiliki bunga berukuran kecil dengan mahkota berwarna putih dan aroma yang harum. Kelopaknya berwarna hijau. Ketika bunga telah dewasa, kelopak dan mahkota akan mekar, memungkinkan proses penyerbukan terjadi hingga akhirnya menghasilkan buah. Proses dari pembentukan bunga hingga buah matang memerlukan waktu sekitar 8–11 bulan, tergantung pada jenis tanaman dan kondisi lingkungan (Lardi *et al*, 2023).



Gambar 4. Bunga tanaman kopi
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

E. Buah

Buah kopi yang masih mentah memiliki warna hijau muda, kemudian berubah menjadi hijau tua, lalu kuning, dan akhirnya merah. Buah kopi yang matang biasanya berwarna merah atau merah tua. Diameter buah kopi Arabika berkisar antara 10–15 mm. Struktur buah kopi terdiri dari beberapa lapisan, yaitu kulit luar (*eksokarp*), daging buah (*mesokarp*), lapisan lendir (*mucilage*), kulit tanduk (*endokarp*), kulit ari (*spermoderm*), dan biji (*endosperm*) (Wardana *et al*, 2023).



Gambar 5. Buah tanaman kopi
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi

Lingkungan merupakan faktor penting dalam budidaya tanaman, termasuk kopi Arabika. Dengan iklim tropisnya, Indonesia menjadi wilayah yang sangat ideal dan berpotensi untuk pengembangan tanaman kopi (Marianto *et al*, 2022).

Menurut Hanafi *et al*, (2019) tanaman kopi dapat tumbuh dengan baik apabila faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pemeliharaan tanaman dapat dioptimalkan dengan baik. Syarat tumbuh kopi arabika antara lain.

A. Ketinggian tempat

Untuk menghasilkan kopi berkualitas tinggi, disarankan untuk menanamnya pada ketinggian antara 1.000 hingga 1.500 meter di atas permukaan laut (mdpl). Penanaman di daerah yang lebih rendah menghadapi kendala seperti serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) dan hama penggerek buah kopi (PBKo, *Hypothenemus hampei*). Sebaliknya, jika ditanam di wilayah yang lebih tinggi, tanaman berisiko terkena penyakit mati pucuk akibat embun upas, yang dapat menghambat produksi secara optimal (Susilo dan Wicaksono, 2023).

B. Iklim

Perubahan iklim dapat memberikan pengaruh negatif pada pertumbuhan dan hasil panen kopi, satu dampaknya adalah penurunan produktivitas yang disebabkan oleh perubahan pola hujan serta meningkatnya suhu udara. Curah hujan yang berada di luar kisaran ideal dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sedangkan musim kering yang berlangsung lebih dari enam bulan berpotensi merusak tanaman kopi secara signifikan (Arifianto dan Ismail, 2023).

C. Curah hujan

Kopi Arabika memerlukan curah hujan ideal sekitar 1.500-2.500 mm per tahun dengan periode kering selama 3-5 bulan. Selain itu, produktivitas kopi juga sangat dipengaruhi oleh pola distribusi curah hujan sepanjang tahun, termasuk bulan basah dan bulan kering, karena hal ini dapat memengaruhi proses pembungaan dan penyerbukan secara negatif (Farkhan *et al*, 2024). Data curah hujan di lokasi penelitian di (IP2SIP) Gayo dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data Curah Hujan

No	Tahun Bulan	2021		2022		2023		2024	
		Curah Hujan	Jumlah Hari	Curah Hujan	Jumlah Hari	Curah Hujan	Jumlah Hari	Curah Hujan	Jumlah Hari
		(mm)	Hujan	(mm)	Hujan	(mm)	Hujan	(mm)	Hujan
1	Januari	359	25	191	18	454	21	190	18
2	Februari	169	11	301	17	229	23	97,5	8
3	Maret	202	15	318	22	183	21	78	12
4	April	251	23	77	15	129,5	16	129,5	14
5	Mei	153	14	46	10	222,5	19	160,5	14
6	Juni	138	15	160	21	51,5	12	200,5	16
7	Juli	79	10	104	16	82	14	31	4
8	Agustus	289	21	210	19	130,5	21	280,5	25
9	September	106	14	77	20	117,5	23	201	22
10	Oktober	196	18	254	27	380,5	27	333	20
11	November	415	24	234	25	269	28	250	20
12	Desember	166	15	272	27	365,5	30	380	22
Jumlah		2523	205	2244	237	2614,5	255	2331,5	195
Rata-Rata mm/Tahun		210,25		187		217,88		194,29	

Sumber : IP2SIP Gayo

D. Suhu

Suhu optimal untuk pertumbuhan kopi Arabika berada pada kisaran 15-25°C. Kisaran suhu ini menciptakan kondisi yang ideal untuk mendukung berbagai proses fisiologis yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi (Siregar & Yunilas, 2022).

