

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annum L.*) merupakan salah satu komoditas sayuran dengan nilai ekonomi yang tinggi. Wehfany et al. (2022) menyebutkan bahwa cabai termasuk komoditas hortikultura dengan nilai ekonomi paling besar. Selain itu, keberadaan cabai sebagai bahan pangan yang sangat umum dalam budaya kuliner Indonesia menunjukkan tingginya tingkat kesukaan masyarakat terhadap komoditas ini (Asmal, 2023). Cabai merah (*Capsicum annum L.*) juga kaya akan kandungan vitamin A, B, C, dan E serta berbagai mineral yang bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan vitamin C pada cabai merah bahkan mencapai tujuh kali lebih tinggi dibandingkan jeruk dan berperan dalam membantu pembakaran kalori, sehingga baik untuk menjaga bentuk tubuh (Siahaan et al., 2022).

Cabai merah merupakan komoditas buah sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani karena permintaannya terus meningkat setiap tahun, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta berkembangnya industri pengolahan yang membutuhkan cabai merah sebagai bahan baku. Kondisi ini menjadikan cabai merah sebagai salah satu komoditas sayuran unggulan nasional (Maharti, 2019). Hayuningtyas & Yuliasih (2020) menyatakan bahwa cabai merah (*Capsicum annum L.*) merupakan produk hortikultura penting yang dibudidayakan secara luas di Indonesia dan tidak dapat digantikan oleh komoditas lain karena memiliki cita rasa yang khas. Tingkat produksi cabai merah di Indonesia menunjukkan peningkatan sejalan dengan meningkatnya konsumsi, bahkan pada tahun 2023 produksi cabai merah tercatat mencapai 7.139,2 ton (BPS, 2023). Kebutuhan cabai diperkirakan akan terus bertambah mengikuti pertumbuhan penduduk, ekspansi industri berbasis cabai, dan perkembangan perekonomian nasional (Siahaan et al., 2022). Oleh karena itu, peningkatan produksi cabai merah menjadi penting agar mampu memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat.

Peningkatan permintaan cabai menyebabkan harga komoditas ini mengalami fluktuasi, sehingga mendorong bertambahnya industri berbasis cabai dan membuka peluang pendapatan yang semakin besar (Wisnujati et al., 2021). Konsumsi cabai di masyarakat tergolong tinggi dan terus menunjukkan peningkatan setiap tahunnya, namun produktivitas sering terhambat akibat berbagai permasalahan, terutama serangan hama dan penyakit yang dapat menurunkan hasil panen secara signifikan. Gangguan organisme pengganggu tanaman menjadi salah satu kendala utama dalam budidaya cabai (Abdila, 2021). Salah satu penyakit penting yang menghambat produksi adalah penyakit fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Penyakit ini menimbulkan kerugian besar karena menyerang tanaman sejak fase perkecambahan hingga dewasa, dan dapat mengakibatkan kehilangan hasil hingga mencapai 50% (Agustina, 2024).

Cendawan *Fusarium spp.* merupakan patogen tular tanah yang tidak hanya menginfeksi akar, tetapi juga dapat menyerang organ lain seperti batang, daun, bunga, dan buah, terutama melalui bagian yang terluka (Nurjannah, 2020). Gejala awal penyakit fusarium ditandai dengan menguningnya daun bagian bawah yang kemudian mengalami nekrosis hingga mengering. Pada tahap lanjut, gejala berkembang menjadi kelayuan pada bagian atas tanaman, dan pada tingkat infeksi berat buah dapat roboh dan akhirnya mati (Putri et al., 2014). Serangan *Fusarium oxysporum* menjadi salah satu faktor pembatas utama dalam produksi cabai karena dapat menyebabkan kerugian yang signifikan.

Cepatnya penyebaran penyakit fusarium pada tanaman cabai mendorong petani untuk menggunakan pestisida sintetis jenis fungisida guna menekan atau mengurangi tingkat serangan. Namun, penggunaan fungisida sintetis berpotensi mencemari lingkungan serta mengganggu ekosistem karena dapat membunuh musuh alami dan memicu resistensi patogen. Sebagai alternatif, pestisida nabati terbukti efektif dalam mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Kandungan senyawa aktif dalam pestisida nabati memiliki sifat insektisida maupun fungisida yang mampu membunuh atau menghambat perkembangan organisme pengganggu tanaman. Selain itu, penggunaan pestisida nabati juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Siregar, 2023).

