

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Tanaman pepaya

Menurut Muktiani (2016) tanaman pepaya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dileniidae
Ordo	: Vioales
Famili	: Caricaceae
Genus	: Carica
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L.

Pepaya adalah tanaman tropis yang tumbuh baik pada suhu antara 20 sampai 25°C, dengan suhu optimum untuk pertumbuhannya sekitar 25 sampai 30°C. Suhu minimum yang masih dapat diterima oleh tanaman ini adalah 16°C. Dalam kondisi suhu tersebut, tanaman pepaya Callina dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan banyak buah. Namun, perubahan suhu yang tiba-tiba dapat memberikan stres pada tanaman pepaya Callina, sehingga menghambat pertumbuhannya secara optimal (Novita, 2016).

Pepaya cocok untuk dibudidayakan di daerah dataran sedang hingga lahan yang terletak pada ketinggian 700 m di atas permukaan laut (m dpl). Meskipun pepaya juga dapat tumbuh di lahan dataran tinggi, seperti di atas 1.000 m dpl, hasilnya biasanya kurang optimal (Novita, 2016). Tanaman pepaya Callina dapat tumbuh baik di daerah dengan curah hujan sedang, yaitu sekitar 1.000 sampai 2.000 mm per tahun, dan kelembapan udara sekitar 40%. Di daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan tanah dengan drainase yang buruk, akar tanaman dapat terendam air selama 24 hingga 48 jam, yang berpotensi menyebabkan kematian tanaman. Tanah yang ideal untuk pertumbuhan pepaya Callina biasanya memiliki pH netral, antara

6 dan 6,5. Tanah yang terlalu asam dapat memicu pertumbuhan jamur, sedangkan tanah yang terlalu basa (berkapur) dapat menyebabkan akar tanaman membusuk. Jika pH tanah di bawah 5, perlu dilakukan pengapuran dengan dolomit untuk menetralkan pH tanah (Novita, 2016).

Secara morfologi, bagian-bagian tanaman pepaya dapat dideskripsikan sebagai berikut:

Tinggi pohon pepaya berkisar antara 1,5 sampai 2 m dengan batang beruas pendek dan berpelepah. Pepaya Callina memiliki batang berongga dengan ruas-ruas batang yang pendek. Akarnya berupa sebuah akar tunggang dengan akar lunak yang tumbuh ke arah samping. Sistem perakaran dangkal, tidak terlalu dalam menghujam ke tanah (Novita, 2016).



Gambar 2. Tanaman pepaya varietas Callina IPB
Sumber: Lamonganpos, 2021

Daun pepaya memiliki bentuk bertulang menjari yang mirip dengan telapak tangan manusia. Daun ini termasuk dalam kategori daun tunggal, dengan ujung yang meruncing, tepi yang bergerigi, dan diameter antara 25 hingga 75 cm. Panjang tangkai daun berkisar antara 25 hingga 100 cm. Permukaan atas daun berwarna hijau tua, sementara permukaan bawahnya berwarna hijau muda. Jika dilipat dua pada bagian tengah, daun pepaya akan terlihat simetris. Pertumbuhan tangkai daun mengikuti pola spiral dan menutupi bagian ujung pohon (Muktiani, 2016).



Gambar 3. Daun pepaya
Sumber: Sari, 2023

Tanaman pepaya mempunyai tiga bentuk bunga, yaitu bunga jantan, bunga betina, dan bunga hermafrodit. Bunga jantan tidak memiliki ovarium sehingga tidak dapat menghasilkan buah. Bunga tersebut berisi benang sari yang merupakan organ kelamin jantan. Di bagian atasnya berisi serbuk sari. Serbuk sari inilah yang dapat menyerbuki bunga pepaya betina sehingga mampu menghasilkan buah (Novita, 2016).

