

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Bunga Ubijalar

Bunga ubijalar berbentuk terompet dengan mahkota bunga berwarna putih sampai ungu. Ubijalar merupakan tanaman berumah satu dimana satu bunga terdapat organ jantan dan organ betina. Setiap bunga memiliki satu putik yang dikelilingi 5 benangsari. Posisi kepala putik terhadap kepala sari bervariasi, dari sama tinggi, lebih tinggi, hampir sama, dan lebih rendah. Menurut Rahayuningsih (1997), kriteria kedudukan putik terdiri dari : (a) Putik lebih pendek dari benangsari terpanjang, putik sama tinggi dengan benangsari terpanjang; (b) Putik sama tinggi dengan benangsari terpanjang; (c) Putik hampir sama tinggi dengan benangsari; (d) Putik lebih panjang dari benangsari yang panjangnya seragam.



lebih pendek Sama panjang Hampir sama lebih panjang

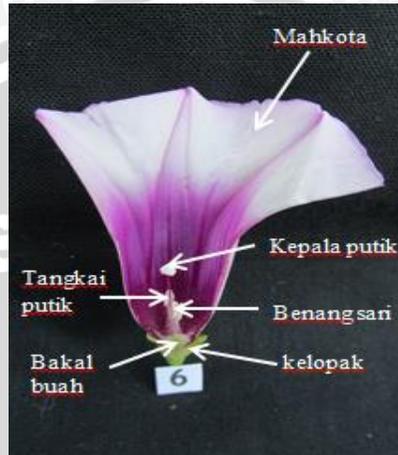
(Rahayuningsih, 1997)

Gambar 1. Kedudukan kepala putik terhadap kepala sari

Kemampuan berbunga klon/varietas ubijalar bervariasi. Pada kondisi yang normal, terdapat klon/varietas yang tidak berbunga, berbunga sangat sedikit hingga sangat banyak. Warna bunganya juga bervariasi dari putih, putih keunguan, ungu keputihan, dan ungu. Mahkota bunga membuka sebelum pagi pada kuncup bunga yang sudah masak. Waktu membuka hanya beberapa jam, kemudian menutup dan layu sebelum sore pada hari yang sama. Waktu bunga membuka sedikit lebih lama pada saat cuaca dingin dan berawan. Penyerbukan alami dilakukan oleh serangga terutama lebah (Wahyuni, 2012).

Bunga ubijalar mekar pada pagi hari dan layu pada sore hari. Kotak sari pecah beberapa saat setelah bunga mekar dan terkena sinar matahari. Kotak sari yang telah

pecah, serbuk sarinya berwarna putih-kuning pucat siap digunakan untuk persilangan. Ubijalar memiliki tingkat inkompatibilitas sendiri yang tinggi, sehingga jarang sekali diperoleh biji dari hasil penyerbukan sendiri. Biji yang diperoleh umumnya berasal dari penyerbukan silang (Basuki, 1991).



(Andriani, 2005)

Gambar 2. Bagian-bagian bunga ubijalar

Secara fisiologis, pembungaan pada ubijalar sangat kompleks, yaitu terdiri dari: (a) pembentukan bunga sangat dikendalikan oleh lingkungan, khususnya fotoperiode; (b) bunga membuka dan reseptif pada periode yang sangat pendek, sehingga peluang bunga gagal menyerbuk sangat tinggi; (c) terdapat inkompatibilitas yang kompleks sebagai penghalang, sehingga penyerbukan tidak menghasilkan buah dan biji; (d) eksistensi heterostili (variasi panjang tangkai sari terhadap kepala putik) yang secara morfologis mempersulit mekanisme penyerbukan. Hal ini mempersulit dalam memproduksi biji ubijalar, sehingga pemuliaan tanaman untuk merakit varietas unggul baru juga menjadi lebih rumit (Wahyuni, 2012).

