

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Tanaman Jagung Manis

Jagung manis (*Zea mays Saccharata*) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang bernilai ekonomi tinggi dan banyak diusahakan di daerah tropis. Tanaman jagung berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika, melalui kegiatan bisnis orang Eropa ke Amerika. Pada abad ke-16 orang Portugal menyebarkan ke Asia termasuk Indonesia. Jagung manis termasuk dalam keluarga rumput-rumputan. Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, jagung manis diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom: *Plantae*

Divisio: *Spermatophyta*

Sub Divisio: *Angiospermae*

Kelas: *Monocotyledonae*

Ordo: *Graminae*

Famili: *Graminaeae*

Genus: *Zea*

Spesies: *Zea mays saccharata* Sturt L.

2.2. Morfologi Tanaman Jagung Manis

1. Akar

Tanaman jagung manis berakar serabut dan memiliki tiga macam akar yaitu akar seminal, akar adventif dan akar kait atau disebut penyangga (Gambar 2.1). Sistem perakaran jagung manis termasuk tipe serabut, tersusun dari tiga jenis akar yang muncul pada tahap berbeda selama pertumbuhan, yakni akar seminal,

akar adventif, dan akar kait yang berfungsi sebagai penyangga. Faktor varietas, tingkat kesuburan media tanam, serta kondisi ketersediaan air tanah turut menentukan seberapa optimal perkembangan akar tersebut (Supriyanta dkk., 2020). Proses pembentukan akar dimulai bersamaan dengan berkecambahnya benih, ditandai dengan munculnya akar kecambah (*radicle*) yang kemudian diikuti oleh pembentukan calon batang (*coleoptile*).

Seiring memanjangnya *radicle*, akar primer (*seminal root*) ikut tumbuh dari buku (nodia) paling bawah. Kurang lebih 10 hari setelah perkecambahan, akar adventif (*fibrious root system*) mulai muncul dari nodia di atasnya dan berkembang menjadi sistem akar serabut utama tanaman. Berbeda dengan akar seminal yang sifatnya sementara dan berhenti berkembang, akar adventif akan terus tumbuh selama tanaman masih hidup.

Akar seminal berasal dari radikula dan embrio, dan laju pertumbuhannya melambat begitu plumula muncul ke permukaan tanah. Sementara itu, akar adventif tumbuh dari buku-buku di ujung mesokotil secara berurutan (sekitar 7–10 buku) hingga membentuk akar serabut yang tebal. Meskipun perannya relatif kecil dalam keseluruhan siklus hidup tanaman, akar seminal berfungsi penting sebagai penghubung sementara sebelum sistem perakaran yang lebih matang terbentuk sepenuhnya.



Gambar 2.1. Akar adventif tanaman jagung manis (Dokumentasi Pribadi)

2. Batang

Batang tanaman jagung berwarna hijau kekuningan dan tidak bercabang, dengan ruas-ruas yang jumlahnya umumnya mencapai 14 ruas. Panjang tiap ruas tidak seragam ruas terbawah cenderung lebih pendek dan tebal, sedangkan ruas-ruas di atasnya semakin memanjang. Variasi jumlah ruas ini dipengaruhi oleh varietas serta usia tanaman. Selain memanjang, batang juga mengalami pertumbuhan lateral (membesar) hingga diameternya dapat mencapai 3-4 cm. Fungsi utama batang, yang di dalamnya terdapat berkas pembuluh, adalah sebagai jalur transportasi zat makanan antara daun dan akar.

Unsur hara yang diserap akar diangkut menuju daun melalui berkas pembuluh tersebut, kemudian diolah melalui proses asimilasi dengan bantuan cahaya matahari dan CO_2 untuk menghasilkan zat makanan yang selanjutnya didistribusikan ke seluruh jaringan tanaman. Tinggi tanaman jagung manis cukup bervariasi, berkisar 1-3 m, bergantung pada varietas dan kesuburan lahan. Meski umumnya jagung tidak bercabang, pada jagung manis sering dijumpai anakan yang tumbuh di pangkal batang. Panjang batang berkisar 60–300 cm tergantung tipe jagung, dengan ruas atas berbentuk silindris sementara ruas bawah cenderung bulat pipih. Tunas batang yang berkembang sempurna akan menghasilkan tajuk bunga betina sebagai pusat proses reproduksi tanaman. Batang tanaman jagung manis dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Batang tanaman jagung manis (Dokumentasi Pribadi)

3. Daun

Daun tanaman ini tersusun secara distik, yaitu dua baris daun tunggal yang keluar berselang-seling. Setiap helai daun terdiri atas tangkai daun, lidah daun (ligula), dan telinga daun (Azhari & Damanhuri, 2024). Bentuknya menyerupai pita tanpa tangkai, berwarna hijau, dengan pelepah yang membungkus batang sekaligus melindungi buah, serta memiliki lidah daun di pangkalnya. Dibandingkan tanaman jagung yang tumbuh di iklim sedang, jagung yang dibudidayakan di daerah tropis cenderung memiliki jumlah daun lebih banyak.

