

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Tanaman Buncis

Kacang buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) berasal dari Amerika, sedangkan kacang buncis tipe tegak (kidney-bean) atau kacang jago adalah tanaman asli lembah Tahuacan-Meksiko. Penyebarluasan tanaman buncis dari Amerika ke Eropa dilakukan sejak abad 16. Daerah pusat penyebaran dimulai di Inggris (1594), menyebar ke negara-negara Eropa, Afrika, sampai ke Indonesia (Fachruddin, 2000).

Pembudidayaan tanaman buncis di Indonesia telah meluas ke berbagai daerah. Tahun 1961-1967 luas areal penanaman buncis di Indonesia sekitar 3.200 hektar, tahun 1969-1970 seluas 20.000 hektar dan tahun 1991 mencapai 79.254 hektar dengan produksi 168.829 ton. Daerah yang sejak lama menjadi sentra pertanaman buncis antara lain Kotabatu (Bogor), Pengalengan dan Lembang (Bandung) dan Cipanas (Fachruddin, 2000).

2.2 Tanaman Buncis

Buncis merupakan tanaman dari ordo Fabales termasuk dalam famili Fabaceae, genus *Phaseolus* dan spesies *Phaseolus vulgaris*. Kacang buncis yang biasa ditanam di Indonesia adalah jenis merambat, digunakan potongan bambu sebagai rambatannya, dengan jarak tanam 60 cm x 30 cm. Buncis adalah tumbuhan berhari pendek. Pada tiap-tiap genotipe memiliki jumlah maksimum fotoperiode dan temperatur di mana genotipe itu akan berbunga setelah jumlah hari terkecil terpenuhi. Di Indonesia penanaman buncis hampir tersebar luas, terutama di daerah pegunungan walaupun sekarang sudah ada varietas yang bisa ditanam di dataran rendah. (Fachruddin, 2000).

2.2.1 Morfologi Tanaman Buncis

a. Akar

Akar tanaman berfungsi untuk menopang berdirinya tanaman serta menyerap air dan zat hara dari dalam tanah. Akar tanaman buncis ialah akar tunggang. Perakaran menyebar pada lapisan olah tanah, pada kedalaman sekitar 70-100 cm. Pada bagian perakaran terdapat bintil akar yang merupakan bentuk simbiosis dengan *Rhizobium radicicola* atau disebut juga *Rhizobium faseolus* (Fachruddin, 2000).

b. Batang

Batang tanaman buncis tidak berkayu dan relatif tidak keras, serta berbuku-buku. Buku-buku yang terletak dekat dengan permukaan tanah lebih pendek bila dibandingkan dengan buku-buku yang berada di atasnya. Buku-buku tersebut merupakan tempat melekatnya tangkai daun.

Tinggi batang tanaman beragam, tergantung pada tipe tanaman. Batang tanaman tipe merambat dapat mencapai ketinggian lebih dari 2,5 m, sedangkan batang tanaman tidak merambat hanya mencapai ketinggian sekitar 40 cm dari permukaan tanah. Pada umumnya, batang tanaman tipe merambat tumbuh dari arah bawah ke bagian atas, membelit lurus searah jarum jam (Fachruddin, 2000).

c. Daun

Daun buncis berupa daun majemuk tiga atau trifolilatus dan berada pada satu tangkai daun. Tangkai daun berukuran panjang sekitar 10 cm. Dua daun terletak bersebelahan dan satu daun berada di ujung tangkai. Daun tanaman buncis berbentuk jorong segitiga, bagian yang dekat dengan pangkal melebar dan bagian ujung meruncing, memiliki urat simetris, dan berwarna hijau (Fachruddin, 2000).