Bunga pepaya betina memiliki ovarium. Bagian dasar bunga betina berbentuk membulat. Di dalamnya terdapat ovarium. Ovarium bunga betina inilah yang akan menerima serbuk sari dari tanaman lain, baik dari bunga jantan maupun bunga hermafrodit. Serbuk sari tersebut akan membuahi putik sehingga bakal buah berkembang menjadi buah (Novita, 2016).

Bunga hermafrodit memiliki ovarium maupun benang sari. Karena memiliki dua organ kelamin, bunga hermafrodit dapat menyerbuki sendiri dan tidak memerlukan kehadiran tanaman pepaya lainnya untuk membuahi (Novita, 2016).



Gambar 4. Bunga jantan (A1 dan A2), bunga hermafrodit (B1 dan B2), dan bunga betina (C1 dan C2).

Sumber: Warasfarm, 2013

Buah pepaya Callina IPB berkulit tebal dan berwarna hijau cerah. Menjelang masak, warna kekuningan akan muncul di sekitar tangkai buah. Bobot buahnya kecil, yakni hanya sekitar 0,8 sampai 1,5 kg/buah. Warna daging buahnya merah cerah dengan rasa yang manis. Di bagian tengah buah terdapat rongga yang jika dipotong melintang, rongganya menyerupai bentuk bintang (Novita, 2016). Buah pepaya yang berbentuk bulat umumnya dihasilkan oleh bunga betina, sedangkan buah yang lonjong memanjang berasal dari bunga hermafrodit (Muktiani, 2016).



Gambar 5. Buah pepaya
Sumber: Anggraini, 2024

Daging buah pepaya berasal dari karpela yang menebal. Warna daging buah bervariasi, mulai dari kuning, jingga, hingga merah, tergantung pada varietasnya. Biji buah memiliki bentuk bulat atau bulat panjang, dengan warna putih pada biji yang masih muda dan hitam pada biji yang sudah tua. Biji ini dilapisi oleh lapisan tipis berupa lendir (*pulp*) yang mengandung cairan, berfungsi untuk melindungi biji dari kekeringan (Muktiani, 2016). Biji berwarna putih tidak dapat dipakai untuk benih, karena bersifat abortus (tidak memiliki embrio sejak masih pentil). Biji fertil yang bisa dijadikan benih harus diambil dari buah sempurna dan matang pohon. Biji yang akan berkecambah setelah 3 minggu ditebar, dengan syarat mutu dan persemaiannya baik (Hamzah, 2014).

2.1.2 Letak biji

Letak biji dalam buah berpengaruh terhadap distribusi fotosintesis, dimana biji yang terletak di tengah memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan biji yang berada di ujung dan pangkal buah (Fadila, Syamsuddin, dan Hayati, 2016). Menurut Ina dkk., (2022) biji yang terletak di bagian tengah memiliki ukuran dan berat yang lebih besar dibandingkan biji di bagian pangkal, yang ukurannya lebih kecil. Menurut Fadila dkk., (2016) benih yang berukuran besar lebih unggul dibandingkan benih yang berukuran kecil, karena hal ini berkaitan erat dengan kandungan cadangan makanan. Benih yang lebih besar mengandung cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan benih yang lebih kecil.

Ciri-ciri benih yang baik dan memiliki viabilitas tinggi dapat dilihat dari ukurannya. Benih yang berukuran besar dan berat lebih baik dibandingkan dengan benih yang kecil dan ringan. Biji yang terletak di bagian tengah biasanya memiliki

ukuran yang lebih besar, sehingga mengandung lebih banyak cadangan makanan yang cukup untuk mendukung proses perkecambahan (Hendratta dan Sutardi, 2009). Ukuran biji menunjukkan ketersediaan cadangan makanan yang diperlukan selama proses perkecambahan (Fadila dkk., 2016). Daya berkecambah dan indeks vigor benih tertinggi terlihat pada biji yang terletak di bagian tengah, sementara biji di bagian ujung menunjukkan daya berkecambah dan indeks vigor yang lebih rendah. Semakin besar dan berat ukuran benih, semakin banyak pula kandungan protein yang terdapat di dalamnya (Sutopo, 2017). Menurut Triatminingsih (2007), perkecambahan biji pada setiap posisi dalam buah pepaya sangat bervariasi. Biji yang terletak di bagian ujung memerlukan waktu lebih lama untuk berkecambah dibandingkan dengan biji di bagian tengah dan pangkal.

