

DASAR-DASAR

BUDIDAYA TANAMAN

**Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta
Lingkup Hak Cipta**

Pasal 1

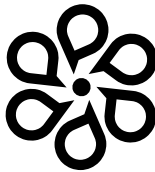
Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Ketentuan Pidana Pasal 113

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

DASAR-DASAR BUDIDAYA TANAMAN

**Dr. RA. Diana Widyastuti, S.P., M.Si
Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P
Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P**



PUSAKA MEDIA

Perpustakaan Nasional RI:
Katalog Dalam Terbitan (KDT)

DASAR-DASAR BUDIDAYA TANAMAN

Penulis:

Dr. RA. Diana Widyastuti, S.P., M.Si
Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P
Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P

Desain Cover & Layout

Pusaka Media Design

xii + 88 hal : 15.5 x 23 cm
Cetakan, Maret 2023

ISBN: 978-623-418-195-1

Penerbit

PUSAKA MEDIA

Anggota IKAPI

No. 008/LPU/2020

Alamat

Jl. Endro Suratmin, Pandawa Raya. No. 100
Korpri Jaya Sukarame Bandarlampung
082282148711
email : cspusakamedia@yahoo.com
Website : www.pusakamedia.com

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar

Segala puji bagi Allah yang senantiasa memberikan kenikmatan, terutama nikmat sehat kepada penulis. Kini saatnya penulis mengucapkan alhamdulillah atas terselesaikannya buku ajar yang telah dirancang dan ditulis dengan judul **“Dasar-Dasar Budidaya Tanaman”**. Buku ini berisi mengenai arti penting tanaman bagi pertanian, sistem pertanian, revolusi pertanian, arti penting energi dari dalam (karbon, air, cahaya) dalam proses produksi tanaman, perbanyak tanaman, pola tanaman dan pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Selain itu juga bertujuan sebagai pembelajaran bagi mahasiswa agar dapat memahami budidaya tanaman secara umum, memahami dan melakukan budidaya tanaman (melalui praktik di lapangan).

Dalam penyusunan buku ini, penulis seringkali menemukan banyak masalah. Bahkan, penulis khawatir akankah buku ini bisa diterima oleh pembaca atau tidak, akan tetapi dengan segala keterbatasan alhamdulillah penulis memberanikan diri untuk menerbitkan buku ini. Buku ini terbit bukan karena peran penulis semata, akan tetapi banyak pihak yang ikut berperan dan membantu dalam proses penulisan sampai dengan terbitnya buku ini. Pihak-pihak tersebut tentunya menjadi penyemangat penulis untuk menyelesaikan buku ini. Untuk itu penulis memberikan ucapan terimakasih kepada kedua orang tua, rekan sesama penulis, editor maupun pihak penerbit buku, karena mereka menjadi pihak yang memiliki andil besar dalam buku ini.

Penulis mempercayai, kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT semata. Segala kekurangan yang ada pada buku ini, harap untuk dimaklumi. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan baik disengaja maupun tidak disengaja. Semoga pembaca mendapatkan manfaat dengan adanya buku ini dan terimakasih, selamat membaca.

Bandarlampung, 21 Maret 2023

Penulis

Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Tanaman Pertanian.....	1
1.2. Perkembangan Pertanian	2
1.3. Revolusi Pertanian.....	4
1.4. Teknologi Abad Ke-20	5
1.5. Sistem Pertanian di Indonesia.....	6
1.6. Pertanian Indonesia Masa Depan	8
BAB 2. ENERGI DAN PRODUKSI PERTANIAN	12
2.1. Tanaman sebagai Sumber Pangan	12
2.2. Kegiatan Tanaman.....	13
2.3. Konsep Aliran Energi dalam Pertanian	14
BAB 3. PANGAN DAN KEBUTUHAN MANUSIA.....	16
3.1. Pangan dan Gizi	16
3.2. Kebutuhan Pangan dan Masalah Pangan di Indonesia.....	17
3.3. Pengolahan Pangan.....	19
BAB 4. ASAL USUL DAN KLASIFIKASI TANAMAN.....	21
4.1. Asal Usul Tanaman dan Pusat Produksi Tanaman	21
4.2. Klasifikasi Tanaman Secara Biologi dan Pertanian.....	23

BAB 5. STRUKTUR DAN FUNGSI TANAMAN	27
5.1 Sel dan Komponennya.....	27
5.2 Jaringan dan Sistem Jaringan.....	29
5.3 Daerah Anatomi.....	30
5.4 Struktur Morfologi.....	32
BAB 6. PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TANAMAN	40
6.1 Dasar-Dasar Pertumbuhan	40
6.2 Perkembangan Tanaman	41
6.3 Fase-Fase Pertumbuhan	42
BAB 7. FAKTOR LINGKUNGAN DALAM PERTUMBUHAN TANAMAN	45
7.1 Faktor Lingkungan	45
7.2 Faktor Tanah.....	46
7.3 Faktor Suhu.....	48
7.4 Faktor Cahaya.....	49
BAB 8. PEMBIAKAN TANAMAN	51
8.1 Pembiakan Vegetatif.....	51
8.2 Pembiakan Generatif	57
BAB 9. TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN	60
9.1 Pemilihan Lokasi Kebun.....	60
9.2 Sistem dan Cara Olah Tanah.....	61
9.3 Bahan Tanam dan Persiapannya	64
9.4 Tanam dan Jarak Tanam	66
BAB 10. PEMUPUKAN, PENGAIRAN, PENGENDALIAN OPT, DAN PANEN	68
10.1 Pemupukan	68
10.2 Pengairan yang Baik.....	71
10.3 Pengendalian Hama	72
10.4 Pengendalian Gulma.....	73
10.5 Panen Dan Pasca Panen.....	80

BAB 11. BUDIDAYA TANAMAN SPESIFIKASI LOKASI.....	81
11.1 Lahan Marginal	81
11.2 Lahan Pasang Surut	82
BAB 12. BUDIDAYA TANAMAN BERWAWASAN LINGKUNGAN	83
12.1 Prinsip Dasar Dalam Membangun Gerakan Pertanian Berkelanjutan	83
12.2 Indikator Sistem Pertanian Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85

DAFTAR GAMBAR

1. Teosinte dan Jagung Modern.....	3
2. Sistem Pertanian Terpadu.....	11
3. Penyebaran Energi.....	12
4. Sel dan Komponennya.....	28
5. Sistem Pembuluh Tanaman.....	30
6. Bagian-bagian Pokok Tanaman.....	32
7. Sistem Perakaran Pada Beberapa Tanaman.....	33
8. Daun Tidak Lengkap.....	35
9. Daun Lengkap.....	35
10. Struktur Morfologi Daun.....	36
11. Struktur Bunga.....	37
12. Penampang Bujur Bunga Buah Naga (<i>Hylocereus costaricensis</i>).....	38
13. Jaringan Tanaman Pembentuk Beberapa Macam Buah.....	39
14. Profil Tanah.....	47
15. Stek Batang Singkong.....	52
16. Tata Cara Cangkok.....	53
17. Tata Cara Budding.....	54
18. Tata Cara Grafting.....	55
19. Beberapa Teknik Modifikasi Grafting.....	56
20. Hukum Minimum Liebig.....	69

DAFTAR TABEL

1. Produktivitas dan efisiensi fotosintesis beberapa tanaman...	10
2. Kandungan gizi pada beberapa sumber pangan per 100 g bahan.....	17
3. Saran kecukupan gizi.....	17
4. Pusat produksi dunia dan pusat asal usul tanaman pertanian penting.....	22

BAB 1.

PENDAHULUAN

1.1. Tanaman Pertanian

Manusia jaman lampau telah melakukan aktivitas bercocok tanam untuk menyokong kehidupannya. Semula hanya mengumpulkan makanan dengan cara berburu dari alam beralih dengan melakukan kegiatan berbudidaya tanaman. Budidaya tanaman yang dilakukan masih sederhana yakni dengan memilah dan melakukan domestikasi tanaman. Para pakar sepakat bahwa hal tersebut merupakan awal munculnya budaya dan peradaban manusia (Widodo, 2014).

Tanaman merupakan organisme yang beberapa diantaranya dibudidayakan untuk dipanen hasilnya. Definisi tanaman berbeda dengan tumbuhan. Hampir semua tanaman ialah tumbuhan namun secara khusus tanaman sendiri adalah tumbuhan yang sengaja ditanam untuk dimanfaatkan nilai ekonominya (Azmi dkk., 2019).

Menurut Harjadi (2019), istilah tanaman pertanian didefinisikan sebagai semua tanaman yang dikelola oleh manusia untuk mendapatkan berbagai manfaat salah satunya manfaat ekonomi. Tanaman pertanian dapat dibudidayakan diberbagai ruang seperti di suatu lahan pertanian atau secara buatan pada sebuah rumah kaca sesuai dengan kondisi lingkungan yang dibutuhkan tanaman tersebut. Tanaman membutuhkan pengelolaan selama periode kehidupannya hingga dapat dipanen hasilnya meskipun tingkat pengelolaannya tidak intensif. Sebagai contoh tanaman-tanaman pada sistem pertanian ladang berpindah dan tanaman-

tanaman di pekarangan yang membutuhkan perawatan (Widodo, 2014). Tanaman-tanaman pertanian yang dikelola untuk dapat memperoleh produksi yang tinggi serta manfaat terbaik merupakan ilmu yang dipelajari dalam bidang agronomi (Harjadi, 2019).

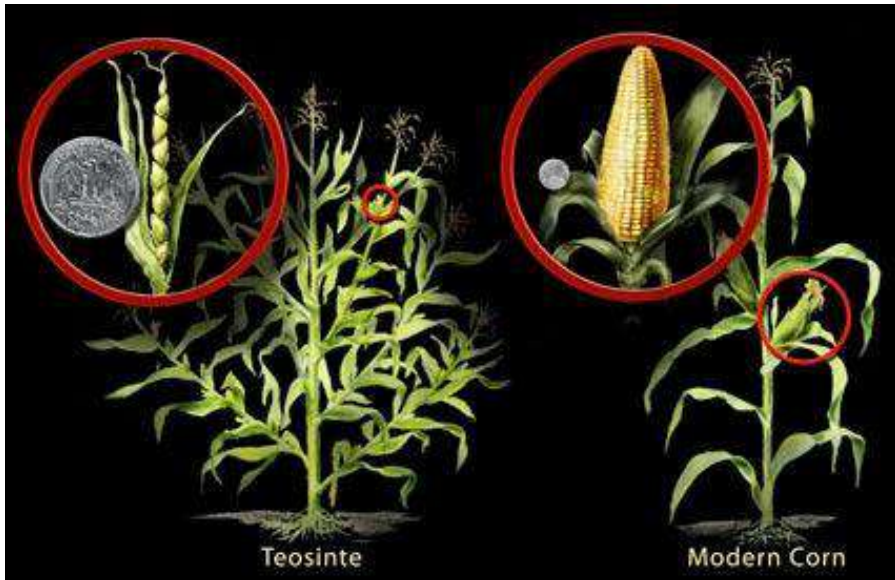
Istilah seleksi dan domestikasi dikatakan sebagai salah satu induk pertanian karena kegiatan memilah dan menjinakan tumbuh-tumbuhan liar ini menjadi tanaman pertanian sudah muncul sejak peradaban manusia mulai menetap. Hal tersebut menjadikan domestikasi dan seleksi menjadi salah satu induk pertanian. Tanaman pertanian dunia diperkirakan mencapai 2000 spesies, namun tidak semua tanaman tersebut diusahakan. Hanya sekitar 100 hingga 200 spesies saja yang diperdagangkan. Diantara banyaknya spesies tersebut hanya lima belas spesies yang menjadi sumber pangan dunia yaitu padi, gandum, jagung, pisang, sorgum, barlai, tebu dan bit gula, kentang, ubi jalar dan singkong, kedelai, kacang gogo dan kacang tanah, dan kelapa (Widodo, 2014).

1.2. Perkembangan Pertanian

Perkembangan suatu masyarakat senantiasa bergantung oleh kecukupan sumber pangan. Setiap individu dalam masyarakat jaman primitif yang mengandalkan mencari makan dengan berburu harus terlibat penuh dalam mengamankan persediaan sumber makanan. Diantara hubungan tanaman pertanian dan ternak yang kompleks dan saling berkaitan tercipta perkembangan pertanian (Harjadi, 2019).

Salah satu inovasi yang mengawali dasar kebudayaan dalam peradaban manusia adalah perkembangan pertanian berbasis budidaya tanaman setelah adanya penemuan api. Penggunaan api pada zaman batu mendorong manusia pada saat itu dapat memanfaatkan persediaan pangan menjadi olahan yang beragam. Hal ini karena beberapa pangan yang sifatnya tidak dapat dimakan (*unedible*) dan memiliki rasa yang tidak enak (*unpalatable*) serta tidak sehat untuk dikonsumsi dapat berubah menjadi sebaliknya sebab melalui proses pemasakan terlebih dahulu melalui penggunaan api. Tidak hanya peningkatan persediaan pangan tetapi api juga telah mengawali teknologi pengolahan hasil pangan sebab manusia

primitif telah menciptakan peningkatan kebutuhan pangan melalui proses penjinakan yang dikenal dengan domestikasi. Sebagai contoh misalnya kandungan racun (asam sianida, HCN) pada umbi singkong dapat dihilangkan dengan adanya proses pemasakan (Harjadi, 2018 dalam Purba dkk., 2020).