d. Bunga

Bunga buncis merupakan bunga kupu-kupu, terdapat dalam tandan atau karangan, dan tumbuh bersebelahan pada tangkai bunga. Tangkai tandan bunga muncul dari ketiak pangkal tangkai daun. Warna bunga buncis bervariasi antara putih, kekuning-kuningan, violet, dan merah, tergantung pada spesiesnya. Bunga yang muncul lebih awal akan mekar terlebih dahulu, kemudian disusul bunga-bunga yang berada di atasnya. Bunga buncis adalah bunga sempurna, yakni memiliki putik dan benang sari. Penyerbukan terjadi melalui penyerbukan sendiri (self pollination) dan kadang-kadang terjadi penyerbukan silang, namun presentasinya relatif sedikit (Fachruddin, 2000).

e. Biji

Biji terdapat di dalam polong dengan polong yang pendek berisi 2-6 butir biji dan polong yang panjang berisi biji lebih dari 12 butir. Biji dari buncis yang bersari bebas dijadikan benih, sedangkan biji buncis hibrida tidak dianjurkan untuk dijadikan benih. Saat biji telah mencapai kematangan fisiologis adalah saat terbaik untuk memungut buah untuk dijadikan benih. Biji yang telah masak fisiologis ditandai dengan kulit polong yang mongering dan biji mengeras. ciri-ciri polong yang siap panen yakni biji dalam polong belum bernas, warna polong masih agak suram, permukaan kulitnya agak kasar, dan polong dapat dipatahkan dengan mudah. (Fachruddin, 2000).

2.2.2 Syarat Tumbuh

Tanah yang cocok bagi tanaman buncis ternyata banyak terdapat di daerah yang mempunyai iklim basah sampai kering dengan ketinggian yang bervariasi. Jenis tanah yang cocok untuk tanaman buncis adalah andosol dan regosol karena mempunyai drainase yang baik. Tanah andosol hanya terdapat di daerah pegunungan yang mempunyai iklim sedang dengan curah hujan diatas 2500 mm/tahun, berwarna hitam, bahan organiknya tinggi, berstektur lempung hingga debu, remah, gembur dan permeabilitasnya sedang. Tanah regosol berwarna kelabu, coklat dan kuning, berstektur pasir sampai berbutir tunggal dan permeabel. (Fachruddin, 2000).

Tanaman buncis tumbuh di daerah dengan ketinggian $\pm 300 - 1500$ mdpl (Sunarjono, 1972 dalam putrasamedja, 1992). Tanaman ini menghendaki suhu udara 20-25° C, cukup sinar matahari, dan kelembaban udara cukup tinggi (Rukmana, 1994). Suhu diatas 30°C mengakibatkan kuncup bunga rontok dan suhu diatas 35°C mengakibatkan biji jarang terbentuk (Tindall, 1983). Pada suhu < 20 derajat C, proses fotosintesis terganggu, sehingga pertumbuhan terhambat, jumlah polong menjadi sedikit. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman buncis adalah 1500 - 2500 mm/tahun (Setianingsih dan Khaerodin, 2000). Jenis tanah yang dikehendaki tanaman buncis adalah tanah yang bertektur pasir lempung sampai liat. Tanaman ini paling cocok ditanam pada tanah Andosol dan

