

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai menjadi salah satu tanaman yang paling sering dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini juga menjadi produk pertanian bernilai ekonomi tinggi. Dengan beragam manfaat, cabai biasanya digunakan sebagai bumbu dapur, dimakan mentah, diolah menjadi berbagai macam produk, hingga pemanfaatan sebagai bahan baku industri dan obat-obatan. Selain itu, petani di seluruh Indonesia, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi, banyak yang menanam cabai.

Berdasarkan informasi Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah produksi tanaman cabai di Kabupaten Sulawesi Selatan pada tahun 2022 mencapai 16.671 ton dan tahun 2023 mencapai 16.512 ton mengalami penurunan yang tidak signifikan sedangkan luas panen tanaman cabai di Kabupaten Sulawesi Selatan pada tahun 2022 sebanyak 5.265 ha dan tahun 2023 dengan jumlah yang semakin meningkat mencapai 5.726 ha. Kenaikan luas panen sebesar 461 ha yang terjadi bila dibandingkan dengan tahun 2022.

Kualitas buah yang buruk, penyimpanan tidak tahan lama, dan serangan hama menjadi kendala untuk memperluas produksi dan area panen. Adapun sebagai anggota ordo Diptera dan famili Tephritidae, lalat buah (*Bactrocera sp.*) menjadi salah satu hama utama yang menyebabkan kerugian pada pertanian Indonesia, termasuk pada tanaman cabai (Naaz et al., 2016). Lalat buah terdiri dari lebih dari 4000 jenis, dan masing-masing jenis mempunyai frekuensi serangan yang bervariasi (Marchioro, 2016).

Adapun lalat buah dapat bertelur sebanyak 1.200 butir selama masa hidupnya, dan siklus hidupnya berlangsung selama 20 hingga 28 hari (Subedi et al., 2021). Lebih lanjut, lalat buah melewati empat tahap dalam siklus hidupnya, yaitu telur, larva, pupa, dan imago (lalat dewasa). Dengan menggunakan ovipositor, imago betina lalat buah ini meletakkan telurnya di dalam buah (Danjuma et al., 2014). Bercak hitam di dekat pangkal buah, tempat lalat buah menusuk, merupakan salah satu tanda serangan lalat buah pada tanaman cabai. Pangkal buah adalah tempat serangga dewasa meletakkan telurnya. Buah tanaman dirusak oleh aktivitas makan larva yang menyebabkan kerugian (Swastika, 2017).

Pentingnya dilakukan upaya agar mengurangi jumlah populasi lalat buah dengan penggunaan senyawa repellent serangga dan *edible coating*. Selama ini masyarakat masih menggunakan *edible coating* sebagai lapisan yang menjaga buah selama penyimpanan atau sebagai penghalang *barrier* menjaga mutu buah. Demi menekan serangan lalat buah terdapat salah satu upaya yang dapat diterapkan yaitu melalui penggunaan jenis tanaman alami yang bersifat penolak serangga pada tanaman, serta dapat dikombinasikan dengan penggunaan

bahan pelindung buah yang sifatnya aman terhadap manusia dan lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian beberapa ekstrak daun yang dapat dijadikan sebagai repellent lalat buah yaitu ekstrak daun pepaya (*Carica papaya*) dapat mengurangi aktivitas makan dan menurunkan kelangsungan hidup *Bactrocera* spp, pada uji laboratorium sehingga berpotensi sebagai senyawa repellent atau biopestisida (Wakhidya et al., 2024). Penelitian lain ekstrak mengkudu (*Morinda citrifolia*) dilaporkan menimbulkan efek penghindaran sekaligus menurunkan viabilitas hama wereng hijau dalam uji laboratorium dan semi-lapang, sehingga mendukung pemanfaatannya sebagai sumber bahan aktif yang lebih ramah lingkungan (Dias et al., 2024). Studi komparatif botani menunjukkan bahwa daun sirih (*Piper betle*) memiliki komponen fitokimia dengan aktivitas insektisidal dan potensi repellency yang layak diuji terhadap *Bactrocera dorsalis* melalui olfaktometer dan uji lapang (Akram et al., 2024).

Jenis pelindung buah sebagai penyelubung buah yang banyak dipakai saat ini adalah pati singkong sebagai *edible coating*. Dengan ketersediaan pati singkong yang berlimpah, sifatnya yang ramah lingkungan, serta kemampuannya membentuk lapisan tipis yang jernih dan lentur menjadikannya sering dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan *edible coating*. Lapisan ini berfungsi melindungi buah dari kehilangan kadar air dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan. Kandungan polimer alami dalam tapioka berperan sebagai penghalang efektif terhadap oksigen dan uap air, sehingga dapat menekan laju respirasi dan mempertahankan kesegaran buah dalam jangka waktu lebih lama (Chang et al., 2024). Selain itu, pencampuran pati singkong dengan komponen bioaktif atau minyak esensial terbukti mampu meningkatkan daya simpan buah serta menekan kerusakan fisiologis tanpa memengaruhi mutu rasa, warna, dan aroma (da Costa et al., 2024).

Hasil penelitian Nurinda sari (2024) bahwa penggunaan tanaman mengkudu, pepaya, dan sirih dapat berpengaruh terhadap jumlah peletakkan telur oleh lalat buah. Sehingga dalam penelitian ini akan melihat kombinasi perlakuan menggunakan daun mengkudu, pepaya, dan sirih dengan penggunaan *edible coating* pati singkong. Dengan ekstrak daun mengkudu, sirih, dan pepaya diketahui memiliki potensi sebagai bahan alami yang efektif dalam mengusir hama, termasuk lalat buah. Ketiga tanaman ini mengandung senyawa aktif yang berfungsi sebagai repellent alami terhadap serangan.