Gambar 1. Teosinte dan Jagung Modern

Sumber: <https://www.edubio.info/>

Terkadang hasil seleksi yang dilakukan dapat menciptakan spesies baru. Terlihat perbedaan antara tanaman modern dengan nenek moyang asalnya yang masih liar. Manusia zaman lampau telah berperan menjadi pemulia tanaman (*plant breeder*) yang dapat diandalkan walaupun tanpa pengetahuan genetika sedikit pun. Pada Gambar 1, Teosinte merupakan hasil persilangan antara jagung liar dan suatu kerabat rumput liar *Tripsacum doctyloides* oleh bangsa Indian dari Amerika tropika. Hasil persilangan tersebut kemudian mereka silangkan kembali secara terus menerus antara Teosinte dan jagung liar sehingga menghasilkan jagung masa kini (modern). Jagung yang hanya memiliki 48 butir di setiap tongkolnya kini memiliki 600-1000 butir biji tiap tongkolnya (Harjadi, 2019). Umumnya tanaman melalui proses seleksi dengan cara yang

sederhana sehingga berkembang menjadi tanaman modern. Pada jagung, seleksi dilakukan dengan cara membiarkan tongkol yang diinginkan dan menanam benihnya pada musim berikutnya. Namun, terdapat beberapa ilmuwan yang tidak setuju dengan teori tersebut tetapi percaya pada teori jagung berasal dari kerabat liar jagung (Iriany dkk., 2008).

1.3. Revolusi Pertanian

Purwanto (2016) mengungkapkan bahwa terjadi perubahan secara berkala pada awal revolusi pertanian di Eropa. Kebiasaan menggembala ternak sudah jarang dilakukan karena beralih menjadi usaha ternak di dalam kandang. Pada saat itu mekanisasi pertanian untuk mendukung budidaya tanaman juga sudah mulai berkembang. Tidak hanya itu, sistem bera yang merupakan sistem dengan membiarkan lahan tanpa adanya tanaman budidaya selama periode tertentu beralih dengan menerapkan sistem rotasi tanaman. Pemeliharaan lahan menjadi lebih efisien dengan adanya rotasi tanaman karena pembongkaran dan pembersihan lahan dari tumbuhan liar yang tumbuh selama periode bera.

Peningkatan jumlah penduduk juga menandakan bahwa adanya penambahan kebutuhan pangan. Pada karya Tomas Robert Malthus yang berjudul *An Essay on the Principles of Population* pada tahun 1789 memperkirakan bahwa pertumbuhan populasi cenderung meningkat melebihi ketersediaan pangan. Berbekal dengan hal tersebut, para ahli menciptakan sebuah alternatif untuk mengatasi permasalahan mengenai apabila terjadi kelangkaan pangan salah satunya adalah Revolusi Hijau. Revolusi hijau ini merupakan revolusi pertanian tahap pertama pada zaman modern yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia (Purwanto, 2016).

Melalui revolusi hijau, Indonesia dapat mencapai swasembada beras bagi suatu bangsa dengan jumlah penduduk terbesar ke empat di dunia pada tahun 1984. Produksi beras meningkat 289 % dalam kurun waktu 30 tahun. Kenaikan produksi tersebut dipengaruhi oleh adanya kenaikan produktivitas dibandingkan adanya penambahan luas areal tanam. Adanya penerapan konsep revolusi ini, masalah kelangkaan pangan yang dapat mengakibatkan ancaman kelaparan

yang melanda dunia pada 1960 hingga 1970-an dapat teratasi (Purwanto, 2016).

1.4. Teknologi Abad Ke-20

Terdapat perbedaan di negara yang telah maju dan berkembang dalam kemampuan memberi makan penduduk pada abad ke-20. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah perbedaan penggunaan teknologi pertanian di beberapa daerah seiring dengan berkembangnya jumlah penduduk. Pada 1910, petani di negara Amerika Serikat telah mampu menghasilkan untuk dirinya sendiri dan 7 orang lainnya yang kemudian pada 1967 dapat menyokong hingga 40 orang. Kenaikan koefisien tenaga kerja ini dipengaruhi oleh adanya perbaikan teknologi yang mempengaruhi produksi pertanian melimpah sehingga berdampak pada harga menjadi lebih terjangkau. Berbeda halnya pada negara-negara berkembang dimana limbah hasil pertanian belum secara maksimal dikelola dengan baik karena keterbatasan teknologi (Harjadi, 2019).

Akhir tahun 1940 sudah terjadi kemajuan baru dengan adanya penemuan bahan kimia seperti herbisida, insektisida dan fungisida organik yang berpotensi memiliki nilai komersial. Penemuan ini menaikkan produksi tiap satuan luas sekaligus menghemat tenaga. Tidak lama kemudian, terjadi perkembangan irigasi dan penggunaan pupuk. Kemajuan terus muncul akibat adanya penelitian-penelitian dasar sejak tahun 1950 (Harjadi, 2019).

Salah satu akibat dari adanya penggunaan teknologi baru di Amerika Serikat adalah runtuhnya perbedaan yang dahulunya memisahkan disiplin-disiplin seperti agronomi, hortikultura dan kehutanan. Pembagian pertanian pada ketiga hal tadi didasarkan atas kombinasi intensitas produksi pertanian dan adat istiadat sehingga kehutanan berurusan dengan tanah hutan yang dikelola secara ekstensif dan hortikultura berkepentingan dengan kebun yang dikelola secara intensif. Saat ini hanya sedikit perbedaan antara usaha produksi tomat kalengan atau tanaman hortikultura dan usaha produksi jagung biasa atau tanaman agronomi di Amerika Serikat. Demikian pula pemangkasan yang dulu terbatas pada bidang hortikultura sekarang merupakan praktik di kehutanan dalam

produksi kayu pembibitan di kehutanan yang sesungguhnya merupakan operasi hortikultura yang sebenarnya. Masa depan dari jalannya teknologi pertanian terdapat di bagankan dengan kepastian usaha produksi pangan telah dicoba dengan usaha-usaha fermentasi bahan-bahan sumber alam dan sintesis sintesis buatan. Tujuan memberikan makan yang layak kepada semua orang dan eksploitasi yang tepat dari kehidupan tanaman memerlukan usaha gabungan dari ilmuwan yang kreatif dan negarawan negarawan yang bijaksana (Harjadi, 2019).

1.5. Sistem Pertanian di Indonesia

Selain untuk memperoleh hasil berbentuk pangan, sistem pertanian merupakan pengelolaan komoditas tanaman untuk memperoleh keuntungan finansial dan kepuasan batin atau bahkan ketiganya. Pada daerah tropis seperti di Indonesia memiliki sistem pertanian yang berbeda dengan daerah subtropis dan daerah lainnya. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan kondisi iklim, komoditas tanaman dan kondisi sosial ekonomi petani yang juga berbeda (Hariyadi dkk., 2022).

Perkembangan pertanian di Indonesia dipengaruhi oleh adanya sistem pertanian padi yang sebenarnya adalah praktik turun menurun oleh petani Jawa sebelum adanya kehadiran Belanda. Saat ini telah ada berbagai sistem pertanian yang berbeda yang dapat ditemukan di Indonesia diantaranya yaitu sistem sawah, sistem ladang, sistem tegal pekarangan, dan sistem perkebunan.

a. Sistem Ladang Berpindah

Sistem ladang muncul sebagai suatu bentuk peralihan dari aktivitas pengumpul ke penanam. Tanaman yang diusahakan umumnya tanaman pangan seperti padi, jagung dan umbi-umbian. Pada sistem ini, biasanya pengolahan tanah yang diterapkan adalah olah tanah minimum (Harjadi, 2019). Ketika kesuburan tanah dirasa sudah semakin berkurang akibat penanaman yang telah dilakukan hingga beberapa kali maka usaha pertanian akan berpindah ke lokasi baru yang lahannya masih subur atau ke lahan yang sudah lama tidak produktif merupakan ciri dari sistem ini (Sagala dkk., 2021).

b. Sistem Tegal

Sistem tegal biasanya dikembangkan di tanah-tanah kering yang jauh dari sumber air sehingga sistem ini bergantung pada musim hujan sebagai sumber airnya (Harjadi, 2019). Oleh karena itu, umumnya komoditas tanaman yang ditanam yakni tanaman musiman atau tahunan atau tanaman dengan pemeliharaan tidak terlalu intensif dan toleran terhadap cekaman kekeringan (Sagala dkk., 2021).

c. Sistem Sawah

Sistem sawah berpotensi dalam mendukung ketahanan pangan karena pada sistem ini dilakukan pengolahan tanah dan drainase yang baik sehingga menciptakan stabilitas biologi yang tinggi dan kesuburan tanah. Selain itu, lahan sawah mempunyai fungsi internal dan eksternal lainnya yakni sebagai penyedia unsur hara tanaman, pemelihara sumber daya air, meminimalisir risiko banjir, memperbaiki iklim lokal dan lain-lain. Biasanya tanaman yang diusahakan ialah padi dan palawija sehingga berpotensi dalam produksi pangan namun di beberapa daerah diusahakan untuk tanaman tebu, tembakau dan tanaman hias (Sagala dkk., 2021).

d. Sistem Perkebunan

Sistem perkebunan mengusahakan tanaman-tanaman dengan menekankan adanya pengelolaan diseluruh kegiatan budidayanya seperti pengelolaan SDA, SDM, sarana produksi, panen hingga pengolahan. Tanaman dapat berupa tanaman semusim ataupun tanaman tahunan yang tujuan pengelolaannya ditetapkan sebagai tanaman perkebunan contohnya kopi, kapas, karet, wait, tebu, kakao, teh. Sistem ini tercipta karena adanya kebutuhan tanaman ekspor baik perkebunan rakyat maupun perkebunan besar milik swasta ataupun negara (Harjadi, 2019). Tanaman semusim merupakan tanaman yang dalam siklus hidupnya hanya dipanen satu kali misalnya kapas dan tembakau. Sementara tanaman tahunan dapat menjadi tanaman menghasilkan hingga puluhan tahun namun juga membutuhkan

waktu yang panjang untuk berproduksi contohnya kelapa sawit, teh, kakao, lada, dan kopi (Salsamahda, 2018 dalam Sagala dkk., 2021).

1.6. Pertanian Indonesia Masa Depan

FAO (*Food and Agriculture Organization*) dalam studinya memperkirakan bahwa terjadi kenaikan angka ketersediaan kalori harian sebesar 11 persen pada tahun 2050 dibandingkan dengan tahun 2005/2007. Oleh karena itu, untuk memenuhi ketersediaan energi tersebut maka produksi pertanian dunia juga harus meningkat. Peningkatan tersebut akan diperoleh dari negara-negara maju sebesar 76 % dan negara berkembang sebesar 24 % (Purwanto, 2016).

a. Kondisi Beberapa Komoditas Penting

Konsumsi karbohidrat di negara-negara berkembang sangat tinggi sehingga peran umbi-umbian, sukun, sagu dan pisang akan sangat dibutuhkan. Beberapa negara di Afrika, peran ubmi dan pisang sebagai sumber karbohidrat dapat mencapai 40%. Jika program diversifikasi pangan sukses, maka peran jagung, umbi-umbian, sagu, sukun dan pisang juga akan semakin meningkat. Namun, apabila program tersebut gagal maka impor beras akan terus meningkat (Poerwanto, 2016).

Jagung sebagai tanaman C4 yang sangat efisien ditanam di daerah tropika akan menempati posisi lebih penting lagi dalam pertanian tanaman pangan di Indonesia. Pemuliaan jagung (jagung hibrida) berkembang pesat dan teknologi pengolahan dan pemanfaatan jagung akan terjadi di masa mendatang. Produk olahan berbasis jagung akan menjadi salah satu makanan pokok penting di masa depan. Pada produksi kedelai di Indonesia meskipun ada kemajuan tetapi sepertinya tidak dapat mengimbangi permintaan untuk konsumsi. Walaupun teknologi tropikasi kedelai telah berhasil dilakukan, namun produktivitasnya tidak terlalu meningkat. Di Amerika, kedelai GMO telah berkembang dan menjadi salah satu andalan ekspor pertaniannya sehingga nampaknya ketergantungan impor kedelai di masa mendatang akan terus terjadi (Poerwanto, 2016).

Poerwanto (2016) mengatakan bahwa selain sumber karbohidrat, perkembangan pertanian di Indonesia di masa depan akan meningkat secara signifikan tetapi ada juga yang akan mengalami penurunan. Salah satu komoditas yang akan mengalami perkembangan yang cepat adalah pemanfaatan kelapa sawit sebagai biodiesel. Selain itu, karet juga akan meningkat sebab perkembangan kemajuan dalam karet sintetis tidak dapat mengimbangi peningkatan permintaan karet. Konsumsi karet di negara-negara berkembang yang terus meningkat seiring dengan peningkatan pemasaran mobil. Kemudian, jika masalah penyakit fusarium pada pisang dapat teratasi, Indonesia dapat berjaya kembali dalam hal ekspor pisang. Saat ini, konsumsi pisang harus memperhatikan hal-hal berikut seperti

1. Aman, dan terbebas dari racun dan mikroba yang berbahaya bagi kesehatan
2. Memiliki gizi yang tinggi serta zat yang baik bagi kesehatan
3. Bermutu tinggi
4. Diproduksi dengan cara yang tidak menurunkan mutu lingkungan
5. Diproduksi dengan memperhatikan kesejahteraan petani dan pekerja tani
6. Disamping itu, konsumen masa depan akan menuntut adanya *traceability* dari produk pertanian sehingga mereka yakin bahwa produk tani sudah memenuhi persyaratan tersebut.

b. Peluang dalam Peningkatan Produksi Pertanian

Saat ini, radiasi matahari total yang dapat digunakan untuk fotosintesis ternyata masih rendah dibandingkan dengan produktivitas tanaman. Pada beberapa tanaman tropis yang produktivitasnya tinggi masih menunjukkan efisiensi fotosintesis yang rendah.