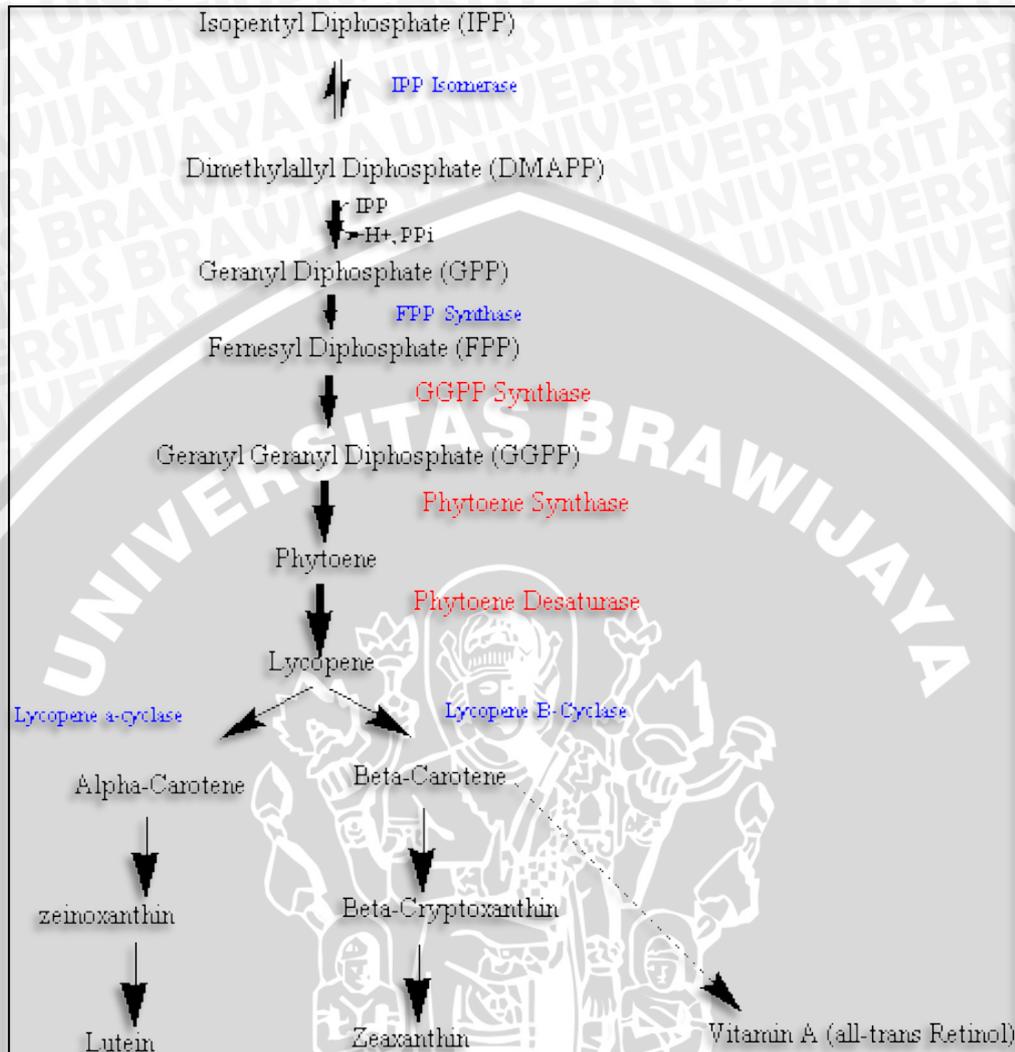
Latosol yang subur, drainase baik, dan memiliki pH 5,5 – 7. Kelembaban tanah yang dikehendaki adalah diatas 50% (Rukmana,1994). Kelembaban udara yang diperlukan tanaman buncis \pm 55% (sedang). Perkiraan dari kondisi tersebut dilihat bila pertanaman sangat rimbun, dipastikan kelembapannya cukup tinggi. (Fachruddin, 2000).

2.3 Karotenoid dan Jalur Biosintesisnya

Karotenoid merupakan prekursor vitamin A dan disebut juga provitamin A. Karotenoid memiliki struktur dasar yang terdiri atas delapan unit isoprena yang saling berhubungan dan dua gugus metal yang terdekat dari pusat molekul berada pada posisi 1,6, sedangkan gugus metal yang lain berada pada posisi 1,5 (McGilvery, 1996). Jenis karotenoid yang sudah dikenal adalah α -karoten, β -karoten, dan γ -karoten, xantofil, kritoxantin, likopena, zeaxantin serta beberapa turunan senyawanya. Provitamin A yang paling potensial adalah β -karoten yang ekuivalen dengan dua vitamin A. Karotenoid menyerap sinar matahari yang kemudian diubah menjadi energi untuk proses fotosintesis.