Efektivitas penggunaan ekstrak daun mengkudu, sirih, dan pepaya dapat disinergitaskan dengan penambahan *edible coating* berupa pati singkong. Dengan dilakukan penelitian ini diperoleh informasi efektivitas antioviposisi dan repellent lalat buah terhadap penggunaan ekstrak daun mengkudu, pepaya, dan sirih serta *edible coating* dari pati singkong.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Daun Mengkudu

Klasifikasi daun mengkudu, berdasarkan Mabberley (2017), disajikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Famili	: Rubiaceae
Ordo	: Rubiales
Kelas	: Magnoliopsida
Divisi	: Magnoliophyta
Genus	: <i>Morinda</i>
Spesies	: <i>Morinda citrifolia</i>

Pengobatan tradisional telah sering memanfaatkan mengkudu yang merupakan satu dari banyaknya tanaman herbal asli dari Indonesia. Sejumlah spesies tanaman ini, termasuk *Morinda officinalis*, *Morinda citrifolia*, *Morinda angustifolia*, dan *Morinda tomentosa*, memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi. Mengingat jangkauannya yang luas di seluruh Indonesia, *Morinda citrifolia* menjadi yang paling terkenal dan sering dimanfaatkan di antara spesies-spesies lainnya. Menurut Dewi (2012), *Morinda citrifolia* terbagi menjadi dua varietas, yaitu *Morinda citrifolia* var. *citrifolia* dan *Morinda citrifolia* var. *braceata*. Varietas *citrifolia* lebih mudah ditemukan, berbuah lebih besar, serta memiliki potensi tinggi sebagai bahan obat dan komoditas ekonomi. Sementara itu, varietas *braceata* menghasilkan buah berukuran lebih kecil dan dikenal di Indonesia dengan sebutan mengkudu Maluku karena berasal dari wilayah timur Indonesia (Ezedin, 2023).

Tanaman mengkudu memiliki morfologi dengan sistem perakaran yang menyerupai akar tunggang serta batang berkayu yang bercabang dan tumbuh tegak ke atas (Heryanto, 2021). Daunnya berposisi berseling dengan bentuk jorong (*ovalis*), ujung daun meruncing, dan pangkalnya juga runcing. Tekstur daun mengkudu tipis menyerupai kertas, memiliki pertulangan menyirip, serta tepi yang rata (Asri et al., 2023). Permukaan daun tampak halus dengan warna hijau mengilap. Bunganya berwarna putih dan muncul di ketiak daun dalam bentuk mekar semu. Sementara itu, buah mengkudu berbentuk bulat dengan warna yang berubah dari hijau menjadi putih kekuningan saat matang dan tergolong dalam buah batu majemuk (Nita, 2023).

Tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) diketahui mengandung berbagai senyawa aktif yang mampu memengaruhi perilaku makan serangga dengan cara menghambat kerja enzim pencernaan serta mengganggu proses penyerapan nutrisi (Dias et al., 2024). Studi yang sebelumnya dijalankan oleh esu dan Santori (2022) juga menjelaskan bahwa kandungan biokimia pada daun mengkudu memiliki sifat antifeedant yang dapat merusak sistem saraf serangga, menghambat proses pencernaan, dan berujung pada kematian individu

serangga. Selain itu, daun mengkudu berpotensi dimanfaatkan sebagai insektisida nabati dengan kandungan metabolit sekundernya seperti tanin, flavonoid, dan saponin karena berperan sebagai racun perut sekaligus penolak makan yang efektif terhadap serangga hama (Esuyawkal et al., 2024).

Flavonoid yang terkandung dalam mengkudu menjadi senyawa fenolik dengan sifat antioksidan dan toksik pada serangga, yang mampu menjadikannya sebagai agen pengendali hayati yang efektif (Fahmi et al., 2022). Adapun sebagai surfaktan alami, saponin memiliki kemampuan untuk merusak membran sel serangga, menghambat fungsi metabolisme, hingga pada akhirnya menyebabkan kematian. Sementara itu, tanin pada tanaman *Morinda citrifolia* bertindak sebagai metabolit sekunder yang berperan penting dalam sistem pertahanan terhadap serangan hama (Fayisa, 2024). Tanin juga berfungsi sebagai komponen aktif dalam insektisida nabati karena kemampuannya membatasi aktivitas makan melalui mekanisme antifeedant dan menimbulkan efek toksik pada saluran pencernaan serangga (Darmawan et al., 2024).

1.2.2 Daun Pepaya

Berikut merupakan kedudukan taksonomi tanaman pepaya dalam Nurna (2011) yang mencakup:

Kingdom	: Plantae
Famili	: Caricaceae
Ordo	: Caricales
Kelas	: Angiospermae
Divisi	: Spermatophyta
Genus	: <i>Carica</i>
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L.

Batang pepaya berciri-ciri tegak, bulat, berongga di bagian tengah, serta tidak berkayu (Koul et al., 2022). Daunnya yang menjari mempunyai bagian bawah berwarna hijau cerah dan bagian atas berwarna hijau tua. Buah pepaya matang berwarna oranye kekuningan dengan rongga lebar di tengahnya, sedangkan buah pepaya muda berwarna hijau dan memanjang. Biji pepaya memiliki lapisan tipis berwarna bening atau transparan di atas inti yang berwarna hitam. Menurut Reddy (2021), tanaman pepaya juga memiliki ciri akar tunggang yang bercabang dan berkembang hingga sedalam satu meter ke segala arah.

