

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Jagung

Dalam sistematika tumbuhan, kedudukan tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledon
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

2.2 Anatomi dan Morfologi Tanaman Jagung

2.2.1 Akar

Akar pada tanaman jagung terdiri dari epidermis, ground tissue, endodermis yang mengelilingi sistem vaskular akar. Sistem vaskular terdiri dari xilem dan floem. Epidermis tersusun atas sel-sel eliptik dan perhadapan dengan 2 lapis hypodermis. Pada tanaman jagung, akar utama yang terluar berjumlah antara 20-30 buah. Akar lateral yang tumbuh dari akar utama mencapai ratusan dengan panjang 2,5-25 cm. Botani tanaman jagung termasuk tanaman monokotil (Tim Kerja Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, 2011).

Sistem perakaran tanaman jagung terdiri atas akar-akar seminal, koronal, dan akar udara. Akar utama muncul dan berkembang kedalam tanah saat benih ditanam. Pertumbuhan akar melambat ketika batang mulai muncul keluar tanah dan kemudian berhenti ketika tanaman jagung telah memiliki 3 daun. Pertumbuhan akar kemudian dilanjutkan dengan pertumbuhan akar adventif yang berkembang pada ruas pertama tanaman jagung. Akar adventif yang tidak tumbuh dari radikula tersebut kemudian melebar dan menebal. Akar adventif kemudian berperan penting sebagai penegak tanaman dan penyerap unsur hara. Akar adventif juga ditemukan tumbuh pada bagian ruas ke 2 dan ke 3 batang, namun fungsi utamanya belum diketahui secara pasti (Belfield dan Brown, 2008).

2.2.2 Batang

Pada potongan melintang, jaringan epidermis berbentuk persegi. Sel epidermal mengandung bagian kristal yang memanjang. Di dalam setelah jaringan epidermis, terdapat jaringan sklerenkim yang tebal. Sklerenkim pada batang saling berselang-seling dengan jaringan klorenkim. Sklerenkim sebagian mengandung kumpulan sistem vaskular yang melingkari batang. Terdapat 3-5 sistem vaskular yang mengitari batang. Bagian sistem vaskular yang terluar merupakan yang terkecil. Bagian utama sistem vaskular yang terdiri dari xilem dan floem menyebar di bagian dalam tengah pada batang. Sistem vaskular yang berada di tengah tidak seluas sistem vaskular yang berada pada bagian periferal (pinggir). Sistem vaskular yang terletak pada bagian tengah batang tidak memiliki jaringan sklerenkim. Pada bagian tengah batang. Sklerenkim digantikan oleh jaringan keran bernama parenkim (Malti *et al.*, 2011).

Batang jagung berbentuk ruas. Ruas-ruas berjajaj secara vertikal pada batang jagung. Pada tanaman jagung yang sudah tua, jarak antar ruas semakin berkurang. Batang tanaman jagung beruas-ruas dengan jumlah 10-40 ruas. Tanaman jagung umumnya tidak bercabang. Batang memiliki dua fungsi yaitu sebagai tempat daun dan sebagai tempat pertukaran unsur hara. Unsur hara dibawa oleh pembuluh bernama xilem dan floem. Floem bergerak dua arah dari atas kebawah dan dari bawah ke atas. Floem membawa sukrose menuju seluruh bagian tanaman dengan bentuk cairan. (Belfield dan Brown, 2008).

2.2.3 Daun

Anatomi dari daun tanaman jagung adalah berkarakter sama dengan rerumputan yang hidup didaerah iklim sedang (*mesophytic grass*). Jaringan paling luar disebut epidermis yang memiliki kutikula sehingga bersifat kasar. Bentuk selnya adalah batang. Jaringan epidermis selalu berada di luar. Silika kristal terdapat pada beberapa tipe daun yang bervariasi berbeda. Silika kristal bersebelahan dengan jaringan epidermis yang berfungsi sebagai pengikat. Pada tanaman monokotil seperti jagung, daun tidak memiliki jaringan palisade. Setiap sistem vaskular, dikelilingi oleh jaringan parenkim yang keras namun tipis. Sistem vaskular dikelilingi *bundle sheath*. Jagung adalah tipe tanaman C4. Tanaman C4 memiliki sel kloroplas yang besar dan tersebar secara kaku. Kloroplas terletak didaerah mesofil daun yang terletak pada bagian tengah jaringan daun. (Malti *et al.*, 2011).

Pada awal fase pertumbuhan, batang dan daun tidak bisa dibedakan secara jelas. Ini dikarenakan titik tumbuh masih dibawah tanah. Daun baru dapat

dibedakan dengan batang ketika 5 daun pertama dalam fase pertumbuhan muncul dari tanah. Daun terbentuk dari pelepah dan daun (*leaf blade & sheath*). Daun muncul dari ruas-ruas batang. Pelepah daun muncul sejajar dengan batang. Pelepah daun berwarna kecoklatan yang menutupi hampir semua batang jagung (Belfield dan Brown, 2008).

