

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Jagung

Menurut Pursglove (1972), jagung merupakan tanaman serealia famili *Graminae* dan berkerabat dekat dengan rumput Gama (*tripsacum*) dan Teosinte (*Zea mexicana*). Dalam biji jagung, embrio memiliki lima bakal daun dan bakal-bakal akar primer. Dalam perkecambahan yang pertama kali keluar adalah akar radikel diikuti plumula. Akar radikel kemudian diikuti oleh akar-akar seminal yang keluar dari bagian biji dekat plumula.

Titik tumbuh tanaman jagung berada di bagian ujung batang. Biasanya berumur 110 hari dan dalam keadaan normal jumlah daun total terbentuk pada umur 30 hari. Jagung merupakan tanaman *monoceous* (bunga jantan dan betina berada dalam satu tanaman).

Anther merupakan alat bunga jantan pada tanaman jagung, *anther* berjumlah masing-masing tiga dan terbungkus oleh *lemma* (sekam tajuk bawah), *palea* (sekam tajuk atas), dan *glumae* (sekam kelopak). Tongkol biasanya tumbuh pada buku ke-6 atau ke-8 dari atas dan yang berkembang biasanya hanya tongkol teratas atau dengan tongkol nomor dua. Pengelolaan tanahnya dapat digunakan dengan jenis tanah apa saja, namun jenis tanah terbaik adalah tanah lempung berdebu dan kemasaman tanahnya cenderung netral sebesar 5,6 – 7,5.

Tanaman ini tumbuh baik pada daerah dengan curah hujan 100-125 mm/bulan dengan distribusi tahunan merata. Keadaan air yang cukup pada masa pembungaan hingga pemasakan biji. Tanaman jagung tumbuh dengan optimal pada suhu di atas 21.1 °C dan pada tingkat kelembaban yang cukup yaitu dengan curah hujan antara 250 mm – 5000 mm. Hama yang sering menyerang jagung antara lain ulat tongkol, penggerek daun, ulat tanah, belalang, dan tikus. Penyakit yang sering menyerang antara lain penyakit bulai, penyakit karat, busuk batang, dan busuk tongkol. Untuk panen jagung biasa selama 90 hari atau kurang lebih 3 bulan.

2.2 Jagung Ketan

Jagung ketan ditemukan pertama kali di China pada tahun 1990. Jagung ketan memiliki ciri khas yang berbeda dengan jagung kebanyakan. Warna biji pada jagung umumnya adalah kuning tetapi pada jagung ketan biji berwarna putih seperti ketan. Jagung ini disebut *waxy* karena bijinya kelihatan seperti lilin. Pada tahun 1922 seorang peneliti berkebangsaan Amerika menemukan bahwa pada jagung ketan terdapat amilopektin dan pati amilosa sebesar 3.5% yang tidak terdapat pada jagung yang biasa dibudidayakan oleh masyarakat luas (Collins, 1909). Adanya gen tunggal *waxy* (*wx*) bersifat resesif epistasis yang terletak pada kromosom sembilan mempengaruhi komposisi kimiawi pati, sehingga akumulasi amilosa sangat sedikit (Ferguson, 1994).

Amilopektin merupakan gugus gula yang bercabang dan bila dicampur dengan iodium akan menghasilkan warna merah. Kandungan amilopektin yang tinggi menyebabkan rasa pulen pada jagung ketan (Purwono, 2011). Dalam jagung ini, molekul-molekul zat patinya mirip dengan *glycogen*. (Effendi, 1985).

Amilopektin atau kadar pati yang terkandung di dalam jagung ketan menyebabkan jagung ketan digunakan sebagai produk makanan yang dalam pemasakannya menjadi lengket dan pulen sehingga jagung ketan banyak digemari untuk dikonsumsi, baik dalam bentuk segar maupun produk olahannya. Selain itu jagung ketan juga kerap digunakan dalam industri tekstil, perekat, dan industri kertas. Jagung ketan bisa menghasilkan sumber pangan lebih efisien daripada jagung pada umumnya. Ahli genetika menunjukkan bahwa jagung ketan memiliki kekurangan dalam metabolisme, yaitu menghalangi sintesis amilosa dalam endosperm, gen ini dikodekan oleh gen resesif tunggal (*wx*).