Karoten dengan rumus molekul $C_{40}H_{56}$ adalah hidrokarbon yang tidak jenuh dan mengandung 11 sampai 12 ikatan rangkap dan tersusun dari unit-unit isoprena dan sepuluh gugus metil. Zat warna karoten mudah larut dalam benzena, kloroform, karbon disulfide, tetapi agak sukar larut dalam petroleum eter, dan tidak larut dalam alkohol. Semua zat warna karoten larut dalam lemak. Zat warna karoten kadang terdapat bebas meskipun sering disertai dengan α -karoten dan γ -karoten dalam jumlah kecil.

Sayuran dan buah-buahan yang berwarna hijau atau kuning biasanya banyak mengandung karoten. Ada hubungan langsung antara derajat kehijauan sayuran dengan kadar karoten. Karoten terdapat dalam semua bagian tanaman yang hijau dan sebagian besar yang kuning. Semakin hijau daun tersebut semakin tinggi kadar karotennya. β -karoten juga tergolong antioksidan yang berguna untuk melawan radikal bebas yang berasal dari zat-zat racun. Senyawa karotenoid berfungsi sebagai antioksidan serta menurunkan resiko kanker, penyakit jantung dan gangguan penglihatan pada usia lanjut. (Cuttriss *et al*, 2008)