Daun baru akan muncul pada titik tumbuhnya. Titik tumbuh daun jagung berada pada ruas batang. Daun jagung berjumlah sekitar 20 helai tergantung dari varietasnya. Sejalan dengan pertumbuhan jagung, diameter batang akan meningkat. Pertumbuhan diameter pada tanaman jagung menyebabkan 7-8 daun pada bagian bawah tanaman jagung mengalami kerontokan (Belfield dan Brown, 2008).

2.2.4 Biji

Embrio pada tanaman jagung terletak dibawah endosperma. Jaringan endosperma bersifat padat. Embrio terdiri dari radícula dan plumula. Radikula pada embrio dilindungi oleh sel-sel colerorhiza. Plumula dilindungi oleh sel-sel aleuron sel. Sel aleuron bertipe kecil, padat dan berbentuk persegi. Lapisan pelindung paling luar yang menutupi seluruh biji adalah pericarp (Malti *et al.*, 2011).

Biji tanaman jagung dikenal sebagai kernel terdiri dari 3 bagian utama, yaitu dinding sel, endosperma, dan embrio. Bagian biji ini merupakan bagian yang terpenting dari hasil pemanenan. Bagian biji rata-rata terdiri dari 10% protein, 70% karbohidrat, 2.3% serat. Biji jagung juga merupakan sumber dari vitamin A dan E. (Belfield dan Brown, 2008).

2.2.5 Bunga

Tanaman jagung memiliki bunga jantan dan betina yang letaknya terpisah. Bunga jantan terdapat pada malai bunga di ujung tanaman, sedangkan bunga betina terdapat pada tongkol jagung. Tangkai kepala putik merupakan rambut yang terjumbai di ujung tongkol yang selalu dibungkus kelobot yang jumlahnya 6-14 helai. Pada bunga betina, terdapat sejumlah rambut yang ujungnya membelah dan jumlahnya cukup banyak (Tim Kerja Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, 2011).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung.

Kondisi lingkungan sebagai tempat tumbuh tanaman sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi, baik dalam hal kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman merupakan syarat utama keberhasilan usaha tani. Setiap wilayah memiliki kondisi lingkungan yang berbeda beda sehingga produktifitas tanaman setiap daerah juga berbeda. Jagung adalah tanaman rerumputan tropis yang sangat adaptif terhadap perubahan iklim dan memiliki masa hidup 70-210 hari. Jagung dapat tumbuh hingga ketinggian 3 meter. Jagung memiliki nama latin *Zea mays*. Tidak seperti tanaman biji-bijian lain, tanaman jagung merupakan satu satunya tanaman yang bunga jantan dan betinanya terpisah (Belfield dan Brown, 2008).

Temperatur maksimal dari tanaman jagung mulai dari fase pertumbuhan dan perkembangan adalah 18-32 derajat Celcius. Temperatur 35 derajat Celcius akan menyebabkan kematian pada tanaman jagung. Suhu udara atau temperatur yang baik untuk perkecambahan adalah 12 derajat Celcius, dan fase pertumbuhan

adalah 21-30 derajat Celcius. Di daerah Asia Tenggara, fase kekeringan yang terjadi pada April-Mei akan menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman jagung (Belfield dan Brown, 2008).

Jagung dapat menghasilkan hasil panen melimpah, akan tetapi jika hujan kurang dari 300 mm perbulan akan mengakibatkan kerusakan pada tanaman jagung, namun demikian, faktor dari kelembaban tanah juga berdampak pada berkurangnya hasil panen (Belfield dan Brown, 2008).

Jagung adalah tanaman yang sensitif terhadap cekaman banjir. Akibat dari banjir, tanaman jagung tidak dapat dipanen. Ini dikarenakan banjir mengurangi kadar oksigen dalam tanah dan menggantikannya dengan air. Dari akibat banjir tersebut, metabolisme tanaman akan terganggu dari bersifat aerob menjadi anaerob. Hal ini menyebabkan kerusakan pada pertumbuhan tanaman jagung. Tanaman jagung akan tumbuh subur pada kisaran pH 5,5-7,8. Jika tanah terlalu asam, bisa ditambahkan kapur pada tanah. Namun yang perlu diperhatikan adalah pengaplikasian kapur sebaiknya dilakukan 3 bulan sebelumnya agar kapur dapat mengubah pH profil tanah secara lebih merata. Pengolahan tanah juga dapat menambahkan kadar pH tanah menjadi tidak terlalu asam. Jika tanah terlalu asam, kapur bisa di aplikasikan di setiap 2/3 tanaman. Jika tanah terlalu basa (pH >7), tanah akan kekurangan unsur mangan (Mn), besi (Fe), seng (Zn), dan boron (B). Namun demikian, tanah basa memiliki kandungan P (fosfor) yang tinggi karena tanah basa mampu menahan unsur P dengan baik. (Souza, 2009).

2.4 Fenologi Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman monoecious dimana setiap individu tanaman memiliki bunga jantan dan betina. Bunga jantan terletak pada titik tumbuh tanaman jagung. Ketika fase pertumbuhan terhenti, bentuk utuh dari bunga betina akan terlihat jelas. Bunga betina terletak pada bagian tengah tanaman. Penyerbukan terjadi pada bagian kelobot yang kemudian akan berkembang menjadi jagung.