Pestisida nabati dapat dibuat dari bahan alami, terutama dari tumbuhan yang berpotensi dimanfaatkan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (Novia et al., 2022). Bahan baku pestisida nabati umumnya tersedia secara lokal dan dapat diproduksi dengan biaya yang

relatif rendah, sehingga menjadi pilihan yang lebih ekonomis bagi petani. Terdapat berbagai jenis tanaman yang dapat diolah sebagai bahan dasar pestisida, dan umumnya tanaman tersebut memiliki bau menyengat serta mengandung senyawa biokontrol dan antisidan (Benarivo et al., 2024; Naftaly et al., 2024). Beberapa daun yang diketahui memiliki kandungan tersebut antara lain daun jarak, sirsak, kelor, mimba, serta daun sirih yang juga dikenal memiliki aroma kuat.

Pestisida nabati dapat dibuat dari bahan alami seperti tumbuhan liar (gulma) yang mudah dijumpai, salah satunya adalah daun sirih. Daun sirih mengandung minyak atsiri dengan berbagai senyawa aktif, seperti betle phenol, eugenol, salinen, farnesen, metil eugenol, dan germaceren, yang berfungsi sebagai insektisida alami untuk menghambat perkembangan serangga hama (Bintang et al., 2024). Daun sirih juga memiliki senyawa kimia lain, seperti fenol dan khavikol, yang bersifat toksik bagi serangga sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan dalam pembuatan pestisida (insektisida) nabati. Minyak atsiri daun sirih berperan sebagai antijamur, sedangkan kandungan lainnya berfungsi sebagai antioksidan dan fungisida yang mampu membunuh mikroorganisme patogen, serta mengandung triterpenoid dan tanin (Herviana et al., 2022).

Daun mimba mengandung senyawa yang bersifat antifungi dan antiserangga, termasuk azadirachtin, meliantriol, dan salanin, yang berperan sebagai insektisida sekaligus fungisida (Handoyo et al., 2020). Dari ketiga senyawa tersebut, azadirachtin merupakan komponen yang paling dominan pada daun mimba dan mampu menghambat pertumbuhan jamur penyebab penyakit fusarium pada tanaman cabai. Selain bersifat toksik terhadap serangga, senyawa aktif dalam daun mimba juga dapat mengganggu metabolisme patogen sehingga membantu mencegah infeksi pada tanaman cabai. Hampir seluruh bagian tanaman mimba—mulai dari batang, daun, hingga biji—mengandung senyawa bioaktif. Ekstrak mimba diketahui memiliki spektrum aktivitas biologis yang luas, termasuk sebagai antimikroba, antiinflamasi, dan antioksidan (Li'liani et al., 2021).

Penelitian Mi'rajyiah (2019) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun sirih (*Piper betle*) pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20% mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* secara efektif. Sementara itu, penelitian Yi et al. (2021) melaporkan bahwa ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*) dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20% dapat menekan kejadian penyakit Fusarium pada tanaman pisang, dengan tingkat penghambatan tertinggi pada konsentrasi 20%.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian untuk menguji efektivitas pestisida nabati dengan satu tingkat konsentrasi, yaitu 20%, yang berbahan dasar ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dan daun mimba (*Azadirachta indica*), termasuk ekstrak kombinasi keduanya, guna mengetahui apakah kombinasi tersebut memberikan hasil yang lebih efektif dibandingkan ekstrak tunggal dalam mengendalikan penyakit Fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* pada buah cabai. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengendalian penyakit yang lebih ramah lingkungan serta berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas buah cabai rawit di Indonesia.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Buah Cabai (*Capsicum annum* L.)

Cabai merah besar merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Bagi masyarakat Indonesia, cabai menjadi jenis sayuran yang sangat digemari. Klasifikasi cabai menurut Swamy (2023) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divis : Angiospermae
Class : Dicotyledonae
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Sub Famili : Solanaceae
Genus : *Capsicum*
Species : *Capsicum annum* L.

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran komersial yang telah lama dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman cabai

berasal dari wilayah tropis dan subtropis Benua Amerika, terutama dari daerah Kolombia dan Amerika Selatan. Cabai termasuk dalam famili Solanaceae dengan genus *Capsicum*. Kandungan nutrisi pada cabai meliputi kapsaisin, dihidrokapsaisin, vitamin A dan C, damar, serta pigmen seperti kapsantin, karoten, kapsarubin, zeasantin, kriptosantin, dan lutein. Selain itu, cabai juga mengandung berbagai mineral, di antaranya zat besi, kalium, kalsium, fosfor, dan niasin. Senyawa aktif kapsaisin dikenal memiliki efek sebagai stimulan (Suranta Sinulingga, 2023).

Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki prospek pengembangan yang cukup menjanjikan, karena permintaan cabai merah besar terus meningkat seiring perannya sebagai bahan utama dalam berbagai masakan dan tingginya nilai ekonominya. Selain bernilai komersial, cabai juga memberikan manfaat kesehatan, antara lain membantu meredakan stres, melancarkan pencernaan, dan lainnya. Tarigan S. dan Wiryanta (2003) dalam Mariana et al. (2022) menyatakan bahwa berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa buah cabai dapat mengatasi kejang otot, rematik, sakit tenggorokan, alergi, serta membantu melancarkan sirkulasi darah di jantung.

