

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Tanaman Carica

Carica adalah keluarga pepaya yang hanya dapat tumbuh di pegunungan atau dataran tinggi (di atas 1400 meter di atas permukaan laut). Buah ini sering disebut sebagai *mountain papaya*, (Pepaya Pegunungan). Carica berasal dari Meksiko bagian selatan dan bagian utara Amerika Selatan saat ini tanaman carica sudah menyebar luas dan banyak ditanam di daerah tropis, termasuk Indonesia. Sejarah dari budidaya tanaman Carica diawali oleh bangsa Belanda yang berada di Daerah Dieng pada (Era Kolonial), karena suhu atau cuaca yang cocok dengan iklim Eropa, mereka mengembangkan tanaman atau Buah Carica di dataran Tinggi Dieng, selain Carica juga ada Buah Terong Belanda (Khemar). Di Indonesia Buah carica dapat ditemui di daerah pegunungan Dieng dan juga di daerah Bali.

Pemanfaatan buah carica dimulai ketika pada tahun 1980-an. Dinas Perindustrian memberikan kursus cara pengawetan buah-buahan. Beberapa ibu rumah tangga menerapkan kursus tersebut dengan mencoba mengawetkan berbagai macam buah seperti salak, kedondong dan mangga. Akan tetapi hasilnya tidak begitu menggembirakan. Salah satu penyebab utamanya yaitu karena belum adanya teknologi yang mendukung dalam pengawetan buah secara alami, sehingga buah-buahan tersebut cepat busuk dan cita rasanya cepat berubah. Setelah buah carica dilakukan pengawetan diperoleh hasil yang memuaskan. Buah carica yang dikemas dalam botol memiliki daya simpan selama kurang

lebih dua tahun. Sedangkan buah carica yang dikemas dalam gelas cup, bisa tahan sampai kurang lebih enam bulan, dengan catatan kemasan tidak rusak.

Setelah menyadari potensi bisnis pengawetan buah carica memiliki peluang yang bagus, Ibu Piet Sumarto yang menjadi pelopor dalam bisnis ini pada tahun 1985 meminta para petani di Pegunungan Dieng untuk menanam pohon carica. Buah carica sangat mudah untuk dibudidayakan di pegunungan Dieng tetapi berbeda dengan di wilayah dataran rendah, buah carica tidak tumbuh secara optimal. Lahan pertanian yang ada di Dieng jarang yang membudidayakan pohon carica pada satu area. Secara umum pohon carica ditanam sebagai tanaman selingan diantara tanaman kentang dan kubis. Jika lahan pertanian yang khusus ditanami carica dengan luas areal setengah hektar dapat ditanami sekitar 3000 pohon carica dengan jarak tanam 1 - 2 meter. Buah carica dapat dipanen setelah tanaman berumur kurang lebih selama satu tahun dan dapat dipanen dua kali dalam satu minggu.

2.2. Klasifikasi Tanaman Carica

Pepaya gunung sering ditulis *carica*, *Vasconcellea cundinamarcensis*, *Carica pubescens*, *Carica quercifolia*, *Carica goudotiana*, dan *Cariaca candamarcensis* adalah kerabat pepaya yang dapat tumbuh di dataran tinggi dengan ketinggian 1.500 - 3.000 m dpl, gambar tanaman carica dapat dilihat pada gambar 2.1. Di wilayah Dieng tanaman ini bisa disebut Carica sedangkan di Bali tanaman ini disebut Gedang Memedi. Buah carica berasal dari dataran tinggi pegunungan Andes, Amerika Selatan. Klasifikasi tanaman carica berdasarkan dua pendapat ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanaman Carica

Klasifikasi	Pendapat Smith (1981)	Pendapat Hutchinson (1959)
Kingdom	<i>Plantae</i> (tumbuhan)	<i>Plantae</i>
Subkingdom	<i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisio	<i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)	<i>Spermatophyta</i>
Divisio	<i>Angiospermae</i>	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Dicotyledonae</i>	<i>Dicotyledonae</i>
Sub-kelas	<i>Dilleniidae</i>	<i>Lignosae</i>
Ordo	<i>Violales</i>	<i>Cucurbitales</i>
Family	<u><i>Caricaceae</i></u>	<u><i>Caricaceae</i></u>
Genus	<i>Carica</i>	<i>Carica</i>
Spesies	<i>Carica pubescens</i>	<i>Carica pubescens</i>

Sumber : Hidayat A, 2000'



Gambar 2.1. Tanaman Carica

2.3. Morfologi Tanaman Carica

Tanaman pepaya gunung merupakan pohon kecil atau perdu yang tidak berkayu, mirip dengan pepaya biasa (*Carica papaya L.*) tetapi mempunyai cabang yang lebih banyak dan ukuran semua bagian tanaman lebih kecil. Tanaman carica memiliki tinggi rata-rata 1-3 meter, bunga jantan memiliki tangkai yang panjang mencapai 15 cm dan bunga betina berukuran lebih besar

dengan tangkai yang keras dan pendek. Buah carica berbentuk bulat dengan ukuran panjang 6 cm –10 cm dan diameter 4–5 cm, dagingnya bertekstur lebih keras dibandingkan dengan pepaya, berwarna kuning-jingga, rasanya asam dan memiliki aroma harum, di sekeliling rongganya terdapat banyak biji yang dilapisi oleh sarcostesta dan mengandung banyak air. Buah yang belum masak memiliki warna kulit hijau gelap dan buah yang telah masak memiliki warna kulit berwarna kuning.