Bunga jantan memiliki *central spike* dan beberapa cabang lateral. Setiap *spike* memiliki banyak bunga. Bunga tersebut disebut *spikelet*. *Spikelet* membawa serbuk sari. Serbuk sari mulai berterbangan selama 2 hari sebelum bunga betina siap untuk menerima. Lepasnya serbuk sari dari bunga jantan akan terus berlangsung selama 8 hari dimana bunga betina sudah siap menerimanya. Bagian bunga betina muncul pada daerah sumbu daun (*leaf axis*). Tidak semua sumbu daun dapat mengeluarkan bunga betina, hanya 1 atau 2 sumbu daun yang dapat menjadi tempat tumbuhnya bunga betina. Pada tanaman jagung, bunga betina muncul pada bagian tengah batang. Bunga betina mirip dengan bunga jantan dalam bentuk berambut. Serbuk sari dari dari bunga jantan tertambat oleh *silk* atau bagian utama bunga betina yang berbentuk seperti rambut. Serbuk sari kemudian membuahi telur (Belfield dan Brown, 2008).

2.4.1 Perkecambahan

Biji jagung akan tumbuh optimum jika ditanam pada tanah yang bersuhu 21 derajat Celcius. Dengan suhu tersebut, biji akan berkecambah dalam waktu 2-3 hari. Jika temperatur tanahnya rendah yaitu kurang dari 18 derajat Celcius,

tanaman jagung akan sulit untuk berkecambah. Secara keseluruhan jika suhu tinggi dan kelembaban kurang, dimungkinkan dapat menghambat atau membunuh biji yang akan ditanam (Belfield dan Brown, 2008).

2.4.2 Pertumbuhan Vegetatif Awal

Akar yang tumbuh awal (akar adventif) akan tumbuh dari ruas batang pertama yang berada di bawah permukaan tanah, dan akan menjadi akar utama setelah 10 hari setelah muncul. Daun akan muncul dalam jumlah sedikit dan berbentuk kecil. Dikarenakan titik tumbuhnya masih berada di bawah tanah, daun yang muncul pada minggu ke 2 dan ke 3 ini masih rentan terhadap banjir. Pada 3 minggu awal ini, tanaman jagung telah memunculkan lebih dari 5 daun dan mulai nampak bakal tempat bunga jantan dan bakal tempat bunga betina (Belfield dan Brown, 2008).

2.4.3 Pertumbuhan Vegetatif Lanjutan

Pada minggu ke 5 sampai ke 7 merupakan fase paling kritis pada tanaman jagung. Batang dan akar tumbuh secara cepat, dengan kebutuhan akan zat hara dan air cukup tinggi. Pada minggu ke 5 pertumbuhan daun sudah sempurna dan sistem perakaran telah kompleks. Pada fase ini, bunga jantan mulai berkembang diikuti oleh perkembangan bunga betina. Satu atau dua buah bunga betina akan tumbuh. Sekitar minggu ke 7 bunga betina akan berada pada ukuran penuh. Serangan kekeringan dan hama penyakit akan berdampak besar pada hasil panen. Pada fase ini, tanaman jagung sangat membutuhkan air untuk tumbuh (Belfield dan Brown, 2008).

2.4.4 Fase Pembungaan

Fase pembungaan dapat diindikasikan apabila daun telah berjumlah lebih dari 20 helai. Fase ini juga diindikasikan dengan bunga jantan yang berkembang penuh. Pada masa ini, tanaman tidak membutuhkan unsur Kalium, namun masih membutuhkan unsur hara lain serta jumlah pengairan yang banyak. Jumlah panen yang sedikit sebenarnya dikarenakan pada masa pembungaan tanaman kekurangan air. Penyerbukan sering terjadi pada sore hari, hal ini dikarenakan pada terik matahari yang terlalu panas, dapat merusak serbuk sari yang akan menuju bunga betina (Belfield dan Brown, 2008).

2.4.5 Fase Pertumbuhan Buah

Biji atau buah jagung akan tumbuh 7 hari setelah pembungaan. Tanaman kini menggunakan energinya untuk memperbesar buah. Pada masa ini, biji pada buah jagung terasa berair seperti susu bila ditekan. Pada masa ini unsur hara N dan P sangat dibutuhkan. Pengerasan pada biji akan terjadi sekitar 20 hari setelah penyerbukan (Belfield dan Brown, 2008).

2.4.6 Fase Pematangan Buah

Sekitar 30 hari setelah penyerbukan, tanaman telah mencapai berat kering maksimum. Fase ini disebut fase kematangan fisiologis. Pada fase ini, biji telah berwarna kuning, dan garis berwarna putih yang membatasi tiap biji telah tertutup oleh biji jagung yang masak. Kelembaban kernel (biji) pada masa ini adalah 30%. Masa siap panen ditandai dengan daun yang telah kering dan kelembaban biji kurang dari 20% (Belfield dan Brown, 2008).

2.5 Kandungan Gizi Tanaman Jagung

Biji jagung kaya akan karbohidrat, sebagian besar berada pada endospermium. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Karbohidrat dalam bentuk pati umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin. Pada jagung ketan, sebagian besar atau seluruh patinya merupakan amilopektin. Perbedaan ini tidak banyak berpengaruh pada kandungan gizi, tetapi lebih berarti dalam pengolahan sebagai bahan pangan. Jagung manis diketahui mengandung amilopektin lebih rendah tetapi mengalami peningkatan fitoglikogen dan sukrosa.