Tabel 1. Produktivitas dan efisiensi fotosintesis beberapa tanaman

Komoditas	Negara	Produktivitas (g/m²/hari)	Efisiensi Fotosintesis (% Radiasi Total)
Tropika			
Singkong	Malaysia	18	2,0
Padi	Tanzania	17	1,7
Padi	Filipina	27	2,9
Kelapa sawit	Malaysia	11	1,4
Tebu	Hawai	37	3,8
Jagung	Thailand	31	2,7

Sumber: Poerwanto (2016)

c. Peran IPTEK pada Pertanian Masa Depan

IPTEK akan sangat berperan besar paling tidak dalam hal:

- 1) Meningkatkan efisiensi fotosintesis. Sains dapat membawa pemulia tanaman menemukan karakteristik molekuler dalam proses fotosintesis yang nantinya dapat diterapkan pada pemuliaan tanaman dalam menciptakan tanaman dengan efisiensi fotosintesis yang tinggi.
- 2) Memaksimalkan distribusi hasil fotosintesis ke organ tanaman yang bernilai komersial. Studi fisiologi untuk memahami sinyal dalam tanaman dalam menarik fotosintat ke dalam organ bernilai ekonomi sangat penting dalam meningkatkan hasil. Berdasarkan hal itu, produksi dapat ditingkatkan dengan cara manipulasi tanaman maupun perbaikan genetik tanaman.
- 3) Meningkatkan kemampuan tanaman dalam mengubah fotosintat yang merupakan bahan dasar seluruh metabolit tanaman menjadi bahan-bahan yang diperlukan manusia. Walaupun studi fisiologi dan biokimia metabolisme terbilang sulit, tetapi hasilnya akan sangat bermanfaat bagi pertanian di masa depan.
- 4) Meningkatkan efisiensi penggunaan hara tanaman. Harga pupuk yang terus tinggi, dan adanya pencemaran lingkungan yang diakibatkan adanya penggunaan pupuk (nitrat dan fosfor) menjadi dua tantangan pada pertanian di masa

mendatang. Oleh karena itu, pentingnya efisiensi dan efektifitas penggunaan pupuk. Adanya Sistem Pemupukan Tanaman Terpadu (*Integrated Plant Nutrition System = IPNS*) yang akan memaksimalkan pemberian nutrisi tanaman seefisien mungkin melalui pemahaman pada asosiasi sumber-sumber hara baik *on-farm* maupun *off-farm* dan menjamin produksi pertanian dengan lebih banyak input teknologi merupakan suatu hal penting di pertanian masa depan.

d. Sistem Pertanian Terpadu

Pada dasarnya sistem pertanian terpadu mengedepankan praktek pertanian yang ramah lingkungan dimana secara ekologi pelaksanaannya dapat diterima dan limbah terminimalisir (*zero waste*). Mengintegrasikan antara pengelolaan tanaman dan ternak dalam satu kesatuan yang utuh yang merupakan konsep pertanian terpadu. Dalam kegiatan tersebut harus terdapat aliran energi biomassa. Sisa tanaman atau produk hijauan dapat digunakan sebagai pakan ternak. Sementara kotoran ternak dapat dijadikan sebagai pupuk apabila dikelola dengan baik, begitu pula dengan kotoran ikan (Purba dkk., 2022).



Gambar 2. Sistem Pertanian Terpadu

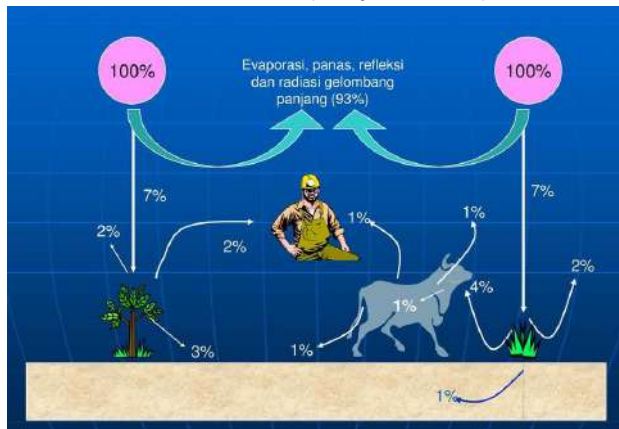
Sumber: Purba dkk. (2022)

BAB 2.

ENERGI DAN PRODUKSI PERTANIAN

2.1. Tanaman sebagai Sumber Pangan

Tanaman menjadi sumber pangan untuk makhluk hidup termasuk hewan dan manusia. Seperti yang kita ketahui bahwa tanaman mampu memanfaatkan sumber energi dari radiasi surya untuk mengubah CO_2 dan H_2O di dalam klorofilnya menjadi berbagai bentuk karbohidrat. Dari seluruh radiasi surya yang mencapai 500 kal/cm^2 , sebesar 7% ditangkap oleh tanaman dan sekitar 93%-nya kembali ke atmosfer. Daun pada tanaman akan menggunakan dua persen sinar matahari tersebut untuk proses respirasi dan lima persen menjadi bahan kering tanaman. Pada Gambar 3, sebesar tiga persen menjadi sisa tanaman, dikembalikan ke tanah dan diberikan ke ternak (Harjadi, 2019).



Gambar 3. Penyebaran Energi

Sumber: <https://slideplayer.info/slide/13051081/>

2.2 Kegiatan Tanaman

Bentuk Energi

a. Energi Tak Terbarukan

Energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang terbentuk dari ratusan bahkan jutaan lalu maka energi tersebut dikelompokkan menjadi energi tidak terbarukan. Dengan demikian, akan membutuhkan waktu yang sangat lama apabila energi tersebut habis karena terus menerus terpakai. Energi tak terbarukan diantaranya minyak bumi, gas alam, dan batu bara (Sagala dkk., 2021).

b. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari proses alam yang berkelanjutan seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air, proses biologis, energi panas bumi, dan biomassa selulosa yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar nabati. Energi terbarukan sebagai sumber energi dapat memenuhi kebutuhan energi suatu negara untuk memenuhi kebutuhan energinya, dan selain menipisnya bahan bakar, mendukung upaya mitigasi dampak perubahan iklim global. Sumber energi ini digunakan hampir di seluruh dunia dan mengadopsi energi terbarukan sebagai sumber energi strategis untuk mencegah krisis energi. Energi terbarukan merupakan energi yang dihasilkan dari proses alam yang berkelanjutan dan tidak akan habis. Indonesia merupakan negara yang berada tepat di garis khatulistiwa dan memiliki sumber daya energi yang melimpah termasuk produk pertanian (Sagala dkk., 2021).

Salah satu energi alternatif yang potensial dikembangkan adalah energi surya karena merupakan sumber utama dari hampir seluruh sumber energi di dunia. Pemanfaatan energi ini pada pengolahan hasil pertanian telah banyak dilakukan salah satunya melalui proses pengeringan. Menghadapi krisis energi dan pangan energi surya serta energi terbarukan lainnya, proses termal hasil pertanian salah satunya melalui proses pengeringan berpotensi besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai pengganti energi konvensional (BBM, listrik). Pengeringan adalah suatu

proses penghilangan kandungan air dalam bahan melalui penambahan panas sehingga air yang berada dalam bahan menguap sampai pada kadar air tertentu yang aman bagi serangan jamur dan penyakit. Tujuan utama dari proses pengolahan hasil pertanian ini adalah dapat memperpanjang umur simpan produk baik untuk tujuan konsumsi, produksi maupun perdagangan. Dengan demikian, kualitas bahan dapat terjaga melalui sistem penyimpanan sehingga fluktuasi harga yang sangat merugikan produsen dapat ditekan (Sagala dkk., 2021).

2.3 Konsep Aliran Energi dalam Pertanian

Kismantoroadji dan Budiarto (2016) mengatakan bahwa aliran energi dalam pertanian merupakan kunci keseimbangan energi secara keseluruhan. Semua energi akan diradiasikan kembali ke ruang angkasa. Bila daur energi terganggu, suhu bumi meningkat tajam yang mengakibatkan ekosistem terganggu. Seluruh kegiatan pertanian yang ditunjukkan untuk memperoleh produksi maksimum per unit satuan luas tertentu dari tanah pertanian dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Melakukan cara berusaha tani dengan menggunakan teknologi yang terus menerus diperbaharui untuk memperoleh keuntungan maksimum.
- 2) Menekan sekecil-kecilnya ketidakstabilan produksi pertanian
- 3) Mencegah penurunan kapasitas produksi tetapi juga tidak mengorbankan keseimbangan

a. Mengukur Produktivitas

Pandangan mengenai pertanian sebagai medium yang digunakan untuk menangkap, mengubah dan menyimpan energi menimbulkan pemahaman baru mengenai cara untuk meningkatkan keefisienan dan produktivitas pertanian. Ahli pertanian terus berupaya untuk meningkatkan keefisienan perubahan energi matahari menjadi produk yang dapat dimanfaatkan (Harjadi, 2019).

b. Meningkatkan Produksi Tanaman

Pertanian di beberapa wilayah di dunia menunjukkan hasil yang melimpah sementara di beberapa bagian lainnya diancam kekurangan menjadi salah satu hal nyata yang dihadapi masa kini. Produksi tanaman dapat ditingkatkan dapat bergantung pada teknologi yang digunakan di daerah tersebut. Pada daerah berkembang, produktivitas tanah ditingkatkan dengan berbagai cara yang merupakan hal rutin dilakukan oleh negara maju. Sementara pada daerah-daerah yang pertaniannya telah maju, cara pemberian dan jumlah pupuk yang digunakan, pengendalian hama, kedalaman pembajakan optimum, lama periode rotasi, dan metode pengendalian gulma banyak mendapat perhatian dan terkoordinir secara efektif dan efisien sehingga produksi pertaniannya tidak diragukan lagi (Hariyadi, 2022).

c. Penggunaan Limbah Pertanian

Dalam meningkatkan penggunaan energi agar lebih efisien maka limbah pertanian seperti tongkol jagung, sepal tebu, serbuk gergaji dan yang lainnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan manusia.

d. Penangkapan Energi

Berbagai upaya untuk memaksimalkan alat penangkapan energi telah dilakukan misalnya eksploitasi laut, memperpanjang musim tanam dengan menggunakan rumah kaca, dan perluasan ke daerah beriklim buruk. Perubahan tanaman pertanian untuk memperluas penangkapan dan penggunaan energi ini merupakan tahapan dalam teknologi perbaikan tanaman. Pada revolusi hijau, pemulia tanaman berhasil mengubah habitus tanaman gandum dan padi yang awalnya jenjang menjadi katai dan arah daun menjadi tegak dan pendek sehingga dapat lebih banyak menangkap cahaya. Dalam memaksimalkan penangkapan dan penggunaan energi dalam kegiatan tanaman tidak hanya mencakup teknik budidaya biasa melainkan faktor-faktor seperti kerapatan tanaman dan distribusi, tinggi tanaman, dan warna daun (Harjadi, 2019).

BAB 3.

PANGAN DAN KEBUTUHAN MANUSIA

3.1 Pangan dan Gizi

Kebutuhan yang paling mendasar dan wajib terpenuhi bagi setiap individu adalah pangan. Karena pangan mengandung zat gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, serat, air, dan komponen lain yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan setiap makhluk hidup. Oleh karena itu, manusia memerlukan berbagai macam pangan untuk mendapatkan kelengkapan zat gizi (Indriani, 2015).

Dasar untuk menentukan atau memilih makanan di negara maju umumnya tidak hanya berdasarkan kandungan gizi dan kelezatan, tetapi juga dari aspek makanan sehat. Pangan fungsional didefinisikan sebagai olahan pangan yang tidak hanya memiliki fungsi gizi sebagai dasar pangan namun juga sekaligus dapat memberikan manfaat tambahan serta memiliki dampak baik bagi kesehatan. Saat ini masyarakat modern banyak menerapkan pangan fungsional sebagai gaya hidup. Pangan lokal di Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi makanan pangan fungsional contohnya adalah jagung (*Zea mays*), dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*) (Kusumayanti dkk., 2016).

Tabel 2. Kandungan gizi pada beberapa sumber pangan per 100 g bahan

Bahan	Karbohidrat (g)	Protein (g)	Lemak (g)	Vitamin A (SI)	Vitamin C (mg)
Beras	78,9	6,8	0,7	0	0
Ubi jalar	27,9	1,8	0,7	7000	22
Ubi kayu	34,7	1,2	0,3	0	30
Jagung	72,4	8,7	4,5	350	0

Sumber: Zuraida dan Supriati (2001)

3.2 Kebutuhan Pangan dan Masalah Pangan di Indonesia

Menurut Harjadi (2019), konsumsi kalori yang rendah, konsumsi protein yang rendah dan kekurangan vitamin A menjadi permasalahan pokok yang ada di Indonesia. Ketiga hal tersebut sebenarnya dapat diatasi melalui produksi tanaman dengan kerjasama yang erat oleh instansi Pemerintah. Konsumsi kalori yang rendah dapat disebabkan oleh kekurangan bahan pangan, sedangkan kekurangan vitamin A dapat disebabkan oleh kurangnya konsumsi daun hijau yang sebenarnya banyak terdapat di sekitar kita. Angka Kecukupan Gizi (AKG) Departemen Kesehatan (2013) dalam Harjadi (2019) telah menyarankan kecukupan gizi sebagai berikut.