Secara struktural, daun terbagi menjadi pelepah dan helaian. Permukaan atas daun umumnya berbulu halus (terdiri dari sel-sel bullitor), sedangkan sisi bawahnya relatif licin. Helaian daun memanjang dengan ujung meruncing, tersusun berselang-seling dari tiap buku batang. Antar pelepah dipisahkan oleh struktur spicula yang berfungsi mencegah masuknya air hujan atau embun ke bagian dalam pelepah. Jumlah daun per tanaman berkisar 10–20 helai, bergantung pada varietas, umur, dan kondisi fisik tanaman (Indriani, 2020). Epidermis daun bagian atas biasanya berambut halus. Kemiringan daun sangat bervariasi antar genotip dan kedudukan daun yang berkisar dari hampir datar sampai tegak. Daun tanaman jagung manis dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Daun tanaman jagung manis (Dokumentasi Pribadi)

Bagian atas epidermis daun umumnya berambut halus, dengan kemiringan daun yang bervariasi antar genotipe — mulai dari hampir horizontal hingga tegak. Tanaman berumur genjah cenderung berdaun lebih sedikit dibanding varietas berumur dalam. Panjang daun berkisar 30–150 cm dan lebar 5–15 cm, dengan tangkai/pelepah sepanjang 3–6 cm. Bentuknya seperti pita dengan tulang daun utama sejajar di tengah, berbulu halus, dan warnanya bervariasi tergantung varietas (Rachmawanto & Hadi, 2021).

Pertumbuhan daun berlangsung seiring pemanjangan batang semakin cepat batang memanjang, semakin cepat pula daun membuka. Ukuran daun juga dipengaruhi posisinya pada batang; daun yang terbentuk lebih awal umumnya berukuran kecil, sedangkan daun yang tumbuh belakangan cenderung lebih lebar dan panjang. Selain berperan dalam fotosintesis (asimilasi), daun juga berfungsi mengatur keseimbangan air dan suhu tanaman, serta menjadi tempat terkonsentrasinya klorofil.

4. Bunga

Sebagai tanaman berumah satu (*monoecious*), jagung memiliki sifat protandry bunga jantan muncul lebih dulu 1–2 hari sebelum bunga betina, sehingga letak

keduanya pun berbeda. Kondisi ini mendorong terjadinya penyerbukan silang pada jagung manis (Supriyanta dkk., 2020). Bunga jantan (*staminate*) terletak di ujung malai/batang, terbentuk saat tanaman mendekati usia pertengahan, dan mengandung tepung sari dalam kantong sari yang jumlahnya sekitar 2.500 butir per kantong. Umumnya bunga jantan masak 1–3 hari lebih awal dari bunga betina.

Struktur bunga jantan berbentuk malai longgar (*tassel*) dengan poros tengah yang biasanya memiliki empat baris pasangan bunga (*spiklet*) atau lebih, serta cabang lateral dengan dua baris. Tiap pasang terdiri dari satu bunga duduk dan satu bunga bertangkai, dengan putik yang tidak berkembang (*rudimenter*).

Sementara itu, bunga betina tumbuh berpasangan dalam barisan pada tongkol, dengan jumlah barisan 8–20 tergantung kultivar. Putiknya memiliki tangkai sangat panjang yang dikenal sebagai rambut jagung (*silk*) hasil pemanjangan *ovarial style* yang dapat mencapai lebih dari 30,5 cm hingga keluar dari ujung kelobot. Panjang rambut ini dipengaruhi ukuran tongkol dan kelobot. Pada kondisi kekurangan air, kemunculan rambut tongkol dapat tertunda meski keluarnya malai tidak terpengaruh; semakin lebar jeda waktu antara kemunculan bunga jantan dan betina, semakin rendah sinkronisasi penyerbukan sehingga berdampak pada penurunan hasil (Supriyanta dkk., 2020).



Gambar 2.4. Bunga jantan dan bunga betina tanaman jagung manis (Dokumentasi Pribadi)

5. Tongkol dan Biji

Buah jagung tersusun atas tongkol, biji, dan daun pembungkus. Bentuk, warna, serta kandungan endosperm biji bervariasi tergantung varietas. Pada jagung manis, biji tersusun rapi dalam barisan lurus atau berkelok sebanyak 8-20 baris di sepanjang tongkol, terbungkus oleh *husk* berwarna hijau yang melindunginya dari gangguan eksternal.

Dibanding jagung jenis lain, biji jagung manis memiliki karakteristik khas: permukaannya lebih halus, mengkilap, tampak tembus pandang sebelum matang, dan mengerut ketika kering, dengan kandungan gula yang lebih tinggi (Supriyanta dkk., 2020). Tiap biji tersusun dari tiga lapisan utama perikarp (kulit luar), endosperma, dan embrio yang masing-masing berfungsi sebagai pelindung, cadangan makanan, dan calon individu baru.



Gambar 2.5. Tongkol dan benih tanaman jagung manis (Dokumentasi Pribadi)

6. Kelobot

Kelobot berperan sebagai pelindung tongkol jagung, tersusun dari beberapa lapisan daun termodifikasi yang berasal dari pelepah daun yang mengeras dan membesar mengikuti pertumbuhan tanaman (Supriyanta dkk., 2020). Struktur ini membungkus tongkol secara menyeluruh, berwarna hijau muda saat masih segar dan berubah kekuningan atau kecokelatan menjelang matang.