Kandungan gizi Jagung per 100 gram bahan adalah:

1. Kalori : 355 Kalori
2. Protein : 9,2 gr
3. Lemak : 3,9 gr
4. Karbohidrat : 73,7 gr
5. Kalsium : 10 mg
6. Fosfor : 256 mg
7. Ferrum : 2,4 mg
8. Vitamin A : 510 SI
9. Vitamin B1 : 0,38 mg
10. Air : 12 gr

Jagung mempunyai kandungan karbohidrat yang lebih rendah, namun mempunyai kandungan protein yang lebih banyak. Jagung merupakan tanaman semusim (annual), satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari (Belfield dan Brown, 2008).

2.6 Klasifikasi Tanaman Kacang Tunggak

Dalam sistematika tumbuhan, kedudukan tanaman kacang tunggak diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledon
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminoceae
Genus	: Vigna
Spesies	: <i>Vigna unguiculata</i> L.

2.7 Morfologi Tanaman Kacang Tunggak

2.7.1 Polong

Buah kacang tunggak berukuran lebih kurang 10 cm, buah kacang tunggak berbentuk polong yang berwarna hijau dan kaku, salah satu ciri dari polong Kacang tunggak yaitu memiliki ciri polongnya tegak ke atas dan kaku. Penampilan visual tanaman kacang tunggak hampir sama dengan tanaman kacang panjang, namun beberapa tanaman dijumpai tidak merambat. Polong kacang tunggak pendek, panjangnya berkisar antara 10 cm, berwarna hijau, kaku, serta tidak mudah dipatahkan. Polong yang kering berwarna kuning, keras, dan mudah pecah (Goldsworthy dan Fisher, 1984).

2.7.2 Biji

Biji tanaman kacang tunggak dikenal sebagai kernel yang terdiri dari 3 bagian utama, yaitu dinding sel, endosperma, dan embrio. Bagian biji ini merupakan bagian yang terpenting dari hasil pemanenan (Belfield dan Brown, 2008).

Biji kacang ini bulat panjang, agak pipih dan ujungnya agak jorong. Biji kacang tunggak berbentuk bulat panjang, agak pipih dengan ukuran 4 mm – 6 mm x 7 mm – 8 mm, dan berwarna kuning kecokelat-cokelatan (Rukmana dan Oesman, 2000).

2.7.3 Daun

Daun tanaman kacang tunggak melekat pada tangkai daun yang agak panjang, dengan posisi daun bersusun tiga. Daun kacang tunggak memiliki tekstur yang agak kasar dan juga kaku. Daun tanaman kacang tunggak berwarna hijau muda sampai hijau tua. Daun kacang tunggak berupa daun majemuk, terdiri dari tiga helai (Rukmana dan Oesman, 2000).

2.7.4 Batang

Tanaman kacang tunggak memiliki batang yang pendek dan berbuku-buku. Batang tanaman kacang tunggak lebih atau kurang bersegi, dengan buku biasanya berwarna ungu. Kacang tolo/kacang tunggak/kacang dadap/kacang sapu (*V. Unguiculata* (L.)), berbatang tidak begitu panjang dan tidak membelit. Jika membelit, hanya ujung yang sangat pendek saja yang membelit. Oleh karena itu tanaman ini tidak pernah diberi lanjaran (Goldsworthy dan Fisher, 1984).

2.7.5 Akar

Seperti tanaman legum lainnya, kacang tunggak mempunyai akar berbintil yang dapat mengikat nitrogen (N) bebas dari udara yang bermanfaat menyuburkan tanah. Pada akar tanaman tersebut terdapat bakteri *Rhizobium sp.* Bakteri ini dapat menangkap unsur nitrogen bebas dari udara kemudian merubahnya menjadi bentuk yang dibutuhkan tanaman. Nitrogen tersebut kemudian dibentuk nodula-nodula (bintil-bintil) akar. Di Cina dan India, kacang tunggak juga digunakan sebagai tanaman penutup tanah untuk mencegah erosi dan dapat dijadikan bahan dasara dalam pembuatan pupuk hijau (Goldsworthy dan Fisher, 1984).

2.7.6 Bunga

Tanaman kacang tunggak memiliki bunga yang berbentuk seperti kupu-kupu, terletak pada ujung tangkai yang panjang. Bunga kacang tunggak bertangkai panjang dengan 4 – 6 unit bunga yang tersusun secara berseling. setiap unit bunga merupakan sebuah tangkai sederhana yang tersusun dari 6-12 tunas bunga. Pembentukan bunga kacang tunggak dimulai dari tangkai bunga yang posisinya paling rendah dan secara berurutan berlanjut pada tangkai berikutnya dengan posisi yang lebih tinggi (Rukmana dan Oesman, 2000).

2.8 Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tunggak

Kondisi lingkungan sebagai tempat tumbuh tanaman sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi, baik dalam hal kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman merupakan syarat utama keberhasilan usaha tani. Setiap wilayah

memiliki kondisi lingkungan yang berbeda beda sehingga produktifitas tanaman setiap daerah juga berbeda.