E. Tanah

Menurut Indis & Sari, (2024) tanaman kopi tumbuh optimal pada pH tanah antara 5,5–6,5. Meskipun kopi masih dapat tumbuh pada pH 6,5–7 yang mendekati netral, jika pH tanah melebihi 7 atau cenderung basa, perlu dilakukan upaya khusus untuk menyesuaikan kondisi lahan agar tetap mendukung pertumbuhan tanaman kopi.

2.1.3 Pemupukan Tanaman Kopi

Pemupukan adalah proses penambahan unsur hara ke dalam tanah atau tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Tanaman kopi membutuhkan hara dari dalam tanah untuk pertumbuhan vegetative (akar, batang, dan daun) dan pertumbuhan generative (bunga dan buah). Pemupukan kopi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara makro dan mikro. Hara makro meliputi Nitrogen, Fosfor, Kalium, Kalsium dan magnesium. Adapun hara mikro meliputi zink, seng, tembaga, dan boron. Pertumbuhan vegetatif sama pentingnya dengan pertumbuhan generatif karena buah hanya terbentuk pada cabang-cabang lateral yang merupakan produk dari pertumbuhan vegetative (Haryanto *et al*, 2019).

Manfaat pemupukan pada tanaman kopi;

1. Perbaikan kondisi tanaman, (tanaman yang dipupuk secara optimal dan teratur akan memiliki daya tahan lebih besar terhadap keadaan yang ekstrim seperti kekurangan air, suhu tinggi atau kelembatan buah).
2. Peningkatan produksi dan mutu (biji kopi lebih besar dan rendemen lebih tinggi).
3. Stabilitas produksi (tanaman kopi bersifat *biennial bearing*, artinya panen tinggi pada suatu tahun akan diikuti dengan panen yang rendah pada tahun berikutnya. Pemupukan yang optimal dapat memengaruhi sifat tersebut).

2.1.4 Peranan Unsur Hara Terhadap Tanaman Kopi

Tanaman kopi memerlukan sejumlah unsur hara tertentu, baik dari segi jenis maupun jumlah, agar dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Di antara unsur hara yang dibutuhkan, terdapat hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S). Selain itu, tanaman kopi juga memerlukan hara mikro. Meskipun jumlah yang dibutuhkan dari hara mikro ini sangat sedikit, keberadaannya sangat penting. Tanpa hara mikro yang cukup,

tanaman kopi dapat tumbuh kurang sehat. Hara mikro yang diperlukan antara lain boron (B), molibdenum (Mo), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), nikel (Ni), dan besi (Fe) (Zulfan *et al*, 2023).

Berdasarkan penelitian oleh Abdullah & Inayah, (2024) menjelaskan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi.

A. Nitrogen

Nitrogen adalah unsur yang sangat penting selama fase pertumbuhan tumbuhan. Sebagai sumber energi, nitrogen memainkan peran krusial dalam proses fotosintesis, yang berkaitan erat dengan pertumbuhan vegetatif. Selain itu, nitrogen juga merupakan unsur makro yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman secara signifikan jika diberikan dalam dosis yang tepat. Meskipun pemberian pupuk urea dianjurkan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, jika dosisnya tidak tepat, hal ini justru dapat menyebabkan plasmolisis atau tekanan pada pertumbuhan yang mengakibatkan batang menjadi lemah. Sebaliknya, pemberian urea yang terlalu sedikit juga tidak akan mencapai tujuan pemupukan yang diharapkan (Iqbal *et al*, 2023).

B. Fosfor

Fosfor (P) tergolong sebagai unsur utama yang dibutuhkan tanaman disamping N yang berperan aktif dalam fotosintesis dan perakaran. Fosfor berperan dalam metabolisme dan proses mikrobiologi tanah dan mutlak diperlukan baik oleh mikroba tanah maupun tanaman. Unsur P juga berperan dalam pembentukan lemak dan albumin tanaman serta perkembangan akar, khususnya lateral dan akar halus berserabut. Jadi, ketersediaan unsur P di dalam tanah menjadi sangat penting bagi tanaman (Ainul *et al*, 2019).