Pemakaian daun pepaya sebagai sumber senyawa pengendali hama juga menawarkan berbagai keunggulan, seperti sifatnya yang ramah lingkungan, tidak mengganggu organisme, serta tidak menyebabkan resistensi pada hama (Tahiri, 2024). Selain itu, penggunaannya tidak berdampak terhadap kualitas tanah, tidak mencemari air tanah, serta memiliki risiko rendah bagi keselamatan manusia dan hewan ternak (Sulartini et al., 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan bahan alami dari tanaman pepaya muncul sebagai alternatif yang lebih aman karena tidak meninggalkan residu berbahaya dan tidak merusak tanaman (Akyun et al., 2024).

Sifat penolak serangga (*repellent*) dari daun pepaya berasal dari senyawa aktif yang terkandung di dalamnya, yaitu terpenoid, flavonoid, alkaloid, dan asam amino non-protein sebab mengandung enzim golongan sistein protease, termasuk papain dan chymopapain (Dini et al., 2023). Kandungan tersebut membuat daun pepaya efektif digunakan dalam berbagai bentuk pengendalian organisme pengganggu tanaman, seperti penghambat perkembangan larva, penolak serangga, dan penghambat aktivitas makan yang bekerja melalui mekanisme racun (Kahar et al., 2024).

1.2.3 Daun Sirih

Di bawah ini mencakup penjabaran klasifikasi taksonomi tanaman sirih (*Piper betle*) (Mubeen et al., 2014), yaitu:

Kingdom	: Plantae
Famili	: Piperaceae
Ordo	: Piperales
Kelas	: Magnoliopsida
Divisi	: Magnoliophyta
Genus	: <i>Piper</i>
Spesies	: <i>Piper betle</i>

Tanaman sirih merupakan jenis tumbuhan merambat yang mampu tumbuh hingga mencapai panjang antara tiga hingga sepuluh meter. Pada fase muda, daun sirih berwarna hijau muda dengan jalur-jalur halus berwarna pucat serta corak kemerahan tipis di sepanjang permukaannya. Tumbuhan ini memiliki batang yang kokoh, sedikit menggembung, dan disertai cabang-cabang samping yang tumbuh dari ruas batang berukuran sekitar 12 cm (Biswas et al., 2022). Tangkai daunnya berukuran sekitar 2–5 mm, sedangkan helaian daunnya berbentuk lonjong dengan warna hijau mengilap hingga keemasan, berukuran lebar 9–11 cm dan panjang 7–8,5 cm. Permukaan daun sirih tampak licin dan berkilau, dengan ujung meruncing serta mengeluarkan aroma khas yang berasal dari kelenjar minyak atsiri pada lapisan epidermisnya (Ahmad et al., 2021).

Di dalam daun sirih (*Piper betle* L.) terkandung berbagai zat bioaktif, termasuk hidroksikavikol, eugenol, serta fenilpropanoid, yang bertugas dalam menekan aktivitas serangga. Kandungan tersebut dapat mengacaukan kemampuan orientasi serta perilaku mencari makan serangga dengan memengaruhi kerja reseptor penciuman pada antenanya, sehingga kontak antara serangga dan buah inang menjadi berkurang (Biswas et al., 2022). Selain itu, hasil penelitian Zeni et al. (2021) mengungkapkan bahwa minyak atsiri dari tanaman beraroma tajam, termasuk sirih, mampu memengaruhi pola terbang dan perilaku kawin lalat buah dari famili *Tephritidae* secara nyata. Hasil tersebut kemudian mendapat dukungan dari penelitian milik Jaffar (2022), yang menemukan bahwa beberapa komponen minyak esensial sirih bersifat toksik

terhadap *Bactrocera dorsalis* dan dapat mengurangi frekuensi hinggap serta durasi kontak lalat pada permukaan buah.

Sementara itu, temuan studi milik Tran et al. (2023) memperlihatkan bahwa senyawa bioaktif nabati seperti minyak atsiri sirih dapat berperan sebagai alternatif pengganti insektisida sintetis karena memiliki toksisitas rendah terhadap organisme. Selaras dengan hal tersebut, Gupta et al. (2023) menegaskan bahwa minyak atsiri sirih memiliki komposisi kimia yang kaya akan senyawa fenolik dan monoterpen yang tidak hanya bersifat antimikroba, tetapi juga menurunkan aktivitas makan serta oviposisi serangga pengganggu. Dengan demikian, penerapan sirih sebagai bahan repellent alami memberikan perlindungan terhadap buah dari serangan lalat buah (Akram et al., 2024).

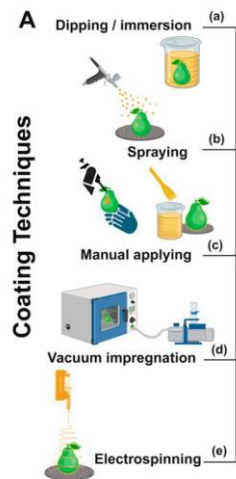
1.2.4 Edible Coating

Di Indonesia, umbi singkong termasuk satu dari banyaknya sumber daya alam yang tersedia dalam jumlah besar. Bahkan, singkong termasuk komoditas kelas dua (tanaman sampingan) di Indonesia, setelah padi. Selain sangat tahan terhadap serangan hama, umbi singkong juga mudah ditanam karena prosedur penanamannya yang sederhana (Suryani, 2015). Jika dibandingkan dengan tanaman lain seperti padi dan jagung, singkong (*Manihot utilissima*) merupakan penghasil pati utama dan terbesar. Dalam bentuk kering, umbi singkong mengandung rata-rata 73,7-84,9% pati.

