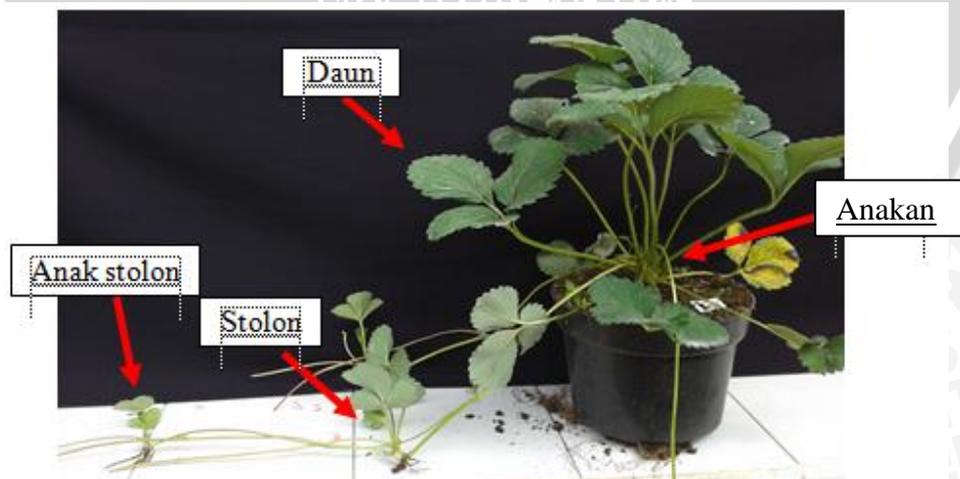


II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Stroberi

Klasifikasi botani tanaman stroberi adalah sebagai berikut: Divisi: Spermatophyta, Sub divisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Keluarga: Rosaceae, Genus: *Fragaria*, Spesies: *Fragaria* spp. Stroberi dikelompokkan ke dalam kategori buah lunak (*soft berry*) (Budiman dan Saraswati, 2008). Stroberi adalah tanaman subtropis yang dapat beradaptasi dengan baik didaerah tropis pada ketinggian lebih dari 600 meter di atas permukaan laut. Tanaman stroberi menghendaki suhu sejuk dan dingin yaitu pada siang hari 22 - 25° C dan pada malam hari 14 - 18° C dengan kelembapan 80 – 90% (Kurnia, 2005). Tanah yang cocok untuk ditanam dikebun adalah tanah liat berpasir, subur, gembur dan mengandung banyak bahan organik (Budiman dan Saraswati, 2008).

Tanaman stroberi adalah tanaman *non* kayu yang terdiri dari daun, stolon, akar, *crown*, batang, bunga dan buah. Stolon adalah bagian tanaman yang digunakan untuk perbanyak vegetatif. Stolon terbentuk selama hari panjang dengan suhu medium, dimulai pada akhir musim semi dan berlanjut sampai musim gugur. Untuk hari pendek atau Juni, stolon terbentuk ketika panjang hari lebih dari 10 jam dan suhu sedikitnya 21° C. Formasi berhenti bila panjang hari kurang dari 10 jam dan suhu dingin. Pada hari – netral, sebagian besar stolon terbentuk ketika panjang hari dan suhu moderat. Pembentukan stolon pada hari netral lebih jarang terbentuk dari pada hari pendek (Anonymous, 2013).