Bagian luarnya bertekstur keras dan berserat, sedangkan bagian dalam yang bersentuhan langsung dengan biji lebih lunak. Setiap lapisan mengandung sel parenkim (berfungsi menyimpan air dan nutrisi) serta sel penguat yang menjaga kestabilan mekanis saat terjadi tekanan dari luar seperti angin.

Selain melindungi tongkol dari kehilangan kelembapan dan serangan organisme pengganggu, kelobot juga berperan mengatur sirkulasi udara dan suhu mikro di sekitar tongkol susunan lapisannya cukup rapat untuk menahan kelembapan namun tetap memungkinkan pertukaran udara guna mencegah kondensasi berlebih. Dibandingkan jagung biasa, kelobot jagung manis relatif lebih tipis dan mudah dikupas (Supriyanta dkk., 2020).

2.3. Syarat Tumbuh Tanaman Jagung Manis

2.3.1. Iklim

Budidaya jagung manis menuntut pengelolaan agroklimatologi yang presisi, di mana parameter suhu, curah hujan, kelembapan udara, dan intensitas cahaya matahari saling berinteraksi menentukan laju pertumbuhan dan kualitas hasil panen. Suhu lingkungan memainkan peran krusial sejak fase perkecambahan hingga pembungaan. Pertumbuhan vegetatif dan generatif jagung manis berlangsung ideal pada kisaran suhu 21–34°C, dengan titik optimum berada pada 23–27°C. Fluktuasi suhu udara yang dipengaruhi oleh perbedaan elevasi dataran sangat memengaruhi respons fenologis, laju pertumbuhan, dan hasil akhir jagung manis di daerah tropis lembap. Jika suhu melonjak drastis melewati batas toleransi, proses penyerbukan dapat terhambat. Oleh karena itu, modifikasi iklim mikro melalui berbagai sistem tanam sering kali diaplikasikan untuk menjaga stabilitas suhu dan kelembapan di area tajuk tanaman.

Selain suhu, ketersediaan air yang sangat bergantung pada curah hujan

merupakan faktor pembatas yang mutlak. Jagung manis membutuhkan pasokan air yang terdistribusi secara merata, idealnya dengan curah hujan berkisar antara 85–200 mm/bulan. Tanaman ini sangat peka terhadap cekaman kekeringan maupun genangan, terutama pada fase kritis seperti pembungaan dan pengisian biji. Pada lahan kering atau saat curah hujan tidak menentu, intervensi agronomis seperti pengaturan ketebalan mulsa dan interval irigasi tetes terbukti efektif dalam menjaga kelembaban rizosfer (tanah) dan meningkatkan produktivitas. Cekaman defisit air pada suhu lingkungan yang optimum dapat secara signifikan menekan laju transpirasi dan menghambat pertumbuhan, sebagaimana diamati pada sistem tumpang sari jagung manis organik.

Dinamika transpirasi dan asimilasi karbon pada jagung manis juga sangat dikendalikan oleh interaksi antara kelembaban udara (RH) dan intensitas radiasi matahari. Kelembaban udara relatif yang ideal berada pada kisaran 65–85%, yang sangat dipengaruhi oleh arsitektur kanopi dan jarak tanam. Kelembaban yang terlalu tinggi di dalam tajuk dapat memicu patogen, sementara kelembaban yang optimal mendukung stomata untuk tetap terbuka. Sebagai tanaman C₄, jagung manis membutuhkan paparan cahaya matahari penuh tanpa naungan (minimal 8 jam per hari) untuk memaksimalkan fotosintesis. Tingkat intersepsi cahaya yang dapat bervariasi dari 3.800 lux di bawah naungan hingga lebih dari 60.000 lux di lahan terbuka berkorelasi positif dengan peningkatan biomassa dan akumulasi sukrosa pada tongkol.

2.3.2. Tanah

Keberhasilan budidaya jagung manis sangat bergantung pada kondisi fisik tanah sebagai media tumbuh utama yang mendukung penetrasi sistem perakarannya. Secara fisik, tekstur tanah lempung berpasir (*sandy loam*) hingga geluh debuan (*silty loam*) dengan struktur yang gembur merupakan kondisi paling

ideal karena mampu menyediakan rasio yang seimbang antara aerasi oksigen dan kapasitas drainase air (Supriyanta, 2020). Lahan bertekstur liat berat atau memiliki tingkat kepadatan tinggi menuntut rekayasa pengolahan lahan yang lebih intensif, seperti pengaplikasian mulsa organik, untuk memperbaiki porositas tanah dan mencegah terjadinya asfiksia pada perakaran.