Menurut Rukmana dan Oesman (2000), tanaman kacang tunggak mempunyai daya adaptasi yang luas terhadap lingkungan tumbuh. Tanaman kacang tunggak dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian kurang lebih 1500 m diatas permukaan laut (dpl). Meski demikian, daerah yang paling cocok untuk menghasilkan produksi yang optimal adalah dataran rendah sampai ketinggian 500 m diatas permukaan laut (dpl). Keadaan daerah yang mendukung pertumbuhan dan optimalisasi produksi kacang tunggak adalah yang mempunyai suhu udara 20 °C - 25 °C, kelembaban udara 50 % - 80 %, curah hujan antara 600 mm-1500 mm/tahun, dan mendapatkan sinar matahari yang cukup.

2.9 Kandungan Gizi Kacang Tunggak

Kacang tunggak atau kacang tolo (*Vigna unguiculata L*) termasuk dalam keluarga *Leguminosa*. Bijinya mempunyai kandungan protein cukup besar yaitu sekitar 25%. Tanaman ini diperkirakan berasal dari Afrika Barat. Daun dan polongnya yang masih muda cukup nikmat bila dikonsumsi sebagai sayuran. Di Indonesia produksi kacang tunggak melimpah, sedangkan pemanfaatannya belum optimal. Dewasa ini kacang-kacangan mulai dikenalkan kepada masyarakat luas, salah satunya adalah pengenalan kacang tunggak, dimulai dari tempe dengan menggunakan kacang tunggak, mencampur sayur dengan kacang tunggak dan pembuatan tepung kacang tunggak (Rukmana dan Oesman, 2000).

Kacang tunggak mengandung gizi yang cukup lengkap. Kandungan gizi kacang tunggak pada table 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Kacang Tunggak (Kacang Tolo)

Zat gizi	Kacang tunggak
1. Protein (g)	22,9
2. Lemak (g)	1,4
3. Karbohidrat (g)	6,6
4. Kalsium (mg)	77,0
5. Fosfor (mg)	449,0
6. Besi (mg)	6,5
7. Vitamin (SI)	30,0
8. Vitamin B (mg)	0,9
9. Vitamin C (mg)	2,0

Sumber : Departemen Kesehatan RI (1979)

Secara umum konsumsi protein penduduk Indonesia adalah kurang, maka sangat perlu meningkatkan produksi pangan sumber protein yang murah, baik hewani maupun nabati. Jenis kacang-kacangan yang terdapat di Indonesia cukup potensial untuk dikembangkan menjadi produk yang bergizi, aman dan sesuai dengan selera masyarakat. Kadar protein kacang tunggak setara dengan kacang hijau, bahkan kadar vitamin B1 yang relatif lebih tinggi dari pada kacang hijau (Nugrogo, 1990).

2.10 Sistem Pertanian Tumpangsari

Tumpangsari merupakan suatu usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, yang diatur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman. Penanaman dengan cara ini bisa dilakukan pada dua atau lebih jenis tanaman yang relatif seumur, misalnya jagung dan kacang tanah atau bisa juga pada beberapa jenis tanaman yang umurnya berbeda-beda. Untuk dapat melaksanakan pola tanam tumpangsari secara baik perlu diperhatikan beberapa faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh di antaranya ketersediaan air, kesuburan tanah, sinar matahari dan hama penyakit. Penentuan jenis tanaman yang akan ditumpangsari dan saat penanaman sebaiknya disesuaikan dengan ketersediaan air yang ada selama pertumbuhan. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh pertumbuhan dan produksi secara optimal (Gomez dan Gomez, 1983).

Kesuburan tanah mutlak diperlukan, hal ini dimaksudkan untuk menghindari persaingan (penyerapan hara dan air) pada satu petak lahan antar tanaman. Pada pola tanam tumpangsari sebaiknya dipilih dan dikombinasikan antara tanaman yang mempunyai perakaran relatif dalam dengan tanaman yang mempunyai perakaran relatif dangkal. Sebaran sinar matahari penting, hal ini bertujuan untuk menghindari persaingan antar tanaman yang ditumpangsarikan dalam hal mendapatkan sinar matahari, perlu diperhatikan tinggi dan luas antar tajuk tanaman yang ditumpangsarikan. Tinggi dan lebar tajuk antar tanaman yang ditumpangsarikan akan berpengaruh terhadap penerimaan cahaya matahari, lebih lanjut akan mempengaruhi hasil sintesa (glukosa) dan muara terakhir akan berpengaruh terhadap hasil secara keseluruhan (Tohari, 2002).

Antisipasi adanya hama penyakit adalah untuk mengurangi resiko serangan hama maupun penyakit pada pola tanam tumpangsari. Sebaiknya ditanam tanaman-tanaman yang mempunyai hama maupun penyakit berbeda, atau tidak menjadi inang dari hama maupun penyakit tanaman lain yang ditumpangsarikan. Sistem tanam tumpangsari mempunyai banyak keuntungan yang tidak dimiliki pada pola tanam monokultur (Goldsworthy dan Fisher, 1984).