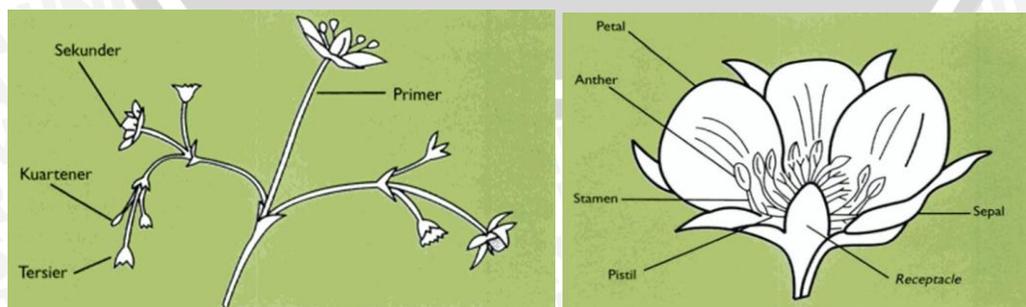


Gambar 1. Morfologi Tanaman Stroberi

Stroberi memiliki daun majemuk yang dibagi menjadi 3 lembar utuh yang terpisah yang disebut daun *trifoliolate*. Daun stroberi menangkap cahaya sebagai sumber energi yang digunakan dalam fotosintesis (Poling, 2012). Daun stroberi memiliki tepi daun yang bergerigi dan permukaan daun atas yang berbulu halus berwarna hijau. Struktur akar tanaman stroberi terdiri atas pangkal akar (*collum*), batang akar (*corpus*), ujung akar (*apex*), bulu akar (*pilus radialis*), dan tudung akar (*calyptra*). Tanaman stroberi berakar tunggang (*radix primaria*) yang terus tumbuh dan memanjang dan berukuran besar. Umumnya mempunyai 20-35 akar primer dengan panjang sekitar 40 cm. Akar baru yang menggantikan akar primer tumbuh dari ruas yang paling dekat dengan akar primer. Hal ini dapat mengurangi kontak akar dengan tanah pada tanaman tua. Pada media yang berdrainase baik, 50% dari akar berkumpul didalam antara 15 - 45cm (Puspitasari, 2012).

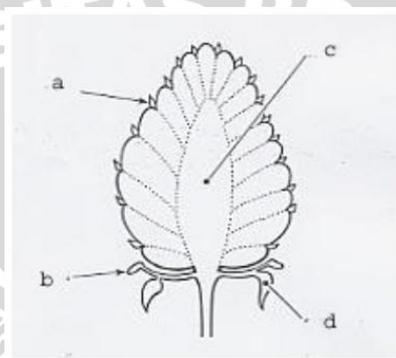
Stroberi memiliki batang utama yang sangat pendek dan berbuku-buku. *Internode* sangat pendek sehingga jarak daun yang satu dengan yang lain sangat rapat. Batang utama dan daun yang tersusun rapat disebut *crown* (Puspitasari, 2012). *Crown* memiliki ukuran yang berbeda-beda menurut umur, tingkat perkembangan tanaman, kultivar dan kondisi lingkungan pertumbuhan.

Bunga stroberi memiliki lima kelopak bunga (*sepal*), lima daun mahkota (*petal*) 20-35 benang sari (*stamen*), dan ratusan putik (*pistil*) yang menempel dengan pola melingkar di dasar bunga (*receptacle*). Bunga terletak pada di malai (*inflouresen*) di ujung tanaman. Malai terdiri dari tangkai utama dan tangkai cabang. Bunga yang terletak pada ujung tangkai utama malai disebut bunga primer sangat dominan, dan biasanya bunga terbesar berasal dari bunga primer. Bunga di tangkai cabang disebut dengan bunga sekunder dan letaknya berada dibawah bunga primer. Bunga tersier dan seterusnya terletak di percabangan-percabangan malai (Kurnia, 2005).



Gambar 2. Struktur bunga Stroberi secara Umum (Budiman dan Saraswati, 2008).

Buah stroberi memiliki banyak biji yang terletak diatas permukaan buah. Biji stroberi disebut sebagai *achenes* (Poling, 2012). *Achene* berasal dari ovul (sel kelamin betina) yang diserbuki dan kemudian berkembang menjadi buah kerdil, *achene* menempel dipermukaan *receptakel* yang membesar. Jumlah *achene* yang terbentuk adalah salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya buah. Pembentukan *achene* ini dipengaruhi oleh banyaknya putik dan efektivitas penyerbukan. Jumlah putik terbanyak dimiliki oleh bunga primer, yaitu lebih dari 400 putik, sedangkan pada bunga sekunder hanya 200 – 300 putik dan pada bunga tersier 50 – 150 putik (Kurnia, 2005).



Gambar 3. Struktur buah stroberi : a. *achene*, b. *stamen*, c. *receptacle*, d. *sepal* (Hancock *et al.*, 1999).

Varietas *Holybride* dan *California* termasuk dalam spesies *Fragaria x ananassa*. Spesies ini mempunyai tangkai daun berbentuk bulat serta ditumbuhi oleh bulu – bulu, panjang daun antara 4 – 15 cm. helai daun bersusun tiga (*trifoliate*). Bagian tepi daun bergerigi, berwarna hijau dan berstruktur tebal. Tanaman ini berbunga trioecious, dimana posisi bunga tersusun dalam malai yang berukuran panjang, terletak pada ujung tanaman dengan mahkota bunga berbentuk oval dan berwarna putih. Mempunyai ukuran garis tengah 1 mm – 45 mm. panjang tangkai bunga antara 1 – 5 cm. Tangkai putik berwarna kuning kehijauan dengan panjang sekitar 0,3 cm. Struktur bunga varietas *Holybride* dan *California* sama, hanya saja pada tangkai bunga *California* membentuk cabang sedangkan *Holybride* tidak bercabang. Warna kepala putik kuning muda dan kepala sari berwarna kuning keemasan. *Fragaria x ananassa* mempunyai ukuran buah sangat besar, berwarna merah, tetapi ukuran dan warna buah bervariasi pada setiap kultivarnya, sedangkan jumlah kromosom adalah oktaploid yaitu mempunyai dua