Selain tekstur dan struktur, batas mekanis hidrologis juga sangat menentukan batas toleransi tumbuh tanaman ini. Jagung manis menghendaki kedalaman air tanah ideal yang berkisar antara 50 hingga 150 cm dari permukaan lahan. Kondisi air tanah yang terlalu dangkal (< 50 cm) akan menciptakan kondisi tergenang yang memicu kebusukan akar dan penyakit layu, sementara kedalaman yang ekstrem akan memaksa tanaman bekerja lebih keras menarik air sehingga menaikkan beban irigasi.

Dari perspektif kimiawi, derajat keasaman (pH) tanah bertindak sebagai katalisator mutlak terhadap bioavailabilitas (ketersediaan) unsur hara esensial. Tanaman jagung manis menuntut pH tanah pada kisaran 5,5 hingga 7,0, dengan titik optimum berada di angka 6,8 guna memaksimalkan pelarutan hara makro secara alami. Pada lahan bereaksi masam dengan pH di bawah 5,5 (seperti tanah ultisol atau inceptisol masam), ketersediaan unsur hara krusial seperti Fosfor (P) dan Kalium (K) sering kali terkunci akibat fiksasi oleh ion Aluminium (Al) serta Besi (Fe), sehingga gagal diserap oleh rambut akar. Untuk mengatasi kendala pada lahan marginal tersebut, pemberian amelioran seperti kapur pertanian (dolomit) maupun bahan amelioran organik terbukti sangat efektif untuk menetralkan pH tanah, menekan tingkat keracunan aluminium, dan secara simultan mendorong penyerapan P serta biomassa tanaman.

Syarat tumbuh edafik yang tak kalah vital adalah status kesuburan dan ketersediaan hara makro primer, mengingat jagung manis diklasifikasikan sebagai

tanaman yang sangat responsif terhadap asupan nutrisi (heavy feeder). Pemupukan Nitrogen (N) yang masif sangat esensial untuk memacu fase vegetatif, di mana sebagian kebutuhannya dapat disubstitusi melalui aplikasi bahan organik, seperti limbah lumpur kelapa sawit, yang turut memperbaiki sifat biologi tanah dalam jangka panjang. Ekstraksi hara Fosfor (P) juga tidak boleh kurang pada awal pertumbuhan, karena ketersediaan ion ini di tanah sangat menentukan laju serapan nutrisi harian untuk merangsang pertumbuhan awal tanaman jagung. Memasuki fase generatif, ketersediaan asupan Kalium (K) di dalam tanah memiliki korelasi linear yang kuat terhadap optimalisasi proses pengisian biji, akumulasi sukrosa yang menentukan *brix* (tingkat kemanisan), serta pencapaian bobot tongkol panen yang maksimal.

2.4. Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis dan Periodisasinya

2.4.1. Fase Perkecambahan

Proses perkecambahan benih jagung, mula-mula benih menyerap air melalui proses imbibisi dan benih membengkak yang diikuti oleh kenaikan aktivitas enzim dan respirasi yang tinggi. Perubahan awal sebagian besar adalah katabolisme pati, lemak, dan protein yang tersimpan dihidrolisis menjadi zat-zat yang mobil, gula, asam-asam lemak, dan asam amino yang dapat diangkut ke bagian embrio yang tumbuh aktif. Pada awal perkecambahan, koleoriza memanjang menembus perikarp, kemudian radikula menembus koleoriza. Setelah radikula muncul, kemudian empat akar seminal lateral juga muncul. Pada waktu yang sama atau sesaat kemudian *plumula* tertutupi oleh koleoptil. Koleoptil terdorong ke atas oleh pemanjangan mesokotil, yang mendorong koleoptil ke permukaan tanah.

Mesokotil berperan penting dalam pemunculan kecambah ke atas tanah. Ketika ujung koleoptil muncul keluar permukaan tanah, pemanjangan mesokotil

terhenti dan *plumula* muncul dari koleoptil dan menembus permukaan tanah. Benih jagung umumnya ditanam pada kedalaman 5–8 cm. Bila kelembaban tepat, pemunculan kecambah seragam dalam 4–5 hari setelah tanam. Semakin dalam lubang tanam semakin lama pemunculan kecambah ke atas permukaan tanah. Pada kondisi lingkungan yang lembap, tahap pemunculan berlangsung 4–5 hari setelah tanam, namun pada kondisi yang dingin atau kering, pemunculan tanaman dapat berlangsung hingga dua minggu setelah tanam atau lebih (Subekti *et al.*, 2008).