2.2 Budidaya Ubijalar

Menurut Jusuf *et al.* (2012) Budidaya Ubijalar terdiri dari :

1. Persiapan Lahan

Persiapan lahan terlebih dahulu melakukan pembersihan lahan dengan membersihkan gulma dan sisa-sisa tanaman. Pengolahan tanah dilakukan dengan bantuan traktor, kemudian dibuat guludan berukuran 3 m x 10 m dengan posisi

memanjang mengikuti panjang petakan. Lebar dasar guludan 60 cm dengan tinggi 30-40 cm. Jarak antar guludan 90-100 cm. Lahan diari terlebih dahulu sehari sebelum tanam supaya pada saat tanam kelembabannya optimal. Struktur tanah pada guludan diupayakan remah agar aerasinya optimal. Kondisi tanah yang padat mengakibatkan terjadinya kekurangan O₂ pada zona perakaran, sehingga tanaman tidak dapat berproduksi secara optimal.

2. Pemupukan

Prinsip pemupukan adalah penambahan hara agar ketersediaannya sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pupuk yang ditambahkan digunakan oleh tanaman secara efisien, serta berfungsi untuk memperbaiki fisik dan kimia tanah agar keberlanjutan usahatani ubijalar terjamin. Penambahan hara dapat meningkatkan produktivitas seperti yang diharapkan, bila hara yang ditambahkan melalui pemupukan minimal setara dengan hara yang hilang terbawa panen. Kebutuhan hara untuk tanaman dipengaruhi oleh pola pertumbuhan setiap organ tanaman dan sifat dari tiap hara pada pupuk. Hara N lebih cepat lepas dibandingkan dengan K dan P, sehingga diperlukan cara aplikasi yang efisien. Pupuk yang diberikan setara dengan dosis 100 kg urea, 100 kg SP36, dan 100 kg KCl. Pemupukan pertama dilakukan pada umur sekitar 2 minggu, takaran yang diberikan adalah 100 kg SP36, 50 kg Urea, dan 50 kg KCl. 50 kg Urea dan 50 kg KCl diberikan pada umur 1,5 bulan.

3. Penanaman

Stek ditanam pada puncak guludan dengan jarak tanam 20-25 cm dan bagian stek yang tertanam sekitar 10 cm. Posisi stek miring dengan sudut 45-60° atau bagian stek yang tertanam mendatar untuk mendapatkan jumlah ubi yang lebih banyak. Stek pucuk atau bukan pucuk memiliki kecepatan tumbuh awal yang berbeda sehingga harus di tanam terpisah agar tidak terjadi kompetisi. Stek yang panjangnya tiga ruas dari batang muda dan daunnya belum gugur dapat digunakan jika jumlah bibit terbatas. Waktu penanaman yang baik adalah sore hari. Malam hari setelah penanaman akar akan lebih terpacu tumbuh serta berfungsi menyerap air dan larutan hara dari dalam tanah, sehingga tanaman tidak stres akibat cuaca panas pada hari berikutnya.

4. Pemeliharaan

Pemeliharaan ubijalar meliputi perbaikan guludan, pengendalian organisme pengganggu, pembalikan batang, dan pengairan. Pada umur 12 minggu, pertumbuhan daun dan batang mencapai puncak, sehingga diperlukan pembalikan batang. Pembalikan batang bertujuan untuk mencegah tumbuhnya akar baru yang berpotensi membentuk ubi di luar guludan dan meminimalkan terjadinya kompetisi cahaya matahari antar daun yang dapat menghambat fotosintesis. Pertanaman musim kemarau perlu diairi setiap 10 hari. Pengairan dengan sistem genangan selama beberapa jam juga dapat mencegah masuknya kumbang hama boleng ke kulit ubi.

5. Pemanenan

Panen dilakukan pada umur 4 bulan untuk pertanaman ubijalar di dataran rendah dan umur 5-6 bulan di dataran sedang dan tinggi. Cara panen adalah menggali ubi, baik secara manual maupun mekanisasi. Ubi-ubi dikumpulkan dan dipangkas ekornya serta dibersihkan dari tanah yang melekat. Ubi yang telah terkumpul dilakukan pemisahan menurut besar kecilnya ubi. Semua ubi hasil panen harus diangkut jangan sampai ada ubi yang tertinggal karena dapat menjadi sarang hama boleng.