C. Kalium

Kalium memiliki peran penting dalam mengatur keseimbangan air pada tanaman, sehingga membantu tanaman untuk bertahan dari stres seperti kekeringan dan suhu tinggi. Selain itu, kalium juga berkontribusi dalam meningkatkan kualitas biji kopi melalui penguatan proses pembungaan dan pembuahan. Pada tanaman kopi arabika, kalium tidak hanya berfungsi meningkatkan ketahanan terhadap berbagai penyakit, tetapi juga memperkuat dinding sel tanaman (Eliyin *et al*, 2024).

Tanaman kopi dalam pertumbuhan dan perkembangannya membutuhkan cukup unsur hara. Nutrisi tanaman yang tersedia di tanah, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi. Ketiga unsur hara tersebut berfungsi dalam berbagai proses fisiologis tanaman, mulai dari pembentukan daun, bunga, hingga pengisian buah. Bila terdapat kekurangan unsur hara, maka akan terjadi gejala defisiensi (kekurangan) pada tanaman kopi. Gejala defisiensi tidak mudah ditentukan biasanya baru terlihat pada kondisi yang sudah lanjut. Ciri-ciri defisiensi unsur hara pada tanaman kopi pada gambar dibawah ini.

1. Defisiensi Unsur Hara Nitrogen (N)

Gejala kekurangan unsur N hampir merata pada seluruh daun tanaman. Daun muda yang mulanya berwarna hijau berubah menjadi hijau pucat. Perkembangan vegetatif tanaman lambat. Daun agak mengecil dan berwarna hijau kekuningan.



Gambar 6. Gejala Kekurangan Unsur Hara (N)
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

2. Defisiensi Unsur Hara Fosfor (P)

Pada daun tua, tulang daun berwarna kuning terang. Selanjutnya hanya menyisakan sedikit bagian daun yang masih berwarna hijau gelap di antara pertulangan daun. Gejala lanjut mulai muncul bercak kecoklatan yang merupakan tanda matinya sel jaringan daun yang dapat melebar.



Gambar 7. Gejala Kekurangan Unsur Hara (P)
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

3. Defisiensi Unsur Hara Kalium (K)

Terjadi pada daun tua, bagian tepi daun awalnya menguning diikuti dengan munculnya bintik coklat (nekrotik) yang menandakan sel jaringan mati. Kemudian bintik meluas sepanjang tepi daun berwarna coklat dengan tepi gelap (jaringan daun mati) yang dikelilingi oleh warna kuning (lapisan sel daun yang belum mati). Bagian tulang daun tetap berwarna hijau.



Gambar 8. Gejala Kekurangan Unsur Hara (K)
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

2.1.5 Pemupukan Konvensional

Pemupukan konvensional adalah metode pemberian pupuk secara langsung oleh tenaga kerja tanpa menggunakan alat atau mesin otomatis. Proses ini biasanya dilakukan dengan cara menebar pupuk di sekitaran pohon dengan menggunakan tangan atau menggunakan alat sederhana seperti cangkul, garu, dan takaran pupuk. Pemupukan manual umumnya diterapkan pada lahan pertanian/perkebunan dengan skala kecil hingga menengah, terutama di daerah yang sulit dijangkau oleh alat mekanis (Wardana *et al*, 2023).

2.1.6 Pemupukan Rekomendasi Puslitkoka

Menurut Permentan nomor 49 tahun 2014 tentang pedoman teknis budidaya kopi yang baik (*Good agriculture practices/GAP on coffea*) menyatakan bahwa kebutuhan pupuk dapat berbeda-beda antar lokasi, stadia pertumbuhan tanaman/umur dan varietas tanaman.

2.1.7 Pemupukan dengan Biourine dan Biokompos

Biourine yang digunakan berasal dari bioindustri petani kopi Gayo yang mengintegrasikan budidaya kopi Gayo dengan ternak sapi sehingga urien dapat dimanfaatkan sebagai pupuk biourine. Biourine sapi merupakan bahan organik penambah kesuburan tanah yang berasal dari hasil fermentasi anaerobik urine dan feses sapi yang masih segar. Dekomposisi bahan organik dari biourine sapi dapat memberikan tambahan unsur hara N, P, K dan hormon auksin yang dibutuhkan tanaman.

Biokompos merupakan hasil fermentasi bagian/sisa-sisa tanaman yang mengandung unsur hara kompleks sesuai dengan kandungan hara pada bagian tanaman yang dijadikan sebagai bahan baku biokompos. Biokompos yang digunakan adalah limbah kulit kopi Arabika sisa hasil panen yang terbuang pada saat *pengupasan green bean* kopi. Pemanfaatan kulit kopi Arabika merupakan upaya penggunaan sumber daya lokal sebagai sumber bahan baku pupuk untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman (Asis *et al*, 2020).