2.4.2. Fase Pertumbuhan Vegetatif

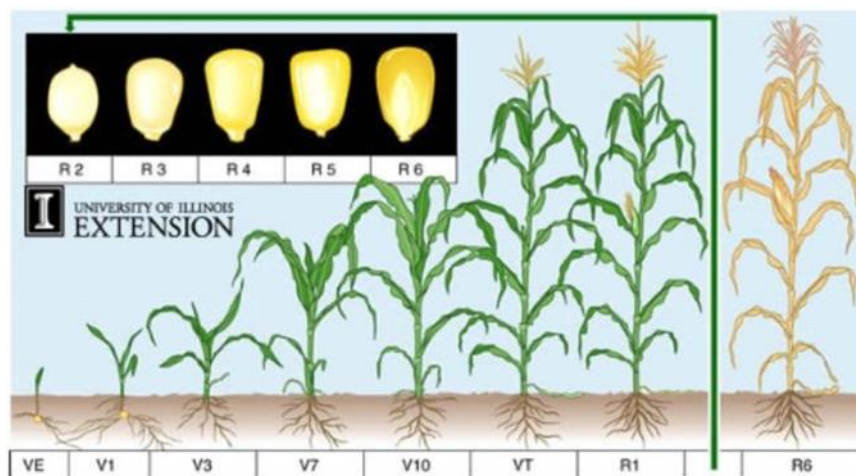
Pada fase vegetatif, tanaman jagung mengalami fase berikut ini: Fase V3–V5 (jumlah daun yang terbuka sempurna 3–5), fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 10–18 hari setelah berkecambah. Pada fase ini akar seminal sudah mulai berhenti tumbuh, akar nodul sudah mulai aktif, dan titik tumbuh di bawah permukaan tanah. Suhu tanah sangat mempengaruhi titik tumbuh. Suhu rendah akan memperlambat keluar daun, meningkatkan jumlah daun, dan menunda terbentuknya bunga jantan (Subekti *et al.*, 2008).

Fase V6–V10 (jumlah daun terbuka sempurna 6–10), fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 18–35 hari setelah berkecambah. Titik tumbuh sudah di atas permukaan tanah, perkembangan akar dan penyebarannya di tanah sangat cepat, dan pemanjangan batang meningkat dengan cepat. Pada fase ini bakal bunga jantan (tassel) dan perkembangan tongkol dimulai (Dongoran, 2009).

Fase V11–Vn (jumlah daun terbuka sempurna 11 sampai daun terakhir 15–18), fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 33–50 hari setelah berkecambah. Tanaman tumbuh dengan cepat dan akumulasi bahan kering meningkat dengan cepat. Kebutuhan hara dan air relatif sangat tinggi untuk mendukung laju pertumbuhan tanaman. Tanaman sangat sensitif terhadap

cekaman kekeringan dan kekurangan hara. Pada fase ini, kekeringan dan kekurangan hara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tongkol, dan bahkan akan menurunkan jumlah biji dalam satu tongkol karena mengecilnya tongkol, yang akibatnya menurunkan hasil (Subekti *et al.*, 2008).

Fase *Tasseling* (bunga jantan), fase *tasseling* biasanya berkisar antara 45–52 hari, ditandai oleh adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum kemunculan bunga betina (silk/rambut tongkol). Tahap bunga jantan dimulai 2–3 hari sebelum rambut tongkol muncul, di mana pada periode ini tinggi tanaman hampir mencapai maksimum dan mulai menyebarkan serbuk sari (pollen). Pada fase ini dihasilkan biomas maksimum dari bagian vegetatif tanaman, yaitu sekitar 50% dari total bobot kering tanaman, penyerapan N, P, dan K oleh tanaman masing-masing 60–70%, 50%, dan 80–90% (Dongoran, 2009).



Gambar 2.6. Tahap perkecambahan dan stadia pertumbuhan jagung (Nafziger, 2017)

2.4.3. Fase Reproduksi

Pada fase reproduktif, tanaman jagung mengalami berbagai fase berikut:

Fase R1 (*silking*), tahap *silking* diawali oleh munculnya rambut dari dalam tongkol yang terbungkus kelobot, biasanya mulai 2–3 hari setelah *tasseling*. Penyerbukan (polinasi) terjadi ketika serbuk sari yang dilepas oleh bunga jantan jatuh menyentuh permukaan rambut tongkol yang masih segar. Serbuk sari tersebut membutuhkan waktu sekitar 24 jam untuk mencapai sel telur (*ovule*), yang mana pembuahan (*fertilization*) akan berlangsung membentuk bakal biji. Rambut tongkol muncul dan siap diserbuki selama 2–3 hari. Rambut tongkol tumbuh memanjang 2,5–3,8 cm/hari dan akan terus memanjang hingga diserbuki. Bakal biji hasil pembuahan tumbuh dalam suatu struktur tongkol dengan dilindungi oleh tiga bagian penting biji, yaitu glume, lemma, dan palea, serta memiliki warna putih pada bagian luar biji. Bagian dalam biji berwarna bening dan mengandung sangat sedikit cairan. Pada tahap ini, apabila biji dibelah dengan menggunakan silet, belum terlihat struktur embrio di dalamnya. Serapan N dan P sangat cepat, dan K hampir komplit.

Fase R2 (blister), fase R2 muncul sekitar 10–14 hari setelah *silking*, rambut tongkol sudah kering dan berwarna gelap. Ukuran tongkol, kelobot, hampir sempurna, biji sudah mulai nampak dan berwarna putih melepuh, pati mulai diakumulasi ke endosperm, kadar air biji sekitar 85%, dan akan menurun terus sampai panen. Fase R3 (masak susu), fase ini terbentuk 18–22 hari setelah *silking*. Pengisian biji semula dalam bentuk cairan bening, berubah seperti susu. Akumulasi pati pada setiap biji sangat cepat, warna biji sudah mulai terlihat (bergantung pada warna biji setiap varietas), dan bagian sel pada endosperm sudah terbentuk lengkap. Kekeringan pada fase R1–R3 menurunkan ukuran dan jumlah biji yang terbentuk, kadar air biji dapat mencapai 80% (Subekti *et al.*, 2008).