Tabel 3. Saran kecukupan gizi

Kelompok	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak total	Karbo- hidrat (g)	Serat (g)	Air (ml)
Bayi	725	18	36	82	10	800
Anak prasekolah						
Anak sekolah	1.850	49	72	254	26	1.900
Dewasa						
Pria	2.727	62	91	375	38	2.500
Wanita	2.250	56	75	309	32	2.300
Wanita hamil	+300	+20	+10	+40	+4	+300
Wanita menyusui	+400	+20	+13	+55	+6	+650

Sumber: (AKG) Departemen Kesehatan (2013) dalam Harjadi (2019)

Jumlah kebutuhan pangan di dunia bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Solusi terbaik untuk masalah gizi dunia adalah dengan melibatkan dua aspek yaitu pengaturan populasi dan peningkatan suplai makanan. Dalam meningkatkan produksi pangan dunia dapat melalui beberapa hal diantaranya mengembangkan lahan produktif, menciptakan pangan baru, dan perbaikan teknik pertanian berdasarkan potensi daerah masing-masing (Harjadi, 2019).

Populasi penduduk dunia semakin meningkat sehingga kebutuhan pangan juga semakin meningkat menjadikan setiap negara harus mampu menjaga ketersediaan pangan yang dimilikinya, agar ancaman kelaparan dapat dihindarkan. Namun saat ini lahan pertanian yang seharusnya dapat dimaksimalkan untuk menjaga ketahanan pangan justru banyak dikonversi menjadi lahan pemukiman dan lahan industri, sehingga menjadi tantangan bahkan ancaman tersendiri bagi bangsa Indonesia untuk menjadi bangsa yang mandiri dalam bidang pangan (Prabowo, 2010). Selain itu, kualitas tanah sebagai faktor untuk menunjang hasil produksi tanaman yang lebih baik justru pada beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa lahan yang ada khususnya di Indonesia mengalami degradasi lahan sehingga menurunkan produktivitas pangan. Penurunan produktivitas pangan dapat mempengaruhi persoalan sosial, ekonomi, dan politik yang berkembang di masyarakat yang secara perlahan akan melahirkan ancaman terhadap *global security*. Di Indonesia sendiri, munculnya masalah pangan diiringi dengan harga kebutuhan pokok termasuk beras dan gula yang terus meningkat (Mudrieq, 2014).

Berdasarkan uraian sebelumnya, Mudrieq (2014) mengatakan bahwa krisis pangan dapat dicegah dengan melakukan beberapa hal berikut yaitu :

- a) Mengadakan kerjasama pihak-pihak terlibat yakni antara individu, masyarakat, petani, distributor, dan pemerintah.
- b) Menjadikan impor sebagai opsi terakhir bahkan sebaiknya meniadakan impor pangan dengan meningkatkan produksi dalam negeri.
- c) Mewujudkan cadangan pangan.

- d) Mewujudkan pendistribusian pangan yang efektif dan efisien sehingga harga pangan tidak melampaui harga normal dan masyarakat dapat menjangkau harga pangan khususnya beras.

3.3 Pengolahan Pangan

Herawati (2008) mengungkapkan bahwa pengolahan pangan dimaksudkan untuk memperpanjang umur simpan sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi sebelum produk pangan diperdagangkan. Adanya proses pengolahan dalam bahan pangan dapat mempengaruhi beberapa komponen zat gizi yang dikandung, misalnya perubahan kadar kandungan zat gizi, peningkatan daya cerna dan ketersediaan zat-zat gizi serta penurunan berbagai senyawa antinutrisi yang terkandung di dalamnya. Sebagai contoh, proses pemanasan pada kacang-kacangan (kedelai) mentah dapat meningkatkan daya cerna dan ketersediaan protein yang terkandung di dalamnya. Namun perlu diketahui bahwa zat gizi yang terkandung dalam bahan pangan juga dapat rusak akibat sebagian besar proses pengolahan yang kurang baik. Misalnya bahan pangan yang sensitif terhadap pH, oksigen, sinar dan panas atau kombinasi diantaranya. Pada proses pemanasan yang berlebihan, nilai sensoris dan nilai gizi produk pangan olahan dapat mengalami penurunan (Palupi dkk., 2007).

a. Pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi protein

Protein yang terkandung dalam suatu bahan pangan dapat mengalami penurunan apabila tidak terkelola dengan baik. Bahan pangan berprotein dapat diolah secara fisik, kimia atau biologis. Secara fisik dapat melalui penghancuran atau pemanasan, sedangkan pengolahan secara kimia dapat melalui pemberian larutan organik, pengoksidasi, alkali, asam atau belerang dioksida. Sementara pengolahan bahan berprotein secara biologis dapat dilakukan melalui proses fermentasi. Namun kebanyakan pengolahan pada bahan yang banyak mengandung protein dilakukan dengan cara pemanasan seperti sterilisasi, dan pengeringan. Protein sebagai senyawa reaktif yang tersusun dari beberapa asam amino yang mempunyai gugus reaktif yang dapat berikatan dengan komponen lain seperti gula pereduksi,

polifenol, lemak dan produk oksidasinya serta bahan tambahan kimia lainnya seperti belerang dioksida atau hidrogen peroksida (Palupi dkk., 2007).

b. Pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi karbohidrat

Karbohidrat yang terkandung pada suatu bahan pangan dibedakan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna berdasarkan nilai gizinya. Karbohidrat yang dapat dicerna yaitu monosakarida (glukosa, fruktosa, dan galaktosa), disakarida (sukrosa, maltosa, laktosa) dan pati. Sementara karbohidrat yang tidak dapat dicerna seperti oligosakarida (stakiosa, rafinosa dan verbaskosa) serta serat pangan (*dietary fiber*) yang terdiri dari selulosa, pektin, hemiselulosa, gum dan lignin. Proses pemanggangan yang kurang tepat dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat di dalam bahan pangan tersebut. Hal tersebut berkaitan dengan adanya proses hidrolisis. Granula pati yang berubah dalam proses gelatinisasi akibat pemanggangan dapat meningkatkan nilai cernanya. Namun sebaliknya, peranan karbohidrat sederhana dan kompleks dalam reaksi *Maillard* dapat mengurangi karbohidrat yang tersedia pada produk olahan hasil pemanggangan (Palupi dkk., 2007).

c. Pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi lemak

Nilai gizi lemak yang terkandung dalam suatu bahan pangan dapat mengalami kerusakan apabila melalui proses pengolahan yang kurang tepat. Kerusakan ini dipengaruhi salah satunya oleh suhu serta lamanya waktu yang digunakan sewaktu proses pengolahan. Bahan pangan yang dimasak melalui pemanggangan yang ekstrim, kandungan asam linoleat dan asam lemak lainnya akan berubah menjadi hidroperoksida yang tidak stabil oleh adanya aktivitas enzim lipoksigenase. Perubahan tersebut akan berpengaruh pada nilai gizi lemak dan vitamin (oksidasi vitamin larut-lemak) produk. (Palupi dkk., 2007).

BAB 4.

ASAL USUL DAN KLASIFIKASI TANAMAN

4.1 Asal Usul Tanaman dan Pusat Produksi Tanaman

Domestikasi pada tumbuhan liar menghasilkan tanaman pertanian. Proses tersebut melibatkan tahap seleksi atau pemilihan tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat yang selanjutnya dilakukan pemindahan tumbuhan hasil seleksi menjadi tanaman yang dapat dibudidayakan atau dikenal dengan proses domestikasi. Salah satu tanaman modern (masa kini) hasil domestikasi adalah gandum (Harjadi, 2019).

Saat berburu, manusia primitif juga mengumpulkan biji dan buah dari berbagai jenis tumbuhan. Kemungkinan besar, suku yang bermigrasi dengan mengambil hasil produksi satu tanaman di padang rumput bulan Maret, kemudian yang lain di kaki bukit pada bulan April atau Mei. Suatu daerah dengan kelompok fenotipik yang beragam akan menghasilkan spesies keturunan untuk seleksi dan pengujian kualitas adaptasi dan pelestarian di lingkungan baru. Namun saat ini, eksistensi tanaman tersebut sudah berkurang sebab biji tumbuhan liar mudah rontok dan kulitnya membuat biji sulit pecah. Para petani saat itu mengatasi kesulitan tersebut dengan memilih biji dengan sekam yang liat saat dipanen, menyangrai dan menumbuk biji yang sudah dikupas (Harjadi, 2019).

Berikut ini adalah sifat-sifat umum yang dimiliki oleh tumbuhan liar.

- 1) Biji-biji yang ukurannya relatif kecil banyak dihasilkan.
- 2) Biji rontok dari malainya atau buah merekah sehingga biji menyebar ketika masak.
- 3) Cara penyebaran secara generatif melalui biji yang efektif misalnya biji yang mengalami dormansi.
- 4) Sebagian dapat memperbanyak diri melalui bagian tanaman atau secara vegetative melalui umbi, rimpang (*rhizome*), tunas jalar (*runner*), anakan, dan sebagainya.

Budaya dan peradaban manusia yang telah berkembang memungkinkan terjadinya imigrasi dan pertukaran lintas budaya, serta menghasilkan produk pertanian yang melimpah. Proses mengenalkan suatu spesies tanaman pertanian ke dalam habitat baru disebut introduksi (Tabel 4).

Tabel 4. Pusat Produksi Dunia dan Pusat Asal Usul Tanaman Pertanian Penting

Tanaman	Pusat Produksi	Pusat Asal Usul
Kakao	Afrika	Brasilia
Gandum	Amerika Utara - Tengah	Asia Tengah
Jagung	AS Barat – AS Tengah	Amerika Tropika
Kentang	Eropa Timur	Peru
Pinus Monterey	Australia	California
Kopi	Basilia	Abisinia
Nanas	Hawaii	Brasilia

Sumber : Harjadi (1976) dalam Widodo (2014)

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin meningkatkan laju kemajuan dalam pemuliaan tanaman melalui perkembangan ilmu pemuliaan setelah penemuan Mendel tentang hukum hereditas pada pertengahan abad ke-19. Meski tergolong ilmu pengetahuan modern, pemuliaan tanaman tetap mengikuti prinsip seleksi walaupun ditambah adanya proses persilangan (hibridisasi) (Widodo, 2014). Memasukkan gen dengan sifat yang diinginkan dari kerabat jauh di alam liar ke dalam kromosom

tanaman pertanian merupakan prinsip dasar pemuliaan tanaman. Meskipun rumit, bentuk pemuliaan selektif ini merupakan alternatif untuk memanipulasi sifat genetik tanaman pertanian (Zulkarnain, 2004).

Sebelum abad ke-19, pemuliaan tanaman hanya didasarkan pada seleksi alam. Untuk mendapatkan tanaman dengan sifat yang diinginkan dilakukan persilangan buatan dimulai pada akhir abad ke-19. Setelah penemuan Mendel pada awal 1900-an, sebagian besar programnya memakan waktu hingga 12 siklus persilangan. Ini adalah proses seleksi yang memakan waktu bertahun-tahun sebelum galur dan hibrida baru dilepaskan. Pada tahun 1960-an, dengan diperkenalkannya beberapa tanaman unggul yang menjadi dasar dari “revolusi hijau”, pemulia tanaman mulai melihat potensi luar biasa untuk hibridisasi. Hal tersebut telah memberikan kontribusi besar untuk mengatasi permasalahan kekurangan pangan di seluruh dunia (Zulkarnain, 2004).

Saat ini, pemuliaan dengan "mutasi buatan" menggunakan sinar gamma dan perkawinan sel somatik juga sedang dilakukan. Pada awal abad ke-21, proses pemuliaan tanaman mulai didorong oleh keterlibatan langsung manipulasi genetik dalam pewarisan sifat tanaman. Artinya, untuk "memanipulasi" DNA untuk menghasilkan tanaman transgenik. Meski masih kontroversial, rekayasa genetika langsung tanaman ini sudah dipraktikkan di beberapa negara maju (Widodo, 2014).

4.2 Klasifikasi Tanaman Secara Biologi dan Pertanian

Penggolongan tumbuhan dalam suatu tingkatan kesatuan yang tiap unit pengelompokannya diistilahkan dengan istilah takson merupakan pengertian dari klasifikasi. Pemahaman mengenai sifat, ciri, nama-nama tumbuhan yang kemudian diurutkan dalam suatu sistem yang disebut dengan botani sistematika (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001). Harjadi (2019) mengungkapkan bahwa klasifikasi sangat dibutuhkan oleh ahli agronomi sebab berbagai tanaman yang berbeda spek kultur teknisnya seringkali memiliki sifat-sifat yang sama dalam menunjukkan respon terserang penyakit atau hama tertentu apabila berasal dari satu famili.