1.2.2 *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum merupakan jamur yang tergolong dalam kelas Ascomycetes. Sebelumnya, jamur ini diklasifikasikan ke dalam kelas Deuteromycetes karena hanya diketahui bereproduksi secara aseksual melalui pembentukan konidia, namun kini fase seksualnya dalam bentuk teleomorf telah berhasil diidentifikasi (Agustining, 2012). Menurut Schlecht, Emend, Snyder dan Hansen penjelasan *Fusarium oxysporum* sebagai berikut:

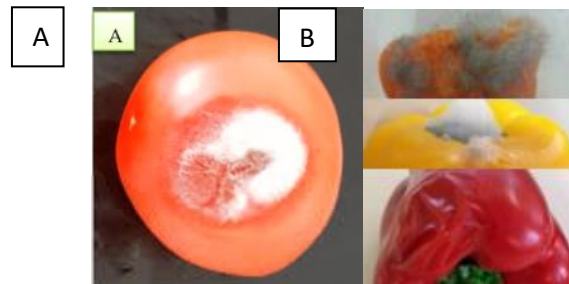
Kingdom : Jamur
Divisi : Ascomycota
Kelas : Sordariomycetes
Ordo : Hypocreales
Famili : Nectriaceae
Genus : *Fusarium*
Spesies : *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum merupakan patogen penyebab penyakit bercak fusarium pada tanaman cabai. Infeksi jamur ini dapat terjadi sejak tanaman berada pada fase perkecambah hingga mencapai fase pertumbuhan dewasa. Serangan *Fusarium oxysporum* menjadi salah satu hambatan utama dalam budidaya cabai karena berpotensi menimbulkan kerugian yang cukup besar. Menurut Rostini (2011), penyakit ini mampu menyebabkan kerusakan dan kegagalan panen hingga 50%. Kerugian tersebut dapat semakin meningkat karena patogen juga dapat menyerang cabai selama masa penyimpanan. Selain itu, keberadaan patogen ini semakin mengkhawatirkan karena mampu menginfeksi benih yang akan digunakan untuk penanaman berikutnya (Abdila et al., 2021).

Fusarium oxysporum mengalami dua fase hidup, yaitu fase patogenesis dan fase saprogenesis. Pada fase patogenesis, cendawan bertindak sebagai parasit dan menginfeksi tanaman inang. Ketika tanaman inang tidak tersedia, patogen bertahan di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa tanaman dan memasuki fase saprogenesis, yang kemudian menjadi sumber inokulum untuk menginfeksi tanaman berikutnya. Penyebaran propagul jamur dapat berlangsung melalui angin, air tanah, serta tanah yang terkontaminasi dan terbawa oleh alat pertanian maupun aktivitas manusia (Dakosta, 2023).

Fusarium oxysporum menyerang jaringan vaskuler tanaman dan menyebabkan pengerutan jaringan dengan cara menghambat aliran air pada xilem. Jamur ini bereproduksi secara aseksual, baik di dalam tanah maupun pada biakan murni, dengan menghasilkan tiga jenis spora, yaitu mikrokonidia, makrokonidia, dan klamidospora. *Fusarium oxysporum* mampu bertahan di dalam tanah dalam bentuk klamidospora selama waktu yang sangat lama meskipun tanpa kehadiran tanaman inang. Aplikasi fungsida sintesis ke dalam tanah hanya mampu menekan perkembangan penyakit fusarium dalam jangka waktu beberapa bulan. Gejala awal penyakit mulai terlihat pada hari kedua setelah inokulasi pada tanaman berumur 22 hari setelah tanam. Infeksi pada buah cabai umumnya ditandai dengan munculnya bercak berwarna pucat hingga kecokelatan pada permukaan buah, disertai pengerutan kulit akibat penurunan tekanan turgor. Pada fase lanjutan, jaringan buah menjadi lembek dan mengempis, serta sering tampak miselium berwarna putih hingga merah muda pada area yang terinfeksi. Buah yang

terserang berat akan mengalami pengerutan total, membusuk kering, dan akhirnya rontok (Sari et al., 2024).



Gambar 1. Buah yang terserang penyakit *Fusarium Oxysporum*. (A) Gejala fusarium pada buah tomat, (B) Gejala pada buah yang mengkerut, tumbuhnya miselium pada buah.

A (Calonge, 2019).