pasang dari kedelapan kromosom menjadikan jumlahnya $2n = 8x = 56$ kromosom (Hancock *et al.*, 1999).

2.2. Persilangan Tanaman Stroberi

Persilangan tanaman adalah manipulasi spesies tanaman dalam untuk menciptakan genotipe dan fenotipe yang diinginkan untuk tujuan tertentu (Anonymous, 2014), sedangkan menurut Supeno (2004), persilangan merupakan upaya memperbesar keragaman genetik dengan memadukan sifat tetua untuk mendapatkan varietas unggul. Dari tujuan tersebut dapat diketahui bahwa persilangan memiliki peranan penting dalam pemuliaan tanaman, terutama dalam memperluas keragaman genetik.

Pemuliaan tanaman didefinisikan sebagai suatu metode yang secara sistematis merakit keragaman genetik menjadi suatu bentuk yang lebih bermanfaat bagi manusia (Wijana, *et al.*, 2009). Seleksi yang artinya memilih dilakukan pada setiap tahap program pemuliaan, seperti memilih plasma nutfah yang akan dijadikan tetua, memilih metode pemuliaan yang tepat, memilih genotipe yang akan diuji, memilih metode pengujian yang tepat, dan memilih galur yang akan dilepas sebagai varietas (Wijana, *et al.*, 2009).

Dilihat dari sifat penyerbukannya tanaman dapat menyerbuk sendiri (*autogamy* atau *selfing*), menyerbuk tetangga (*geilonogamy*), menyerbuk silang (*allogamy* atau *crossing*) dan menyerbuk bastar (*hibridogami*). Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch) dapat melakukan penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang. Menurut Wijana, *et al.*, (2009) penyerbukan sendiri (*self pollination*) adalah bersatunya tepung sari dengan putik yang berasal dari tanaman itu sendiri. Penyerbukan sendiri hanya terjadi pada tanaman berumah satu (*monoecious*), yaitu bunga jantan dan betina terdapat dalam satu tanaman (Wijana, *et al.*, 2009). Bunga tanaman menyerbuk sendiri dapat berupa bunga lengkap atau bunga sempurna. Bunga lengkap adalah bunga yang mempunyai empat organ bunga yaitu kelopak bunga (*calyx*), mahkota bunga (*corolla*), benang sari (*stament*) dan putik (*pistilum*), sedangkan bunga sempurna adalah bunga yang memiliki dua organ kelamin jantan dan betina. Bunga stroberi termasuk dalam bunga sempurna dan bunga lengkap. Stroberi spesies ini dapat menyerbuk silang

karena stigma pada stroberi masih reseptif terhadap polen selama 8 – 10 hari sehingga memungkinkan terjadinya penyerbukan silang.

Pada tanaman menyerbuk sendiri yang berlanjut dengan pembuahan secara terus-menerus, populasi generasi-generasi berikutnya cenderung mempunyai tingkat homozigot yang semakin besar. Jika suatu genotype yang heterozigot pada satu lokusnya hanya dua allele yang berbeda (Aa), mengalami penyerbukan dan pembuahan sendiri secara terus menerus, akan tampak bahwa proporsi yang homozigot (baik yang dominan atau resesif) akan bertambah sedangkan proporsi yang heterozigot akan menurun (Mangoendidjojo, 2003).

Tanaman stroberi melakukan penyerbukan sendiri maupun penyerbukan silang. Penyerbukan sendiri menghasilkan biji yang lebih sedikit dibandingkan penyerbukan dengan lebah. Penyerbukan sendiri pada tanaman stroberi membentuk biji (*achene*) 53%, sedangkan penyerbukan dengan bantuan lebah menghasilkan *achene* 91%. Terbentuknya biji yang relatif sedikit pada penyerbukan sendiri disebabkan belum tersebarnya polen secara merata pada putik sehingga masih membutuhkan bantuan serangga untuk meningkatkan penyerbukan. Hal ini terjadi pada kultivar-kultivar yang memiliki tangkai sari lebih pendek dibandingkan dengan dasar bunganya (Connor dan Martin, (1973) dalam Paramitha (2011)).