Gambar 1. Jalur biosintesis beta-karoten (Cuttriss *et al*, 2008)

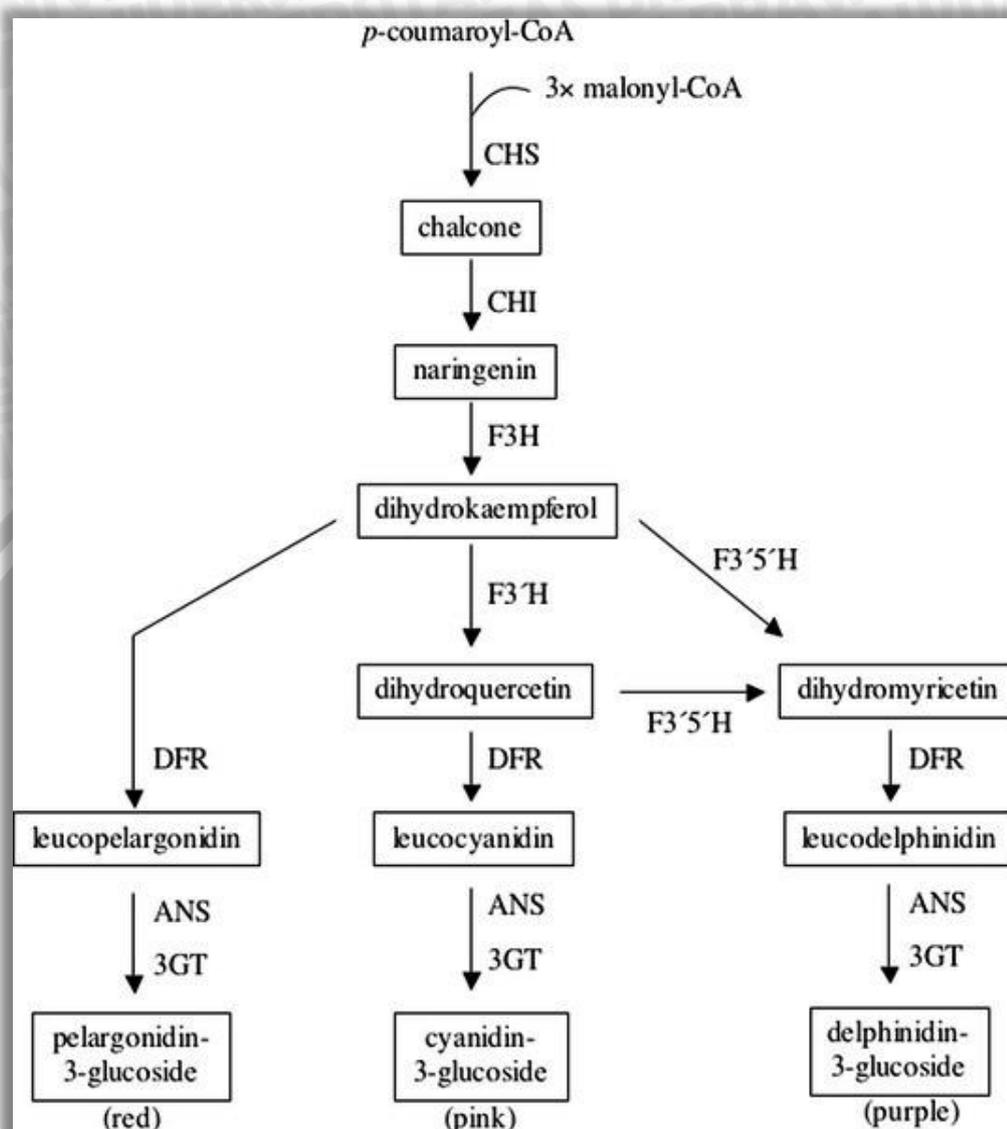
Jalur biosintesis karotenoid tanaman merupakan salah satu aspek yang sedang diteliti secara intensif misalnya pada kentang, arabidopsis, wortel dan juga ubi kayu. jalur biosintesis untuk membentuk beta karoten juga melibatkan banyak gen. Sebagaimana digambarkan oleh Cuttriss *et al*, (2008) pada jalur biosintesis karotenoid pada tanaman tingkat tinggi bahwa untuk menghasilkan *lycopene* dari *phytoene*, jalur biosintesis karoten membutuhkan tiga gen yaitu *PDS*, *ZDS* dan *CRTISO*, sementara itu dari *lycopene* membentuk beta karoten membutuhkan satu gen yaitu *βLCY* (*Lycopene β-cyclase*) mengintroduksi cincin *β-ionone* pada salah satu dari trans-lycopene untuk menghasilkan *β-carotene*. Ekspresi allel-allel dari gen