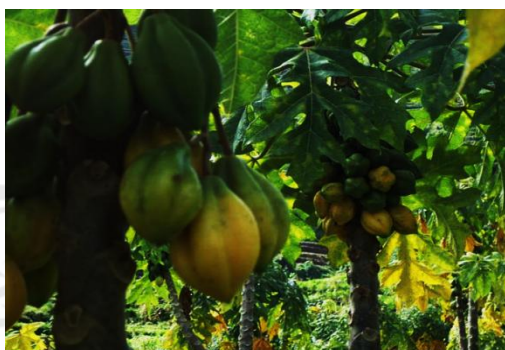
Biji buah berwarna hitam dengan jumlah yang banyak dan padat. Biji carica berbentuk agak bulat dengan panjang kira-kira 5 mm. Bagian biji terdiri atas embrio, jaringan bahan makanan, dan kulit biji. Kulit biji carica berwarna coklat gelap dengan permukaan kasar, bergerigi, membentuk alur-alur sepanjang biji, tebal dan keras. Dalam satu g biji carica terdapat 45-50 butir. Pada waktu masih melekat pada buah, biji dilapisi oleh suatu lapisan kulit biji yang berwarna keputihan, lunak, dan agak bening (Kalie, 1996). Biji carica dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. *Biji Carica*

Banyaknya biji tergantung dari ukuran buah. Permukaan biji agak keriput dan dibungkus oleh kulit ari yang bersifat seperti agar atau transparan, kotiledon

putih, rasa biji pedas atau tajam dengan aroma yang khas (Ochse, 1931; Gintings, 1979; Rismunandar, 1982). Kandungan kimia yang terdapat dalam biji carica yaitu: 25% atau lebih lemak campuran, 26,2% lemak, 24,3% protein, 17% serat, 15,5% karbohidrat, 8,8% abu dan 8,2% air (Hooper dalam Burkill, 1935 dalam Amir, 1992).



Gambar 2.3. Buah Carica

Komposisi buah carica hampir sama dengan komposisi buah pepaya masak (menurut Sediaoetama, 2000) dan berbeda dengan komposisi buah pepaya muda. Gambar buah carica dapat dilihat pada gambar 2.3. Perbedaan komposisi buah carica dengan buah pepaya masak adalah kandungan air lebih besar pepaya masak, dan protein, zat besi lebih besar buah carica. Kandungan gizi carica per 100 g dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kandungan Gizi Carica per 100 g

Zat Gizi	Satuan	Buah Pepaya Masak	Buah Pepaya Muda	Buah Carica
Air	G	87	92	86,7
Energy	kkal	46	26	46
Protein	g	0,5	2,1	12
Lemak	g	0	0,1	0
Karbohidrat	g	12,2	4,9	12,2
Kalsium	mg	23	50	23
Fosfor	mg	12	16	12
Besi	mg	1,7	0,4	17
Vitamin A	SI	365	50	365
Vitamin B1	Mg	0,04	0,02	0,04

Vitamin C	Mg	78	19	78
-----------	----	----	----	----

Sumber: Sediaoetama, 2000

2.4. Syarat Tumbuh Tanaman Carica

Buah carica termasuk dalam keluarga pepaya, bedanya jika pepaya biasa lebih dikenal sebagai tumbuhan tropis yang memerlukan banyak panas dan matahari, sedangkan carica hanya bisa tumbuh di dataran tinggi, dengan temperatur yang cukup dingin dan curah hujan yang tinggi. Kondisi tersebut sangat sesuai dengan iklim Dataran Tinggi Dieng.

Tanaman carica memerlukan syarat tumbuh yang spesifik, baik suhu, kelembaban maupun ketinggian tanah. Tanaman carica hanya dapat tumbuh dan berbuah dengan baik pada ketinggian 1.500–3.000 m dpl yang beriklim sejuk, dingin dan basah. Suhu udara rata-rata kurang dari 20⁰C, kelembaban udara antara 60–70 % dan dengan curah hujan lebih dari 2.000 mm/tahun. Selain itu, tanaman carica akan tumbuh optimal pada tanah yang subur mengandung banyak humus dengan derajat keasaman tanah (pH tanah) yang ideal antara 5.0 – 7.0.

2.5. Pemeraman Buah

Benih yang tidak segera ditanam biasanya disimpan terlebih dahulu untuk pertanaman selanjutnya. Pada proses penyimpanan diusahakan agar viabilitas benih tetap tinggi hingga benih ditanam kembali. Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan menyimpan benih di dalam buah. Penyimpanan benih di dalam buah diharapkan mampu mempertahankan viabilitas benih karena penyimpanan benih di dalam buah mempunyai kondisi lingkungan yang hampir mendekati sewaktu benih masih berada pada pohon induknya (Rahardjo, 1981).

Menurut Wolswinkel (1992) selama proses pemeraman buah terjadi perombakan kandungan karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana dengan tekanan potensial air yang rendah, tetapi memiliki tekanan osmotik yang tinggi pada lingkungan yang menyelimuti benih dalam buah. Shanchec *et al.* (1993), menyatakan proses pemeraman buah paprika hijau matang dapat dihubungkan dengan *in situ* priming yang dapat memberikan efek positif pada perkecambahan.