2.3 Syarat Tumbuh

Ubijalar dapat tumbuh dengan baik di daerah antara 4⁰ LU sampai 32⁰ LU dan banyak diusahakan di negara-negara daerah tropis dan subtropis. Tanaman ini dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada ketinggian 0 sampai 1700 m di atas permukaan laut. Di Indonesia ubijalar pada umumnya ditanam pada ketinggian 0 sampai 800 m di atas permukaan laut, hanya daerah Irian Jaya dan Papua Nugini yang menanam ubijalar pada ketinggian 1700 m di atas permukaan laut. Hal ini sesuai dengan pendapat (Bourke, 1982 dalam Basuki, 1991) yang mengemukakan bahwa di Papua Nugini ubijalar banyak ditanam secara ekstensif pada ketinggian antara 1200 sampai 1700 m di atas permukaan laut dengan hasil yang rendah. Ubijalar merupakan bahan makanan yang penting pada daerah dengan ketinggian 0 sampai 1200 m di atas permukaan laut (Basuki, 1991).

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh Asian Vegetable Research and Development Center's (Basuki, 1991) daerah pertanaman ubijalar di Asia dan Pasifik, mempunyai temperatur antara 18,5⁰C sampai 29,6⁰C. Sebagian besar daerah tersebut mempunyai temperatur minimum di atas 10⁰C serta perbedaan suhu antara siang dan malam kecil. Menurut (Kay, 1973 dalam Basuki, 1991) temperatur optimum untuk pertumbuhan ubijalar adalah 24⁰C. Curah hujan yang diperlukan ubijalar selama pertumbuhannya sebesar 500 mm. Jenis-jenis tanah yang mempunyai drainase baik seperti tanah pasir, lempung berpasir, dan pasir berlempung dengan sub soil liat atau liat berlempung merupakan jenis tanah yang sesuai untuk ubijalar. Drainase tanah yang baik merupakan faktor yang penting untuk keberhasilan produksi ubijalar. pH tanah yang diperlukan oleh tanaman ini berkisar antara 5,2 sampai 6,7.

2.4 Genetika Ubijalar

Spesies *Ipomoea* memiliki 15 kromosom dasar dan diantara spesies tersebut ada yang diploid, triploid, tetraploid, dan heksaploid dengan jumlah kromosom 30, 45, 60, dan 90. Komposisi genom ubijalar telah banyak diperdebatkan dan tidak jelas apakah autopoliploid atau allopoliploid atau auto allo heksaploid. Jones (1980) mengamati aktivitas meiosis pada 40 klon ubijalar dan hasilnya menunjukkan bahwa jumlah penampakan adalah multivalen rendah. Hal tersebut mengindikasikan bahwa nenek moyang ubijalar tidak berkerabat dekat dan tidak mendukung hipotesis bahwa ubijalar adalah allopoliploid asli. Hipotesis ini juga didukung oleh pewarisan tetrasomik dan β -amilase pada ubi (Kumagai *et al.*, 1990 dalam Jusuf, 2012).

Studi sitogenetika sel mengindikasikan bahwa ubijalar *I. batatas* dan *I. trifida* poliploid adalah autopoliploid dengan genom *I. trifida* diploid. Heksaploid sintesis (penggandaan dengan kolkisin) dan hibrida berpasangan lengkap pada methaphase I (meiosis) jarang yang univalen. Susunan kromosom seluruhnya lengkap pada heksaploid sintesis dan hibridanya dengan ubijalar. Hal ini mengindikasikan mereka mempunyai struktur genom yang sama sebagai kultivar ubijalar. Pembentukan multivalen dalam kedua heksaploid juga mengindikasikan gen ini melakukan

pertukaran antar kromosom dari kedua spesies tersebut (Shiotani dan Kawase, 1987 dalam Jusuf, 2012).