2.3 Morfologi Jagung

Jagung merupakan tanaman semusim *determinate* dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Kondisinya sebagai tanaman semusim membuat tanaman jagung yang sudah menghasilkan tongkol dan berbiji tidak dapat tumbuh dan berkembang lagi setelah dipanen. Paruh pertama dari siklus tanaman jagung merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif.

Pursglove (1972) menyatakan bahwa jagung merupakan tanaman serealia yang memiliki klasifikasi sebagai berikut:

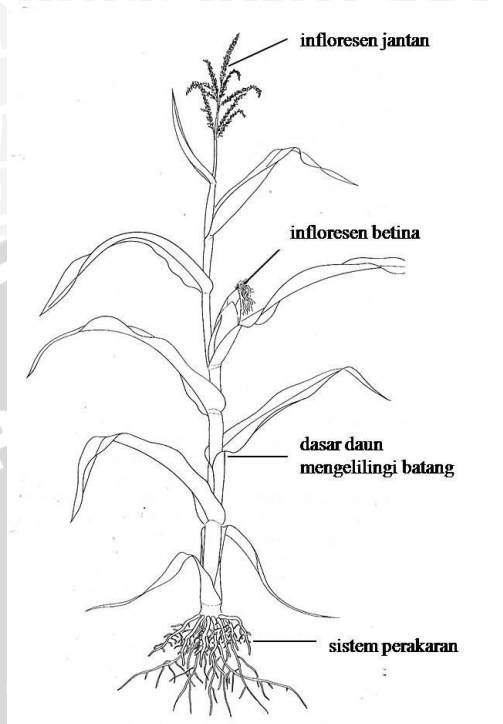
Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledonae
Ordo : Poales
Famili : Poaceae
Sub Famili : Panicoidae
Genus : Zea
Spesies : *Zea mays*

Jagung adalah tanaman semusim dan termasuk jenis rumput-rumputan (*Graminae*) yang mempunyai batang tunggal, meski terdapat kemungkinan munculnya cabang anakan pada beberapa genotip dan lingkungan tertentu. Batang jagung terdiri atas buku dan ruas. Daun jagung tumbuh pada setiap buku, berhadapan satu sama lain. Bunga jantan terletak pada bagian terpisah pada satu tanaman sehingga lazim terjadi penyerbukan silang. Jagung merupakan tanaman hari pendek. Jumlah daunnya ditentukan pada saat inisiasi bunga jantan, dan dikendalikan oleh genotip, lama penyinaran, dan suhu.