Hasil penelitian Fatimah (2007) menunjukkan bahwa pemeraman buah menyebabkan terjadi perubahan terhadap bobot kering benih. Dari hasil penelitiannya diperoleh benih yang berasal dari tingkat kemasakan semburat kuning 30-40% tanpa pemeraman mempunyai berat 0.21 g per 20 butirnya. Bobot kering benihnya berubah setelah diperam selama 2, 4 dan 6 hari dengan bobot kering masing-masing sebesar 0.22 g, 0.22 g dan 0.21 g, sedangkan pada benih yang berasal dari tingkat kemasakan semburat kuning 80-90% tanpa pemeraman mempunyai bobot kering benih 0.23 g.

Setelah dipanen buah pepaya tetap melakukan kegiatan metaboliknya seperti respirasi, fotosintesis dan transpirasi. Respirasi merupakan kegiatan metabolik oksidatif yang penting dalam fisiologi pasca panen (Syaefullah, 2008). Menurut Pantastico (1989), sebagian besar perubahan fisikokimia buah pasca panen berhubungan dengan respirasi seperti proses pemeraman, pembentukan aroma dan kemanisan, pelunakan daging buah dan penurunan nilai mutu. Sebagai buah klimakterik, kenaikan pola respirasi buah pepaya dapat digunakan sebagai acuan untuk waktu simpan dan pemeraman. Buah pepaya mudah mengalami

kerusakan setelah pemanenan baik kerusakan fisik, mekanis maupun kerusakan mikrobiologis.

Buah yang dapat diperam yaitu golongan buah klimakterik yaitu buah dengan pola respirasi yang diawali peningkatan secara lambat, kemudian meningkat dan menurun lagi setelah mencapai puncak. Kematangan optimum buah, ditandai dengan buah memiliki kualitas rasa (*eating quality*) paling maksimal terjadi di sekitar puncak klimakterik. Pemeraman (*ripening*) buah merupakan perlakuan terhadap buah dengan tujuan untuk mempercepat proses dan menyeragamkan kematangan buah. Selama proses pematangan, warna, rasa, tekstur dan aroma buah mengalami perubahan (Syaefullah, 2008).

Stadia kematangan pepaya menurut Abeywickrama *et al.* (2008) dalam Suketi dkk. (2010) stadia kematangan pepaya terdapat 6 stadia kematangan untuk pepaya yaitu munculnya semburat warna kuning pada kulit buah (stadia I), warna kuning 25-49% (stadia II), warna kuning 50-74% (stadia III), warna kuning diatas 75% (stadia IV), warna kuning penuh 100% (stadia V) dan lewat matang (*over ripe*). Menurut Suketi dkk. (2010) fase kematangan dari tanaman pepaya digolongkan menjadi 3 stadia yaitu 25-49% (stadia 1), 50-74% (stadia 2) dan di atas 75% (stadia 3).

Penggunaan kriteria umur panen dengan penghitungan hari setelah *anthesis* di daerah Bogor menghasilkan perubahan warna kulit buah yang tidak teratur dan tidak sama pada setiap waktu panen buah sehingga tingkat kematangan fisiologis buah diduga berbeda (Suketi dkk., 2010). Perbedaan umur panen buah yang menyebabkan tingkat kematangan buah sama, menurut Zhou

dan Paull (2001) mungkin disebabkan oleh pertumbuhan dan perkembangan buah yang berbeda akibat suhu udara dan kompetisi fotosintat antar buah, sehingga ada buah pada genotipe sama yang memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai tingkat kematangan yang sama. Secara umum buah pepaya yang dipanen pada tingkat kematangan berbeda menunjukkan pelunakan buah berbeda yang dapat menentukan kualitas buahnya. Menurut Kays (1991) dalam Suketi dan Nandya (2011) perubahan warna adalah perubahan yang jelas terjadi pada banyak buah sehingga dapat dijadikan sebagai kriteria utama bagi konsumen untuk menentukan apakah buah tersebut sudah matang atau masih mentah. Warna hijau disebabkan adanya klorofil yang merupakan kompleks organik magnesium, kemudian klorofil mengalami degradasi struktur sehingga warna hijau menghilang. Faktor utama yang berperan dalam degradasi klorofil ini yaitu perubahan pH yang disebabkan kebocoran asam organik dari vakuola, sistem oksidatif, dan adanya enzim chlorophyllase. Kehilangan warna tergantung pada satu atau seluruh faktor-faktor yang bekerja berurutan untuk merusak struktur klorofil. Degradasi klorofil berkaitan juga dengan sintesis karotenoid dan antosianin selama proses pematangan buah. Oleh karena itu, perubahan warna dalam pematangan dan penyimpanan buah menjadi faktor yang penting untuk diamati.