ini, *Beta* dan *old-gold* menunjukkan bahwa pengaturan transkripsi penting dalam mengendalikan akumulasi pigmen dan ekspresi dari β LCY meningkatkan β -karoten dan kandungan karotenoid total.

2.4 Antosianin dan Jalur Biosintesisnya

Antosianin adalah salah satu pigmen fenolik yang terekspresi sebagai karakter warna merah, biru dan ungu. Pigmen ini terdapat pada vakuola sel. Secara medis antosianin berfungsi sebagai antioksidan. Kandungan antosianin pada tanaman buncis batang, polong dan bunga. Antosianin merupakan pembentuk dasar pigmen warna merah, ungu dan biru pada tanaman, terutama sebagai bahan pewarna bunga dan buah-buahan. Antosianin adalah glikosida antosianidin, yaitu merupakan garam polihidroksiflavilium (2 –aribenzopirilium). Sebagian besar antosianin alam adalah glikosida (pada kedudukan 3 –atau 3,5-) dari sejumlah terbatas antosianidin. (Lee dan Kevin, 2002). Biosintesis antosianin pertama kali dipelajari dan diinformasikan oleh Holton dan Cornis pada tahun 1995, kemudian dipebaharui oleh Brenda pada tahun 2001.

Diagram skematik jalur biosintesis antosianin ini diadaptasi dari Holton dan Cornish (1995) menunjukkan bahwa kondensasi dari satu molekul *p-coumaroyl CoA* dengan tiga molekul *malonil KoA* dikatalisis oleh *sintase Chalcone*. *Chalcone* ini kemudian diolah di sepanjang jalur dalam serangkaian reaksi enzimatik untuk membentuk tiga jenis dasar antosianin yaitu *pelargonidin-3-glukosida*, *cyanidin-3-glukosida*, dan *delphinidin-3-glucoside* setelah berbagai modifikasi tambahan pada akhirnya masing-masing menunjukkan warna antosianin merah, merah muda, dan ungu. Beberapa gen berperan dalam biosintesis antosianin ialah *Chalcone synthase*, *Chalcone isomerase*, *flavanon 3-hidroksilase*, *flavonoid 3'-hidroksilase*, *flavonoid 3',5' hidroksilase*, *dihydroflavonol 4-reductase*, *sintase anthocyanidin*, dan *flavonoid 3-glukosiltransferase*. Biosintesis antosianin dikendalikan oleh aktivitas beberapa enzim yang pada kondisi tertentu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang ekstrim. Oleh karena itu sampel tanaman buncis yang akan digunakan sebaiknya berasal dari satu tempat yang sama dan optimal pertumbuhannya (Sullivan, 1998).



Gambar 2. Jalur biosintesis antosianin (Holton and Cornish, 1995)

2.5 Pewarisan Mendel dan Pemuliaan Tanaman

2.5.1 Pewarisan Mendel dan Pemuliaan Tanaman

Sejumlah sifat pada tanaman yang ekonomis penting diatur oleh satu gen tunggal dan dimodifikasi dengan mudah, menggunakan metode pemuliaan tanaman yang sesuai. Perbedaan tanggapan varietas tanaman yang dibudidayakan terhadap organisme penyebab penyakit, telah diketahui sejak abad tiga sebelum Masehi. Di Perancis, kira-kira tahun 1880, telah dikembangkan varietas anggur putih yang tahan terhadap *doway mildew*

melalui persilangan antara varietas Eropa dengan varietas Amerika yang tahan. Tetapi aphid akar yang menyerang varietas Amerika itu hampir memusnahkan industri anggur Eropa, sebelum ketahanan terhadap hama diperoleh dengan menyilangkan kembali pada varietas tipe Eropa.

Pada permulaan abad 20, ketika populasi besar tanaman seperti kacang tunggak, sisal, kapas dan semangka diuji ketahanannya terhadap penyakit layu (wilt), terdapat beberapa genotipe yang tahan. Pada tahun 1915, petani di Wisconsin menderita kerusakan karena penyakit *cabbage yellow* yang disebabkan cendawan dan hampir saja tidak menanam kobis lagi. Para peneliti mengamati tanaman sehat yang terhindar dari kerusakan pada daerah yang terserang, terbukti bahwa tanaman tersebut memang tahan terhadap penyakit tersebut. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa sifat ketahanan tersebut diatur oleh gen tunggal. Setelah penemuan Mendel, penelitian menunjukkan bahwa banyak diantara varietas tanaman mempunyai ketahanan alami terhadap penyakit tertentu yang diatur oleh satu gen.

Di samping banyak sifat-sifat yang ada hubungannya dengan penyakit tanaman, terdapat sifat-sifat tanaman lain yang diatur oleh gen tunggal. Gen kerdil pada padi dan gandum telah mengubah pertumbuhan dan hasil biji dari kedua jenis tanaman tersebut. Gen yang mengatur kandungan lisin pada jagung dan sorgum mempunyai potensi besar dalam perbaikan kualitas protein dari tanaman pangan maupun makanan ternak ini. Tidak semua sifat diatur oleh gen tunggal misalnya produksi tanaman dipengaruhi oleh banyak gen. tetapi pengetahuan tentang genetika Mendel membantu untuk mengerti cara pewarisan sifat kuantitatif maupun pewarisan yang lain.