2.4 Biologi Bunga Jagung

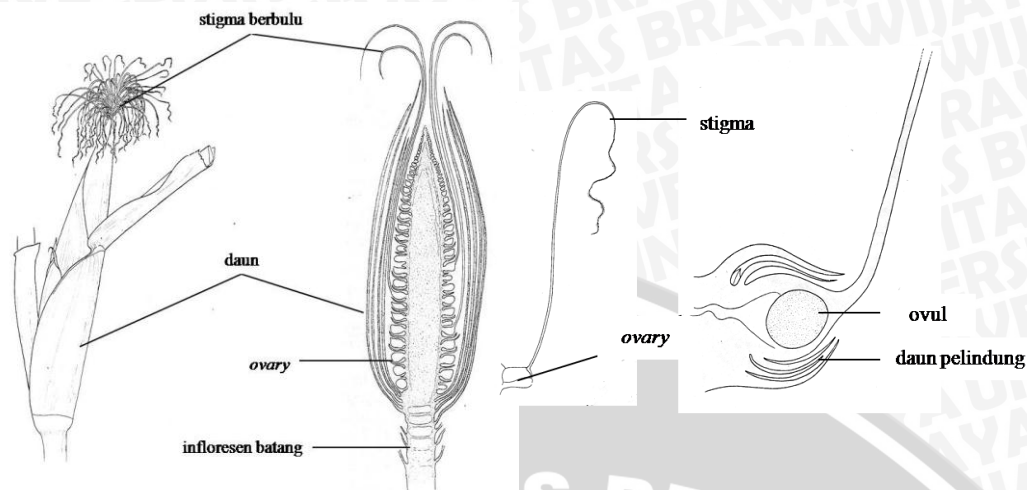
Jagung merupakan tanaman berumah satu (*monoceous*) yang membuat bunga jantan (*glaminale/ tassel*) terbentuk pada malai di ujung batang sedang bunga betina (*pistilate*) berupa rambut di bagian tengah batang. Tanaman jagung bersifat *protandry*, sehingga jagung mempunyai sifat menyerbuk silang. Produksi tepung sari (*pollen*) dari bunga jantan diperkirakan mencapai 1 juta butir tiap tanaman. Bunga betina, tongkol, muncul dari *axillary apices* tajuk. Bunga jantan berkembang dari titik tumbuh apikal di ujung tanaman. Pada tahap awal perkembangannya, kedua bunga memiliki primordia bunga biseksual. Selama proses perkembangan, primordia stamen pada *axillary* bunga tidak berkembang

dan menjadi bunga betina. Demikian pula halnya primordia *gynaecium* pada apikal bunga, tidak berkembang dan menjadi bunga jantan (Palliwal, 2000).



Gambar 1. Posisi infloresen jantan dan betina pada jagung (Mackean, 2015)

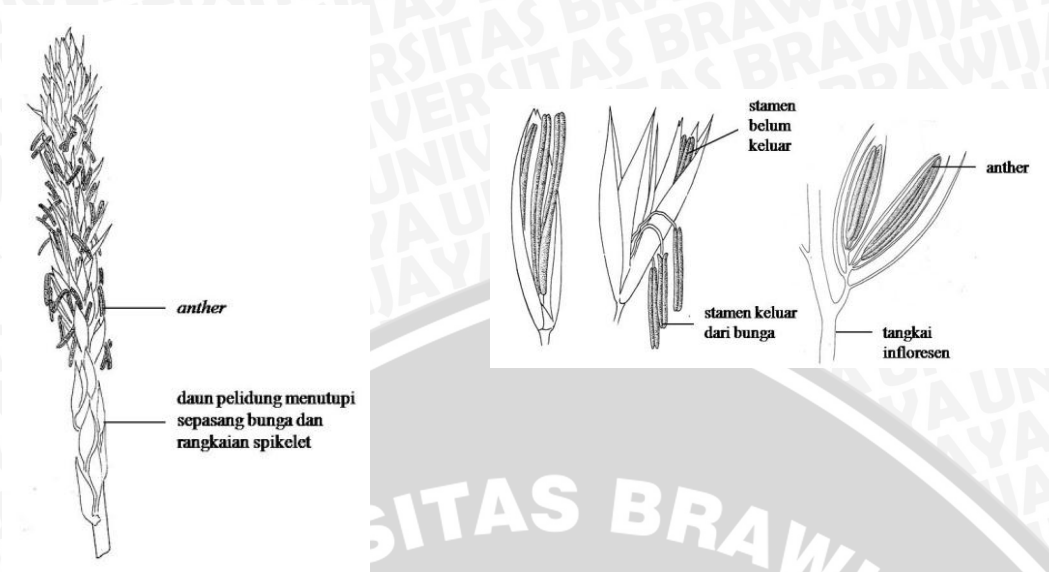
Rambut jagung (*silk*) adalah pemanjangan dari saluran *stylar ovary* yang matang pada tongkol. Rambut jagung tumbuh dengan panjang hingga 30,5 cm atau lebih sehingga pada umumnya keluar dari ujung kelobot. Panjang rambut jagung bergantung pada panjang tongkol dan kelobot. Tanaman jagung adalah tanaman *protandry*. Kondisi *protandry* terdapat pada sebagian besar varietas jagung dan membuat bunga jantannya muncul (*anthesis*) 1-3 hari sebelum rambut bunga betina muncul (*silking*). Dalam keadaan tercekam karena kekurangan air, keluarnya rambut tongkol kemungkinan tertunda, sedangkan keluarnya malai tidak terpengaruh. Interval antara keluarnya bunga betina dan bunga jantan (*Anthesis Silking Interval/ ASI*) adalah hal yang sangat penting. ASI yang kecil menunjukkan terdapat sinkronisasi pembungaan, yang berarti peluang terjadinya penyerbukan sempurna sangat besar. Semakin besar nilai ASI semakin kecil sinkronisasi pembungaan dan penyerbukan terhambat sehingga menurunkan hasil. Cekaman abiotis umumnya mempengaruhi nilai ASI, seperti pada cekaman kekeringan dan temperatur tinggi.