Edible coating dari pati singkong sudah mulai dimanfaatkan di bidang pertanian sebagai media pembawa zat aktif seperti pestisida nabati atau minyak atsiri yang bersifat racun bagi hama serangga. *Edible coating* ini dapat melapisi permukaan buah atau tanaman sehingga tidak menarik bagi serangga dan berfungsi sebagai penghalang kimia dan fisik (Moura et al., 2021). Selain itu, komposisi amilosa dan amilopektin pada pati singkong memungkinkan zat kimia aktif dilepaskan secara bertahap sehingga memberikan perlindungan yang lebih lama terhadap serangan serangga. Berdasarkan penelitian, tingkat serangan hama pada penyimpanan pasca panen dapat dikurangi secara signifikan dengan mengombinasikan pati singkong dengan zat bioaktif seperti minyak serai wangi atau daun nimba (Campolo et al., 2017).

Sebuah lapisan tipis yang dikenal sebagai *edible coating* ini diaplikasikan pada bagian luar buah dan sayuran guna mengendalikan pertukaran uap air dan gas dengan bertindak sebagai penghalang selektif. Lapisan ini mampu menekan laju respirasi dan mengurangi kehilangan kelembapan, sehingga proses pematangan serta penurunan mutu produk dapat berlangsung lebih lambat. Menurut Widaningrum (2015), satu dari sekian penemuan yang terbukti berhasil meningkatkan masa simpan produk pertanian adalah teknologi *edible coating*. *Edible coating* yang berfungsi sebagai penghalang terhadap uap air, gas, hingga bahan kimia terlarut lainnya, biasanya terbuat dari bahan-bahan yang mampu diperbarui seperti campuran polisakarida, protein, dan lipid. Di samping hal

tersebut, lapisan ini juga memungkinkan untuk membawa zat tambahan seperti antioksidan, antimikroba, dan emulsifier yang berfungsi menjaga kualitas serta memperpanjang daya tahan produk. *Edible coating* membentuk pelindung dengan sifat permeabel selektif terhadap gas seperti O_2 dan CO_2 , yang tidak hanya menahan laju kerusakan tetapi juga melindungi bahan pangan dari kontaminasi mikroorganisme selama proses penyimpanan dan penanganan. Dengan demikian, teknologi ini memiliki prospek besar dalam mempertahankan kesegaran dan memperpanjang umur simpan buah serta sayuran (Rachmawati, 2010).



Gambar 1. Jenis metode pengaplikasian edible coating (Miranda, 2024)

Berdasarkan Miranda (2024), metode dalam pengaplikasian *edible coating* memiliki keunggulan tertentu. Metode perendaman sederhana, murah, dan efektif melapisi permukaan buah yang bentuknya kompleks atau tidak rata, meskipun sulit mengontrol ketebalan lapisan. Penyemprotan menghasilkan lapisan lebih tipis dan merata, mudah diaplikasikan pada skala industri, serta meminimalkan kontaminasi karena larutan tidak bersentuhan langsung dengan banyak buah, walau memerlukan sistem kontrol nozzle yang baik. Pengolesan (*brushing/hand spreading*) bermanfaat pada skala laboratorium untuk uji formulasi karena hanya butuh sedikit larutan dan memungkinkan pengamatan cepat terhadap penampilan buah. Vakum impregnasi unggul karena mampu memasukkan larutan coating sekaligus senyawa bioaktif ke dalam jaringan buah, sehingga lebih efektif mempertahankan mutu seperti menekan kehilangan bobot, memperlambat respirasi, dan menjaga kekerasan buah selama penyimpanan. Sementara itu, elektrospinning menawarkan lapisan nanofiber yang sangat tipis, berpori, dan mampu membawa senyawa aktif dengan efisiensi tinggi, sehingga potensial dalam pencegahan penyakit pascapanen, meski tantangan masih ada terkait estetika dan penerimaan konsumen.

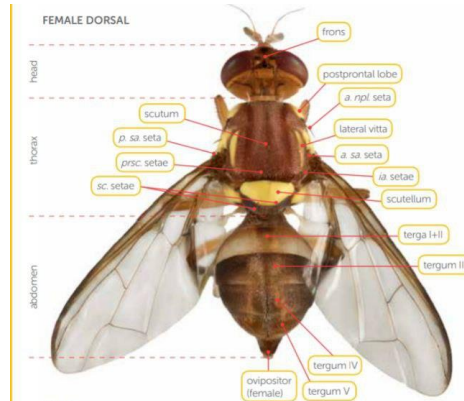
Gel tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) yang dikombinasikan dengan asam salisilat atau melatonin untuk melapisi buah mangga. Perlakuan ini terbukti mampu mempertahankan kekerasan buah, mengurangi kehilangan massa, serta menjaga kadar senyawa antioksidan seperti fenolik dan flavonoid lebih tinggi dibanding kontrol tanpa pelapis (Morsalpour, 2025). Penelitian lain melaporkan bahwa ekstrak daun pepaya yang dikombinasikan dengan hidrokarbohidrat seperti carboxymethyl cellulose (CMC) digunakan sebagai bahan pelapis alami pada buah pepaya. Hasilnya menunjukkan peningkatan kualitas biokimia dan penghambatan aktivitas enzimatis yang menyebabkan kerusakan buah selama penyimpanan (Kaur et al., 2023).