Pada dasarnya teknik persilangan tanaman menyerbuk sendiri hampir sama dengan teknik persilangan menyerbuk silang. Perbedaan teknik persilangan menyerbuk silang dengan menyerbuk sendiri ialah pada proses emaskulasi. Menurut Siregar dan Yulianti (2012), persilangan stroberi dimulai dengan kegiatan emaskulasi yang dilakukan pada saat bunga masih belum mekar sempurna (kuncup). Hal ini dilakukan karena bunga stroberi memiliki serbuk sari yang matang sebelum anther terbuka serta untuk menghindari terjadinya penyerbukan sendiri. Stigma pada stroberi masih *reseptive* terhadap polen selama 8-10 hari dan jumlah kepala putik yang tidak sedikit, maka proses penyerbukan dilakukan selama 10 hari untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Keberhasilan persilangan stroberi mulai bisa dilihat berhasil atau tidaknya pada hari ke 7 sampai dengan ke 10 setelah penyerbukan dan mulai bisa di panen setelah 25 hari setelah penyerbukan, keberhasilan ditandai dengan membengkaknya bagian dasar

buah (*receptacle*), selain itu waktu persilangan juga digunakan sebagai variabel pengamatan keberhasilan persilangan (Siregar dan Yulianti, 2012).

2.3. Filogenetik

Filogenetik adalah cabang ilmu genetika yang mempelajari tentang hubungan genetika antara individu berbeda dalam satu atau lebih populasi. Tujuan dari filogenetik adalah untuk menentukan divergen antara dua organisme sejak keduanya terpisahkan dari satu tetua yang sama (Anonymous, 1999 dalam Canda, 2012). Pohon filogeni dihitung dengan algoritma pengelompokan (*cluster*).

Hierarchical clustering adalah salah satu algoritma *clustering* yang dapat digunakan untuk mengkluster dokumen (*document clustering*). Konsep dari metode *hierarki* ini dimulai dengan menggabungkan 2 obyek yang paling mirip, kemudian gabungan 2 obyek tersebut akan bergabung lagi dengan satu atau lebih obyek yang paling mirip lainnya. Proses *clustering* ini pada akhirnya akan ‘mengelompok’ menjadi satu *cluster* besar yang mencakup semua obyek. Metode ini disebut juga sebagai “*aglomerativ metode*” yang digambarkan dengan dendrogram (Hartini, 2004). Beberapa metode *linkage* adalah *single linkage* (jarak terkecil), *complete linkage* (jarak terjauh) dan *average linkage* (jarak rata-rata). *Single linkage* memberikan hasil bila kelompok-kelompok digabungkan menurut jarak antara anggota-anggota yang paling dekat, *complete linkage* terjadi bila kelompok-kelompok digabungkan menurut jarak antara anggota-anggota yang paling jauh, sedangkan untuk *average linkage*. Individu digabungkan menurut jarak rata-rata antara pasangan-pasangan anggota masing-masing pada himpunannya (Hartini, 2004).

2.4. Kultur *In Vitro*

Kultur jaringan (*tissue culture*) adalah suatu teknik untuk mengisolasi, sel, protoplasma, jaringan, dan organ dan menumbuhkan bagian tersebut pada nutrisi yang mengandung zat pengatur tumbuh (ZPT) tanaman pada kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman sempurna kembali (Ekosari, 2010). Prinsip utama dari teknik kultur jaringan adalah perbanyak tanaman dengan menggunakan bagian vegetatif tanaman menggunakan media buatan yang dilakukan dalam wadah yang steril. Dengan demikian kultur jaringan tanaman dapat didefinisikan

sebagai teknik menumbuh kembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan maupun organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro* (Nugrahani *et al.*, 2011).

Medium kultur yang biasa digunakan adalah media MS. Medium ini dikembangkan oleh Murashige dan Skoog untuk kultur jaringan tembakau digunakan secara luas untuk kultivasi kalus pada agar demikian juga kultur suspense sel dalam medium cair. Menurut Zulkarnain (2009), keberhasilan dari kultur jaringan ditentukan oleh berbagai faktor yaitu, sterilisasi eksplan, keadaan yang steril, komposisi medium dasar, kecukupan nutrien, keterlibatan ZPT dan pengaruh faktor lingkungan.