Studi genetika sel juga menyatakan bahwa pembentukan gamet tidak tereduksi pada *I. trifida* diploid, dalam hibrida triploid yang berasal dari diploid dan tetraploid dari persilangan antara ubijalar dengan *I. trifida* diploid. Reduksi gamet tidak terjadi secara praktis menggambarkan bahwa genotipe heksaploid dapat dihasilkan melalui persilangan antara triploid atau tetraploid hibrida. Kerja molekuler yang didasarkan pada pewarisan tetrasomik dari penanda mikrosatelit (SSRs) mendukung hipotesis bahwa ubijalar adalah alloheksaploid dengan dua genom non homolog (Zang *et al.*, 2001 dalam Jusuf, 2012). Pita fluorochrom dari teknik FISH juga menjelaskan komposisi genom ubijalar adalah alloheksaploid (Srisuwan *et al.*, 2006). Menggabungkan sifat-sifat baik yang tidak dalam kromosom dari genom tersebut melalui persilangan sering tidak menghasilkan biji karena adanya inkompatibilitas dan sterilitas (Jusuf, 2012). Tingkat inkompatibilitas sendiri yang tinggi menyebabkan susunan genetik ubijalar mempunyai tingkat heterosigositas yang tinggi (Basuki, 1991).

2.5 Pemuliaan Tanaman Ubijalar

Pemuliaan ubijalar di Indonesia sampai sekarang masih dilakukan secara konvensional dalam mendapatkan materi seleksi yaitu melalui rekombinasi dengan cara persilangan dengan memanfaatkan keragaman genetik yang tersedia. Persilangan yang dilakukan dapat berupa persilangan terbuka dan persilangan terkontrol artinya kombinasi persilangan telah ditentukan dan penyerbukan berlangsung dengan bantuan manusia. Pada penyerbukan terbuka individu tanaman yang diperoleh nantinya hanya diketahui induk betinanya, sedangkan pada penyerbukan terkontrol dapat diketahui kedua tetuanya.

Permasalahan yang terjadi pada persilangan ubijalar adalah adanya sifat inkompatibilitas dan sterilitas. Klon yang ada di Indonesia sebagian besar mempunyai tingkat inkompatibilitas sendiri yang tinggi, sehingga sulit untuk mendapatkan biji

hasil penyerbukan sendiri. Tingkat inkompatibilitas silang tergantung pada kombinasi persilangan.

1.5.1 Inkompatibilitas

Bunga ubijalar akan mekar setelah matahari terbit dan mulai layu menjelang siang. Kastrasi (sebelum dilakukan persilangan) perlu dilakukan sebelum matahari terbit. Polinasi stigma akan mudah dilakukan jika benang sari lebih pendek dibanding putik. Benang sari yang panjangnya sama atau lebih tinggi dari putik akan mempersulit mendapatkan kepala putik dan persilangan akan memakan waktu lama (Jusuf, 2012).

Persilangan dengan tangan umumnya menghasilkan satu sampai tiga kapsul. Ubijalar adalah tanaman menyerbuk silang dan secara alami menyerbuk silang dengan bantuan polinator. Dalam beberapa kasus, kapsul yang dihasilkan dari penyerbukan silang hanya sedikit. Hal ini disebabkan adanya sifat inkompatibel sendiri dan sterilitas. Kegagalan pembentukan biji sering berkaitan dengan gagalnya polen untuk berkecambah. Terdapat tiga kemungkinan terjadinya kegagalan pembentukan biji yaitu: (a) pada persilangan inkompatibel, seluruh butir polen gagal berkecambah; (b) pada persilangan inkompatibel, seluruh butir polen berkecambah; (c) pada beberapa persilangan, beberapa polen berkecambah dan yang lain tidak berkecambah (Jusuf, 2012).

Penghambatan perkecambahan polen adalah dasar fisiologi inkompatibilitas pada ubijalar. Serangkaian alel ganda mengendalikan inkompatibilitas dan alel-alel ini beraksi secara sporopitik untuk menentukan fenotipe polen. Ubijalar adalah tanaman heksaploid, diasumsikan lokus inkompatibel adalah rangkap dua atau tiga (Martin, 1982 dalam Jusuf, 2012).