B (Miller, 2010)

1.2.3 Daun Sirih

Daun sirih (*Piper betle* L.) merupakan tanaman dari genus *Piper* dalam famili Piperaceae, yang tersebar di wilayah tropis dan subtropis. Tanaman dari genus *Piper* dikenal sebagai penghasil rempah dan fitofarmaka yang penting, baik untuk kebutuhan bumbu dan obat tradisional masyarakat maupun untuk industri pangan, minuman, jamu, dan obat-obatan. Spesies *Piper* telah lama dimanfaatkan sebagai bahan ramuan obat tradisional dan rempah dengan berbagai nama dagang. Terdapat 22 spesies *Piper* yang tercatat sebagai bahan dalam ramuan obat dan rempah di dunia (Yuliana, 2023). Sirih hijau (*Piper betle* L.) secara luas digunakan sebagai obat tradisional dan merupakan tanaman terna memanjat dari famili Piperaceae. Daun sirih hijau mengandung senyawa tanin yang bersifat antimikroba dan antijamur kuat, sehingga mampu menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri (Sartika et al., 2023).

Daun sirih (*Piper betle* L.) diketahui mengandung beragam senyawa kimia aktif, dan komposisinya dapat bervariasi sesuai kondisi geografis serta lingkungan tempat tumbuh. Bagian tanaman yang paling banyak dimanfaatkan adalah daunnya karena memiliki kandungan minyak atsiri sekitar 4,2%. Minyak atsiri tersebut tersusun atas senyawa-senyawa seperti betferenol—yang merupakan isomer eugenol—allypyrocatechin e, cineol, metil eugenol, caryophyllene, karikol, kavibetol, estragol, dan terpinene, di mana betferenol berfungsi sebagai agen antibakteri (Fitriana et al., 2020). Selain itu, daun sirih hijau juga mengandung senyawa lain seperti steroid, tannin, flavonoid, saponin, fenol, alkaloid, kumarin, dan emodin. Tanaman sirih tersebar luas di wilayah Asia tropis hingga Afrika Timur, dan banyak ditemukan di negara seperti Indonesia, Thailand, Malaysia, India, Sri Lanka, dan Madagaskar. Sirih termasuk tanaman obat yang bernilai tinggi dan secara empiris telah terbukti memiliki kemampuan dalam mengatasi berbagai penyakit. Masyarakat memanfaatkan daun sirih hijau untuk mengobati pendarahan, gatal-gatal, sariawan, serta penyakit akibat infeksi bakteri dan jamur karena kandungan bahan aktifnya yang bersifat antibakteri (Sadiah et al., 2022).

Ekstrak daun sirih mengandung senyawa aktif yang mampu mengganggu sistem saraf pada hama sehingga berujung pada kematian (Swarty, 2024). Daun sirih memiliki karakteristik khas berupa aroma tajam atau rasa pedas. Bau aromatik tersebut berasal dari kandungan minyak esensial yang tersusun atas senyawa fenol dan terpena. Selain itu, daun sirih kaya akan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan untuk mencegah serangan herbivora (hama) maupun sebagai alat kompetisi dengan tumbuhan lain dalam menjaga ruang tumbuh (Putri, 2019). Daunnya juga dikenal menghasilkan wangi yang spesifik. Sementara itu, bunga pada tanaman genus *Piper* tersusun dalam bentuk infloresens pada rangkaian buah, dengan tipe buah batu berukuran kecil yang bersifat kering dan keras (Ramdhani et al., 2024).

1.2.4 Daun Mimba

Tanaman Mimba (*Azadirachta indica*) banyak tumbuh di wilayah dataran rendah beriklim tropis maupun subtropis. Mimba dikenal sebagai tanaman serbaguna sehingga sering disebut *Wonderful tree*. Tumbuhan ini merupakan salah satu tanaman liar yang memiliki potensi besar sebagai pestisida organik. Lebih dari 140 senyawa kimia telah berhasil diisolasi dari tanaman mimba, beberapa di antaranya yang berperan sebagai pestisida adalah protomeliasin, limonoid, azadiraktin, nimbin, nimbolida, dan polifenolat (Sarno, 2022). Daun dan biji mimba memiliki berbagai kegunaan; bijinya dapat diolah menjadi insektisida alami, fungisida, antibakteri, spermisida, sabun berbasis minyak mimba, serta pelumas. Pemanfaatan mimba saat ini cenderung terfokus pada insektisida, padahal tanaman ini juga berpotensi sebagai agen antibakteri. Aktivitas antibakteri dari mimba bekerja melalui penghambatan sintesis membran sel bakteri sehingga pertumbuhan bakteri dapat ditekan. Ekstrak daun mimba juga diketahui mampu menghambat perkembangan bakteri *Staphylococcus aureus* (Andhiarto et al., 2021).

Pemanfaatan mimba sebagai obat tradisional di Indonesia masih belum didukung oleh standarisasi kandungan maupun khasiatnya, dan penelitian terkait penggunaan daun mimba sebagai pestisida nabati juga masih terbatas. Tanaman mimba umumnya tumbuh liar di berbagai wilayah Indonesia dan belum dimanfaatkan secara optimal. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, sejumlah peneliti mulai menaruh perhatian terhadap potensi mimba sebagai tanaman obat dan mulai mengembangkannya melalui penelitian ilmiah (Handoyo, 2020).