Selain itu, ekstrak daun kenikir (*Cosmos caudatus*) yang dicampurkan ke dalam formulasi pektin-kitosan telah diaplikasikan sebagai *edible coating* pada tomat. Kombinasi menunjukkan penurunan kehilangan berat dan peningkatan sifat antibakteri serta stabilitas mutu tomat selama 21 hari penyimpanan pada suhu ruang (Sembiring et al., 2025). Sementara itu, kombinasi ekstrak daun bawang putih dan jahe serta gel *Aloe vera* juga digunakan sebagai pelapis berbasis tanaman pada buah jambu biji. Perlakuan menghasilkan penurunan kehilangan berat dan peningkatan aktivitas antioksidan serta kadar vitamin C dibandingkan dengan kontrol tanpa pelapis (Ahmed et al., 2023).

1.2.5 Lalat Buah

Di Indonesia, lalat buah menjadi satu dari banyak hama pengganggu yang mengancam produksi buah dan sayur. Selain itu, lalat buah juga menjadi tantangan apabila ditemukan satu telur lalat buah, maka dapat mengakibatkan penolakan barang yang diekspor ke negara lain (Sodiq et al., 2015). Tanaman hortikultura, khususnya buah-buahan, sering kali diserang oleh lalat buah seperti tomat, paprika, mentimun, terong, pare, dan cabai (Suwarno et al., 2018). Menurut Virgilio (2015) taksonomi lalat buah adalah:

Kingdom : Animalia
Famili : Tephritidae
Ordo : Diptera
Kelas : Insecta
Filum : Arthropoda
Genus : *Bactrocera*
Spesies : *Bactrocera dorsalis*



Gambar 2. Morfologi lalat buah
(*Plant Health Australia*, 2018)

Pada gambar 1 merupakan morfologi terdiri atas kepala, thoraks, dan abdomen. Identifikasi lalat buah didasarkan pada ciri-ciri morfologi kunci yang mencakup facial spot, mesonotum, lateral thoraks, skutellum, costal band, abdomen, dan tungkai. Identifikasi berdasarkan bagian morfologi dibagi berdasarkan bagian kepala dan thoraks. Karakter yang diidentifikasi pada bagian kepala adalah bagian antenna, mata majemuk, dan bentuk facial spot; yaitu meliputi kehadiran facial spot (bercak wajah) yang terlihat sebagai bercak atau bintik hitam ataupun tanda garis lurus yang terletak pada alur antena dan persis di atas mulut. Kepala lalat buah memiliki bentuk mirip bola sedikit panjang yang merupakan struktur sambungan antara kepala dan senyawa mata beserta antena dengan tiga ruas. Di ruas ketiga antena terlihat rambut yang disebut arista. Pada thoraks, terlihat bagian utama yaitu dorsal thoraks yang disebut skutum dan skutelum. Pada toraks bagian dorsal, terdapat pita atau garis di tengah atau garis kuning lateral yang membentang di masing-masing sisi lateral dan bagian dorsal skutum sebagai cirinya. Warna dasar skutum pada lalat buah berwarna coklat merah ka atau hitam sering dihiasi oleh pola lingkaran di bagian tengah. Warna skutelum pada lalat buah umumnya kuning atau kuning pucat banyak spesies yang memiliki warna tambahan di bagian tengah dengan warna hitam dan warna ujung serta di bagian tengah dengan pola bercak tertentu (Handaru et al., 2019).

Thoraks memiliki keberadaan Lateral Postsutural Vittae serta Medial Postsutural Vittae. Sayapnya mempunyai pola pembuluh seperti cubitus, r-m, costal, dm-cu, anal, radius, dan median, dengan karakteristik pembeda antara lain panjang costal, cubital streak, anak streak, serta warna dan corak sayap. Selain itu, ada bercak-bercak di bagian posterior. Pada genus *Bactrocera* spp., tergum I dan II akan bersatu, sedangkan tergum III-V akan terpecah, warna abdomen bervariasi dari coklat muda hingga kehitam-hitaman, beberapa spesies terdapat pola berbentuk huruf "T" atau dengan bintik samar di tengahnya. Didalam identifikasi spesies akan memerhatikan atau perhatikan pola "T", penyatuan tergum, juga corak- corak warna pada tergum. Bintik hitam pada femur

atau tibia juga merupakan penanda dari spesies lalat buah (Plant health Australia, 2018).

Buah yang terinfestasi lalat buah akan mengalami penurunan kualitas rasa karena mudah membusuk, dengan ciri perubahan warna menjadi kehitaman serta munculnya bekas tusukan akibat aktivitas serangga tersebut. Sebaliknya, tanaman yang bebas dari serangan lalat buah tidak akan mengalami gangguan dan dapat terus berbunga serta berbuah pada musim berikutnya. Ketersediaan sumber pakan serta keadaan iklim menjadi faktor penentu utama yang berpengaruh dalam variasi dan penyebaran jenis lalat buah di suatu wilayah. Lebih lanjut, tanaman seperti mangga dan inang lain yang berbuah secara musiman berperan penting dalam menjaga keseimbangan populasi lalat buah. Sedangkan, tanaman belimbing, pepaya, dan jambu biji yang mampu berbuah sepanjang tahun, kondisi ini menyebabkan peningkatan populasi lalat buah secara berkelanjutan (Manullang et al., 2017).