2.5.2 Sterilitas

Sterilitas pada ubijalar dihasilkan dari serangkaian proses yang mudah dilacak. Beberapa hari setelah antesis, bakal buah dari bunga betina berkembang. Selama proses ini, seluruh bakal biji yang terbuahi tumbuh bersama-sama hingga hari ketiga. Satu atau dua bakal biji yang terbuahi tumbuh cepat, sehingga pertumbuhan yang lain diistirahatkan. Biji yang baik akan tumbuh dan biji yang abortus akan ditekan disisi kapsul dan mati. Buah yang telah kering memiliki ukuran biji normal dengan diameter

3 mm dan biji yang abortus 0,5-1,5 mm. Biji yang berukuran lebih besar akan berkecambah lebih cepat, sedangkan biji berukuran kecil lebih lambat berkecambah hingga mencapai lebih dari 50%.

Sterilitas disebabkan oleh poliploid yang tinggi. Proses yang terjadi pada saat meiosis mengakibatkan cacat dan rekombinasi yang menyebabkan distribusi gen yang tidak seimbang. Embrio yang dihasilkan tidak sempurna dengan kombinasi gen yang tidak berfungsi secara benar. Persilangan terbuka pada beberapa generasi dapat menghasilkan tanaman fertil dan cenderung berbunga dengan bebas. Pembungaan tersebut dapat meningkat sampai 300% pada enam generasi persilangan terbuka (Martin dan Jones, 1971 *dalam* Jusuf, 2012).

Faktor yang menyebabkan sterilitas ubijalar adalah lingkungan, genetik, penyakit, dan fisiologi. Faktor tersebut juga dapat mengakibatkan munculnya inkompatibilitas sendiri dan silang, pembungaan, produksi buah dan biji pada ubijalar dan spesies *Ipomoea* lainnya. Masalah ini meliputi tidak adanya induksi pembungaan, lemah atau tidak normalnya perkembangan polen, gagalnya polen berkecambah pada stigma, gagalnya polen menembus style, gagalnya polen membuahi bakal biji, tidak normal atau tidak berfungsinya bakal biji, gagalnya pembuahan bakal biji untuk berkembang menjadi biji yang hidup normal hingga masak (Jusuf, 2012).

2.6 Persilangan Ubijalar

Kegiatan persilangan perlu didasari oleh perencanaan yang meliputi pemilihan tetua yang memadai, cara penyilangan, dan seleksi. Bunga ubijalar mulai berbunga 4 minggu setelah tanam. Bunga ubijalar siap menyerbuk mulai pukul 04.00. Persilangan dapat dilakukan setiap hari pada pukul 06.00-10.00 WIB (Jusuf *et al.*, 2012). Persilangan sering mengalami kegagalan bila dilakukan pada saat kondisi lingkungan yang tidak mendukung atau dilakukan pada saat serbuk sari atau kepala putik dalam keadaan belum matang. Waktu persilangan yang tepat merupakan faktor penting yang harus diperhatikan agar penyerbukan berhasil dengan baik. Persilangan lebih baik dilakukan pada pagi hari sebelum pukul 09.00 karena kelembapan masih tinggi dan pencahayaan cukup tidak berlebih dan tidak kurang (Parnata, 2005 *dalam* Indriani,

2007). Suhu juga berpengaruh terhadap persilangan, suhu yang terlalu tinggi atau rendah menyebabkan kegagalan dalam persilangan. Pada umumnya batas suhu optimum untuk persilangan berkisar 25°C. Persilangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Faktor Internal

a. Pemilihan tetua

Terdapat lima kelompok sumber plasma nutfah yang dapat dijadikan tetua persilangan yaitu: (a) varietas komersial, (b) galur-galur elit pemuliaan, (c) galur-galur pemuliaan dengan satu atau beberapa sifat superior, (d) spesies introduksi tanaman dan (e) spesies liar.

b. Waktu bunga mekar

Dalam melakukan persilangan harus diperhatikan penyesuaian waktu berbunga. Waktu tanam tetua jantan dan betina harus diperhatikan supaya saat anthesis dan reseptif waktunya bersamaan.

2. Faktor Eksternal

a. Pengetahuan tentang Organ Reproduksi dan Tipe Penyerbukan.