2.1.3 Eksraksi biji

Salah satu langkah awal dalam pengolahan benih adalah proses ekstraksi, yaitu tindakan untuk memisahkan benih yang akan ditanam dari bagian-bagian lain yang dapat menghambat pertumbuhannya (Prasetya dkk., 2017). Ananda, Raka, dan Mayadewi (2016), menegaskan bahwa proses ekstraksi memastikan bahwa calon benih yang dihasilkan bersih dan bebas dari bagian-bagian lain dari tanaman. Menurut Yuniarti, Megawati, dan Leksono (2013), proses ekstraksi meliputi kegiatan pelunakan dan pelepasan daging buah, pengeringan, pemisahan, penggoncangan, perontokan, serta pembersihan, dengan tujuan untuk menghasilkan benih yang memiliki viabilitas maksimum. Prasetya dkk., (2017) menyatakan benih yang mengalami dormansi akibat adanya zat penghambat, seperti lendir yang menempel pada kulit benih, dapat dihilangkan melalui ekstraksi. Beberapa metode yang digunakan untuk menghilangkan inhibitor tersebut antara lain pencucian benih dengan air, fermentasi selama beberapa hari, serta metode mekanis dan kimiawi yang menggunakan larutan tertentu.

Biji yang masih mengandung lendir perlu menjalani proses ekstraksi, karena jika lendir tersebut tidak dibersihkan dengan baik, hal itu dapat mempengaruhi kualitas benih, terutama selama penyimpanan. Penghilangan lendir yang menempel pada biji dapat dilakukan dengan merendam biji selama 20 menit dalam larutan air kapur 25 g/L. Selama proses perendaman, perlu dilakukan pengadukan agar tidak

terbentuk endapan kapur tohor, sehingga lendir dapat terlepas dengan lebih mudah (Raflı, 2019). Kapur tohor dipilih karena mengandung kalsium yang dapat mengurangi efek keasaman. Lendir pada biji bersifat asam, sedangkan kapur tohor bersifat basa, sehingga dapat meningkatkan pH biji menjadi netral. Hal ini memungkinkan lendir pada biji untuk luruh dan mendukung daya berkecambah serta pertumbuhan yang baik bagi tanaman (Ericson dkk., 2023).

Kapur tohor adalah senyawa kimia yang berbentuk padatan putih atau keabuan dan mirip dengan batu gamping. Kapur tohor dihasilkan dari pembakaran batu kapur pada suhu 900°C , yang menyebabkan proses kalsinasi yang mengakibatkan pelepasan CO_2 , sehingga tersisa padatan CaO (Aziz, 2010). Kapur tohor memiliki kandungan kalsium yang tinggi yang berperan dalam mengaktifkan berbagai jenis enzim, membantu kebutuhan kalsium, karbohidrat dan berbagai nutrisi lainnya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan (Ghufron, 2010).

Selain kapur tohor, bahan yang digunakan untuk ekstraksi biji yaitu natrium hidroksida (NaOH). NaOH terbukti menjadi alternatif yang efektif untuk menghilangkan sarcotesta pada biji pepaya tanpa merusak viabilitas benih. Penggunaan NaOH tidak hanya meningkatkan kebersihan benih dari patogen tetapi juga mendukung peningkatan kemampuan tumbuh benih. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan kimia seperti NaOH dapat menghilangkan lapisan sarcotesta dan memperbaiki kondisi benih untuk meningkatkan keberhasilan perkecambahan (Rodriguez *et al.*, 2013).