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun penelitian ini yang mempunyai tujuan yaitu untuk mengurangi kemampuan oviposisi lalat buah *Batrocera dorsalis* pada Buah Cabai Besar

Selain itu, terdapat manfaat yang diperoleh memberikan informasi mengenai jenis tanaman yang memberikan efek anti oviposisi terhadap serangan hama lalat buah. Menghasilkan produk buah yang lebih tahan lama, mendukung upaya pengendalian hama yang ramah lingkungan.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar Provinsi Sulawesi Selatan. Berlangsung dari bulan November sampai selesai.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu cangkul, waterbath, oven, blender, wadah, saringan, toples, tube, cutter, kuas, gelas plastik bening, label, plastik cetik, tabung reaksi, cawan petri, pinset, kurungan, mikroskop, tray, timbangan digital, dan gelas ukur

Bahan yang digunakan yaitu buah cabai besar pilar F1, metanol, kapas, kain tile, daun mengkudu, daun pepaya, daun sirih, pati singkong, madu, aquades, protein hidrolisat/protein nabati, pasir steril, pupuk kandang, dan pupuk NPK 16-16-16.

2.3 Metode Pelaksanaan

Penelitian ini disusun menggunakan metode rancangan faktorial 2 faktor (F2F) dengan rancangan dasar RAL yaitu :

a) Faktor pertama jenis ekstrak tanaman

A : Tanaman daun mengkudu 1,25%

B : Tanaman daun pepaya 1,25%

C : Tanaman daun sirih 1,25%

b) Faktor kedua perbandingan ekstrak dan *edible coating* pati singkong

X : 1:1

Y : 1:2

Z : 1:3

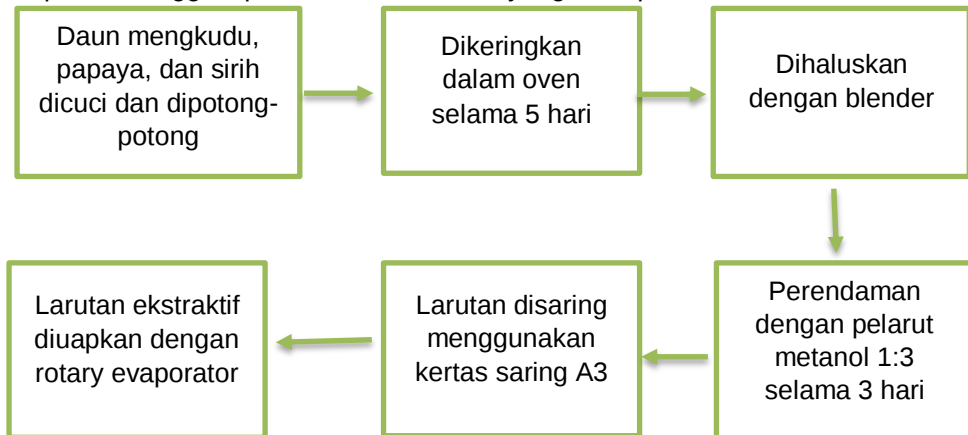
Sehingga dari perlakuan tersebut membentuk 9 kombinasi yang diulang sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 27 unit percobaan.

BZ3	CX2	AZ3
CY1	AX1	CX1
AX2	CZ1	BZ1
CZ2	CY3	AX3
CX3	BZ2	CY2
BY2	AY1	BX2
AZ1	BX3	BY3
BX1	BY2	CZ2
AY3	AZ3	AY1

Gambar 3. Desain Perlakuan

2.3.1 Penyiapan Ekstrak Daun Mengkudu, Pepaya, dan Sirih

Ekstrak daun mengkudu, pepaya, dan sirih terlebih dahulu dicuci, kemudian dikeringkan didalam oven yang terbuat dari kardus berukuran 60 × 80 cm dan dilengkapi dengan lampu pijar 5 watt. Proses pengeringan daun berlangsung selama sekitar lima hari. Setelah kering, ketiga jenis daun tersebut dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Tahap selanjutnya adalah maserasi atau perendaman bahan ekstrak menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan 1:10, memastikan seluruh bahan ekstrak terendam dengan baik. Selama proses maserasi, larutan diaduk setiap 2 jam untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Perendaman dilakukan selama tiga hari, kemudian larutan disaring menggunakan kertas saring berukuran A3. Setelah proses penyaringan pertama, residu ekstrak direndam kembali dengan metode yang sama untuk memperoleh ekstrak secara maksimal. Selanjutnya, larutan ekstrak yang diperoleh dari proses maserasi diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh crude ekstrak yang lebih pekat.