Hal yang paling mendasar dan penting untuk diketahui dalam melakukan penyerbukan silang secara buatan adalah organ reproduksi dan tipe penyerbukan. Tipe penyerbukan dapat diketahui dengan mengetahui organ reproduksi. Terdapat dua tipe penyerbukan yaitu menyerbuk silang dan menyerbuk sendiri.

- Penyerbukan sendiri

Penyerbukan sendiri adalah jatuhnya serbuk sari dari anther ke stigma pada bunga yang sama atau pada bunga lain pada tanaman yang sama. Terjadinya penyerbukan sendiri karena adanya “kleistogamy” yaitu pada waktu terjadi penyerbukan bunga belum mekar atau tidak terbuka. Penyerbukan diawali oleh pembungaan. Proses pembungaan disebut anthesis. Terjadinya penyerbukan sendiri disebabkan oleh: (a) Bunga tidak membuka; (b) Serbuk sari sudah matang dan jatuh sebelum bunga terbuka atau mekar; (c) Stigma dan stamen tersembunyi oleh organ bunga sesudah bunga terbuka; (d) Stigma memanjang melalui tabung stigmal segera setelah anther terbuka.

- Penyerbukan silang

Penyerbukan silang adalah jatuhnya serbuk sari dari anther ke stigma pada bunga yang berbeda. Penyerbukan silang disebabkan oleh : (a) Gangguan mekanis terhadap penyerbukan sendiri; (b) Perbedaan periode matang serbuk sari dan kepala putik; (c) Adanya Sterilitas dan Inkompatibilitas; (d) Adanya bunga monocious dan dioecious.

b. Cuaca Saat Penyerbukan

Cuaca sangat besar peranannya dalam menentukan keberhasilan persilangan buatan. Kondisi panas dengan suhu tinggi dan kelembaban udara terlalu rendah menyebabkan bunga rontok. Demikian pula jika ada angin kencang dan hujan yang terlalu lebat.

c. Pelaksana

Pemulia yang melaksanakan persilangan harus dengan serius dan bersungguh-sungguh dalam melakukan persilangan, karena jika pemulia ceroboh maka persilangan akan gagal. Persilangan yang berhasil ditandai dengan masih segarnya kuntum induk betina setelah dilakukannya persilangan. Setelah persilangan, kelopak dan mahkota bunga akan layu kemudian kering dan rontok. Keberadaan bunga akan digantikan oleh munculnya buah yang berbentuk bulat telur dan berwarna hijau karena adanya proses fertilisasi. Suatu persilangan dikatakan berhasil dapat dilihat satu minggu setelah persilangan. Keberhasilan persilangan yang kemudian diikuti oleh pembuahan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kompatibilitas tetua, ketepatan waktu reseptif betina dan antesis jantan, kesuburan tanah serta faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang berpengaruh pada keberhasilan persilangan buatan adalah curah hujan, cahaya matahari, kelembaban dan suhu. Curah hujan dan suhu tinggi akan menyebabkan rendahnya keberhasilan persilangan buatan.

2.7 Mekanisme Inkompatibilitas

Inkompatibilitas adalah kegagalan tanaman membentuk biji akibat adanya halangan fisiologis (Poespodarsono, 1986). Inkompabilitas meliputi *self incompatibility* dan *cross incompatibility*. Inkompabilitas yang dapat terjadi di dalam tanaman itu sendiri disebut *self incompatibility*. *Self incompatibility* yaitu apabila tanaman gagal membentuk biji meskipun di serbuki dengan polennya sendiri. *Cross incompatibility* yaitu inkompabilitas yang terjadi jika tanaman gagal membentuk biji ketika tanaman diserbukkan silang dengan polen tanaman lain baik yang masih satu genus (*intragenerik*) serta yang berbeda genus (*intergenerik*). Kegagalan pada persilangan *intergenerik* sering terjadi karena adanya perbedaan kromosom (jumlah, bentuk, ukuran). Menurut Poespodarsono (1986) Mekanisme yang mengakibatkan inkompabilitas disebabkan oleh beberapa hal antara lain:

1. Interaksi polen dengan *stigma*

Inkompatibilitas yang terjadi karena stigma mencegah polen untuk berkecambah atau sebaliknya, polen gagal berkecambah di stigma.