Etilen merupakan hormon yang disintesis oleh tumbuhan dan menyebabkan proses pemasakan yang lebih cepat. Pada berbagai jenis buah, etilen hanya sedikit dihasilkan sampai tepat sebelum terjadi klimaterik respirasi, yang mengisyaratkan dimulainya pemasakan, yaitu ketika kandungan gas ini di

ruang udara antar sel meningkat tajam, dari jumlah hampir tak terlacak sampai sekitar 0,1-1 mikron liter per liter. Konsentrasi etilen umumnya memacu pemasakan buah berdaging dan tidak berdaging. Etilen adalah senyawa yang larut di dalam lemak sedangkan membran dari sel terdiri dari senyawa lemak. Oleh karena itu etilen dapat larut dan menembus ke dalam membran mitokondria. Apabila mitokondria pada fase pra klimakterik diekstraksi kemudian ditambah etilen, ternyata terjadi pengembangan volume yang akan meningkatkan permeabilitas sel sehingga bahan-bahan dari luar mitokondria akan dapat masuk (Salisbury dan Ross, 1992).

Buah yang dipanen saat semburat 30-40% kuning diikuti pemeraman selama 4 hari nyata memiliki potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih dan *first count germination* yang meningkat dan sama dengan kontrol (Murniati dkk., 2008).

Vigor merupakan kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang subnormal. Vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya dari benih yang bervigor tinggi dicapai tingkat produksi yang sangat tinggi. Keadaan lingkungan di lapangan sangat penting dalam menentukan kekuatan tumbuh benih. Rendahnya vigor dapat diakibatkan oleh aktivitas cendawan atau bakteri. Kadar air yang terlalu tinggi pada benih dapat menyebabkan benih kehabisan cadangan makanan dikarenakan aktifitas pernafasan serta dapat meningkatkan pertumbuhan cendawan dan patogen (Sutopo, 1984).

2.6. Perkembangan Buah dan Benih

Kehidupan buah dan sayuran dapat dibagi dalam 3 tahapan fisiologis setelah inisiasi atau perkecambahan yaitu pertumbuhan, pematangan dan *senesen* (pelayuan). Pertumbuhan dan pematangan yang sering secara bersamaan disebut sebagai fase perkembangan. Proses perkembangan dan pematangan buah terjadi pada saat buah menempel pada tanamannya, tetapi proses pemasakan dan senesen akan berlanjut ketika buah masih dipohon dan setelah dipetik. Pemasakan menandai selesainya perkembangan buah dan dimulainya senesen. Perubahan yang terjadi selama pemasakan buah berdaging yaitu pematangan biji, perubahan warna dengan hilangnya warna hijau, perubahan dalam laju respirasi dan etilen. Buah pepaya termasuk buah klimaterik yaitu buah yang menunjukkan peningkatan respirasi bersamaan dengan proses pemasakan dan tercapainya ukuran maksimum buah. Pada buah klimaterik terjadi proses kehilangan warna hijau yang cepat saat pemasakan (Santoso dan Purwoko, 1995).

Secara umum setelah terjadi pembungaan terdapat tiga tahapan benih yang berbeda. Dua tahapan pertama disebut tahapan pemasakan benih terdiri dari tahapan perkembangan embrio dan akumulasi cadangan makanan, sedangkan tahapan ketiga yaitu tahapan pematangan benih. Pada tahapan pertama, embrio hampir terbentuk sepenuhnya dan kadar air benih sekitar 80%. Selama tahapan akumulasi cadangan makanan, pada tipe benih endosperm cadangan makanan dikumpulkan di luar embrio membentuk endosperm, embrio melakukan pertumbuhan sedikit saja, tetapi benih secara keseluruhan mencapai bobot maksimum dengan adanya penambahan bahan-bahan tersebut. Pada tahap akumulasi cadangan makanan bobot kering benih meningkat tiga kali lipat dan

kadar air turun hingga 50%. Pada saat benih memasuki fase pematangan, bobot kering benih tetap konstan, tetapi mengalami penurunan kadar air yang diikuti oleh perubahan-perubahan warna dalam benih dan buah, antara lain menghilangnya klorofil dan warna buah berubah dalam kisaran kuning, coklat dan hitam menurut spesiesnya. Pada fase pematangan, hubungan benih dengan tanaman induk telah terputus (Pranoto, Mugnisjah dan Muniarti, 1990).

Pada proses pemasakan, benih mengalami perubahan-perubahan yang dapat dilihat sebagai tanda bahwa benih tersebut telah masak. Perubahan yang terjadi pada benih tersebut meliputi perubahan kadar air benih, ukuran benih, bobot kering benih, serta perkecambahan dan vigor benih (Pranoto *et al.*, 1990).

Secara umum pada saat biji mencapai masak fisiologis terjadi penurunan kadar air benih sekira 20%. Setelah masak fisiologis tercapai, translokasi zat makanan yang akan disimpan kedalam biji atau buah dihentikan. Biji atau buah telah mencapai ukuran maksimum setelah masak fisiologis biji tercapai. Pada saat masak fisiologis, biji mempunyai bobot kering maksimum dan daya bekecambah yang maksimum (Kamil, 1979).

Pada benih pepaya selama proses pemasakan benih terjadi penurunan kadar air benih. Hasil penelitian Nurlovi (2004) menyebutkan buah pepaya genotipe IPB-1 yang belum masak (berwarna kuning 20%) mempunyai kadar air benih 71.173%, buah masak (berwarna kuning 50-70%) mempunyai kadar air benih 70.833% dan buah lewat masak (berwarna kuning 90-100%) mempunyai kadar air benih 69.316%. Hasil penelitian Nurlovi (2004) sejalan dengan hasil penelitian Sumartuti (2004) pada buah pepaya genotipe IPB-1 yang menyebutkan

bahwa buah pepaya belum masak (berwarna kuning 30-50%) mempunyai kadar air benih 71.83%, buah masak (berwarna kuning 80%) mempunyai kadar air benih 70.53% dan buah lewat masak (berwarna kuning lebih dari 90%) mempunyai kadar air benih 69.17%.