Sistem klasifikasi dikembangkan oleh Theophrastus (370-285 SM). Sistem tersebut merupakan sistem paling awal dan masih sangat sederhana karena dibuat berdasarkan perawakan tumbuhan. Kemudian dikembangkan klasifikasi berdasarkan hubungan kekerabatan dan filogeni oleh Linnaeus yang selanjutnya dikenal dengan sistem klasifikasi buatan (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

a. Klasifikasi Berdasarkan Perawakan

Sistem klasifikasi buatan yang dibuat oleh Theophrastus menjadi satu-satunya sistem yang dipakai hingga pertengahan abad ke-18. Tumbuhan hanya digolongkan berdasarkan perawakannya. Tumbuhan tersebut dilihat apakah termasuk seperti pohon, semak, herba, atukah tumbuhan pemanjat. Selain dari perawakannya, tumbuhan digolongkan berdasarkan daur hidupnya. Daur hidup tumbuhan apakah hanya semusim (*annual*), dua musim (*biannual*) atau tahunan (*perennial*). Theophrastus juga menemukan perbedaan antara bunga majemuk tak terbatas (*indeterminate*) dan terbatas (*determinate*), serta posisi ovarium yang berbeda-beda (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

b. Klasifikasi Buatan dan Klasifikasi Numerik

Sistem klasifikasi buatan yang muncul atas pemikiran Carolus Linnaeus (1707-1778) menggantikan sistem klasifikasi berdasarkan perawakan yang telah ada sebelumnya. Pada sistem ini, Linnaeus fokus terhadap bagian-bagian bunga seperti jumlah benang sari dan hubungan antar benang sari. Pengelompokan berdasarkan alat reproduksi seksual tumbuhan membentuk sistem ini menjadi kaku dan tidak alamiah karena mengabaikan ciri morfologi. Akan tetapi kegunaannya sangat berjasa dalam identifikasi atau determinasi tumbuhan. Sistem Linnaeus yang didasarkan atas alat reproduksi ini disebut sistem "seksual", karena cara pengklasifikasiannya didasarkan pada jumlah alat kelamin maka dikenal pula sebagai sistem numerik (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

Linnaeus memberikan nama spesies tumbuhan secara konsekuen memakai tatanama binomial yang sebelumnya telah dirintis oleh Caspar Bauhin melalui bukunya yang berjudul *Spesies Plantarum* (1753). Pada tahun tersebut ditetapkan sebagai tahun titik tolak berlakunya tatanama tumbuhan terutama tumbuhan berpembuluh. Linnaeus memberikan referensi yang sangat berharga dalam sistem pembuatan identifikasi tumbuhan berdasarkan ciri seksualnya. Mereka menduga bahwa jenis (spesies) adalah dasar landasan taksonomi. Beberapa tumbuhan memiliki hubungan sangat dekat namun klasifikasinya tidak mencerminkan hubungan kekerabatan dan tidak sesuai dengan kehendak alam sehingga dikenal istilah sistem buatan (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

Sistem klasifikasi buatan hanya didasarkan pada satu atau dua ciri morfologi yang mudah dilihat saja namun sistem tersebut sudah tidak terpakai lagi, sebab sudah tidak dapat mengimbangi kemajuan dan perkembangan ilmu botani modern (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

c. Klasifikasi Berdasarkan Kekerabatan

Munculnya beragam persamaan bentuk yang menjadi landas hubungan kekerabatan pada sistem klasifikasi ini telah menjadi babak baru dalam sejarah taksonomi tumbuhan. De Jussieu membuat suatu bentuk kekerabatan pada suku *Ranunculaceae* yang merupakan suatu awal era sistem alam. Tumbuhan diklasifikasikan menjadi: *acotyledoneae*, *monocotyledoneae* dan *dicotyledoneae*, yang selanjutnya dikelompokkan menjadi 5 berdasarkan ciri korola, yaitu *apetalae*, *petalae*, *monopetalae*, *polypetalae* dan *diclinae*. Usulan klasifikasi baru ini terbit dalam bukunya *Genera Plantarum* (1789). Tumbuhan berbunga dikelompokkan menjadi 15 kelas dan dibagi lagi menjadi 100 ordo (*Ordines naturale*), di mana masing-masing dibedakan, diberi nama dan dipertelakan. Hal ini diperlakukan hampir untuk semua kelas kecuali yang pertama dan terakhir adalah *Angiospermae* (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

Sistem klasifikasi alam ini sifatnya banyak sekali sebab pernyataan kekerabatan yang dimiliki kesatuannya beragam dan lebih memperlihatkan kondisi yang sesungguhnya di alam (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

d. Klasifikasi Filogenetik

Urutan klasifikasi yang menunjukkan urutan filogeninya digunakan pada penggolongan tumbuhan sistem ini. Sistem filogeentik menduga bahwa arah pertama dalam evolusi pada dunia tumbuhan maupun hewan dimulai dari organisme yang dianggap primitif (sederhana) menuju bentuk yang lebih kompleks (maju). Urutan tersebut banyak sekali dibuktikan baik oleh tumbuhan hidup maupun fosil (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

Dikenal dua aliran besar pada sistem klasifikasi filogeni yaitu aliran Engler dan aliran Ranales. Sistem Engler banyak digunakan karena berhasil menemukan cara untuk mengidentifikasi semua marga tumbuhan mulai dari alga hingga tumbuhan berbiji yang paling maju melalui 20 jilid buku yang diterbitkannya bersama Prantl yaitu "*Die naturlichen pflanzenfamilie*" (1887-1899). Engler berpendapat bahwa tumbuhan monokotil lebih primitif dibandingkan dengan dikotil, dan tumbuhan dikotil yang tidak memiliki perhiasan bunga (Amentiferae) dianggap lebih primitif dibandingkan dengan yang memiliki mahkota bunga. Selain itu, Engler juga berpendapat bahwa anggrek dianggap lebih berkembang dibanding rumput. Sementara Ranales mengungkapkan bahwa bagian-bagian pada bunga primitif lebih banyak dan lengkap. Keturunannya masih bersifat primitif misalnya suku Magnoliaceae, Annonaceae, Nymphaeaceae dan lain-lain yang termasuk golongan Ranales (Tjitrosoedirdjo dan Chikmawati, 2001).

BAB 5.

STRUKTUR DAN FUNGSI TANAMAN

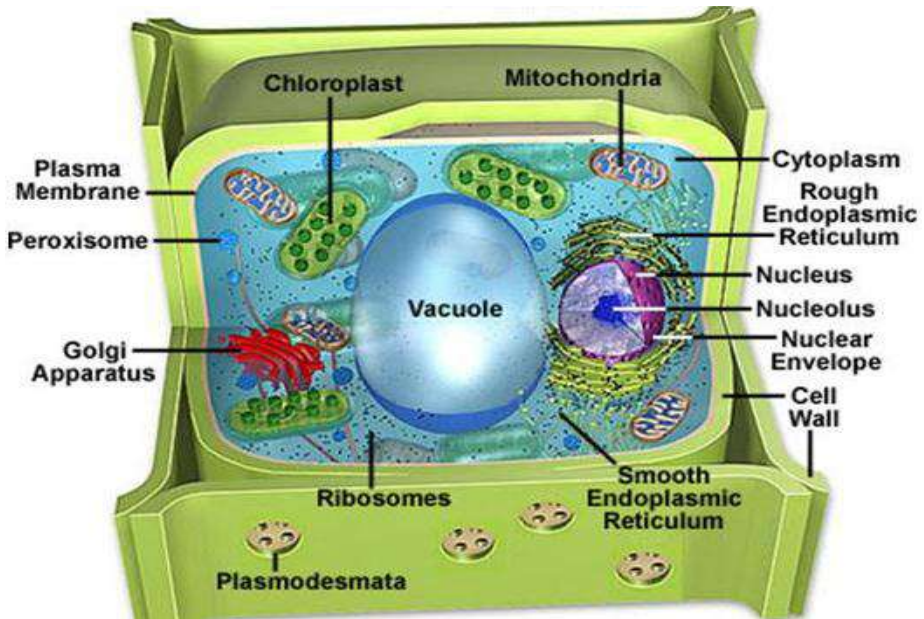
5.1 Sel dan Komponennya

a. Sitoplasma

Sebagian besar aktivitas sel seperti sintesis, metabolisme, dan gerakan berlangsung di dalam sitoplasma. Sitoplasma pada sel tumbuhan sitoplasma menjadi ektoplasma dan endoplasma. Ektoplasma berbatasan dengan selaput plasma, sementara endoplasma berada di bagian dalam. Sitoplasma dikelilingi oleh membran plasma yang sifatnya *semipermeable*. Membran plasma tidak hanya sebagai pembatas sel namun juga memiliki perbatasan struktur (Harjadi, 2019).

b. Inti Sel (*Nucleus*)

Inti sel merupakan pusat pengendalian karena mengandung kromosom. Kromosom mengandung DNA (deoxyribonucleid acid). Informasi yang terkandung dalam DNA mempengaruhi komponen yang berada di dalam sel melalui pengaturannya pada sintesis protein. Namun, sintesis tidak berlangsung pada inti sel melainkan pada partikel kecil dalam sitoplasma yang disebut ribosom (Harjadi, 2019).



Gambar 4. Sel dan Komponennya

Sumber: <https://forestryinformation.wordpress.com/2013/01/18/s-struktur-seltumbuhan-dan-fungsinya/>

c. Plastid

Plastid terkandung dalam sitoplasma. Organel ini menjadi pembeda antara sel tumbuhan dan sel hewan sebab plastid hanya terdapat pada sel tumbuhan. Plastid adalah tubuh berbentuk cakram. Berdasarkan pigmen yang dikandungnya, plastid terdiri dari leukoplas (tidak berwarna) dan kromoplas (berwarna), sedangkan kloroplas merupakan plastid yang mengandung pigmen berwarna hijau fotosintesis atau klorofil (Harjadi, 2019).

d. Dinding Sel

Tiga komponen dasar dinding sel tanaman diantaranya selulosa, lignin dan persenyawaan pektik. Selulosa dan sejumlah persenyawaan (polisakarida) yang berdekatan membentuk lapisan tengah dinding sel. Lignin tersusun dari berbagai campuran senyawa sejenis yang merupaka polimer asam fenolik.

Persenyawaan pektik adalah polimer dari asam galakturonik yang dapat larut dalam air membentuk sol dan gel (Harjadi, 2019).

e. Mitokondria

ATP yang menyediakan energi untuk seluruh aktivitas sel akan dibentuk dari proses respirasi oleh mitokondria. Oleh karena itu, sel yang memiliki banyak mitokondria akan menghasilkan banyak energi (Meiliani, 2019).

f. Vakuola

Bahan-bahan hasil sintesis ataupun sisa dari proses metabolisme akan disimpan oleh vakuola. Bahan-bahan tersebut misalnya asam amino, garam mineral, asam amino, alkaloid, dan antosianin yang menentukan warna bunga (Meiliani, 2019).

5.2 Jaringan dan Sistem Jaringan

a. Jaringan Meristem

Secara aktif, sel-sel pada jaringan meristem membelah namun tidak berdiferensiasi. Meristem terletak di berbagai bagian tanaman seperti di ujung pucuk dan akar atau disebut meristem apical yang disebut juga titik tumbuh. Pada batang berkayu adanya penambahan lingkaran merupakan hasil pertumbuhan dari meristem samping yang secara kelompok disebut kambium. Jaringan yang berdiferensiasi dari meristem ujung disebut dengan jaringan primer, sedangkan jaringan yang berdiferensiasi terutama terbentuk dari kambium disebut jaringan sekunder. Pada rumput, daerah meristem menjadi terisolasi dekat buku dan disebut dengan meristem sisipan sehingga apabila rumput tersebut terpotong atau termakan ternak maka daerah pertumbuhannya tidak terganggu (Harjadi, 2019).

b. Jaringan Permanen

Sel pada jaringan ini tidak membelah namun berdiferensiasi menjadi:

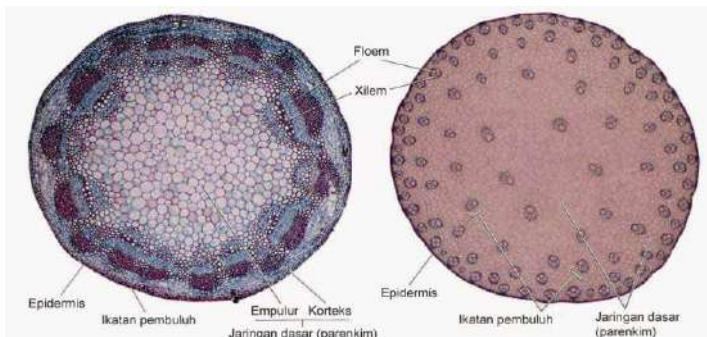
1. Jaringan sederhana, yang tersusun dari satu tipe sel:
 - ❖ Parenkhima, berdinding tipis, berdiferensiasi, membentuk Sebagian besar jaringan tanaman (buah, umbi dan modifikasi akar),
 - ❖ Kolenkhima, sel-sel memanjang, berdinding tebal, jaringan penyokong pada awal pertumbuhan.
 - ❖ Sklerenkhima, unsur-unsurnya sangat terspesialisasi, berdinding tebal

2. Jaringan kompleks, tersusun lebih dari satu tipe sel:
 - ❖ Xylem, jaringan pengangkut yang mengangkut air dan zat lainnya
 - ❖ Floem, jaringan pengangkut yang mengangkut zat hasil fotosintesis