Mimba merupakan salah satu tanaman penghasil pestisida nabati. Daun mimba memiliki sifat sebagai fungisida, virusida, nematisida, bakterisida, dan akarisisida, serta mampu memberikan efek anti-serangga. Ekstrak daun mimba dapat dimanfaatkan sebagai fungisida alami untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah apel pascapanen. Senyawa toksik yang terkandung di dalamnya dapat menimbulkan iritasi pada mata dan jaringan lunak, bahkan berpotensi menyebabkan konjungtivitis dan peradangan. Meskipun demikian, insektisida nabati dari mimba tergolong aman bagi manusia, hewan, dan tanaman karena mudah terdegradasi sehingga tidak meninggalkan residu. Mekanisme toksiknya antara lain sebagai penolak (repelen), penghambat peletakan telur, dan antifidan. Daun mimba juga mengandung senyawa aktif beraroma menyengat yang tidak disukai hama, sehingga menjadikannya efektif sebagai insektisida (Saenong, 2016).

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.), daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss), serta kombinasi keduanya terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* sebagai penyebab kerusakan pada buah cabai besar (*Capsicum annuum* L.). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi jenis ekstrak yang memberikan efektivitas paling tinggi dalam menekan intensitas serangan patogen tersebut.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai referensi ilmiah mengenai efektivitas ekstrak daun sirih dan daun mimba sebagai pestisida nabati yang bersifat ramah lingkungan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif strategi pengendalian penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* tanpa bergantung pada penggunaan fungisida kimia, serta menjadi landasan bagi riset selanjutnya dalam mengembangkan formulasi pestisida nabati yang lebih efisien dan mudah diaplikasikan oleh petani.

1.4 Hipotesis

Diduga bahwa pemberian ekstrak daun sirih, daun mimba, dan kombinasi keduanya berpengaruh nyata dalam menekan pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dan menurunkan tingkat kerusakan (bercak/serangan) pada buah cabai besar, serta terdapat salah satu jenis ekstrak yang memberikan efektivitas penghambatan paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar yang berlangsung mulai dari September – Oktober 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Mikroskop, *Autoclaf*, LAF (*Laminar Air Flow*), *hot plate*, oven, cawan Petri, gelas ukur, erlenmeyer, tabung reaksi, timbangan elektrik, bunsen, spatula, pipet tetes, *cork borer*, jarum preparat, kaca preparat, *degglas*, pengaduk, penggaris, alat dokumentasi, serta ATK.

Bahan yang digunakan yaitu isolat *Fusarium*, *chloramphenicol*, *aluminium foil*, *plastik wrap*, aquades, spiritus, alkohol 70%, ekstrak daun sirih dan ekstrak daun mimba. Bahan yang digunakan untuk membuat media PDA dan PDB, yaitu 200 gram kentang, aquades 1000 ml, gula 20 gram, agar 17 gram (untuk 1 Liter media PDA). 200 gram kentang, aquades 1000 ml, gula 20 gram (untuk 1 Liter media PDB).

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 jenis perlakuan dan 5 ulangan, sehingga total terdapat 20 unit percobaan. Konsentrasi ekstrak daun yang diaplikasikan adalah 20%. Adapun perlakuan yang diberikan meliputi:

P0 : Kontrol

P1 : Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle L.*)

P2 : Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*)

P3: Ekstrak Kombinasi (Daun Sirih dan Daun Mimba)

2.3.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Sampling tanaman yang terserang penyakit fusarium diambil di daerah, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan dan dipilih berdasarkan adanya tanda dan gejala yang menunjukkan penyakit Fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman cabai. Sampling daun mimba tua diambil di daerah belakang masjid Al-Markaz Al-Islami Makassar, Sulawesi Selatan. Sedangkan sampling daun sirih tua diambil di desa Cendana, Dusun Damai, Kec.Tanralili, Kab.Maros, Sulawesi Selatan.