Beberapa keuntungan pada pola tumpangsari antara lain: 1) Akan terjadi peningkatan efisiensi (tenaga kerja, pemanfaatan lahan maupun penyerapan sinar matahari). 2) Populasi tanaman dapat diatur sesuai yang dikehendaki. 3) Dalam satu areal diperoleh produksi lebih dari satu komoditas. 4) Tetap mempunyai peluang mendapatkan hasil manakala satu jenis tanaman yang diusahakan gagal dan 5) Kombinasi beberapa jenis tanaman dapat menciptakan beberapa jenis tanaman dapat menciptakan stabilitas biologis sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini kesuburan tanah (Goldsworthy dan Fisher, 1984).

2.10.1 Introduksi Teknologi Tumpangsari

Pengolahan tanah dikerjakan saat hujan pertama mulai turun. Saat ini musim hujan kadang kurang jelas jatuhnya, namun sebagai acuan bisa pada bulan Oktober sampai awal November. Pengolahan tanah ini dilakukan agar tanah menjadi gembur dan dapat menghilangkan gulma. Pengolahan tanah dilakukan dengan dicangkul sedalam 10-15 cm, kemudian dicacah sambil membuang gulma yang ada dan yang terakhir dibuat guludan. Arah guludan sebaiknya menghadap kebarat-timur dengan lebar guludan antara 170-180 cm. Antara dua guludan

dibuat saluran selebar 20-30 cm untuk mengalirkan air, agar saat hujan tanah tetap dalam keadaan atus sehingga akar tanaman jagung maupun kacang tunggak tidak tergenang (Goldsworthy dan Fisher, 1984).

Pada pola tumpangsari jagung dan kacang tunggak, diatur dimana jagung sebagai tanaman pokok dan kacang tunggak sebagai tanaman sela. Benih jagung yang akan ditanam adalah jagung komposit (bersari bebas), berlabel dan sudah diberi seed treatment. Lubang tanam dibuat dengan tugal sedalam 2-3 cm, dengan jarak antar barisan tanaman 200 cm, sedangkan jarak dalam barisan adalah 40 cm. Kebutuhan benih jagung setiap hektar lahan dengan pola tumpangsari adalah 15 kg (2 benih tiap lubang tanam), sehingga populasi tanaman jagung dalam 1 ha lahan adalah 25.000 batang. Jarak tanaman kacang tunggak adalah 25 x 25 cm, sehingga dalam setiap guludan terdapat 1 baris tanaman jagung dan 5 baris tanaman kacang tunggak. Populasi tanaman kacang tunggak dalam 1 ha kurang lebih 100.000 tanaman atau sekitar 70% dibanding pola monokultur. Kebutuhan benih kacang tunggak untuk setiap 1 ha lahan dengan pola tumpangsari dengan jagung adalah 50 kg biji kering atau 1 benih tiap lubang tanam (Amin, 2006).

Pemupukan dilakukan dua kali yaitu pada saat tanam dan pada saat tanaman telah berumur 1 bulan. Dosis pupuk untuk jagung adalah 120 kg Urea, 65 kg SP- 36 dan 50 kg KCL. Dosis pupuk untuk kacang tunggak adalah 40 kg Urea, 80 kg SP-36 yang masing-masing diberikan dalam dua kali pemupukan. Pemupukan pertama pada jagung adalah 80 kg Urea, 65 kg SP-36 dan 50 kg KCl, satu bulan kemudian ditambahkan pupuk susulan yaitu Urea sebanyak 40 kg. Pemupukan pertama pada kacang tunggak adalah: 20 kg Urea, 80 kg SP-36 dan

40 kg KCL, selang satu bulan ditambahkan pupuk susulan yaitu 20 kg Urea. Cara pemupukan yaitu semua pupuk yang akan diberikan dicampur jadi satu, kemudian dibuat larikan dekat barisan tanaman (sekitar 5 cm dari barisan tanaman dengan kedalaman antara 5-7 cm), pupuk ditabur sepanjang larikan kemudian ditutup kembali dengan tanah (Tohari, 2002).

Pemupukan kedua untuk tanaman jagung larikan disesuaikan dengan tajuk tanaman, sedangkan untuk kacang tunggak larikan dibuat di tengah jarak antara dua barisan tanaman kacang tunggak. Perawatan atau pemeliharaan tanaman meliputi beberapa kegiatan antara lain penyulaman, penyiangan dan pembumbunan. Penyulaman sebaiknya dilakukan agar tidak ada spot-spot kosong yang akan diisi oleh gulma bila tidak dilakukan penyulaman. Penyulaman untuk tanaman jagung dilakukan antara 4-7 hari setelah tanam, sedangkan untuk kacang tunggak antara 5-10 hari setelah tanam (Belfield dan Brown, 2008).

Sebaiknya penyulaman tidak terlalu lama melakukannya. Penyiangan dilakukan paling tidak sebanyak dua kali atau menyesuaikan dengan kondisi gulma, bila memang gulma tumbuh dominan dapat dilakukan penyiangan lagi. Penyiangan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 15 hari, sedangkan penyiangan yang kedua dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari sebelum dilakukan pemupukan susulan. Pada penyiangan kedua ini sekaligus dilakukan pembumbunan yaitu dengan menggemburkan tanah dan menikkan tanah ke sekitar batang. Untuk tunggak tanah sebaiknya dilakukan pembumbunan sekali lagi yaitu pada saat tanaman selesai berbunga sekitar 40 hari setelah tanam (Belfield dan Brown, 2008).