5.3 Daerah Anatomi

a. Sistem Pembuluh

Sistem pembuluh terdiri atas *xylem* dan *floem*. Secara struktur keduanya berbeda. Bentuk-bentuk sistem pembuluh dari monokotil dan dikotil dapat dilihat pada gambar dibawah ini, begitu pula kesinambungan terlihat berbeda pada irisan melintang. Berikut ini adalah gambar sistem pembuluh sinambung dari batang dikotil (kanan) dan sistem pembuluh tidak sinambung dari batang monokotil (kiri)



Gambar 5. Gambar sistem pembuluh tanaman

Sumber: <https://www.edubio.info/2015/02/perbedaan-batang-dikotil-dan-monokotil.html>

Bagian sistem pembuluh yang berasal dari meristem ujung disebut dengan sistem pembuluh primer, sedangkan bagian sistem pembuluh yang berasal dari kambium disebut sistem pembuluh sekunder. Pada tanaman *gymnospermae*, dan dikotil, sistem pembuluh sekunder berasal dari kambium. Kambium mengarah ke dalam membentuk xylem sekunder, sedangkan apabila kambium mengarah ke luar maka akan membentuk floem sekunder. Pada tanaman monokotil, tidak terjadi pertumbuhan sekunder tetapi tanaman tersebut tetap dapat menghasilkan batang yang sangat besar karena adanya suatu meristem khusus (Harjadi, 2019).

b. Korteks

Korteks adalah daerah antara sistem pembuluh dan epidermis yang terdiri dari jaringan primer. Pada kayu tua, korteks berubah menjadi gabus yang terbentuk bila jaringan dewasa menjadi bersifat meristematik dan membentuk sel-sel dengan dinding yang berisi bahan-bahan berlilin yang disebut suberin. Lentisel terbentuk di bagian periderm. Pada buah, lentisel kadang-kadang menjadi pintu masuk mikroorganisme dan menjadi tempat kehilangan air (Harjadi, 2019).

c. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan sel sinambung yang membungkus tanaman. Jaringan epidermis bertugas melindungi bagian dalam dari kerusakan mekanik. Sel-sel epidermis yang berada di ujung akar akan membentuk rambut akar yang berguna untuk absorbs air. Rambut tersebut juga banyak dijumpai pada sel-sel epidermis pada pucuk (Harjadi, 2019).

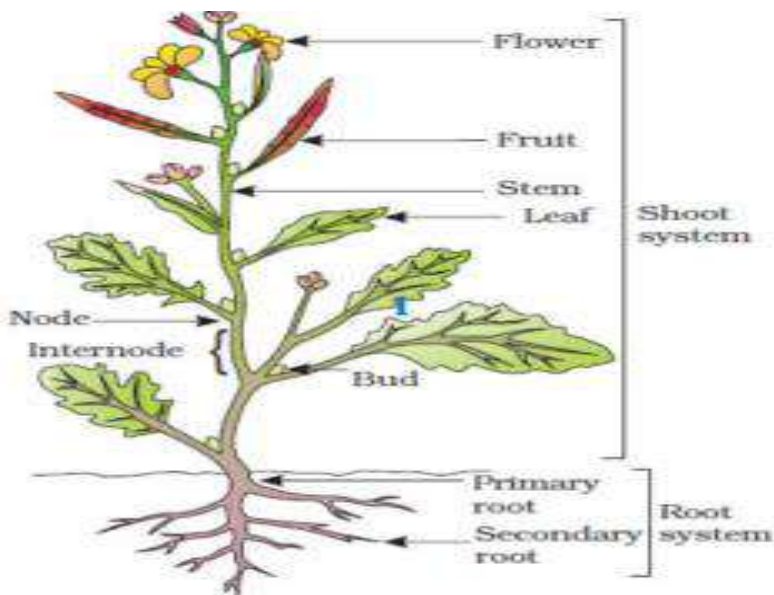
d. Kelenjar Sekresi

Banyak struktur morfologi yang mengeluarkan produk metabolis yang kompleks dalam bentuk cair. Zat-zat tersebut mempunyai nilai ekonomis seperti resin, karet, gom dan damar. Terdapat struktur sekresi yang kompleks yaitu kelenjar yang terbentuk dari jaringan epidermis dan subepidermis pada

berbagai bagian tubuh tanaman; harumnya bunga-bunga ditimbulkan oleh kelenjar-kelenjar yang mengeluarkan minyak esensial seperti jeruk dan sereh (Harjadi, 2019).

5.4 Struktur Morfologi

Istilah morfologi tumbuhan merupakan cabang ilmu yang mempelajari bentuk fisik dan struktur bagian luar tumbuhan. Morfologi secara garis besar memiliki perbedaan dengan anatomi tumbuhan. Perbedaan tersebut terletak pada internal dan eksternal dimana anatomi berfokus pada struktur bagian dalam, sedangkan morfologi fokus mempelajari bagian luarnya saja. Sifat-sifat morfologi terdiri dari bagian vegetatif dan generatif. Pada bagian vegetatif diantaranya daun, batang, tunas, sedangkan bagian generatif/reproduktif yaitu bunga, buah dan biji. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, morfologi berperan penting dalam menggambarkan tumbuhan terkait ciri atau sifat yang dimiliki oleh spesies tertentu sehingga melalui bentuk dan struktur tumbuhan mudah untuk dikenali dan diidentifikasi (Liunokas dan Bilik, 2021).

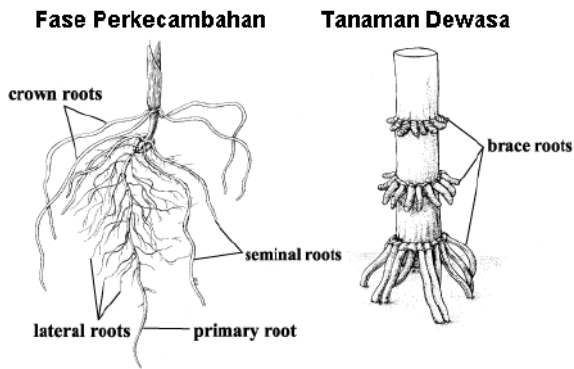


Gambar 6. Bagian-bagian Pokok Tanaman

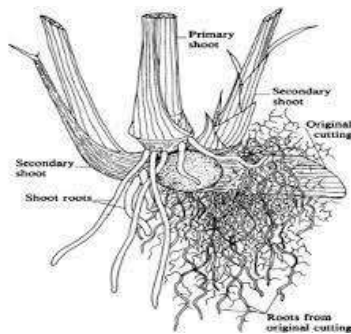
Sumber: <https://thefactfactor.com/morphology-of-plants/>

a. **Akar**

Akar tumbuh berasal dari radikula yang bergerak menembus tanah kemudian berkembang menjadi akar utama. Akar utama tersebut disebut dengan akar tunggang (*tap roots*). Namun apabila radikula tidak berkembang, tetapi muncul banyak akar yang berukuran relatif sama pada pangkal batang maka radikula tersebut tumbuh menjadi akar serabut (*adventitious roots*). Selain berfungsi untuk memperkokoh berdirinya batang, akar akan terus berkembang membentuk percabangan sehingga berperan dalam memperluas penyerapan unsur hara (Silalahi, 2015).



Sistem Perakaran Jagung



Sistem Perakaran Tebu

Gambar 7. Sistem perakaran pada beberapa tanaman

Sumber : <https://jagunbisi.com/morfologi-tanaman-jagung/52/>
<https://eprints.umm.ac.id/38225/3/BAB%20II.pdf>

b. Batang

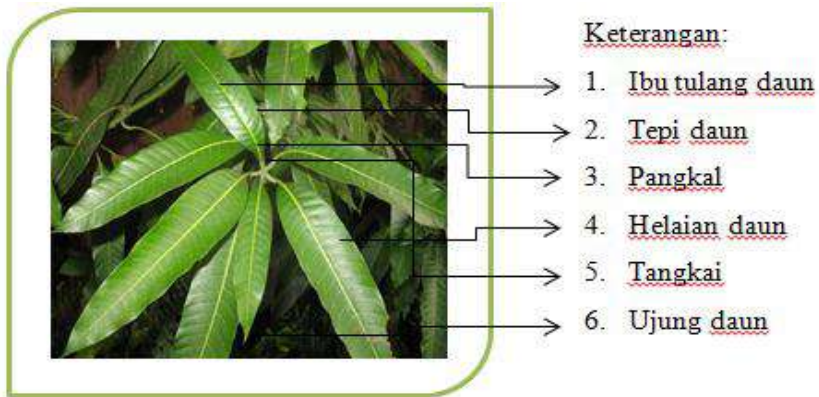
Batang merupakan organ tanaman yang umumnya berbentuk silinder atau segi, beruas-ruas, dan berwarna hijau ketika masih muda. Ruas ruas tersebut dibatasi oleh buku-buku yang dimana pada buku-buku tersebut terdapat daun. Batang berperan penting dalam menunjang bagian tanaman lain untuk tumbuh, dan berfungsi sebagai alat transportasi air dan unsur hara serta hasil asimilasi. Melalui percabangan, batang dapat memperluas bidang asimilasi. Terkadang, batang dapat dijadikan sebagai alat perkembangbiakan (Silalahi, 2015).

Batang terdiri dari beberapa jenis diantaranya berkayu (*lignosus*), batang basah (*herbaceus*), rumput (*calmus*) dan mendong (*calamus*). Batang basah yang lunak dan berair dapat dilihat pada bayam-bayaman dan krokot. Sementara batang berkayu yang banyak dijumpai contohnya adalah batang manga. Apabila batang tidak keras, berongga, dan ruas-ruasnya nyata, dan umumnya berongga maka batang tersebut termasuk batang rumput contohnya batang padi. Kemudian, batang mendong adalah seperti batang rumput namun mempunyai ruas yang lebih panjang, contohnya tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa*) (Sagala dkk., 2021).

c. Daun

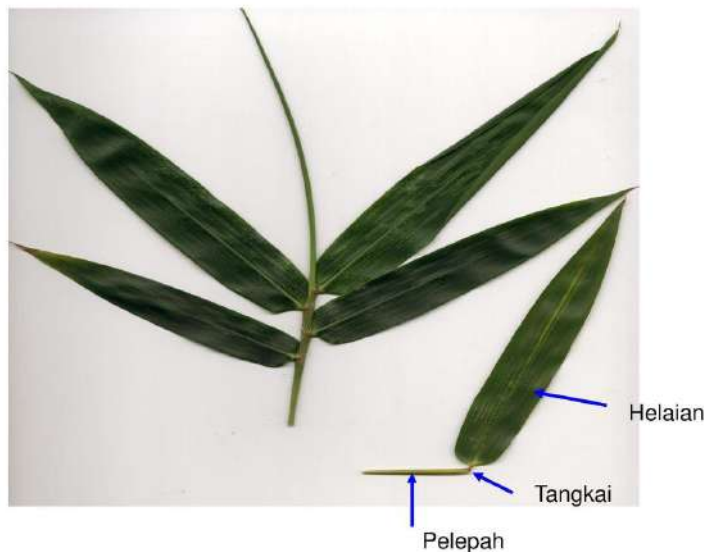
Letak daun berada pada tajuk tanaman tepatnya menempel pada batang. Daun umumnya banyak ditemui berwarna hijau sebab adanya klorofil serta bentuknya lebar dan pipih. Namun terdapat juga daun yang menyerupai jarum-jarum contohnya pada tanaman pinus serta daun yang telah termodifikasi menjadi duri contohnya pada kaktus. Morfologi daun tersusun atas bentuk daun yang beragam, tulang daun, susunan daun, tepi daun, pangkal daun dan lainnya. Daun memiliki bentuk yang banyak sekali contohnya bentuk garis (*linear*), bulat telur (*ovate*), bentuk ginjal (*reniform*), lanset (*lanceolate*) dan anak panah (*sagitate*). Begitu pula pada tepi daun yang bervariasi misalnya tepi daun bergerigi (*serrate*), rata (*entire*), beringgit (*crenate*),

bergigi (*dentate*), dan berlekuk (*lobed*). Sementara tulang daun ada yang berupa tipe sejajar, menyirip (*pinnate*), dan menjari (*palmate*) (Sagala dkk., 2021).