Menurut Branco (2007) buah carica mengalami proses pemasakan fisiologis yang dimulai dari bagian ujung buah. Proses pemasakan ini menyebabkan benih di bagian ujung buah memiliki akumulasi nutrisi yang lebih tinggi dari pada benih di bagian pangkal dan tengah buah. Menurut Kalie (2007) buah pepaya yang sudah mengkal ditandai dengan menguningnya warna kulit buah terutama di bagian ujung buah, sedangkan pada buah yang telah masak seluruh kulit buahnya telah berubah warna menjadi kuning atau kuning kemerahan. Hasil penelitian Nurlovi (2004) diperoleh masak fisiologis benih pepaya genotipe IPB-1 pada 90-100%, sedangkan hasil penelitian Sumartuti (2004) diperoleh masak fisiologis benih pepaya genotipe IPB-1 pada 80% berwarna kuning.

Proses pemasakan buah pepaya berpengaruh terhadap bobot kering benih yang dihasilkan. Hasil penelitian Nurlovi (2004) pada pepaya genotipe IPB-1 menunjukkan terjadi peningkatan bobot kering benih per 30 butirnya seiring dengan semakin masaknya buah pepaya dengan masing-masing bobot keringnya 0.380 g (buah belum masak 20% berwarna kuning), 0.436 g (buah masak 50-70% berwarna kuning) dan 0.460 g (buah lewat masak 90-100% berwarna kuning). Hasil penelitian Sumartuti (2004) pada pepaya genotipe IPB-1 juga menunjukkan hasil yang sama, terjadi peningkatan bobot kering benih per 30

butirnya seiring dengan semakin masakny buah pepaya dengan masing-masing bobot keringnya 0.37 g (buah belum masak semburat kuning 30-50%), 0.47 g (buah masak 80% berwarna kuning) dan 0.43 g (buah lewat masak lebih dari 90% berwarna kuning).

Benih carica diselimuti oleh sarcotesta, lapisan berair yang menyelimuti benih dan mampu menghambat perkecambahan. Menurut Sari dkk. (2005) sarcotesta yang tetap dipertahankan selama proses pengeringan benih tidak menyebabkan hilangnya viabilitas tetapi menimbulkan induksi dormansi dan belum diperoleh perlakuan pematahan dormansi yang efektif untuk mengatasi hal tersebut. Chow dan Lin (1991) menyatakan bahwa kandungan senyawa fenolik yang tinggi, khususnya p-Hydroxybenzoic acid pada sarcotesta merupakan zat penghambat perkecambahan sehingga penghilangan sarcotesta selama ini selalu disarankan untuk mendorong terjadinya perkecambahan.

Menurut Andarwulan dkk. (1999) fenolik mempunyai sifat sebagai antioksidan yang dapat menghambat terjadinya *deteriorasi*. Adanya sifat antioksidan ini memungkinkannya untuk dimanfaatkan dalam upaya meningkatkan daya simpan benih.

Pada umumnya lendir yang menyelimuti benih mengandung senyawa kimia yang dapat menghambat perkecambahan benih. Lendir benih dapat dibersihkan dengan cara, yaitu merendam benih dengan air selama beberapa waktu (fermentasi), menggosok benih dengan abu gosok atau serbuk gergaji, menggosok benih dengan ayakan secara perlahan dengan dialiri air, dan

merendam benih dengan menggunakan larutan asam atau larutan kimia (Oktaviani, 2012).

2.7. Perkecambahan Benih

Perkecambahan benih dapat diartikan sebagai dimulainya proses pertumbuhan embrio dari benih yang sudah matang (Taiz and Zeiger 1998). Benih dapat berkecambah bila tersedia faktor-faktor pendukung selama terjadinya proses perkecambahan. Perkembangan benih dipengaruhi oleh faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal).

2.7.1. Faktor Dalam

1) Tingkat kemasakan benih

Benih yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologisnya tercapai tidak mempunyai viabilitas yang tinggi karena belum memiliki cadangan makanan yang cukup serta pembentukan embrio belum sempurna (Sutopo, 2002). Pada umumnya sewaktu kadar air biji menurun dengan cepat sekitar 20 %, maka benih tersebut juga telah mencapai masak fisiologis atau masak fungsional dan pada saat itu benih mencapai berat kering maksimum, daya tumbuh maksimum (vigor) dan daya kecambah maksimum (viabilitas) atau dengan kata lain benih mempunyai mutu tertinggi (Kamil, 1979)

2) Ukuran benih

Benih yang berukuran besar dan berat mengandung cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kecil pada jenis yang sama. Cadangan makanan yang terkandung dalam jaringan penyimpan digunakan sebagai sumber energi bagi embrio pada saat perkecambahan (Sutopo, 2002).

Berat benih berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan dan produksi karena berat benih menentukan besarnya kecambah pada saat permulaan dan berat tanaman pada saat dipanen (Blackman, dalam Sutopo, 2002).