Gambar 2. a) Bagian infloresen betina, b) Potongan membujur bunga betina (Mackean, 2015)

Gambar di atas menunjukkan bagian infloresen betina tanaman jagung. Bagian berserabut adalah rambut jagung (*silk*) yang keluar dari ujung kelobot. Bagian yang melapisi tongkol tanaman jagung sebenarnya adalah daun yang melindungi *ovary* yang pada prosesnya akan menghasilkan tokol jagung berbiji setelah proses penyerbukan berhasil.

Serbuk sari (*pollen*) adalah trinukleat. Polen memiliki sel vegetatif dua gamet jantan dan mengandung butiran-butiran pati. Dinding tebalnya terbentuk dari dua lapisan, *exine* dan *inline*, dan cukup keras. Karena perbedaan perkembangan bunga pada spikelet jantan dan ketidaksinkronan matangnya *spike*, maka polen pecah secara kontinyu dari tiap *tassel* dalam tempo seminggu atau lebih. Serbuk sari (*pollen*) terlepas mulai dari *spikelet* yang terletak pada *spike* yang di tengah, 2-3 cm dari ujung malai (*tassel*), kemudian turun ke bawah. Satu bulir *anther* melepas 15-30 juta serbuk sari. Serbuk sari sangat ringan dan jatuh karena gravitasi atau tertiuip angin sehingga terjadi penyerbukan silang.

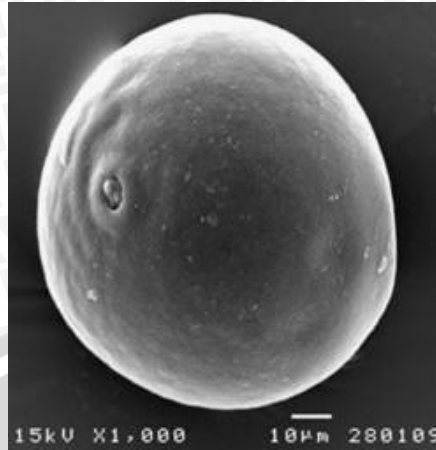


Gambar 3. a) Bagian infloresen jantan b) Bunga jantan (Mackean, 2015)

2.5 Karakter Polen Jagung

Polen merupakan pembawa materi genetik jantan kepada gametofit betina ketika terjadi fertilisasi (Malik, 1979). Polen berada dalam ruang sari dan ruang sari berada pada antera yang merupakan bagian dari benang sari. Polen merupakan sel yang hidup dan mempunyai inti (*nucleus*) serta protoplasma yang terbungkus oleh dinding sel. Lapisan dinding sel terdiri dari lapisan dalam (*inline*) yang tipis serta lunak seperti selaput, dan lapisan luar (*exine*) yang tebal dan keras untuk melindungi sel polen dari pengaruh lingkungan (Darjanto dan Satifah, 1990).