Gambar 8. Daun Tidak Lengkap

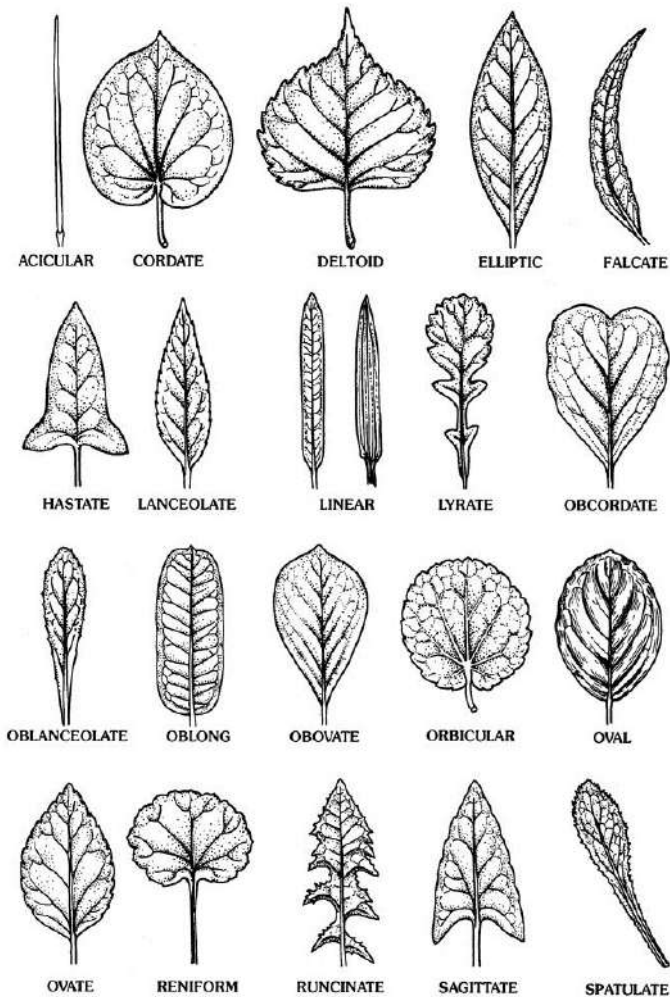
Sumber: <https://victoriamelani.blogspot.com/2020/06/35-ide-gambar-daun-mangga-dan-bagiannya.html>



Gambar 9. Daun Lengkap

Sumber: <https://slideplayer.info/slide/12065534/>

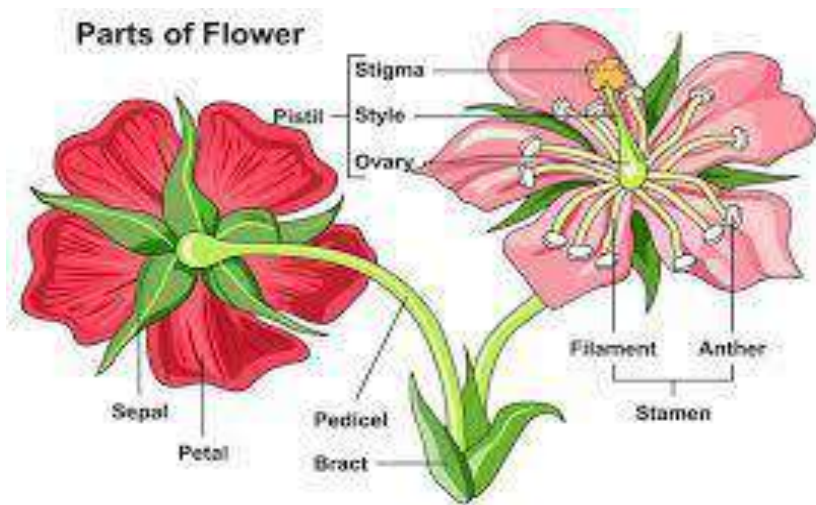
Daun dikelompokkan menjadi daun lengkap dan tidak lengkap berdasarkan kelengkapan bagiannya. Daun lengkap tersusun atas upih daun atau pelepah daun (*vagina*), tangkai daun (*petiolus*) dan helaian daun (*lamina*). Apabila daun tidak memiliki salah satu atau lebih dari ketiga bagian tersebut maka daun tersebut termasuk daun tidak lengkap. Daun tidak lengkap dapat dilihat pada struktur daun mangga dan daun nangka, sedangkan daun lengkap dapat dilihat pada daun bambu (Sagala dkk., 2021).



Gambar 10. Struktur Morfologi Daun
 Sumber: <https://www.planterandforester.com/>

d. Bunga

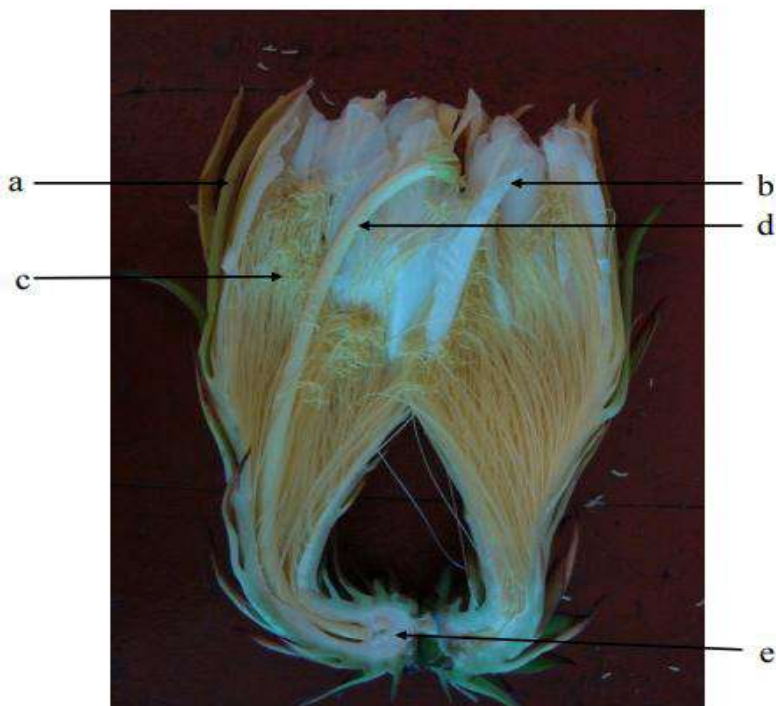
Tiga tahapan yang dilalui oleh tanaman secara umum pada saat proses pertumbuhan dan perkembangan adalah fase embrio, fase vegetatif dan fase generatif. Pada setiap fase tersebut diatur oleh sekelompok gen secara poligenik. Transisi dari fase vegetatif ke fase generatif diatur oleh faktor lingkungan dan fotoperiodesitas yang mengaktifkan gen *Flowering Locus T* (FT). Aktifnya gen FT dapat mengubah meristem tunas menjadi meristem bunga sehingga terjadi inisiasi pembungaan (Utami, 2016).



Gambar 11. Struktur Bunga

Sumber : <https://onlinelearning.uhamka.ac.id/>

Bunga yang tersusun atas dua organ reproduksi (putik dan benang sari) dalam satu bunga yang sama maka bunga tersebut disebut bunga sempurna (Gambar 11).



a. Kelopak b. Mahkota; c. Benang sari; d. Putik; e. Bakal buah
 Gambar 12. Penampang bujur bunga buah naga daging super merah (*Hylocereus costaricensis*)

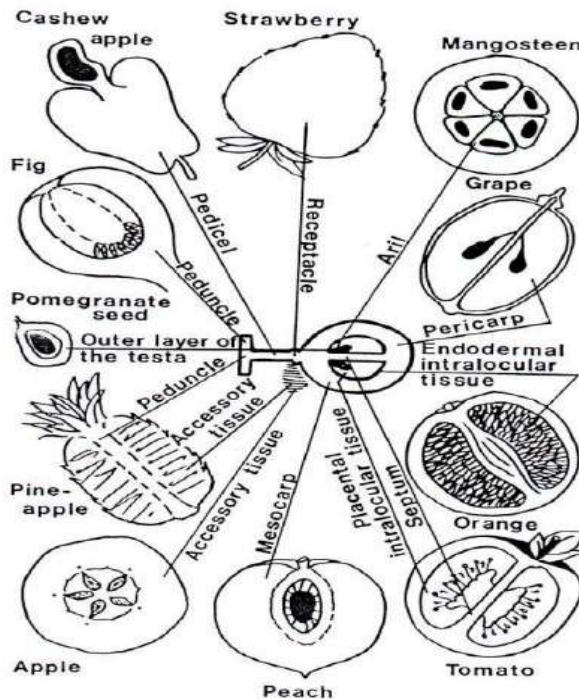
Sumber : Sari, 2017

Berdasarkan jumlah kuntum bunga, bunga dapat dikelompokkan menjadi bunga tunggal dan bunga majemuk. Jika hanya terdapat satu kuntum bunga pada satu tangkai maka bunga tersebut dikategorikan sebagai bunga tunggal, sedangkan lebih dari satu kuntum bunga pada satu tangkai maka bunga tersebut merupakan bunga majemuk (Sumarsono dan Samiyarsih, 2013).

e. Buah

Kelanjutan dari proses penyerbukan akan menghasilkan buah. Saat buah terbentuk, terdapat beberapa bagian bunga selain bakal buah yang juga ikut tumbuh dan merupakan suatu bagian dari buah. Namun, bagian-bagian tersebut bagian akan

menjadi layu dan kemudian gugur setelah pembuahan. Berdasarkan asal pembentukan tersebut, buah dikelompokkan menjadi buah sejati dan buah semu (Sumarsono dan Samiyarsih, 2013). Apabila buah terbentuk dari bakal buah atau ovarium dan merupakan bagian utama, sedangkan bagian yang masih tertinggal bukan merupakan bagian utama maka buah tersebut disebut dengan buah sejati (*fructus nudus*). Namun apabila buah tersebut berkembang dari selain ovarium misalnya bakal biji dan bagian-bagian selain bunga seperti tangkai bunga maka buah tersebut termasuk sebagai buah semu (*fructus clausus*) (Sumarsono dan Samiyarsih, 2013). Dijelaskan lebih lanjut oleh (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017), contoh buah semu dapat dilihat pada buah nangka, jambu mede, arbe, dan nangka, sedangkan buah sejati misalnya mangga, apel dan pepaya. Dibawah ini terdapat gambar yang menunjukkan jaringan pembentuk buah.



Gambar 13. Jaringan tanaman pembentuk beberapa macam buah
 Sumber : (Widjatha dan Wisaniyasa, 2017)

BAB 6.

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TANAMAN

6.1 Dasar-Dasar Pertumbuhan

Apabila tanaman mengalami suatu proses yang ditandai dengan adanya penambahan ukuran atau bentuk volume maka tanaman tersebut sedang mengalami proses pertumbuhan. Sel yang ukurannya semakin meningkat akan mempengaruhi ukuran jaringan hingga organ pula sehingga berat atau bobot tanaman tersebut juga akan bertambah. Menurut Salisbury dan Ross (1995) dalam Syamsiah dan Marlina (2017) bobot tanaman dapat dipengaruhi oleh adanya peningkatan karbohidrat yang dihasilkan melalui fotosintesis karena aktivitas pembelahan sel yang juga meningkat sehingga jumlah sel yang dihasilkan lebih banyak termasuk di dalam jaringan pada daun. Parameter yang dapat diukur untuk mengetahui pertumbuhan tanaman dapat dilakukan pada saat fase vegetatif dengan cara mengukur tinggi tanaman dan menghitung jumlah daun, dan jumlah cabangnya (Fajrin dkk., 2015).

Harjadi (2019) menjelaskan ukuran dan bobot kering yang terus bertambah sebenarnya menunjukkan adanya protoplasma yang bertambah baik ukuran maupun jumlah selnya. Pertambahan protoplasma berlangsung melalui adanya peristiwa seperti pembentukan karbohidrat pada proses fotosintesis, pengisapan serta gerakan air dan unsur hara (absorpsi dan translokasi), serta penyusunan dan perombakan protein kompleks dan lemak (proses metabolisme).

6.2 Perkembangan Tanaman

Perkembangan didefinisikan sebagai proses berubahnya fase tanaman. Pada tanaman semusim biasanya perkembangan dimulai dari perkecambahan hingga matang fisiologis (Syakur, 2012). Proses perkembangan mencakup salah satu proses penting yaitu diferensiasi (sel atau bagian-bagian tumbuhan yang terspesialisasi memiliki fungsi khusus). Namun, perubahan sel sederhana menjadi organisme bersel banyak memiliki tahapan yang cukup kompleks (Arimbawa, 2016).

Pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman adalah hal yang saling berhubungan satu sama lain. Tanpa adanya pertumbuhan maka perkembangan tanaman tidak akan terjadi, begitupun sebaliknya (Syakur, 2012). Menurut Arimbawa (2016), salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan diantaranya adalah zat pengatur tumbuh (hormon). Hal ini karena zat pengatur tumbuh dibutuhkan sebagai komponen medium bagi pertumbuhan dan diferensiasi sel. Zat pengatur tumbuh yang merupakan molekul organik akan dihasilkan oleh satu bagian tumbuhan yang selanjutnya ditransformasikan ke bagian lain. Zat pengatur tumbuh dapat berasal dari tumbuhan itu sendiri atau dikenal dengan istilah hormon endogen dan dapat berasal dari luar tumbuhan atau hormon eksogen. Umumnya dikenal 5 golongan hormon diantaranya auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat, dan etilen.

Menurut Bahrun dkk. (2014) dalam Sagala dkk. (2021), pertumbuhan tanaman dan perkembangan tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh hormon tetapi juga hasil asimilasi dan substansi pertumbuhan lainnya. Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dibagi menjadi faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (genetik).

1. Faktor eksternal

a) Iklim

Faktor iklim berupa suhu, panjang hari, cahaya, angin, air, dan gas O₂, CO₂, N₂, SO₂, nitrogen oksida, F₁, Cl dan O₃. Gas-gas tersebut selain O₂ merupakan polutan atmosfer dan

dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat apabila dalam jumlah yang cukup tinggi.

b) Tanah

Mulai dari tekstur tanah, struktur tanah, kapasitas tukar kation (KTK), kandungan bahan organik dalam tanah, pH tanah, hingga kejenuhan basa dan unsur hara tersedia dalam tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

c) Biologis

Faktor biologis yang dapat mempengaruhi tanaman misalnya kehadiran gulma, serangga, patogen, dan mikro organisme tanah. Bakteri pemfiksasi N_2 dan bakteri denitrifikasi, serta mikoriza yang merupakan jamur yang dapat berasosiasi simbiotik dengan akar tanaman sehingga dapat mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman tersebut.