3) Dormansi

Benih dikatakan dormansi apabila benih tersebut sebenarnya hidup tetapi tidak berkecambah walaupun diletakkan pada keadaan yang secara umum dianggap telah memenuhi persyaratan bagi suatu perkecambahan atau juga dapat dikatakan dormansi benih menunjukkan suatu keadaan dimana benih-benih sehat (viabel) namun gagal berkecambah ketika berada dalam kondisi yang secara normal baik untuk berkecambah, seperti kelembaban yang cukup, suhu dan cahaya yang sesuai (Lambers 1992, Schmidt 2002).

4) Penghambat perkecambahan

Menurut Kuswanto (1996), penghambat perkecambahan benih dapat berupa kehadiran inhibitor baik dalam benih maupun di permukaan benih, adanya larutan dengan nilai osmotik yang tinggi serta bahan yang menghambat lintasan metabolik atau menghambat laju respirasi.

2.7.2. Faktor Luar

1) Air

Penyerapan air oleh benih dipengaruhi oleh sifat benih itu sendiri terutama kulit pelindungnya dan jumlah air yang tersedia pada media di sekitarnya, sedangkan jumlah air yang diperlukan bervariasi tergantung kepada jenis benihnya, dan tingkat pengambilan air turut dipengaruhi oleh suhu (Sutopo, 2002). Perkembangan benih tidak akan dimulai bila air belum terserap masuk ke

dalam benih hingga 80 sampai 90 % (Darjadi,1972) dan umumnya dibutuhkan kadar air benih sekitar 30 sampai 55 % (Kamil, 1979). Benih mempunyai kemampuan kecambah pada kisaran air tersedia. Pada kondisi media yang terlalu basah akan dapat menghambat aerasi dan merangsang timbulnya penyakit serta busuknya benih karena cendawan atau bakteri (Sutopo, 2002).

2) Suhu

Suhu optimal adalah yang paling menguntungkan berlangsungnya perkecambahan benih dimana presentase perkembangan tertinggi dapat dicapai yaitu pada kisaran suhu antara 26.5-35°C (Sutopo, 2002). Suhu juga mempengaruhi kecepatan proses permulaan perkecambahan dan ditentukan oleh berbagai sifat lain yaitu sifat dormansi benih, cahaya dan zat tumbuh giberelin.

3) Oksigen

Saat berlangsungnya perkecambahan, proses respirasi akan meningkat disertai dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan CO₂, air dan energi panas. Terbatasnya oksigen yang dapat dipakai akan menghambat proses perkecambahan benih (Sutopo, 2002). Kebutuhan oksigen sebanding dengan laju respirasi dan dipengaruhi oleh suhu, mikro-organisme yang terdapat dalam benih (Kuswanto. 1996). Menurut Kamil (1979) umumnya benih akan berkecambah dalam udara yang mengandung 29 % oksigen dan 0.03 % CO₂. Namun untuk benih yang dorman, perkecambahannya akan terjadi jika oksigen yang masuk ke dalam benih ditingkatkan sampai 80 %, karena biasanya oksigen yang masuk ke embrio kurang dari 3 %.

4) Cahaya

Kebutuhan benih akan cahaya untuk perkecambahannya bervariasi tergantung pada jenis tanaman (Sutopo, 2002). Adapun besar pengaruh cahayanya terhadap perkecambahan tergantung pada intensitas cahaya, kualitas cahaya, lamanya penyinaran (Kamil, 1979). Menurut Adriance and Brison dalam Sutopo (2002) pengaruh cahaya terhadap perkecambahan benih dapat dibagi atas 4 golongan yaitu golongan yang memerlukan cahaya mutlak, golongan yang memerlukan cahaya untuk mempercepat perkecambahan, golongan dimana cahaya dapat menghambat perkecambahan, serta golongan dimana benih dapat berkecambah baik pada tempat gelap maupun ada cahaya.

5) Media

Media yang baik untuk perkecambahan haruslah memiliki sifat fisik yang baik, gembur, mempunyai kemampuan menyerap air dan bebas dari organisme penyebab penyakit terutama cendawan (Sutopo, 2002). Pengujian viabilitas benih dapat digunakan media antara lain substrat kertas, pasir dan tanah.

2.8. Media Persemaian

Media tumbuh tanaman adalah tempat tumbuh tanaman dan tempat penyimpanan hara dan air yang diperlukan untuk pertumbuhan. Media tumbuh yang baik harus memenuhi persyaratan antara lain tidak menjadi sumber penyakit, tidak cepat melapuk, mempunyai aerasi yang baik, mampu menyimpan air dan zat hara secara baik, mudah didapat dalam jumlah yang diinginkan serta relatif murah (Bahar dan Dyah, 1994). Media semai untuk pembibitan tanaman pepaya adalah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 atau 2:1 (Rukmana, 1995).

Pada tanaman dewasa, media tumbuh berfungsi sebagai tempat berpijak bagi akar. Media tumbuh juga berfungsi untuk menyimpan air dan hara tanaman bagi keperluan proses pertumbuhan tanaman. Bibit memerlukan media tumbuh dengan kelembaban tepat dan relatif konstan dengan cara menggunakan bahan media yang mempunyai daya mengikat air tinggi. Media tumbuh yang terdiri atas campuran 2 (dua) macam bahan menghasilkan rata-rata tanaman segar lebih berat daripada tanaman dengan media dari bahan baku masing-masing (Satsijati, 1991).