Pengendalian hama penyakit dimaksudkan agar kesehatan tanaman dapat terjaga sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Pengendalian hama maupun penyakit dengan menggunakan pestisida sebaiknya dilakukan dengan bijaksana, karena bahan kimia ini selain membunuh hama tetapi juga sekaligus membunuh predatornya juga. Jadikanlah pestisida sebagai pilihan yang mempunyai spektrum sempit. Pada jagung yang sering dijumpai adalah penyakit bulai untuk hamanya adalah penggerek daun penghisap daun (Odum, 1994).

2.10.2 Panen

Pemanenan tanaman jagung dapat dilakukan setelah tanaman berumur sekitar 90 hari, dengan tanda-tanda biji jagung cukup tua untuk dipanen, yaitu: klobot telah berwarna kuning kecoklatan, bila dikupas biji terlihat mengkilap dan bila ditekan dengan kuku tidak meninggalkan bekas. Cara panen dilakukan dengan menyabit batang jagung setinggi pinggang, kemudian jagung langsung dipetik dan dikupas klobotnya dijemur sampai kadar air 12%, saat menjemur tongkol jagung diberi alas agar tidak terkontaminasi jamur. Biji yang telah kering dipipil dan kemudian ditampi, dan kemudian dimasukkan ke dalam karung yang bersih dan jagung sudah siap untuk dijual. Tanaman kacang tunggak siap untuk dipanen apabila telah berumur kurang lebih 100 hari (Hasan Basri, 2008).

Perlu diingat bahwa sistem pertanian tumpang sari selalu terdapat persaingan di atas (oksigen, CO², suhu, kelembaban dan cahaya matahari) dan persaingan di bawah (unsur hara dan air). Sehingga perlu di atur sedemikian rupa agar tidak terlalu mengganggu perkembangan tanaman yang dilakukan

tumpangsari. Tumpangsari juga dapat dilakukan antara tanaman semusim dengan tanaman semusim lainnya, misalnya antara kacang-kacangan dengan jagung. Jagung menghendaki nitrogen yang tinggi sedangkan kacang-kacangan tidak terlalu terganggu pertumbuhannya karena sedikit terlindung oleh jagung. Kekurangan nitrogen oleh jagung juga dapat terpenuhi oleh kacang-kacangan, karena kacang-kacangan dapat memfiksasi nitrogen dari udara bebas (Hasan Basri, 2008).

2.10.3 Pengaruh Kompetisi Pada Sistem Tumpangsari

Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman antara lain cahaya, tunjangan mekanik, suhu udara, air dan unsur hara. Untuk mendapatkan faktor lingkungan yang optimal, sehingga memungkinkan tanaman untuk dapat tumbuh dengan baik, dapat dilakukan dengan pengaturan jarak tanaman. Pengaturan jarak tanam berkaitan erat dengan radiasi, pengaturan tanaman maupun kerapatan populasi memegang peranan penting, sehingga persaingan terhadap radiasi surya dapat dikurangi dan tanaman dapat menggunakan radiasi surya secara efisien. Di samping itu kerapatan populasi juga mempengaruhi persaingan di antara tanaman dalam menggunakan lenggas tanah dan unsur hara (Mc.Naugton dan Wolf, 1998).

Pada budidaya tanaman terdapat pola tanam tumpangsari atau sistem polikultur yaitu dengan menanam 2 sampai 3 jenis tanaman dalam satu petak lahan. Polikultur dapat meningkatkan hasil produksi lahan. Beberapa tanaman yang biasanya di tumpangsari adalah jagung kedelai atau jagung kacang tanah. Di sisi lain tumpangsari dapat memicu terjadinya kompetisi antar tanaman, baik

dalam memperebutkan unsur hara, cahaya dan air. Untuk dapat mengetahui polikultur mana yang paling baik dalam produksi tanamannya perlu diadakan penelitian terlebih dahulu.

Kompetisi pada tanaman menunjukkan suatu tipe interaksi dimana dua individu atau lebih bersaing untuk mendapatkan makanan yang jumlahnya terbatas, tempat hidup dan lain-lain. Kompetisi interspesifik bukanlah suatu kompetisi yang sederhana karena melibatkan berbagai tipe organisme sehingga memungkinkan terjadi hasil yang berbeda-beda. Jika dua spesies atau lebih terlibat kompetisi secara langsung untuk memperebutkan hal yang sama, salah satu dari semuanya, lebih efisien dalam memanfaatkan sesuatu yang diperebutkan tadi maka individu itu akan bertahan hidup, sedangkan yang tidak dapat memanfaatkan secara efisien yang diperebutkan tadi akan punah (Clapham, 1973).

Kompetisi merupakan suatu peristiwa yang sangat umum dan sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari tanaman. Pada kondisi lapangan, kompetisi biasanya mulai terjadi setelah tanaman mencapai pertumbuhan tingkat tertentu dan kemudian semakin keras dengan penambahan ukuran tanaman dan umur. Dengan makin lanjut pertumbuhan tanaman, tajuknya semakin rimbun dan sistem perakarannya semakin padat sehingga tanaman-tanaman yang tumbuh berdekatan terjadi kompetisi (Mimbar, 1999).