2.2 Kajian Terdahulu

Kajian terdahulu menjadi salah satu acuan bagi penulis dalam melaksanakan penelitian, sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan untuk mengkaji penelitian yang sedang dilakukan. Peneliti mengangkat penelitian terdahulu sebagai referensi untuk memperkaya bahan kajian dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa kajian terdahulu yang relevan berupa jurnal terkait yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kajian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Metode	Hasil
1.	Studi perbandingan nilai ekonomi kopi arabika dan robusta dalam bisnis mikro	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif yang didasarkan pada perhitungan nilai produktivitas, keuntungan, dan tingkat efisiensi biaya untuk menjawab pertanyaan penelitian.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kopi arabika merupakan tanaman kopi yang membutuhkan biaya yang lebih tinggi untuk dapat menghasilkan suatu produk jika dibandingkan dengan kopi robusta. Namun, tanaman kopi arabika merupakan tanaman yang lebih menguntungkan dibandingkan dengan kopi robusta. Hal ini dikarenakan tingkat harga jual yang jauh lebih tinggi dari kopi Robusta. Dengan demikian, nilai ekonomi kopi arabika dapat disimpulkan lebih tinggi dari kopi robusta.
2.	Studi komparatif usaha perkebunan kopi robusta dan kopi arabika di kecamatan panti kabupaten jember	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif dan komparatif.	1. Perbedaan luas produktivitas kopi robusta dan arabika sebesar 1.330 kg/ha untuk robusta dan 1.150 kg/ha untuk kopi arabika. 2. Perbedaan laba bisnis