2.8.1. Tanah

Tanah yang subur adalah tanah yang mempunyai solum yang dalam melebihi 150 cm, struktur gembur remah, pH sekitar 6-6,5, mempunyai aktivitas jasad renik yang tinggi. Kandungan unsur hara cukup tersedia bagi tanaman dan tidak terdapat kendala pertumbuhan tanaman (Sutejo, 2002). Pertumbuhan bibit ataupun tanaman yang optimal perlu adanya dukungan unsur hara. Unsur hara yang ada di dalam tanah kadang-kadang tidak mencukupi bagi kebutuhan tanaman, sehingga perlu tambahan unsur hara dari bahan lain. Bahan yang dapat ditambahkan antara lain adalah pupuk kandang. Menurut Brady (1990), pupuk kandang merupakan campuran kotoran padat, air kencing dan sisa makanan (tanaman), dengan demikian susunan kimianya tergantung dari jenis ternak, umur dan keadaan ternak, sifat dan jumlah amaran dan cara menyimpan pupuk sebelum dipakai.

2.8.2. Arang Sekam

Arang sekam merupakan hasil pembakaran dari sekam padi dengan warna hitam banyak digunakan sebagai media persemaian secara komersial di Indonesia

Berdasar analisis Japanese Society for Examining Fertilizer and Fodders, komposisi arang sekam paling banyak mengandung SiO₂ yaitu 52 % dan unsur C sebanyak 31 %. Komposisi lainnya adalah Fe₂O₃, K₂O, MgO, CaO, MnO dan Cu dalam jumlah yang sangat kecil, juga mengandung bahan-bahan organik. Sedangkan menurut analisis Suyekti (1993), arang sekam mengandung N 0,32 %, P 0,15 %, K 0,31, Ca 0,96 %, Fe 180 ppm, Mn 80,4 ppm, Zn 14,10 ppm dan pH 6,8. Karakteristik lain dari arang sekam adalah ringan (Berat Jenis 0,2 kg/l), kasar sehingga sirkulasi udara tinggi, kapasitas menahan air tinggi, berwarna kehitaman sehingga dapat mengabsorpsi sinar matahari dengan efektif (Douglas, 1985). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa media arang sekam mempunyai nilai persentase stek bertunas tertinggi pada tanaman melati (Wuryaningsih dan Andyantoro, 1996). Komposisi kimia arang sekam menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian (2008) dapat dilihat pada Tabel 2.3. berikut ini.

Tabel 2.3. Komposisi Kimiawi Arang Sekam

No	Komponen kimia sekam	Presentasi kandungan%
A	Menurut Suharno (1979)	
	1. Kadar air	9,02
	2. Protein kasar	3,03
	3. Lemak	1,18
	4. Serat kasar	35,68
	5. Abu	17,71
	6. Karbohidrat kasar	33,71
	Komponen kimia arang sekam	Presentasi kandungan %
B	Menurut DTC-IPB	
	1. Karbon zat arang	1,33
	2. Hydrogen	1,54
	3. Oksigen	33,64
	4. Silica	16,98

Dilihat dari komposisi kimia, arang sekam memiliki unsur silika yang cukup tinggi. Rosmarkam (2002), menyatakan bahwa Silika (Si) merupakan

unsur yang tidak penting untuk tanaman. Walaupun bukan merupakan hara tanaman, Si sering dapat menaikkan produksi tanaman karena dapat memperbaiki sifat fisik tanaman dan berpengaruh terhadap kelarutan P dalam tanah. Apabila SiO₂ kurang dari 5%, maka tegak tanaman tidak kuat dan mudah roboh. Sehingga penambahan arang sekam secara tidak langsung dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil dari suatu tanaman. Dari komposisi kimia arang sekam (Tabel 2.3) terlihat bahwa potensi penggunaannya tidak terbatas sebagai sumber C-organik tanah dan media tumbuh (dari kandungan karbon organik yang tinggi) akan tetapi kandungan karbon yang tinggi juga mengindikasikan banyaknya kandungan kalori dari arang sekam.

Sekam tersusun dari palea dan lemma (bagian yang lebih lebar) yang terikat dengan struktur pengikat yang menyerupai kait. Sel-sel sekam yang telah masak mengandung lignin dan silica dalam konsentrasi tinggi. Kandungan silica diperkirakan berada dalam lapisan luar (De Datta, 1981) sehingga permukaannya keras dan sulit menyerap air, mempertahankan kelembaban, serta memerlukan waktu yang lama untuk mendekomposisinya (Houston, 1972). Silica sekam dalam bentuk tridymite dan crytabolalite yang mempunyai potensi sebagai bahan pemucat minyak nabati (Proctor dan Palaniappan, 1989). Pengarangan adalah proses pembakaran dengan oksigen terbatas. Pengarangan ini dimaksud untuk memudahkan penggunaan dan pemanfaatannya untuk tahapan lebih lanjut. Arang sekam juga mempunyai beberapa kegunaan lain, di antaranya :

1. Mempertahankan kelembaban: apabila arang ditambahkan ke dalam tanah akan dapat mengikat air dan melepaskannya jika tanah menjadi kering.