Umumnya tanaman berbunga memancarkan polen dalam bentuk binukleat (dua inti, yaitu generatif dan vegetatif) sebelum pembentukan tabung polen. Sebanyak 30% dari 2000 spesies *Angiospermae* mengeluarkan polen trinukleat (tiga inti). Famili *Caricaceae* memiliki tipe polen binukleat sehingga dapat dikecambahkan secara *in vitro* dan memiliki daya simpan yang tinggi. Polen dengan tipe trinukleat tidak dapat dikecambahkan secara *in vitro* dan daya simpannya rendah (Wahyudin, 1999).



Gambar 4. Polen jagung (Chanchao *et al.*, 2012)

Polen jagung berbentuk bulat dan tidak terlihat adanya guratan pada permukaan polen. Meskipun tidak memiliki guratan, polen jagung mempunyai satu lubang pada permukaannya, tipe polen tersebut dikenal sebagai *monoporate*. Polen jagung dihasilkan oleh bunga jantan yang membentuk infloresen.

2.6 Penyimpanan Polen

Penyimpanan polen diperlukan jika tanaman yang akan disilangkan memiliki waktu masak yang berbeda, sehingga polen perlu disimpan dalam jangka waktu tertentu untuk memastikan kesegarannya sebelum digunakan untuk menyerbuki kepala putik. Penyimpanan polen juga diperlukan jika tanaman yang akan disilangkan memiliki lokasi berjauhan. Mengkoleksi butiran polen pada kondisi viabel merupakan persyaratan utama untuk menjamin kesegaran polen dalam jangka waktu yang cukup panjang. Polen yang dikoleksi pada masa awal berbunga, pertengahan masa berbunga atau akhir masa berbunga, akan memiliki variasi lamanya polen dapat disimpan. Polen yang dikoleksi pada pagi, siang atau sore juga berespon berbeda terhadap lama penyimpanan. Umumnya, polen yang diambil segera setelah bunga mekar akan memiliki daya simpan terbaik (Shivanna dan Rangaswamy, 1992).

Suhu dan kelembaban memiliki pengaruh terbesar terhadap daya simpan polen. Secara umum, semakin rendah suhu dan kelembaban akan meningkatkan daya simpan polen. Penyimpanan polen dalam jangka waktu pendek memerlukan suhu rendah dan kelembaban yang rendah, sedangkan penyimpanan jangka panjang (beberapa bulan sampai tahun) dapat dicapai dengan penyimpanan pada

suhu yang sangat dingin (*cryopreservation*). Suhu yang tepat untuk penyimpanan polen, berbeda antar spesies tapi biasanya dibatasi oleh ketersediaan fasilitas seperti kulkas, *freezer* atau ketersediaan nitrogen cair. Kisaran suhu yang umum digunakan adalah 20-25 °C (suhu *ambient*), 5-10 °C (sejuk), 0 (*freezer*), -10 sampai -20 °C (*deep freeze*) dan -196 °C (*cryopreservation* dengan menggunakan nitrogen cair).

Waktu pengumpulan polen tergantung dari: 1) fase kemasakan ditentukan oleh ukuran, warna dan jumlah antera yang telah pecah pada suatu bunga, 2) jumlah bunga mekar dalam satu periode pembungaan. Antera yang diambil prematur, tidak menghasilkan polen secara normal atau menghasilkan polen sedikit. Polen yang mempunyai kualitas tinggi diperoleh dari antera bunga jantan yang sudah pecah dan siap untuk melakukan penyerbukan (Galleta, 1983).