Fase R4 (*dough*), fase R4 mulai terjadi 24–28 hari setelah *silking*. Bagian

dalam biji seperti pasta (belum mengeras). Separuh dari akumulasi bahan kering biji sudah terbentuk, dan kadar air biji menurun menjadi sekitar 70%. Cekaman kekeringan pada fase ini berpengaruh terhadap bobot biji. Fase R5 (pengerasan biji), fase R5 akan terbentuk 35–42 hari setelah *silking*. Seluruh biji sudah terbentuk sempurna, embrio sudah masak, dan akumulasi bahan kering biji akan segera terhenti, kadar air biji 55% (Subekti *et al.*, 2008).

Fase R6 (masak fisiologis), tanaman jagung memasuki tahap masak fisiologis 55–65 hari setelah *silking*. Pada tahap ini, biji-biji pada tongkol telah mencapai bobot kering maksimum. Lapisan pati yang keras pada biji telah berkembang dengan sempurna dan telah terbentuk lapisan absisi berwarna coklat atau kehitaman. Pembentukan lapisan hitam (*black layer*) berlangsung secara bertahap, dimulai dari biji pada bagian pangkal tongkol menuju ke bagian ujung tongkol. Pada varietas manis, tanaman yang mempunyai sifat tetap hijau (*stay-green*) yang tinggi, kelobot dan daun bagian atas masih berwarna hijau meskipun telah memasuki tahap masak fisiologis. Pada tahap ini kadar air biji berkisar 30–35% dengan total bobot kering dan penyerapan NPK oleh tanaman mencapai masing-masing 100% (Hasibuan, 2006).

2.5. Kandungan Gizi dan Manfaat Jagung Manis

Jagung manis memiliki cita rasa yang enak dan manfaat yang beragam. Jagung telah menjadi bahan pangan pokok selama berabad-abad dan menjadi pelengkap berbagai hidangan seperti sup, salad, maupun taburan (topping) pada pizza dan steak. Jagung manis dalam industri dimanfaatkan untuk membuat gula, popcorn, keripik, tortila, tepung jagung, polenta, minyak ataupun sirup. Berikut ini merupakan kandungan gizi dalam 100 gram jagung manis: (Iskandar, 2003)

Tabel 2.1. Kandungan Gizi dalam 100 g Jagung Manis

Zat Gizi	Jumlah Kadar
Energi	96,0 kalori
Protein	3,5 gr
Lemak	1,0 gr
Karbohidrat	22,8 g
Kalsium	3,0 mg
Fosfor	111 mg
Vitamin A	400 IU
Vitamin C	12 mg
Vitamin B	0,15 mg
Air	72,7 g
Potasium	270 mg
Folat (Vit. B9)	46 µg

Manfaat jagung manis yang utama adalah kandungan seratnya yang tinggi. Serat sangat penting untuk kesehatan yaitu membantu pencernaan, menurunkan risiko penyakit jantung, stroke, diabetes tipe 2, dan kanker usus. Serat dalam jagung juga membantu kita tetap kenyang lebih lama. Jagung manis juga kaya akan folat atau vitamin B9 yang sangat penting untuk kesejahteraan tubuh kita, terutama selama kehamilan untuk membentuk sel darah merah dan perkembangan bayi dalam rahim.

Kandungan jagung manis yang bermanfaat berikutnya adalah vitamin tiamin atau vitamin B1. Tiamin bertanggung jawab untuk memecah makanan dalam tubuh dan mengubah menjadi energi serta menjaga sistem saraf tetap sehat. Jagung juga merupakan sumber vitamin C yang berfungsi untuk menjaga kesejahteraan sistem kekebalan tubuh kita dan memerangi kelelahan, merangsang kolagen dan mendukung penyerapan zat besi. Nutrisi lain yang ditemukan dalam jagung manis adalah magnesium dan potasium. Magnesium berperan dalam kesehatan otot dan tulang kita, metabolisme makanan menjadi

energi dan membantu mengurangi kelelahan. Sedangkan peran kalium adalah untuk menyeimbangkan cairan dalam tubuh kita serta membantu otot-otot.

2.6. Peran Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman

Secara harfiah dan agronomis, Pupuk Organik Cair (POC) didefinisikan sebagai pupuk yang tersedia dalam fase cair, yang diekstraksi dari hasil fermentasi atau dekomposisi bahan-bahan organik—seperti sisa tanaman, kotoran hewan, maupun limbah organik lainnya. Berbeda dengan pupuk organik padat yang rilisnya lambat (*slow release*), POC memiliki keunggulan berupa kelarutan unsur hara yang sangat tinggi sehingga wujudnya berupa ion yang siap diserap (*plant-available form*). Selain memuat unsur hara makro (N, P, K) dan mikro esensial, karakteristik paling membedakan dari POC adalah keberadaan senyawa bioaktif, mikrobial menguntungkan, serta Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) alami seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang terbentuk selama proses fermentasi anaerobik maupun aerobik.