2. Mendorong pertumbuhan (proliferasi) mikroorganisme yang berguna bagi tanah dan tanaman,
3. Penggembur tanah: menghindari pengerasan tanah karena sifatnya yang ringan.
4. Pengatur pH: arang dapat mengatur pH dalam situasi tertentu.
5. Menyuburkan tanah: kandungan mineral arang adalah hara bagi tanaman

2.9. Viabilitas Benih

Viabilitas awal benih dipengaruhi oleh tingkat kemasakan benih. Menurut Sadjad *et al.* (1999) benih mencapai kualitas maksimumnya pada saat masak fisiologis dan setelah itu hingga benih ditanam proses kemunduran benih akan terjadi. Pranoto *et al.* (1990) menyatakan bahwa pada saat masak fisiologis endosperm monokotil biasanya sudah mencapai perkembangan yang maksimum. Menurut Kalie (2007) biji pepaya yang digunakan sebagai benih harus diambil dari buah yang telah tua atau masak mengkal di pohon, karena buah yang semakin masak di pohon perkecambahannya akan semakin cepat.

Hasil penelitian Sumartuti (2004) pada pepaya genotipe IPB-1 juga menyebutkan benih yang berasal dari buah belum masak (30-50% berwarna kuning) mempunyai daya berkecambah 45.55%, benih dari buah masak (80% berwarna kuning) mempunyai daya berkecambah 63.33% dan benih dari buah lewat masak (lebih dari 90% berwarna kuning) mempunyai daya berkecambah 26.67%. Penelitian Muin dalam Sutopo (2002) menyatakan bahwa benih dari buah pepaya yang masak (*ripe*) berkecambah lebih cepat dibandingkan dengan

benih dari buah mengkal (*green mature*) dan buah tua (*ripe fruit*), masing-masing membutuhkan waktu 9.96 hari, 11.10 hari dan 12.86 hari.

Terdapat hubungan yang menarik antara tingkat kemasakan benih dan viabilitas benih. Hasil yang diperoleh dari penelitian Togatorop (1999) juga menyebutkan bahwa benih markisa yang dipanen pada tingkat kemasakan K4 (100% ungu merah) menghasilkan viabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kemasakan K1 (100% hijau), tingkat kemasakan K2 (75% hijau, 25% ungu) dan tingkat kemasakan K3 (25% hijau, 75% ungu).

Benih mampu berkecambah sebelum benih mencapai masak fisiologis. Hasil penelitian menunjukkan kedelai varietas Lee mampu berkecambah sekitar 35 hari setelah penyerbukan padahal masak fisiologisnya dicapai pada 60-65 hari setelah penyerbukan, bahkan benih jagung mampu berkecambah hampir 100%, sekitar 25 hari setelah penyerbukan padahal masak fisiologisnya dicapai setelah 55-60 hari setelah penyerbukan (Pranoto *et al.*, 1990).

Young dalam Justice dan Bass (2002) mendapatkan bahwa pada buah butternut squash yang sudah masak mempunyai daya kecambah yang lebih tinggi pada saat diuji setelah panen dan setelah empat bulan disimpan dibanding benih yang belum masak. Pada pengujian setelah panen daya kecambah benih yang sudah masak adalah 90.8% dengan bobot benih per 100 butirnya 7.78 g, sedangkan benih kurang masak mempunyai daya kecambah 19.0% dengan bobot benih per 100 butirnya 5.32 g. Daya berkecambah benih masak setelah 4 bulan penyimpanan adalah 98.4% dengan bobot benih per 100 butirnya 8.12 g, sedangkan benih belum masak mempunyai daya berkecambah 67.2% dengan

bobot per 100 butirnya 6.23 g. Menurut Justice dan Buss (2002) terjadinya peningkatan daya berkecambah benih belum masak dikarenakan benih yang berasal dari buah yang belum masak mungkin terlalu mudah untuk berkecambah sewaktu dipanen dan sebagian benih tidak mampu untuk berkecambah.

Berdasarkan pada kondisi lingkungan pengujian viabilitas benih dapat dikelompokkan ke dalam viabilitas benih dalam kondisi lingkungan sesuai (*favourable*) dan viabilitas benih dalam kondisi lingkungan tidak sesuai (*unfavourable*). Pengujian viabilitas benih dalam kondisi lingkungan tidak sesuai termasuk kedalam pengujian vigor benih. Perlakuan dengan kondisi lingkungan sesuai sebelum benih dikecambahkan tergolong untuk menduga parameter vigor daya simpan benih, sedangkan jika kondisi lingkungan tidak sesuai diberikan selama pengecambahan benih maka tergolong dalam pengujian untuk menduga parameter vigor kekuatan tumbuh benih. Faktor-faktor yang berperan sebagai penyebab tingginya laju penurunan viabilitas benih. Biasanya benih diuji daya kecambah dan viabilitasnya dilaboratorium yang dilengkapi dengan alat dan para pekerja untuk menentukan mutu benihnya. Pada uji daya kecambah, benih dikatakan berkecambah bila dapat menghasilkan kecambah dengan bagian-bagian yang normal atau mendekati normal. Ada suatu pengujian viabilitas yang bertujuan untuk mengetahui dengan cepat semua benih yang hidup, baik dorman maupun tidak dorman yaitu dengan pengirisan bagian embrio benih dan uji tetrazolium (Kuswanto, 1996).