Pengeringan juga dapat dilakukan untuk menghilangkan kandungan fenolik pada biji pepaya. Hal ini dikarenakan kandungan fenolik pada biji pepaya dapat menghambat terjadinya perkecambahan biji. Sarcotesta yang mengandung fenolik menghambat peristiwa imbibisi oleh benih sehingga terjadinya dormansi. Selain itu kandungan fenolik yang terdapat pada benih pepaya menghambat masuknya oksigen untuk menstimulasi perkecambahan. Terhambatnya oksigen untuk masuk dan menstimulasi perkecambahan mengakibatkan kecepatan tumbuh semakin menurun (Naden dkk., 2018).

2.1.4 Viabilitas benih

Viabilitas merupakan kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan kecambah secara normal. Viabilitas merupakan daya hidup benih atau kekuatan tumbuh benih yang ditunjukkan melalui gejala metabolisme dengan gejala pertumbuhan. Daya kecambah merupakan salah satu parameter viabilitas potensial benih. Sedangkan indeks dari viabilitas benih memiliki hubungan erat dengan perkecambahan benih dan jumlah benih yang berkecambah. Viabilitas potensial benih adalah kemampuan benih menumbuhkan tanaman dan berproduksi normal pada kondisi lapang yang optimum (Yuliani, Komariah, dan Indriana, 2023).

Menurut Sutopo (2017) uji viabilitas benih dapat dinilai melalui metode langsung dan tidak langsung, dengan mengamati gejala-gejala metabolisme atau membandingkan unsur-unsur pertumbuhan benih dalam periode tertentu. Parameter yang digunakan untuk menilai viabilitas benih meliputi persentase perkecambahan yang cepat dan pertumbuhan yang kuat, yang menunjukkan kekuatan tumbuh, dinyatakan sebagai laju perkecambahan. Penilaian dilakukan dengan membandingkan kecambah satu dengan yang lainnya berdasarkan kriteria kecambah normal, abnormal, dan benih yang tidak tumbuh.

Benih yang rusak akan mudah terserang cendawan, bakteri dan serangga hingga menjadi rusak (Sutopo, 2017). Proses viabilitas benih dibagi menjadi dua kategori, yaitu optimum dan sub optimum. Kondisi dianggap optimum jika kebutuhan air terpenuhi, suhu dan lingkungan sesuai, serta tersedia cukup oksigen dan cahaya matahari. Sebaliknya, kondisi sub optimum terjadi ketika terdapat faktor-faktor penghambat, seperti kekeringan, kurangnya cahaya matahari, benih yang terinfeksi penyakit rebah kecambah, dan lingkungan yang tidak mendukung (Oben, Bintoro, dan Riniarti, 2014).

2.1.5 Vigor benih

Vigor benih adalah kemampuan benih untuk tumbuh dengan normal dalam kondisi lapang yang sub optimum. Benih dengan vigor tinggi dapat berproduksi secara normal dalam keadaan sub optimum maupun di atas kondisi normal, serta memiliki kemampuan untuk tumbuh secara serempak dan cepat. Kecepatan pertumbuhan mencerminkan vigor atau kekuatan tumbuh benih, karena benih yang

tumbuh dengan cepat lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang tidak optimal (Lesilolo, Riry, dan Matatula, 2013).

Menurut Sutopo (2017) vigor dicerminkan oleh kekuatan tumbuh dan daya simpan benih, benih yang memiliki vigor rendah menyebabkan pemunculan bibit di lapang rendah, terutama dalam kondisi tanah yang tidak ideal. Ciri dari benih yang memiliki vigor tinggi yaitu tahan disimpan lama, tahan serangan hama penyakit, tumbuh cepat dan serempak, serta menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam lingkungan suboptimal. Viabilitas dan vigor merupakan tolak ukur daya tumbuh dari benih itu sendiri, benih yang dikatakan berkecambah apabila menghasilkan kecambah yang normal.