2.3.3 Penyediaan Ekstrak Daun

a) Pembuatan Ekstrak Daun Sirih

Tahap awal proses ekstraksi dilakukan dengan mengumpulkan sampel daun sirih, kemudian daun dicuci hingga bersih dan dikeringanginkan selama kurang lebih dua hari. Setelah kering, daun digiling hingga menjadi bubuk, kemudian ditimbang sebanyak 250 g dan dilarutkan ke dalam 1000 ml aquades. Larutan tersebut selanjutnya dimaserasi selama 24 jam.yang selanjutnya di pisahkan ekstrak cair dari sisa bahan padat dengan menggunakan kain kasa steril untuk memisahkan filtrat dari ampas, lalu disaring kembali menggunakan kertas saring sebanyak 3x (Setyawaty 2002). ekstrak kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Proses autoklaf ini bertujuan untuk mensterilkan larutan tanpa merusak kandungan senyawa aktif seperti fenol dan flavonoid . Ekstrak yang telah disterilkan kemudian disimpan di tempat sejuk hingga digunakan.

b) Pembuatan Ekstrak Daun Mimba

Tahap awal proses ekstraksi yaitu dengan mengumpulkan sampel daun mimba, kemudian daun dicuci bersih terlebih dahulu, lalu dikering anginkan selam ± 2 hari, kemudian di haluskan, daun

sirih yang telah menjadi bubuk diambil 250 g yang kemudian dilarutkan dalam 1000 ml aquades. Setelah itu dimaserasi selama 1 x 24 jam. Setelah maserasi (Lawarti & Cahyaningrum, 2022). larutan disaring menggunakan kain kasa steril untuk memisahkan filtrat dari ampas, lalu disaring kembali menggunakan kertas saring sebanyak 3x, ekstrak kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Zanjage et al., 2021). Proses autoklaf ini bertujuan untuk mensterilkan larutan tanpa merusak kandungan senyawa aktif seperti fenol dan flavonoid. Ekstrak yang telah disterilkan kemudian disimpan di tempat sejuk hingga digunakan.

c) Pembuatan Kombinasi Ekstrak

Daun sirih dan daun mimba yang telah diekstraksi secara terpisah melalui proses maserasi dan sterilisasi, kemudian dicampurkan dengan perbandingan 1:1 di wadah yang steril dalam ruang steril atau Laminar Air Flow (LAF) untuk menghindari kontaminasi, dan juga proses pencampuran berlangsung secara aseptis (Mubaraki et al., 2022). Ekstrak kombinasi yang telah jadi langsung bisa digunakan.

d) Pembuatan Konsentrasi Ekstrak

Penentuan konsentrasi ekstrak daun dilakukan dengan membandingkan berat simplisia kering yang digunakan dengan volume akhir filtrat steril yang diperoleh. Data input adalah 250 g daun kering dicampurkan dengan pelarut 1000 ml aquadest, lalu dimaserasi selama 1x24jam ditempat tertutup Hasil maserasi, penyaringan, dan sterilisasi menunjukkan bahwa volume ekstrak cair yang didapatkan adalah 700 ml. Berdasarkan data tersebut, konsentrasi ekstrak dihitung menggunakan rumus berikut; (Tavares et al., 2020).

$$\text{Konsentrasi} = \frac{\text{Berat Bahan Kering}}{\text{Volume Ekstrak (ml)}} \times 100\%$$

Pengenceran ekstrak daun sirih dan daun mimba dilakukan dengan menggunakan larutan stok berkonsentrasi 25%. Larutan stok tersebut dicampurkan ke dalam media (PDB) yang steril, begitu juga dengan media (PDA). Volume ekstrak yang diperlukan untuk mencapai konsentrasi yang diinginkan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut; (Danjuma et al., 2024).

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Keterangan:

C1 = Konsentrasi ekstrak awal

C2 = Konsentrasi yang diinginkan

V1 = Volume yang dicari

V2 = Volume yang diinginkan

2.3.4 Pembuatan Media PDA

Untuk menyiapkan 1 liter media PDA, digunakan 15 g agar, 20 g gula pasir, dan 200 g kentang. Kentang dipotong kecil lalu direbus dalam 1 liter air sambil diaduk, kemudian campuran disaring untuk memisahkan filtrat dari ampas kentang. Filtrat yang diperoleh diukur kembali hingga volumenya 1 liter, kemudian ditambahkan 15 g agar dan 10 g dextrose, lalu direbus hingga mendidih. Setelah itu, larutan disaring kembali dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer. Media PDA dalam erlenmeyer kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama ±15 menit. Setelah sterilisasi selesai, media dibiarkan hingga mencapai suhu hangat kuku, lalu dituangkan ke dalam cawan petri (Rahayu et al., 2017).

2.3.5 Pembuatan Media PDB

Media Potato Dextrose Broth (PDB) disiapkan dengan terlebih dahulu mencuci kentang yang akan digunakan, kemudian mengupasnya dan menimbang sebanyak 200 g. Setelah itu, kentang dipotong berbentuk dadu sebelum dilakukan proses perebusan, kemudian ditambahkan aquades 1 liter, lalu rebus sampai teksturnya lunak dan air rebusannya disaring. Selanjutnya, dimasukkan air rebusan ketang kedalam panci, kemudian ditambahkan 20 g dektrosa, lalu dipanaskan diatas *hot plate* sambil diaduk secara merata hingga mencapai titik didih. Setelah mendidih, larutan tersebut kemudia dituangkan ke

wadah *erlenmeyer*, lalu ditutup menggunakan sumbatan kapas dan *aluminium foil*. Selanjutnya, mulut wadah ditutup menggunakan plastik wrap. Media kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama kurang lebih 18 menit untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme yang tidak diinginkan. Setelah proses sterilisasi selesai, media dikeluarkan dari autoklaf, dituangkan ke dalam botol kultur, ditutup dengan aluminium foil, dan kembali direkatkan menggunakan plastik wrap (Achmad & Eti 2013).