2.6.1. Peran dan Fungsi POC Terhadap Pertumbuhan Vegetatif

Aplikasi POC, khususnya melalui penyemprotan daun (*foliar application*), memberikan respons fisiologis yang sangat cepat pada fase vegetatif jagung manis. Nutrisi cair yang disemprotkan dapat berpenetrasi langsung melalui stomata dan kutikula daun, sehingga langsung masuk ke dalam sistem metabolisme seluler tanpa harus melewati jalur transportasi xilem dari akar. Kandungan fitohormon auksin (seperti *Indole Acetic Acid/IAA*) alami di dalam POC secara signifikan merangsang pembelahan dan pemanjangan sel di daerah meristem apikal, yang secara visual bermanifestasi pada peningkatan tinggi tanaman secara drastis.

Asupan Nitrogen cair yang mudah larut dari POC berperan langsung

sebagai penyusun utama cincin porfirin pada molekul klorofil. Peningkatan kadar klorofil daun ini berdampak langsung pada optimalisasi laju asimilasi karbon (fotosintesis), yang menghasilkan biomassa tajuk dan luas daun yang lebih maksimal. Di bawah permukaan tanah, aplikasi POC ke area rizosfer juga terbukti memicu proliferasi rambut akar dan memperbesar volume perakaran, karena mikrobia fungsional dalam POC membantu melarutkan fosfat tanah yang sebelumnya terikat.

2.6.2. Peran POC Terhadap Fase Generatif dan Efisiensi Pemupukan

Memasuki fase generatif (pembungan dan pengisian tongkol), peran POC bergeser pada optimalisasi translokasi fotosintat (hasil fotosintesis berupa sukrosa) dari organ *source* (daun) ke organ *sink* (biji/tongkol). Suplai Kalium (K) organik dari POC sangat krusial dalam memfasilitasi aktivasi enzim pembentuk pati dan gula, yang secara langsung berkorelasi dengan peningkatan panjang tongkol, diameter tongkol, serta kadar kemanisan (derajat *brix*) pada jagung manis.

Lebih jauh, integrasi POC dalam sistem budidaya intensif memiliki peran strategis dalam menekan biaya produksi dan menjaga kesehatan lahan. Berbagai uji lapangan menyimpulkan bahwa aplikasi POC secara konsisten dapat meningkatkan efisiensi serapan hara anorganik, sehingga mampu mereduksi penggunaan pupuk kimia sintetis (seperti Urea dan NPK) hingga 25–50% tanpa menurunkan potensi hasil panen jagung manis secara nyata.

Kandungan nutrisi dalam pupuk semakin beragam, misalnya diformulasi dengan unsur hara makro, unsur hara mikro, asam amino, hormon, dan mikrobiota. Unsur hara makro dan mikro bersifat esensial yang sangat dibutuhkan oleh tanaman karena tanaman tidak dapat melangsungkan siklus hidupnya jika unsur-

unsur ini tidak tersedia dan fungsinya tidak dapat digantikan dengan unsur lainnya (Lakitan, 2013).

Tanaman tidak hanya membutuhkan unsur hara makro dan mikro untuk tumbuh, tetapi juga membutuhkan zat lain, misalnya, hormon dan asam amino. Nutrisi-nutrisi tersebut terkandung dalam pupuk cair organik. Hormon dalam jumlah sedikit dapat memacu pertumbuhan tanaman, misalnya auksin dapat merangsang pembentukan akar, pemanjangan sel, dan merangsang diferensiasi sel; giberelin dapat merangsang pemanjangan batang, pembelahan sel, dan memecah dormansi biji; sedangkan sitokinin dapat menghambat penuaan daun (Taiz dan Zeiger, 2002).

Asam amino diperlukan oleh tanaman untuk sintesis protein, menjaga ketahanan terhadap cekaman lingkungan yang kurang atau tidak sesuai, meningkatkan kandungan klorofil, mengatur buka-tutup stomata, sebagai pengikat unsur mikro, dan bahan baku hormon serta menjaga metabolisme agar tetap berlangsung (Hendaryono dan Wijayani, 2012).

2.7. Keutamaan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman

Secara agronomis, Pupuk Organik Cair (POC) didefinisikan sebagai pupuk hasil fermentasi atau dekomposisi bahan-bahan organik—seperti sisa tanaman, limbah pertanian, atau kotoran hewan—yang fase wujudnya berupa cairan pekat. Keutamaan utama POC dibandingkan pupuk padat konvensional terletak pada kelarutan unsur haranya yang sangat tinggi; wujud haranya sudah berupa ion bebas yang *plant-available* (siap diserap secara instan). Sifat fisiknya yang cair memungkinkan aplikasi penyemprotan langsung ke daun (*foliar application*), sehingga POC dapat langsung berpenetrasi menembus stomata dan memotong jalur transportasi lambat dari akar. Mekanisme ini memastikan tanaman jagung

manis (*Zea mays* var. *saccharata*) dapat merespons asupan nutrisi secara kilat, terutama saat menghadapi cekaman lingkungan di masa vegetatif awal (Puspadewi dkk., 2016).