2. Interaksi tabung polen dengan tangkai putik (*style*)

Inkompatibilitas yang terjadi karena polen yang sudah berkecambah, tetapi tabung polen yang terbentuk tidak mampu menembus tangkai putik.

3. Interaksi antara tabung polen yang sudah mencapai *ovul*

Inkompatibilitas yang terjadi karena tabung polen yang sudah mencapai ovul tidak mampu membuahi sel telur.

2.8 Sifat Inkompabilitas Ubijalar

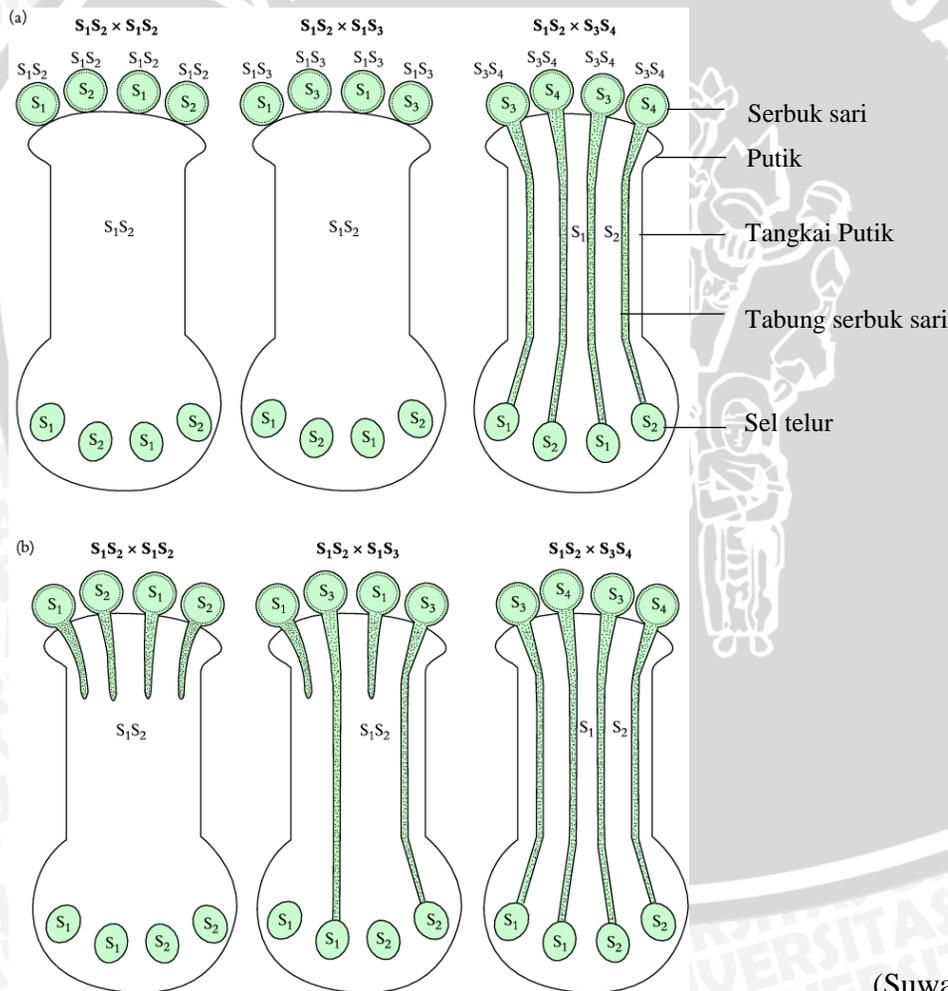
Inkompatibilitas sendiri (*self incompatibility*) adalah mekanisme yang tersebar luas pada tumbuhan berbunga yang mencegah penyerbukan sendiri dan memacu persilangan. Respon inkompabilitas sendiri secara genetik dikontrol oleh satu lokus S tunggal dengan multi alel, dan didasarkan pada serangkaian interaksi seluler yang kompleks diantara polen dan putik. Setiap tumbuhan berbunga yang mengalami inkompabilitas sendiri memiliki mekanisme yang unik untuk menolak polennya sendiri (Silva dan Goring, 2001).