Pengetahuan tentang mekanisme pewarisan ini penting dalam mengembangkan program pemuliaan dan sangat menentukan metode pemuliaan yang harus digunakan untuk memperbaiki tanaman tertentu. Apabila hanya ada gen tunggal, maka tanaman yang tahan terhadap penyakit tertentu disilangkan dengan varietas yang mempunyai sifat lain yang diinginkan. Prosedur ini sering digunakan untuk memasukkan ketahanan terhadap penyakit karat ke dalam varietas gandum. Pada tanaman lain,

keturunan dari suatu persilangan disilangbalikkan (backcross) dengan tetua yang mempunyai sifat agronomis yang disukai, tetapi selalu dipilah sifat-sifat yang diatur oleh gen tunggal. Contohnya, yaitu memasukkan ketahanan terhadap Fusarium pada tomat. (Crowder, 1988)

Di Indonesia, banyak metode yang dilakukan dalam pemuliaan tanaman penyerbuk sendiri. Penerapan atau pemilihan suatu metode pemuliaan untuk suatu komoditas tanaman tertentu memerlukan pengetahuan dasar yang cukup karena banyak faktor atau hal yang perlu diketahui. Misalnya, tersedianya keragaman, cara-cara perkembangbiakan, umur tanaman, tipe penyerbukan, pola pewarisan sifat, dan lain-lain. Dimana, pemulia tanaman harus mengenal tanamannya (Mangoendidjojo, 2003).

Tipe tumbuh buncis umumnya merambat, jadi memerlukan turus untuk pertumbuhannya. Sekarang telah dilakukan usaha pemuliaan tanaman buncis untuk mendapatkan jenis-jenis buncis yang tipe tumbuhnya tegak. Penggunaan varietas unggul buncis merupakan alternatif bagi peningkatan produksi dan mampu mewujudkan keunggulan hasil pada kondisi lingkungan tumbuh tertentu. Varietas unggul selalu mempunyai sifat berproduksi tinggi dan lebih baik dari varietas yang telah ada. Kualitasnya baik, berpenampilan menarik dan mempunyai daya adaptasi luas di berbagai iklim dan tipe tanah sehingga dengan meluasnya penggunaan varietas unggul dan intensifnya pemanfaatan lahan akan memperbesar peluang tersingkirnya varietas lokal (Poespodarsono, 1988). Salah satu teknik pemuliaan tanaman pada tanaman penyerbuk sendiri adalah dengan teknik persilangan.

2.5.2 Persilangan Tanaman

Persilangan adalah suatu teknik mengawinkan bunga dengan meletakkan pollen / serbuk sari pada stigma (lubang atau rongga yang dangkal berisi cairan kental agak lengket sebagai tempat meletakkan pollen dan masuknya tabung pollen ke dalam ovari (bakal buah) pada waktu polinasi/penyerbukan). Dikenal dua macam persilangan, yaitu perkawinan sendiri (*selfing*) dan perkawinan silang (*crossing*). Perkawinan sendiri (*selfing*) adalah perkawinan dengan meletakkan pollen pada stigma yang

berasal pada satu bunga dan tanaman, tetapi masih dalam spesies yang sama. Perkawinan silang (*crossing*) adalah perkawinan dengan meletakkan pollen pada stigma yang berasal dari dua jenis bunga yang berbeda pada spesies yang sama.

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam persilangan :

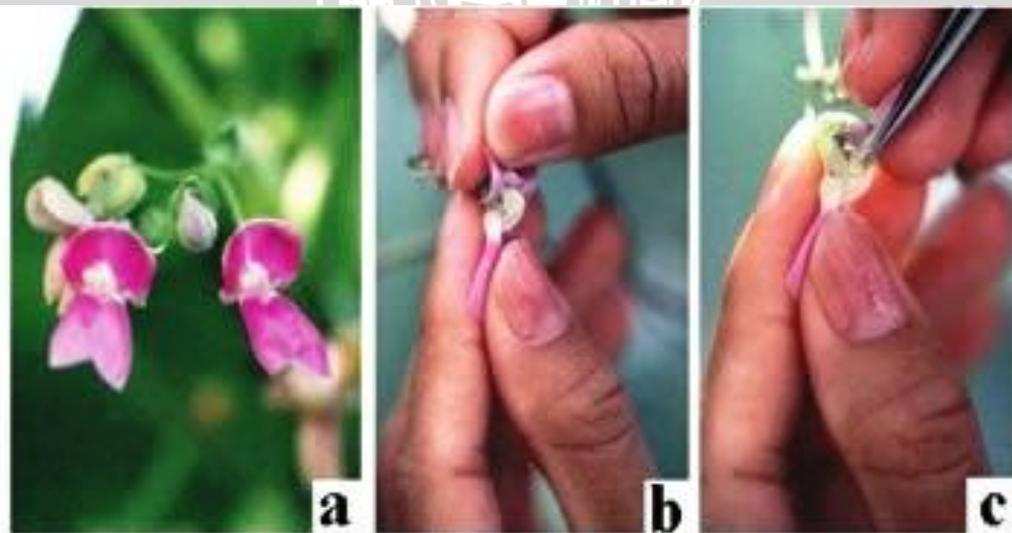
- Tujuan dilakukan persilangan
- Untuk mendapatkan varietas baru
- Untuk bunga potong berkualitas
- Untuk pin bunga
- Pemilihan waktu persilangan