2.2 Kerangka berpikir

Letak biji dalam buah dapat berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih yang dihasilkan. Letak biji di dalam buah diduga mempengaruhi jumlah cadangan makanan yang terkandung di dalamnya, yang secara morfologis dapat dilihat dari ukuran biji dan berat biji (Onakoya, 2011). Menurut Hendrata dan Sutardi, (2009) pada letak biji bagian tengah memiliki ukuran biji yang lebih besar, sehingga jumlah cadangan makanan banyak dan mencukupi kebutuhan untuk melakukan perkecambahan.

Beberapa penelitian menunjukkan informasi yang berbeda-beda mengenai pengaruh letak benih dalam buah terhadap viabilitas benih. Hasil penelitian Jayanti dkk., (2022) menyatakan bahwa proses pertumbuhan lebih cepat menggunakan benih dari letak biji bagian tengah yang didukung oleh ketersediaan cadangan makanan, sehingga pemilihan letak biji akan berpengaruh terhadap viabilitas, semakin besar dan berat ukuran benih maka kandungan protein benih akan semakin banyak dan mencukupi kebutuhan untuk proses perkecambahan. Pada hasil penelitian Branco (2007) menyatakan bahwa benih yang berasal dari bagian pangkal buah memiliki kecepatan tumbuh yang lebih baik daripada bagian tengah dan bagian ujung. Penelitian Onakoya (2011) juga menyatakan bahwa persentase perkecambahan kakao tertinggi pada bagian pangkal yang mencapai 81% dan paling rendah adalah pada bagian ujung yaitu 76,6%. Dapat diketahui bahwa perkecambahan benih tidak hanya dipengaruhi oleh ukuran benih yang

menunjukkan jumlah cadangan makanan, akan tetapi perkecambahan benih juga dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan perkecambahan.

Benih pepaya diselimuti oleh lapisan sarcotesta yang mengandung senyawa fenolik dan mampu menghambat proses perkecambahan. Senyawa fenolik ini membentuk lapisan yang mengganggu permeabilitas benih dan menghambat penyerapan zat yang memicu perkecambahan, yang pada akhirnya menyebabkan benih pepaya mengalami dormansi (Sari dkk., 2005). Menurut Fransiska dan Sujarwati (2023) keberadaan selaput lendir pada biji diduga disebabkan oleh terputusnya rantai asam lemak, yang mengakibatkan penurunan metabolisme biji. Hal ini memudahkan mikroorganisme untuk masuk, sehingga benih menjadi rentan terhadap infeksi, serta berpotensi membawa patogen, penyakit, dan jamur, yang dapat menyumbat lubang perkecambahan biji.

Kombinasi letak biji dan metode ekstraksi sarcotesta pada biji pepaya sangat penting karena keduanya dapat berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih. Letak biji dalam buah pepaya mempengaruhi kualitas biji yang dihasilkan (Jayanti dkk., 2022). Di sisi lain, lapisan sarcotesta yang mengandung senyawa fenolik dapat menghambat proses perkecambahan dengan cara membatasi akses air dan oksigen ke dalam embrio (Hartati, 2017). Oleh karena itu, metode ekstraksi sangat penting untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih pepaya. Metode ekstraksi yang tepat dapat membantu mengurangi pengaruh negatif dari sarcotesta, sehingga mempercepat proses imbibisi dan memfasilitasi akses air dan oksigen ke embrio. Kombinasi yang tepat antara pemilihan letak biji dan metode ekstraksi yang efektif akan menghasilkan benih dengan viabilitas dan vigor yang optimal, yang pada akhirnya akan meningkatkan keberhasilan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Hartati, 2017).