2.7.1. Komposisi Hara & Pemicu Pertumbuhan Vegetatif

Kandungan POC tidak hanya dimonopoli oleh unsur hara makro primer seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), melainkan juga diuntungkan oleh melimpahnya unsur mikro, asam amino esensial, serta keberadaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) alami. Asupan Nitrogen cair yang masif dari substrat POC seperti limbah cair tahu atau limbah sayuran berperan vital dalam pembentukan struktur cincin porfirin klorofil. Secara empiris, hal ini mempercepat laju asimilasi bersih daun dan memacu laju pertumbuhan relatif (diukur dari tinggi tanaman dan jumlah helai daun) pada jagung manis secara signifikan. Lebih jauh, senyawa fitohormon organik (seperti auksin dan sitokinin) yang terbentuk alami selama fermentasi bahan POC seperti daun gamal akan memicu pembelahan sel meristem apikal, mendorong batang jagung tumbuh lebih tegap serta merangsang serabut akar menyebar lebih masif di dalam tanah.

2.7.2. Optimalisasi Kualitas Generatif & Efisiensi Pemupukan

Ketika jagung manis memasuki etape generatif (fase *tasseling* hingga *silking*), aplikasi POC dengan dosis yang presisi sangat krusial dalam menunjang pengisian biji pada tongkol. Kombinasi unsur P dan K organik dalam cairan POC memfasilitasi kelancaran proses translokasi karbohidrat (fotosintat) dari organ *source* (daun) menuju organ *sink* (tongkol). Efek biofisiologis ini secara linier mendongkrak parameter hasil panen, mulai dari bertambahnya berat tongkol berkelobot, membesarnya diameter tongkol, hingga tercapainya tingkat kemanisan sukrosa (derajat *brix*) jagung yang ideal. Secara ekologi dan tata niaga, integrasi POC dalam rotasi pemupukan terbukti efektif menyubstitusi dan mengefisienkan serapan pupuk kimia sintesis (seperti NPK) hingga 50%, menjadikannya sebagai

solusi agroteknologi masa depan yang menjamin peningkatan tonase hasil panen sembari merestorasi kesehatan fisik dan biologi lahan pertanian.

2.7.3. Pengaruh Dosis POC terhadap Pertumbuhan Tanaman

Dalam penentuan konsentrasi POC, prinsip *diminishing returns* (kenaikan hasil yang semakin menurun) sangat berlaku. Dosis yang terlalu rendah tidak akan memberikan efek fisiologis yang nyata, sedangkan dosis yang melampaui batas ambang akan memicu kerusakan osmotik (daun terbakar/*leaf burn*) akibat tingginya salinitas cairan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi optimal POC umumnya berada pada rentang 10 ml/L hingga 30 ml/L air, tergantung pada bahan baku POC tersebut. Aplikasi POC dengan konsentrasi 20–30 ml/L yang disemprotkan ke daun terbukti paling efektif dalam meningkatkan parameter vegetatif, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas bidang daun. Konsentrasi ini dinilai pas untuk membuka stomata tanpa merusak sel penjaga, sehingga unsur hara makro (terutama N cair) dapat diserap maksimal untuk sintesis klorofil. Pada fase generatif, dosis yang tepat secara signifikan mendongkrak bobot tongkol berkelobot dan tanpa kelobot karena ketersediaan hara makro terlarut selaras dengan laju translokasi fotosintat.

2.7.4. Pengaruh Frekuensi Pemberian POC terhadap Pertumbuhan Tanaman

Mengingat hara dalam POC cepat diserap dan cepat pula habis termetabolisme, aplikasi tidak bisa dilakukan hanya sekali. Interval waktu (frekuensi) pemberian menjadi kunci ketersediaan hara yang berkesinambungan.

Secara umum, frekuensi aplikasi terbaik adalah setiap 7 hingga 10 hari sekali, dimulai sejak tanaman berumur 14 Hari Setelah Tanam (HST) hingga

memasuki fase *silking* atau pembungaan betina di umur 45–50 HST. Interval 7–10 hari (sekitar 4–5 kali aplikasi selama satu musim tanam) memberikan waktu yang cukup bagi tanaman untuk mengasimilasi nutrisi semprotan sebelumnya, sekaligus menjaga suplai hormon organik (ZPT) tetap stabil di jaringan meristem.

Penelitian mengonfirmasi bahwa frekuensi yang terlalu jarang (misal setiap 15–20 hari) menyebabkan tanaman mengalami defisit nutrisi sesaat (*transient deficiency*), sedangkan frekuensi yang terlalu rapat (misal setiap 3 hari) justru tidak efisien secara ekonomi dan fisiologis karena laju serapan daun memiliki batas maksimum absolut. Interaksi antara dosis 20 ml/L dengan frekuensi setiap 10 hari sering kali disimpulkan sebagai kombinasi perlakuan terbaik dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) di berbagai studi.

2.8. Kerangka Penelitian



Gambar 2.7. Kerangka Pikir Penelitian