2.3.6 Perbanyak Cendawan *Fusarium oxysporum*

Isolat murni Cendawan *Fusarium Oxysporum* yang dikoleksi di laboratorium penyakit tumbuhan universitas hasanuddin, selanjutnya diperbanyak dengan menumbuhkannya kembali pada beberapa cawan petri yang berisi media PDA segar, lalu diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang hingga koloni cendawan menutupi permukaan media. Kultur hasil perbanyak ini digunakan sebagai inokulum pada uji in vitro. Selanjutnya, kerapatan spora dihitung menggunakan metode mikroskopis langsung dengan bantuan haemocytometer, dan diperoleh konsentrasi spora 4×10^6 spora/ml (Suwastini, 2020). Suspensi spora tersebut kemudian digunakan sebagai inokulum untuk perlakuan pada buah cabai.

$$C = \frac{T}{n} \times 0,25 \times 10^6$$

Keterangan:

C = Kerapatan spora per ml larutan

T = Jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati

n = Jumlah kotak sampel

0,25 x 106 = Faktor koreksi penggunaan haemocytometer

2.3.7 Uji Media Cair/PDB

Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan miselium cendawan pada media PDB. 32ml larutan stok ekstrak yang berkonsentrasi 25%, beserta 8ml PDB dimasukkan kedalam botol kultur, lalu dihomogenkan, setelah itu satu potong koloni isolat patogen penyebab penyakit *Fusarium Oxysporum* dipindahkan ke dalam botol kultur berisi 40 ml media PDB. Pada perlakuan kontrol, media hanya diinokulasi patogen tanpa penambahan cairan Ekstrak. Setiap perlakuan dilakukan dalam lima ulangan. Pengukuran berat basah dan berat kering miselium dilakukan setelah media PDB tanpa perlakuan telah dipenuhi miselium, yaitu pada hari ke-14. Miselium kemudian disaring menggunakan kertas saring, lalu ditimbang dengan timbangan analitik untuk memperoleh berat basah. Untuk mendapatkan berat kering, miselium yang telah dibungkus kertas saring dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam (Ptatomo, 2006).

2.3.8 Uji Pada Buah

Dalam pengujian ini pemilihan Buah cabai besar (*Capsicum annum* L.) yang digunakan sebagai objek penelitian, yaitu buah segar dengan tingkat kematangan seragam dan bebas sepenuhnya dari cacat, kerusakan, serta gejala serangan penyakit (Novitarianti et al., 2023). Sebelum digunakan, buah cabai merah disterilisasi terlebih dahulu dengan cara dicuci menggunakan aquadest steril, kemudian disemprot alkohol 70% dan dikeringanginkan. Setelah itu, buah kembali dibilas dengan aquades steril dan dikeringanginkan lagi dalam kondisi tetap steril (Rani et al., 2022).

Cabai yang akan diperlakukan direndam dengan ekstrak daun sirih, daun mimba dan kombinasi dengan konsentrasi yang sama dengan uji invitro yaitu 20%. Perendaman dilakukan selama 5 menit, kemudian dikeringkan kembali dengan kondisi yang steril (Oktarina et al., 2017). Setelah kering dari perendaman buah kemudian dilukai di satu titik pada buah menggunakan jarum dengan kedalaman $\pm 1,5$ mm, kemudian diinokulasi dengan meletakkan isolat fusarium sp. Setiap perlakuan diletakkan kedalam wadah plastik yang dialasi tisu untuk menjaga kelembapan selama msa inkubasi. Kemudian, tutup wadah jangan terlalu rapat dan inkubasi di suhu ruang (25°C-30°C) selama 7 hari (Widianingsih et al., 2025).