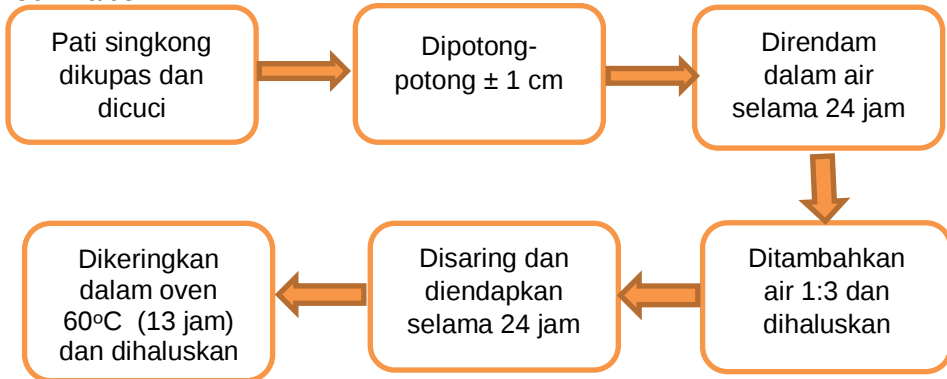


Gambar 4. Skema Penyiapan Ekstrak Daun Mengkudu, Pepaya, dan Sirih

2.3.2 Penyiapan Pati Singkong

Metode ini mengacu pada Iqna (2020), di mana proses pembuatan pati dari singkong diawali dengan mengupas kulit luar dan dalam singkong, kemudian mencuci singkong. Prosedur pembuatan pati singkong dilakukan dengan modifikasi mengikuti metode Usni (2016). Singkong yang telah dicuci dipotong menjadi bagian-bagian kecil berukuran sekitar 1 cm. Potongan tersebut kemudian direndam dalam air selama 24 jam dengan penggantian air setiap 8 jam sebelum ditiriskan. Selanjutnya, potongan singkong dicampur dengan air menggunakan perbandingan 1:3 dan dihaluskan dengan blender hingga membentuk bubur. Bubur singkong tersebut disaring, lalu endapannya dibiarkan selama 24 jam. Setelah proses pengendapan selesai, lapisan air di bagian atas dibuang sehingga tersisa endapan pati. Endapan pati kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 13 jam. Setelah kering, pati

dihaluskan kembali dengan blender dan disaring untuk memperoleh hasil yang lebih halus.



Gambar 5. Skema Penyiapan Pati Singkong

2.3.3 Pembuatan *Edible Coating* dari Pati Singkong

Larutan pati 4% dibuat dengan melarutkan 4 gram pati dalam 100 ml aquades di dalam gelas beaker. Kemudian, melarutkan 0,4% (b/v) karboksil metil selulosa (CMC) dalam air, kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 70 °C selama 3 menit hingga homogen. Setelah itu, pati singkong dengan konsentrasi 4% (b/v) ditambahkan dan diaduk kembali hingga homogen selama 3 menit. Selanjutnya, ditambahkan 5% (v/v) gliserol dan diaduk selama 1 menit hingga larutan tercampur secara homogen dan dimasukkan lecitin 5% diaduk selama 7 menit. Terakhir, ditambahkan 5% (b/v) asam stearat, lalu campuran diaduk pada suhu 70 °C selama 6 menit hingga homogen (Dehya, 2015).

2.3.4 Pembuatan Ekstrak dengan Penambahan *Edible Coating*

Ekstrak daun mengkudu, sirih, dan pepaya masing-masing yang dicampurkan dengan *edible coating* pati singkong terlebih dahulu dilakukan uji coba atau try and error sehingga dihasilkan bahwa perbandingan 1:1, 1:2, 1:3 dan setiap ekstrak konsentrasi 1,25% dengan standar takaran jumlah 2 ml untuk masing-masing cabai. Rasio 1:1 untuk 1 ml ekstrak dan 1 ml *edible coating*, rasio 1:2 takaran 0,66 ml ekstrak dan 1,34 ml *edible coating*, dan rasio 1:3 dengan jumlah ekstrak 0,5 ml dicampur 1,5 ml *edible coating*. Ekstrak daun mengkudu, sirih, dan pepaya konsentrasi 1,25 % ditambahkan *edible coating* sesuai dengan takaran rasio ke dalam gelas beaker dibuat terpisah.

2.3.5 Penyiapan Tanaman

1. Penyemaian

Benih cabai besar hibrida F1 direndam air hangat selama satu hari agar tanaman mudah berkecambah. Kemudian, menyemai benih cabai besar di dalam tray semai. Kemudian, isi tray berupa campuran dengan perbandingan 1:1:1 tanah,

sekam padi, dan pupuk kandang. Tray disimpan di tempat teduh atau tidak terkena paparan sinar matahari secara langsung dan dilakukan penyiraman rutin setiap pagi.

2. Penanaman dan pemupukan

Tanaman cabai yang sudah mencapai 2-3 minggu dipindahkan ke polibag yang berisi media tanam tanah, pupuk kandang, dan sekam padi dengan perbandingan 1:1:1 dan ukuran polibag 30 cm. Penyiraman tanaman cabai besar rutin setiap hari pagi dan sore. Kemudian, tanaman cabai besar setelah dipindahkan ke media tanam yang berumur 1 minggu dilakukan pemasangan ajir yang terbuat dari bambu dengan tinggi satu meter. Pemupukan menggunakan bahan berupa pupuk NPK 16-16-16 dengan pelarut air.

3. Penyungkupan

Tanaman cabai besar yang telah memasuki fase generatif dilakukan penyungkupan dengan jaring kelambu yang berukuran 220 cm x 240 cm, sebagai tiang agar kelambu tegak digunakan pipa dan sungkupan ini agar mencegah dari serangan lalat buah.