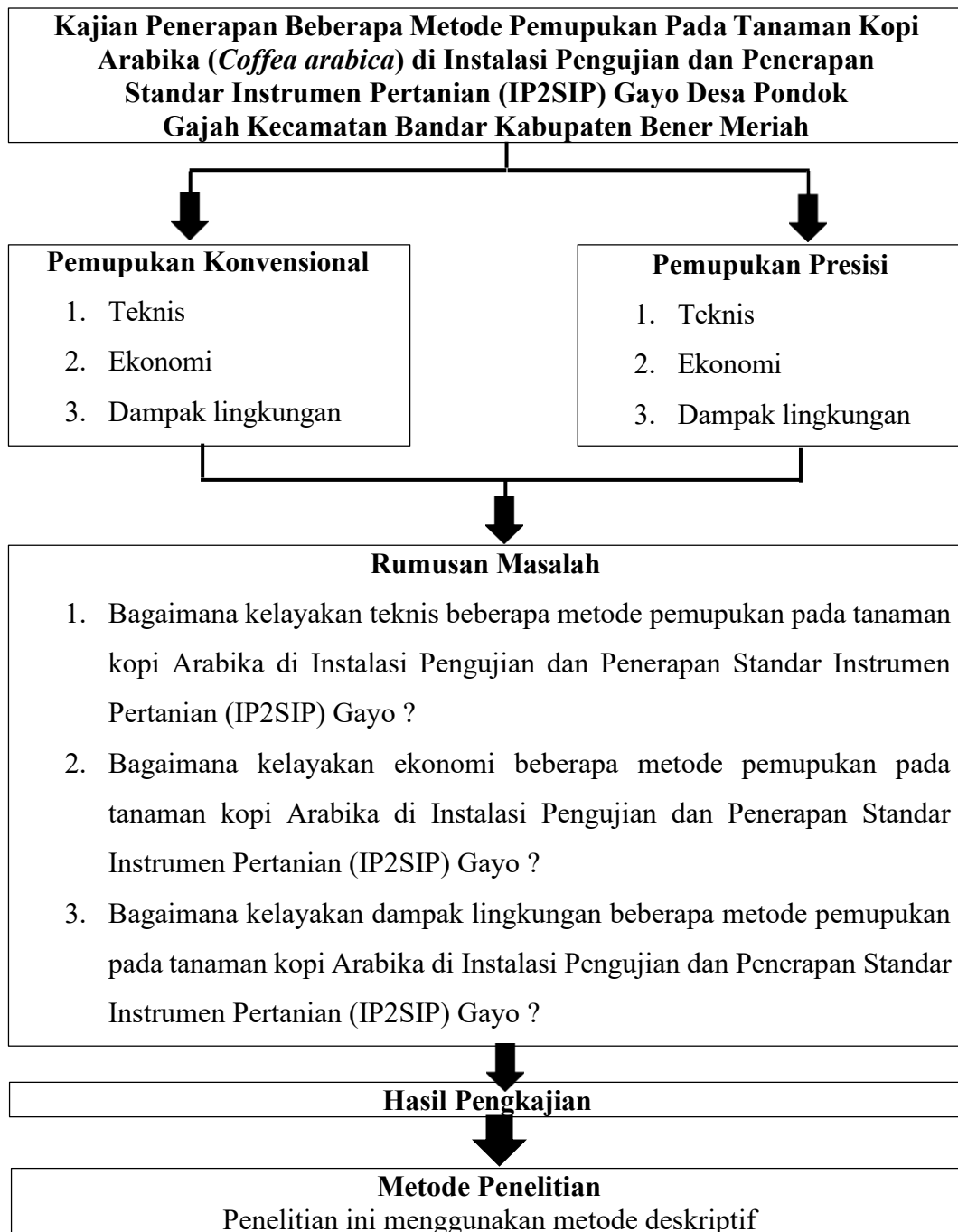
Lanjutan Tabel 2

No	Penelitian Terdahulu	Metode	Hasil
			robusta dan arabika menunjukkan Perbedaan luas produktivitas kopi robusta dan arabika sebesar 1.330 kg/ha untuk robusta dan 1.150 kg/ha untuk kopi arabika. 3. perbedaan laba bisnis robusta dan arabika menunjukkan keuntungan Rata-rata Robusta adalah Rp 13.276.003/ha dan Rp 15.282.105/ha untuk kopi arabika. 4. untuk kopi arabika efisiensi biaya robusta adalah 1,86 dan 1,89 untuk kopi arabika.
3.	Peningkatan produktivitas kopi Arabika Gayo I dan II berbasis aplikasi biourine dan biokompos	Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT) pola faktorial, terdiri atas kopi Arabika Gayo I (A1) dan Gayo II (A2) dengan dosis NPK 150 kg ha-1 (perlakuan petani/kontrol) (C1), 150 mL plant-1 (biourine) + 5 ton ha-1 (biokompos) + NPK 100 kg ha-1 (C2), 125 mL plant-1(biourine) + 7,5 ton ha-1 (biokompos) + NPK 100 kg ha-1 (C3), dan 100 mL plant-1 (biourine) + 10 ton ha-1 (biokompos) + NPK 100 kg ha-1 (C4) yang dianalisis dengan ANOVA dan UJBD 95%.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis pemupukan biourine dan biokompos tidak berinteraksi dengan kopi Arabika Gayo I dan Gayo II, tetapi perlakuan mandiri dosis pemupukan biourine dan biokompos berpengaruh nyata pada produksi kopi Arabika Gayo. Aplikasi 100 mL ha-1 (biourine) + 10 ton ha-1 (biokompos) + 100 kg ha-1 NPK (C4) dapat meningkatkan produksi kopi Arabika Gayo sebesar 41% jika dibandingkan dengan pemupukan NPK 150 kg ha-1 tanpa biourine dan

Lanjutan Tabel 2

No	Penelitian Terdahulu	Metode	Hasil
			biokompos (C1).Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa 80% peningkatan produksi kopi Arabika Gayo dipengaruhi oleh peningkatan dosis biokompos.
4.	Intensitas pemangkasan dan pemupukan tanaman kopi arabika yang dilakukan oleh petani di desa tebes lues sebagai upaya peningkatan produksi	Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif dengan membuat angket yang berisi pertanyaan wawancara untuk mendapatkan info dari responden (petani) terkait	Jenis pemangkasan yang dilakukan petani desa tebes lues adalah pemangkasan produksi dan pemangkasan cabang (Bayonet) dan perawatan terhadap akar dengan melakukan olah mekanis. Pupuk yang digunakan para petani secara an organik adalah SS, Phoska, ZA dan Urea sedangkan pupuk organik yang digunakan adalah kulit kopi, kotoran ternak, ampas kulit kopi. Produksi kopi meningkat terhadap petani yang melakukan pemangkasan dan pemupukan secara inten dan berkala.
5.	Pelatihan metode pemberian pupuk untuk tanaman kopi panah rakyat di gampong paya guci kecamatan tangse	Metode yang digunakan 1. Survei 2. Wawancara 3. Koordinasi 4. Penyuluhan 5. Pelatihan Praktik	Metode pemberian pupuk untuk tanaman kopi di Gampong Paya Guci berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan wawasan masyarakat tentang teknik pemupukan yang benar, khususnya untuk kopi Liberika

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 9. Kerangka Pikir