2.3.9 Variabel Pengamatan

a) Uji Pada Media Cair

Rumus efektivitas setiap perlakuan terhadap berat basah dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Yousef et al., (2021), yaitu:

$$E = \frac{BBK-BBP}{BBK} \times 100\%$$

Ket :

E = Efektivitas

BBK = Berat basah kontrol

BBP = Berat basah perlakuan

Rumus efektivitas setiap perlakuan terhadap berat kering dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Yousef et al., (2021), yaitu:

$$E = \frac{BBK-BBP}{BBK} \times 100\%$$

Ket :

E = Efektivitas

BBK = Berat kering kontrol

BBP = Berat kering perlakuan

b) Luas Bercak pada Buah Cabai, Uji In Vitro

Diameter bercak diukur menggunakan penggaris. Jika bercak tidak berbentuk bulat sempurna, maka digunakan pengukuran dua arah (panjang dan lebar), kemudian dirata-rata dengan rumus sebagai berikut (World Vegetable Center, 2018);

$$\text{Diameter Bercak (cm)} = \frac{P + L}{2}$$

Keterangan:

P = panjang bercak (cm)

L = lebar bercak (cm)

c) Intensitas Serangan

Intensitas serangan diamati berdasarkan tingkat keparahan gejala pada buah yang terinfeksi, dengan mengacu pada luas permukaan buah yang menunjukkan gejala infeksi. Penilaian dilakukan secara visual menggunakan skala skoring sebagai berikut (Hamidson, 2019):

Skor	Keterangan Kerusakan	Persentase Luas Permukaan Terinfeksi
0	Tidak ada kerusakan	0%
1	Kerusakan ringan	1-10%
2	Kerusakan sedang	11-25%
3	Kerusakan berat	26-50%
4	Kerusakan sangat berat	51-75%
5	Kerusakan total	76-100%

Indeks intensitas serangan dihitung menggunakan rumus:

$$IS = \frac{\sum(n \times v)}{(N \times V)} \times 100\%$$

Keterangan:

Is = Intensitas Serangan (%)

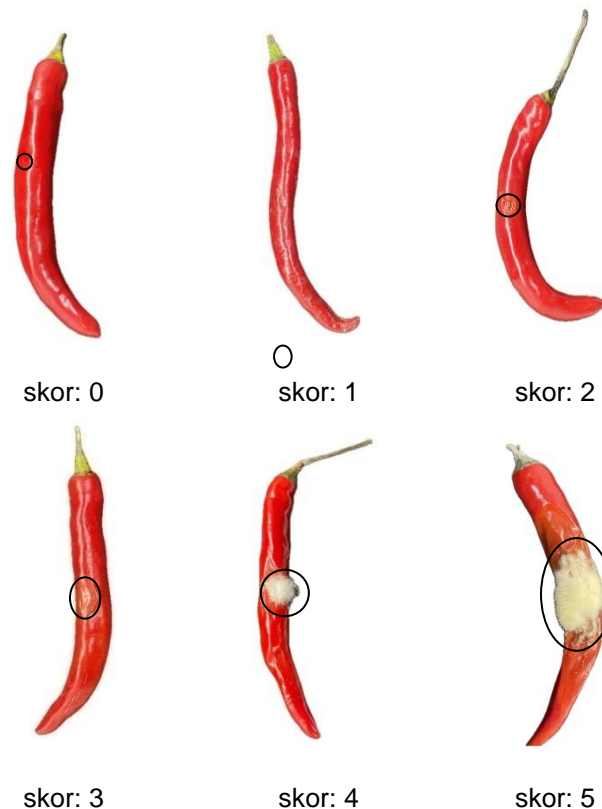
n = Jumlah buah yang terinfeksi pada setiap kategori kerusakan

v = Nilai skala kerusakan

N = Jumlah total buah yang diamati

V = Nilai maksimum pada skala kerusakan

Tingkat keparahan serangan penyakit pada buah cabai merah diamati berdasarkan gejala kerusakan yang muncul pada permukaan buah. Penilaian dilakukan dengan menggunakan metode skoring untuk menentukan tingkat kerusakan buah akibat infeksi patogen. Skor kerusakan ditetapkan berdasarkan luas bagian buah yang menunjukkan gejala infeksi, mulai dari kondisi buah sehat hingga busuk total. Nilai skoring kerusakan buah cabai merah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai skoring kerusakan pada buah cabai merah

d) Efektivitas Ekstrak

Efektivitas ekstrak daun sirih terhadap patogen buah dinilai berdasarkan penurunan intensitas serangan dibandingkan dengan kontrol. Rumus yang digunakan untuk menghitung efektivitas sebagai berikut (Yuliani, 2020):

$$E = \frac{I_k - I_t}{I_k} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Efektivitas ekstrak (%)

I_k = Intensitas serangan pada kontrol (tanpa perlakuan ekstrak)

I_t = Intensitas serangan pada perlakuan ekstrak (dengan ekstrak)

Menurut Yuliani et al. (2023), nilai efektivitas dievaluasi dengan kategori sebagai berikut:

Efektivitas (%)	Kategori Efektivitas
0 – 25 %	Tidak efektif
26 – 50 %	Kurang efektif
51 – 75 %	Cukup efektif
76 – 90 %	Efektif
91 – 100 %	Sangat efektif

2.3.10 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA (Analysis of Variance) dengan bantuan perangkat lunak RStudio. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan BNT pada taraf signifikansi 5%.