2.3.6 Penyiapan Rearing Serangga Uji Lalat Buah

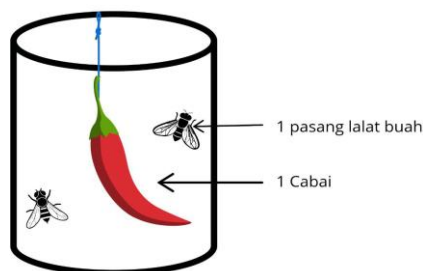
Proses rearing lalat buah diawali dengan mencari buah cabai yang menunjukkan serangan lalat buah. Buah yang terinfeksi dapat dikenali dari adanya gejala perubahan warna menjadi coklat hingga kehitaman pada cabai akibat tusukan ovipositor lalat buah. Buah cabai yang menunjukkan gejala tersebut kemudian dikumpulkan dan diperiksa satu per satu di bawah cahaya lampu. Permukaan buah dibelah secara tipis untuk memastikan keberadaan larva lalat buah.

Buah cabai yang diambil dari lapang yang telah terinfeksi disimpan dalam wadah plastik berdiameter 30 cm yang berisi pasir steril. Pasir tersebut telah disaring dan disemprot dengan air untuk menjaga kelembapan lingkungan. Selanjutnya, pakan lalat buah yang terdiri atas aquades, madu, dan protein hidrolisat dimasukkan ke dalam kurungan. Pakan ini diganti setiap hari. Setelah 7–13 hari, larva lalat buah menetas dan berkembang menjadi pupa kemudian menetas menjadi imago (F1). Pada tahap ini, kapas yang telah dicelupkan dalam larutan madu dengan konsentrasi 10% dimasukkan ke dalam kurungan. Pemberian pakan dilakukan secara rutin setiap hari. Sepasang imago lalat buah (F1) dikawinkan proses ini berlangsung selama 7–10 hari kemudian dimasukkan satu cabai ke dalam kurungan sebagai tempat peletakan telur. Imago lalat buah yang telah bertelur kemudian dipindahkan ke dalam masing-masing wadah secara terpisah yang berisi pasir steril dan celah ditutupi kain tile serta disemprot dengan air setiap hari agar larva dalam wadah kurungan tidak mati dan cabai tidak kering. Kemudian telur dalam cabai berkembang menjadi larva hingga pupa dalam kurungan berisi pasir. Setelah itu, pupa menetas menjadi fase imago (F2). Imago lalat buah (F2) dikawinkan selama 5 hari selanjutnya digunakan sebagai serangga uji.

2.3.7 Pengujian ekstrak daun mengkudu, Pepaya, dan Sirih dengan Penambahan *Edible Coating* Pati Singkong

Pengujian dilakukan menggunakan sepasang imago lalat buah (F2) yang telah dikawinkan dan berumur lima hari, ditempatkan di dalam gelas plastik. Buah cabai yang akan digunakan terlebih dahulu dicuci hingga bersih. Setiap jenis ekstrak daun mengkudu, pepaya, dan sirih diukur menggunakan pipet tetes yang telah diberi label, sedangkan rasio *edible coating* diukur dengan timbangan, kemudian kedua bahan tersebut dicampurkan hingga homogen. Setiap kombinasi perlakuan disiapkan dalam wadah (cup) terpisah sesuai dengan jumlah keseluruhan, yaitu 27 kombinasi perlakuan. Selanjutnya, setiap sisi buah cabai dioles menggunakan kuas yang telah diberi label sesuai perlakuan masing-masing ekstrak yang telah ditambahkan *edible coating* pati singkong.

Setelah pengolesan selesai, buah cabai didiamkan selama dua menit, kemudian digantung di dalam gelas plastik yang telah berisi satu pasang imago lalat buah (F2). Kuas yang digunakan dibersihkan setiap hari menggunakan air dan etil asetat agar tetap higienis dan tidak terjadi kontaminasi antarperlakuan. Buah cabai uji diganti setiap 24 jam, dan pengujian berlangsung selama 30 hari. Setelah 24 jam, terlebih dahulu permukaan buah diamati untuk menghitung jumlah tusukan kemudian buah dibelah menggunakan cutter steril untuk menghitung jumlah telur menggunakan mikroskop. Buah yang terdapat telur ditutup kembali menggunakan isolasi kertas, diberi label sesuai kombinasi perlakuan, dan disimpan dalam wadah plastik yang bagian dasarnya dilapisi tisu serta pasir steril. Wadah tersebut disemprot setiap hari untuk menjaga kelembapan. Selanjutnya, pengamatan jumlah larva dilakukan setiap tiga hari setelah imago lalat buah meletakkan telur, menggunakan mikroskop, guna memperoleh data perkembangan larva secara akurat pada setiap perlakuan.



Gambar 7. Skema pengujian

2.4 Parameter Pengamatan

2.4.1 Jumlah Tusukan

Menghitung jumlah tusukan lalat buah menggunakan mikroskop berupa bekas noda kecil berwarna hitam yang terlihat pada permukaan buah cabai

2.4.2 Jumlah Telur

Buah cabai dibelah dengan pisau bedah dan dihitung jumlah telur lalat buah dari masing-masing cabai menggunakan mikroskop

2.4.3 Jumlah Larva

Buah cabai diperiksa satu-persatu dengan mikroskop untuk melihat dan menghitung larva

2.4.4 Jumlah Buah yang tidak terserang

Buah cabai yang tidak menunjukkan gejala lalat buah dan tidak terdapat telur dan larva lalat buah dihitung

Persentase buah tidak terserang (%) : $\frac{\text{Jumlah buah tidak terserang}}{\text{Total buah yang diamati}} \times 100\%$

2.5 Analisis data

Menggunakan analisis sidik ragam melalui software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) ver 25, apabila diperoleh hasil berbeda nyata maka dilanjutkan analisis uji lanjut duncan taraf 5%.