Jumlah pertanaman per satuan luas merupakan faktor penting untuk mendapatkan hasil yang tinggi. Pengaruh jarak tanaman yang lebar dapat menaikkan hasil tiap tanaman. Sebaliknya jarak yang sempit mengakibatkan

persaingan pemanfaatan cahaya, air, unsur hara dan faktor tumbuh lainnya diantara tanaman yang tumbuh berdekatan (Sarjyah, 2002).

Dalam menentukan atau memilih jenis tanaman dalam sistem pertanian, pertanaman tumpangsari adalah hal yang harus diperhatikan adalah sifat dan ciri pertumbuhan tanamannya. Hendaknya dipilih tanaman yang berbeda famili, bukan tanaman yang mempunyai masalah dalam satu jenis hama, kebutuhan unsur hara utama dan saling melengkapi secara fisiologis (Odum, 1994).

Adanya persaingan gulma dapat mengurangi kemampuan tanaman untuk beradaptasi. Gulma dan tanaman yang kita budidayakan akan bersaing dalam menyerap unsur hara, air dalam tanah, dan penerimaan cahaya matahari untuk proses fotosintesis, hal ini dapat menimbulkan kerugian-kerugian dalam produksi baik kualitas maupun kuantitas (Anonim, 2009).

2.10.4 Perompesan Pada Tanaman Jagung

Ditingkat petani, budidaya tanaman jagung sangat bervariasi. Pada saat tanaman jagung menjelang masa penuaan (senescence), tanaman dibiarkan tua sampai menjelang panen, tetapi ada pula yang melakukan perompesan (defoliasi) di bawah tongkol dan topping (memotong bagian tanaman jagung di atas tongkol, berupa daun dan batang). Perlakuan defoliasi dan topping ini dapat mengurangi hasil panen jika dilakukan secara sembarangan tanpa memperhatikan fase-fase pertumbuhan tanaman secara tepat. (www.tanindo.com, 2009).

Defoliasi ialah pemotongan atau pengambilan bagian tanaman yang ada di atas permukaan tanah, baik oleh manusia maupun oleh renggutan di waktu ternak itu digembalakan. Untuk menjamin pertumbuhan kembali (regrowth) yang

optimal yang sehat dan kandungan gizi yang baik, defoliasi diharuskan dilakukan pada periode tertentu yakni pada akhir vegetatif atau menjelang berbunga. Di dalam praktek, biasanya defoliasi dilakukan 40 hari sekali pada musim penghujan dan 60 hari sekali di musim kemarau. Kesemuanya hanya bisa dilakukan apabila pemeliharaan itu baik. Perlu dijelaskan di sini bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kembali ialah adanya persediaan bahan makanan (food reserve) berupa karbohidrat di dalam akar yang ditanggalkan setelah defoliasi. Karbohidrat ini dihasilkan oleh proses asimilasi dan setelah defoliasi, karbohidrat ini dirombak oleh enzim tertentu menjadi energi untuk pertumbuhan kembali (Mc.Naugton dan Wolf,1998). Perompesan daun di bawah tongkol dilakukan untuk mengefisienkan proses fotosintesis yang terjadi pada daun tua yang menyebabkan terjadinya kelembaban, juga dimaksudkan untuk menekan terjadinya persaingan internal dalam asimilasi.

Menurut Dwidjoseputra (1980), asimilasi yang diproduksi oleh daun akan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman yang membutuhkannya. Keberadaan daun dapat membantu kelancaran asimilat, namun dapat pula menjadi pengguna hasil asimilat.

Menurut Nugrogo (1990), perompesan semua daun dibawah tongkol akan mengurangi kemampuan tanaman dalam berfotosintesis sehingga biasanya dapat menurunkan produksi.

Perompesan daun untuk keperluan pakan dapat dilakukan menjelang panen dengan ciri-ciri seluruh biji sudah sempurna terbentuk, embrio sudah masak, dan pengisian bahan kering dalam biji akan segera berhenti. Selain itu dapat pula

dilakukan selama masa vegetative tanaman dengan memperhatikan nilai LAB (Laju Asimilasi Bersih). Perlakuan ini dapat menekan serangan penyakit daun seperti karat (Southern Rust) dan hawar daun *Helminthosporium* yang sering menyerang tanaman jagung mulai dari daun paling bawah. Sedangkan topping biasanya dilakukan menjelang jagung dipanen, sehingga lahan di bawah jagung tua dapat segera ditanami dengan tanaman jagung lagi atau tanaman polong-polongan. Tujuannya adalah supaya sinar matahari dapat menyinari tanaman yang baru ditanam sehingga tanaman dapat tumbuh baik tanpa kekurangan radiasi matahari. Dengan demikian masa tanam untuk tanaman susulan dapat dipercepat. Selain itu, hasil brangkasan daun ini dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi. Topping ini dapat mempercepat masa panen 5-7 hari. Namun demikian, perompesan (defoliasi) dan topping yang tidak tepat waktu dapat mengurangi hasil sekitar 15-20% (www.tanindo.com, 2009).