Biji F1 stroberi hasil persilangan sulit berkecambah (Paramitha, 2011), untuk meningkatkan persentase perkecambahan konvensional, maka digunakan teknik *in vitro*. Biji stroberi merupakan benih *hard skin*. Biji *hard skin* dapat berkecambah secara cepat pada kondisi lingkungan yang mendukung benih untuk berkecambah, artinya nutrisi dan air tersedia untuk benih stroberi sebagai media perkecambahan. Sulitnya perkecambahan biji hasil persilangan disebabkan karena kulit biji yang relatif tebal dan permeabel terhadap air dan udara. Selain itu, ukuran biji juga berpengaruh terhadap kecepatan biji berkecambah. Stroberi memiliki ukuran biji yang kecil, sehingga memiliki sedikit cadangan makanan (Saptadi dan Waluyo. 2005). Biji 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). Oleh karena itu pemeliharaan penanaman secara *in vitro* dapat membantu meningkatkan persentase perkecambahan biji karena nutrisi yang dibutuhkan biji untuk berkecambah dapat terkontrol.

Metode kultur jaringan dikembangkan untuk membantu memperbanyak tanaman, khususnya untuk tanaman yang sulit dikembangbiakkan secara generatif. Keunggulannya antara lain adalah mempunyai sifat yang seragam dan identik dengan induknya, dapat diperbanyak dalam jumlah yang besar tanpa membutuhkan tempat yang luas, mampu menghasilkan benih dengan jumlah besar dalam waktu yang singkat, kesehatan dan mutu benih lebih terjamin, kecepatan tumbuh benih lebih cepat dibandingkan dengan perbanyakan konvensional,

pengadaan benih tidak tergantung musim, biaya pengangkutan benih relatif lebih murah dan mudah (Nugrahani *et al.* 2011).

Tahapan akhir dari perbanyak tanaman dengan teknik kultur jaringan adalah aklimatisasi planlet. Aklimatisasi adalah pemindahan planlet ke media tanam sebenarnya yang berupa tanah (Luthfiah. 2013). Tahap aklimatisasi merupakan tahap yang sangat penting dan kritis dalam rangkaian budidaya tanaman *in vitro*, karena dalam tahap ini sering terjadi kematian planlet karena terjadi perubahan kondisi lingkungan yang ekstrim pada planlet serta morfologi planlet yang masih lemah contohnya kondisi kelembaban, suhu, ketersediaan unsur hara, dan cahaya yang tidak stabil; epidermis, stomata, kutikula planlet yang masih kecil dan tipis sehingga rentan terhadap intensitas cahaya yang tinggi serta kelembaban yang rendah. Tahap aklimatisasi membutuhkan perlakuan khusus untuk menjaga planlet agar tetap hidup (Luthfiah. 2013).

Prinsip dalam melakukan aklimatisasi adalah dengan memindahkan planlet ke media aklimatisasi dengan intensitas cahaya rendah dan kelembapan nisbi tinggi, kemudian secara berangsur-angsur kelembapannya diturunkan dan intensitas cahayanya dinaikkan. Banyak tanaman yang berukuran kecil mati selama periode aklimatisasi. Oleh karena itu, setelah proses *in vitro transplanting* plantlet biasanya butuh beberapa minggu untuk plantlet beradaptasi di media aklimatisasi dengan cara menurunkan kelembapan udara (Nugrahani *et al.* 2011). Planlet *in vitro* diberi penutup (sungkup) agar mengurangi kelembapan udara sehingga planlet kuat dan mampu beradaptasi (penggunaan penutup permeabel terhadap uap air) meningkatkan radiasi, atau peningkatan konsentrasi CO₂ dapat memperbaiki layu dari planlet setelah transplantasi (Kanechi, 1998). Selain itu, sungkup digunakan untuk melindungi bibit dari serangan hama penyakit karena bibit hasil kultur jaringan sangat rentan terhadap serangan hama penyakit dan udara luar. Media tanaman yang dipergunakan dalam tahap ini biasanya berupa bubuk arang, arang sekam, mos, pakis halus, campuran tanah halus dan kompos, dan sebagainya. Setelah bibit mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya maka secara bertahap sungkup dilepaskan dan pemeliharaan bibit dilakukan dengan cara yang sama dengan pemeliharaan bibit generatif. Selanjutnya bibit siap dipindahkan ke lapang atau lahan penanaman (Nugrahani *et al.* 2011).