2.7 Fertilitas dan Sterilitas Polen

Fertilitas dan sterilitas merupakan bagian yang paling penting untuk menentukan tanaman dapat menghasilkan biji atau buah. Pada bunga yang mempunyai tingkat fertilitas tinggi dapat menghasilkan biji/buah. Sebaliknya bila sterilitasnya tinggi, bunga tersebut tidak dapat menghasilkan biji/buah. Untuk mengetahui ciri-ciri tepung sari yang fertil ditandai dengan warna kuning telur yang terletak pada tepung sari. Sedangkan tepung sari steril ditandai warna putih transparan di bagian tengah tepung sari.

YKI (Yodium Kalium Iodida) merupakan senyawa yang sering dipakai untuk mendeteksi adanya kandungan gula/pati. Pati berperan dalam menunjang polen karena pada setiap butir polen tersebut digunakan sebagai sumber energi sehingga mampu berkecambah, bisa diasumsikan semakin tinggi kandungan pati dalam polen maka semakin tinggi viabilitas polen tersebut.

YKI merupakan metode yang tepat untuk dapat mendeteksi polen yang masih fertil dan polen yang steril. Polen ditetesi dengan pewarna YKI selama beberapa menit dan diamati di bawah mikroskop (Pardales, 1980). Apabila ditetesi dengan larutan YKI, maka polen yang fertil akan berwarna gelap karena terdapat reaksi antara larutan YKI dengan pati yang terkandung pada polen

tersebut. Sedangkan pada polen yang steril maka akan terbentuk warna terang karena tidak adanya kandungan pati (Wardiyati dan Kuswanto, 1994).

2.8 Penyerbukan

Penyerbukan adalah transfer polen ke daerah reseptif pada pistil. Pistil adalah struktur yang membawa ovul. Tiap pistil terdiri dari tiga bagian yaitu stigma yang merupakan daerah reseptif terhadap polen, stilus dan ovary. Polen akan berkecambah setelah mencapai stigma dan membentuk tabung polen. Pada tumbuhan terjadi fertilisasi ganda. Zigot (sel diploid) terbentuk karena fusi sel telur dengan sperma. Sel triploid terbentuk karena fusi sperma dengan inti polar yang membentuk endosperm.

Penyerbukan pada jagung terjadi bila serbuk sari dari bunga jantan menempel pada rambut tongkol. Hampir 95% dari persarian tersebut berasal dari serbuk sari tanaman lain, dan hanya 5% yang berasal dari serbuk sari tanaman sendiri. Oleh karena itu, tanaman jagung disebut tanaman bersari silang (*cross pollinated crop*), dimana sebagian besar dari serbuk sari berasal dari tanaman lain. Terlepasnya serbuk berlangsung 3-6 hari, bergantung pada varietas, suhu, dan kelembaban. Rambut tongkol tetap reseptif dalam 3-8 hari. Serbuk sari masih tetap hidup (*viable*) dalam 4-16 jam sesudah terlepas (*shedding*).

Kegiatan penyerbukan dimulai dengan melakukan penyungkupan (penutupan) bunga jantan yang baru keluar malai namun kantong polennya belum pecah, fungsi penyungkupan adalah untuk menghindari terbangnya serbuk sari ke tanaman jagung lainnya sehingga serbuk sari yang sudah matang bisa dipanen dan bisa digunakan untuk keperluan penyerbukan. Hal ini sesuai dengan tahapan persilangan dan penyerbukan silang pada jagung. Menurut Syukur *et al.*, (2012) pembungkusan bunga betina berfungsi untuk mengisolasi sebelum dilakukan penyerbukan, isolasi pada bunga betina jagung dilakukan agar tidak diserbuki oleh polen asing. Sementara itu, pembungkusan bunga jantan berfungsi untuk mengumpulkan polen dan agar polen tidak terkontaminasi oleh polen asing. Penyerbukan selesai dalam 24-36 jam dan biji mulai terbentuk sesudah 10-15 hari. Setelah penyerbukan, warna rambut tongkol berubah menjadi coklat dan kemudian kering.