Ubijalar diketahui sebagai tanaman *self incompatibility* dimana inkompatibilitas menghalangi bergabungnya sel telur dan inti serbuk sari pada individu yang sama, tetapi beberapa varietas dilaporkan kompatibel sendiri. *Cross incompatibility* juga terjadi diantara banyak varietas (Togari *et al.*, 1942 dalam Jusuf, 2012) yaitu apabila terjadi inkompatibilitas pada individu yang berbeda namun masih dalam satu spesies. Inkompatibilitas pada ubijalar adalah peristiwa kompleks yang dapat menyebabkan gagalnya pembentukan buah. Pada program pemuliaan ubijalar, persilangan yang dilakukan diharapkan memiliki keberhasilan yang tinggi. Adanya sifat inkompatibilitas menyebabkan persilangan yang dilakukan keberhasilannya rendah bahkan terjadi kegagalan.

Secara morfologi, terdapat dua tipe inkompatibilitas yaitu heteromorfik dan homomorfik. Inkompatibilitas heteromorfik yaitu inkompatibilitas yang terjadi karena perbedaan morfologi bunga, sebagai contoh pada ubijalar adalah adanya perbedaan panjang tangkai putik dan tangkai sari yang menjadikan polen dan putik tidak saling bersinggungan. Inkompatibilitas homomorfik yaitu inkompatibilitas yang tetap terjadi meskipun morfologi bunga sama, jadi inkompatibilitas yang terbentuk merupakan akibat dari adanya mekanisme biokimia atau karena adanya control genetik.

Inkompatibilitas homomorfik dibagi menjadi dua, yaitu gametofitik dan sporofitik. Inkompatibilitas gametofitik diakibatkan oleh genotip dari polen dan stigma, bukan dari genotip tanaman yang menghasilkannya dan reaksi penolakan terjadi di tangkai putik. Inkompatibilitas ini dikendalikan oleh gen tunggal S. Pada sistem gametofitik tabung kecambah akan tumbuh lambat pada tangkai putik, jika putik dan serbuk sari memiliki alel S yang sama. Inkompatibilitas tidak akan terjadi jika putik dan benang sari memiliki alel S yang berbeda. Dalam inkompatibilitas ini terdapat tiga macam penghambatan, yaitu : (a) Inkompatibel penuh, jika putik dan benang sari memiliki alel yang sama persis, contoh $S_1S_2 \times S_1S_2$; (b) Inkompatibel sebagian, jika hanya sebagian alel saja yang sama, contoh $S_1S_2 \times S_2S_3$; (c) Kompatibel penuh, jika masing-masing memiliki alel yang benar-benar berbeda, contoh $S_1S_2 \times S_3S_4$ (Poespodarsono, 1986). Mekanisme yang terjadi pada sistem inkompatibilitas gametofitik adalah adanya interaksi tabung polen dan tangkai putik.

Sistem inkompatibilitas sporofitik adalah sistem satu lokus dengan jumlah alel S yang banyak. Berbeda dengan sistem gametofitik, disini alel S memperlihatkan dominansi. Dominansi ditentukan oleh tanaman yang menghasilkan polen. Sebagai contoh, jika tanaman memiliki genotipe S_1S_2 dan S_1 dominan terhadap S_2 sehingga semua polen dari tanaman tersebut dapat berfungsi seperti S_1 dan polen dengan alel S_1 atau S_2 akan inkompatibel dengan tangkai putik S_1 , tetapi akan kompatibel dengan tangkai putik S_2 . Kombinasi genetik dari sistem sporofitik banyak dan kompleks. Pada sistem ini, penghambatan perkecambahan polen atau pertumbuhan tabung polen terjadi pada permukaan kepala putik; berbeda dengan system gametofitik dimana penghambatan pertumbuhan tabung polen terjadi pada tangkai putik.



(Suwarno, 2008)

Gambar 3. Sifat Inkompatibilitas (a) Inkompatibilitas sporofitik; (b) Inkompatibilitas gametofitik