Waktu persilangan yang baik adalah sekitar jam 6 – 9 pagi, karena pada saat itu kondisi lingkungan mendukung, kondisi putik dan serbuk sari masih baik. Jika persilangan dilakukan siang hari, putik mengering sehingga tidak akan terjadi pembuahan, walaupun terjadi pembuahan kualitas buah tidak maksimal. Umur bunga satu atau dua hari setelah mekar hingga lima minggu setelah mekar.

- Pemilihan tetua persilangan

Dipilih tetua yang sehat. Tetua yang memiliki sifat dominant (tekstur, bentuk, warna, jumlah, ukuran bunga).

- Pengetahuan tentang morfologi dan organ reproduksi tanaman



Gambar 3. Teknik persilangan pada bunga buncis (Egawa, 2002)

Menurut Egawa (2002), Struktur morfologi bunga kacang buncis ternyata merupakan kendala dalam proses persilangan sehingga metode terbaik pada persilangan kacang buncis masih perlu dikembangkan. Penyakit karat merupakan salah satu faktor pembatas pada produksi kacang buncis. Pembentukan populasi bersegregasi dari sumber plasma nutfah kacang buncis yang bersifat tahan dan rentan dapat digunakan sebagai dasar seleksi untuk karakter ketahanan khususnya terhadap penyakit karat serta karakter karakter lainnya yang diinginkan (Carsono, 2008).

2.5.3 Pewarisan Warna Polong

Pewarisan gen adalah suatu proses pemindahan gen dari tetua kepada keturunannya, oleh sebab itu sering dijumpai suatu individu yang mempunyai sifat yang relatif sama dengan tetuanya, walau tidak semua sifat diwariskan pada generasi berikutnya. Banyak faktor yang mempengaruhi proses pewarisan gen, diantaranya faktor genetic dan lingkungan. Warna polong adalah karkter kualitatif. Mangoenwidjojo (2003) mengemukakan bahwa pewarisan sifat kepada keturunannya dapat merupakan sifat kualitatif dan kuantitatif. Sifat kualitatif adalah sifat yang secara kualitatif berbeda dan dapat dilihat secara visual, sehingga mudah dalam pengelompokkan dan biasanya dinyatakan dalam kategori, yang termasuk dalam sifat kualitatif adalah bentuk, warna dan ketahanan terhadap penyakit (Poespadarsono, 1988). Dengan mempelajari cara pewarisan gen tunggal akan dimengerti mekanisme pewarisan suatu sifat dan bagaimana suatu sifat tetap ada dalam populasi. Demikian juga akan dimengerti bagaimana pewarisan dua sifat atau lebih.

Pengelompokkan warna polong menurut Bernard dan Weiss (1973) menyatakan bahwa warna polong diwariskan dan dikendalikan oleh gen tunggal serta gen tersebut dapat mempengaruhi kualitas dari biji perpolong. Warna polong yang mencolok dapat meningkatkan kandungan gizi pada polong dan biji, sehingga secara medis berfungsi sebagai antioksidan untuk mencegah kanker dan penyakit lainnya.