Ekstraksi sarcotesta pada biji dapat dilakukan dengan pengeringan. Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kandungan senyawa fenolik pada biji pepaya, karena zat fenolik tersebut dapat menghambat proses perkecambahan (Naden dkk., 2018). Benih pepaya yang dikeringkan tanpa sarcotesta mempunyai viabilitas sama tinggi, baik dikeringkan hingga kadar air 11 sampai 12% maupun 6 sampai 7%. Penurunan kadar air hingga 6% pada benih pepaya IPB-1 tanpa sarcotesta tidak menyebabkan

hilangnya viabilitas maupun terjadinya induksi dormansi. Keberadaan sarcotesta pada benih selama proses pengeringan tidak menyebabkan hilangnya viabilitas benih, tetapi dapat menyebabkan terjadinya induksi dormansi. Benih yang masih mengandung sarcotesta dengan kadar air 11 sampai 12% mengalami induksi dormansi lebih kuat dari pada benih yang masih mengandung sarcotesta dengan kadar air 6 sampai 7% (Sari dkk., 2005).

Hasil penelitian Naden dkk., (2018) menyatakan bahwa perlakuan pengeringan memiliki pengaruh signifikan terhadap semua parameter yang diamati, termasuk laju perkecambahan, jumlah kecambah normal, indeks vigor, serta bobot segar dan kering kecambah. Semakin lama proses pengeringan dilakukan, semakin tinggi persentase kecambah normal dan indeks vigor yang diperoleh, sementara jumlah benih yang tidak tumbuh mengalami penurunan. Hasil penelitian Rafli (2019) juga menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan berpengaruh nyata terhadap viabilitas dan vigor benih kakao. Pengeringan selama dua hari memberikan hasil terbaik untuk viabilitas dan vigor benih.

Ekstraksi atau perendaman biji menggunakan kapur tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan konsentrasi 25 g/L selama 20 menit dapat menghilangkan lapisan lendir pada biji. Semakin lama biji direndam, lapisan lendir tersebut semakin terangkat, sehingga biji dapat menyerap air secara optimal dan berkecambah dengan baik. Hasil penelitian Daryanto dan Yulianti (2019) menunjukkan bahwa metode ekstraksi dengan kapur tohor terbukti efektif dan efisien dalam menghilangkan lendir pada benih tomat dalam waktu singkat, sambil tetap menjaga kualitas dan memastikan tingkat perkecambahan benih yang tinggi. Selain itu, penelitian Hermavianti (2016), menunjukkan bahwa penggunaan kapur tohor sebagai metode ekstraksi juga dianggap sebagai perlakuan terbaik untuk menghilangkan aril pada markisa ungu.

Penelitian Rodriguez *et al.*, (2013) menyatakan bahwa perendaman biji dengan NaOH 25% selama 15 menit dapat menghilangkan lapisan sarcotesta dan meningkatkan viabilitas benih. Penggunaan natrium hidroksida sebagai metode kimia untuk menghilangkan sarcotesta dari biji pepaya tidak hanya efektif dalam meningkatkan hilangnya lapisan tersebut tetapi juga mendukung peningkatan

kualitas dan kesehatan benih. Hal ini menjadikan NaOH sebagai alternatif yang layak untuk digunakan dalam proses pengolahan benih sebelum penanaman, memastikan bahwa benih memiliki potensi perkecambahan yang lebih baik dan lebih sehat. Selain itu, hasil penelitian Cossa *et al.*, (2009) telah menunjukkan bahwa penggunaan NaOH 20% selama 15 menit berhasil menghilangkan sarcotesta pada benih *Jacaratia spinosa* tanpa merusak viabilitasnya.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian pada kerangka berpikir maka diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Kombinasi letak biji dalam buah dan perlakuan ekstraksi berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih pepaya Varietas Callina IPB.
2. Terdapat kombinasi letak biji dalam buah dan perlakuan ekstraksi yang berpengaruh paling baik terhadap viabilitas dan vigor benih pepaya Varietas Callina IPB.