2. Faktor internal

a) Toleransi terhadap iklim, tanah dan biologis

b) Respirasi

c) Kerja enzim

d) Laju fotosintesis

e) Tipe dan letak meristem

f) Pembagian hasil asimilasi dan N

g) Klorofil, karoten dan kandungan pigmen lainnya

h) Kapasitas dalam menyimpan cadangan makanan

i) Gen (heterosis, epistasis)

j) Diferensiasi

6.3 Fase-Fase Pertumbuhan

Fase pertumbuhan terdiri dari dua fase yaitu fase vegetatif dan fase generatif.

a. Fase Vegetatif

Fase vegetatif dan penggunaan karbohidrat

1. Fase vegetatif terjadi pada saat akar, daun dan batang baru mulai berkembang. Tiga proses penting pada fase ini diantaranya adalah pembelahan sel, perpanjangan sel dan tahap pertama dari diferensiasi sel. Pada pembelahan sel

terjadi saat sel-sel baru mulai dibentuk yang selanjutnya sel tersebut akan mengalami perpanjangan. Proses ini membutuhkan banyak karbohidrat sebagai sumber energi. Selain itu, air, hormon, dan gula juga diperlukan pada tahap tersebut. Sementara pada proses diferensiasi sel atau pembentukan jaringan pada tahap pertama akan terjadi pada perkembangan jaringan-jaringan primer (Harjadi, 2019).

2. Terjadinya perpanjangan sel dan penebalan dinding dari sel-sel pelindung pada epidermis batang dan perkembangan pembuluh-pembuluh kayu baik di batang maupun di akar termasuk proses perkembangan tanaman. Sel-sel baru yang mengalami perpanjangan dan jaringan-jaringan yang mengalami penebalan sebenarnya sedang mengembangkan batang, daun dan sistem perakarannya sehingga membutuhkan karbohidrat dalam jumlah yang besar. Pada fase vegetatif dari suatu perkembangan ini menggunakan sebagian besar karbohidrat yang dibentuknya (Harjadi, 2019).

b. Fase Generatif

Fase generatif dan penumpukan karbohidrat

Terbentuknya primordia bunga atau kuncup bunga menandakan tanaman tersebut sedang mengalami masa transisi dari fase vegetatif menuju fase reproduktif. Kuncup bunga tersebut berkembang menjadi bunga yang nantinya siap mengadakan penyerbukan (Fitrianti dkk., 2018). Harjadi (2019) mengatakan bahwa pembentukan dan perkembangan kuncup-kuncup bunga, bunga, buah dan biji atau pembesaran dan pendewasaan struktur penyimpanan makanan seperti akar-akar dan modifikasi batang terjadi pada fase generatif. Batang berhenti memanjang dan titik tumbuh terlihat berubah menjadi kuncup yang akhirnya membentuk buah dan biji. Fase ini berkaitan dengan proses penting yaitu :

1. Pembentukan sel-sel
2. Pendewasaan jaringan-jaringan
3. Penebalan serabut-serabut

4. Pembentukan hormon-hormon yang perlu untuk perkembangan kuncup bunga atau primordia
5. Perkembangan kuncup bunga, bunga buah dan biji atau perkembangan alat-alat penyimpanan cadangan makanan lainnya.
6. Pembentukan koloid-koloid hidrofilik atau bahan yang dapat menahan air

Apabila pada fase vegetatif terjadi penggunaan karbohidrat untuk perkembangan akar, batang, dan daun namun pada fase generatif sebagian karbohidrat disisakan untuk perkembangan bunga, buah dan biji atau struktur penyimpanan makanan seperti akar-akar dan modifikasi batang. Karbohidrat dibentuk oleh tanaman melalui proses fotosintesis yang nantinya akan digunakan sebagai sumber energi sekaligus nutrisi bagi tanaman dan sebagian karbohidrat akan disimpan atau ditimbun sebagai cadangan makanan pada beberapa tumbuhan. Contohnya biji pada tanaman padi dan jagung, daging buah pada apel, umbi-umbian pada kentang dan ubi kayu serta batang tebu yang berisi pati dan gula dalam jumlah besar (Harjadi, 2019).

BAB 7.

FAKTOR LINGKUNGAN DALAM PERTUMBUHAN TANAMAN

7.1 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang paling utama dan berkaitan dengan pertumbuhan tanaman adalah:

- a) Tanah, berfungsi sebagai pendukung mekanik dan memberikan hara mineral serta kelembapan.
- b) Penyinaran, yang merupakan energi dalam bentuk panas dan cahaya
- c) Udara, berfungsi untuk sebagai penyedia karbon dioksida (CO_2) dan oksigen (O_2)

Faktor tanah dan energi penyinaran, jumlahnya sangat bervariasi di permukaan bumi. Hal ini karena setiap tempat di bumi, memiliki kontur dan tipe yang berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan faktor tersebut.

Komposisi udara juga jumlahnya sangat bervariasi. Walaupun presentase udara di atmosfer hampir sama dengan presentase udara di atas tanah, ternyata presentase udara di dalam tanah lebih bervariasi lagi.

Area tertentu pada daerah tropika yang beriklim sedang, seperti Indonesia, dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Dalam kondisi yang *favorable* ini, tanaman sangat cocok

untuk tumbuh dan berkembang dengan lingkungan dan tidak dapat dipisahkan.

Bab ini akan membahas faktor lingkungan dalam pertumbuhan tanaman yang terdiri dari (1) faktor tanah, (2) faktor suhu dan (3) faktor cahaya.

7.2 Faktor Tanah

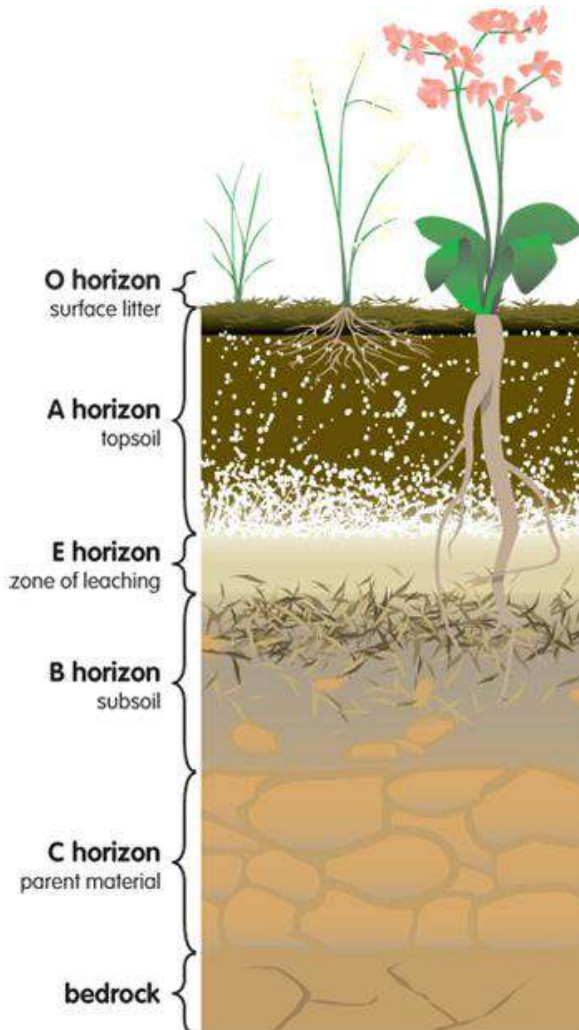
Tanah dapat didefinisikan sebagai bagian yang menjadi tempat akar tanaman dapat tumbuh, tanah merupakan salah satu komponen yang penting dari lingkungan serta dapat dimanipulasi untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang sesuai bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang dengan optimal. Apabila terdapat kekeliruan dalam pengelolaan tanah, tanaman akan tumbuh kurang optimal; jika ditangani secara tepat dan intensif dengan memperhatikan sifat fisik maupun biologinya, tanah akan menjadi tempat selalu menjadi tempat menopang tanaman sehingga akan terus menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan optimal dalam beberapa keturunan yang tak terhitung.

Tiga fungsi utama tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, diantaranya:

- a) Menyediakan unsur hara mineral dan sebagai media pertukaran atau tempat persediaan unsur hara
- b) Menyediakan air dan berfungsi sebagai *reservoir* tanaman (penampungan air)
- c) Tempat bertumpu tanaman, agar dapat tumbuh tegak sempurna

Tanah, bukan sekedar onggokan puing anorganik, namun merupakan sistem biologi yang berada dalam keadaan keseimbangan dinamik. Proses pembentukan tanah dimulai dari pemecahan bongkahan-bongkahan bumi dari batuan induk menjadi berkeping-keping hingga akhirnya menjadi halus. Proses pencucian dari bahan-bahan mineral membentuk zat yang baru. Namun, yang mengubah pecahan mineral menjadi suatu kompleks yang dikenal sebagai tanah adalah hasil kerja biologi dari tanaman ataupun zat renik.

Pembentukan tanah terjadi secara *kontinyu*. Jika kita melihat profil tanah atau potongan vertikal melalui tanah yang dangkal, keberadaan batu induk memiliki jumlah yang sedikit dan terletak di bawah permukaan tanah. Gradasi dari bantuan induk ke *top soil* itulah disebut horizon. Morfologi horizon tersebut yang dapat menjadi dasar klasifikasi tanah dan tipe-tipenya, sehingga struktur dan kesuburan tanah dapat diidentifikasi.



Gambar 14. Profil Tanah

Sumber : <https://images.app.goo.gl/YSf33pezvJbC5yY28>

Pada kebanyakan tanah hutan, terbentuk tiga horizon penting yaitu horizon A, horizon B, dan horizon C, sedangkan horizon D ditujukan untuk lapisan dibawahnya yang terdiri dari batuan induk.

Horizon A merupakan lapisan atas (*top soil*) yang masuk zona akumulasi humus dan mineral anorganik serta menjadi tempat aktivitas organisme tanah. Pada horizon A, terdapat akar tanaman, bakteri, jamur, dan hewan kecil seperti cacing. Pada horizon A ini terdapat horizon E yang menjadi zona pencucian (*eluviasi*) yang kekurangan zat terlarut, tidak adanya fraksi liat, besi, dan oksida aluminium. Horizon B merupakan zona pemupukan (*iluviasi*) yang jumlah mikroorganismenya sedikit. Pada horizon B, kandungan seperti liat, besi, dan oksida aluminium jumlahnya lebih tinggi, hal itu akan mengakibatkan tanah horizon B akan lebih lengket apabila basah dan lebih keras apabila kering. Horizon C merupakan lapisan yang terdiri dari batuan terlapuk seringnya merupakan batuan induk. Beberapa negara menganggap horizon C ini bukan bagian tanah yang sebenarnya.

7.3 Faktor Suhu

Suhu merupakan faktor yang mengendalikan semua proses-proses fisik dan kimiawi. Kemudian, proses tersebutlah yang berpengaruh terhadap reaksi biologi yang terjadi dalam tanaman. Sebagai contoh, akan mempengaruhi cepat-lambatnya laju difusi gas dan zat cair dalam tanaman. Apabila suhu turun, viskositas air akan naik. Begitu juga untuk gas-gas, energi kinetik karbondioksida, oksigen, dan zat lain akan dipengaruhi prosesnya sesuai dengan perubahan suhu.

Suhu sangat mempengaruhi kelarutan suatu zat. Kelarutan karbondioksida dalam air dingin akan dua kali lebih cepat dibanding dengan air panas. Sebaliknya, pada sebagian besar zat padat seperti gula, akan lebih mudah apabila dilarutkan dalam air panas dibandingkan air dingin. Sedangkan kecepatan keberlangsungan reaksi pada tumbuhan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang diperoleh, maka laju reaksi akan semakin cepat.

Beberapa tahap pertumbuhan memiliki hubungan kuantitatif dengan suhu, di antaranya respirasi, beberapa dari reaksi fotosintesis, serta berbagai gejala pendewasaan dan pematangan. Selain itu, proses-proses dalam tanaman seperti dormansi, pembungaan, pembentukan buah, sangatlah peka terhadap suhu. Suhu maksimum dan minimum yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman biasanya berkisar 5-35 °C. Hal itu bergantung pada jenis tanamannya, serta pada tahap fisiologi khusus proses pertumbuhan. Tanaman yang tumbuh pada suhu dibawah suhu konstan yang dibutuhkan, akan menyebabkan tanaman menghasilkan buah yang lebih lambat diandingkan tanaman yang mendapatkan suhu optimal pertumbuhan. Sebagian besar tanaman membutuhkan suhu malam dengan intensitas yang lebih rendah dibandingkan suhu siang, karena pada waktu tersebut, tanaman dapat berfotosintesis secara optimum.

7.4 Faktor Cahaya

Tanaman yang ditanam dalam lingkungan tanpa cahaya akan menjadi kuning dan memiliki batang yang sangat panjang dan kurus. Wujud morfologi tanaman yang kekurangan cahaya tersebut, disebut etiolasi, batang yang sangat panjang dan lurus dihubungkan dengan pengaruh cahayanya kepada distribusi dan sintesis auksin. Apabila tanaman dengan jenis yang sama ditanam di lingkungan dengan intensitas cahaya yang cukup, akan membentuk warna hijau yang berhubungan dengan pembentukan klorofil dan perangsangan fotosintesis, sehingga mendapatkan struktur yang normal.

Cahaya dan Fotosintesis

Laju fotosintesis berhubungan dengan ketersediaan bahan baku yang terdiri dari air, karbondioksida, dan energi dalam bentuk panas dan cahaya. Syarat-syarat sederhana ini sangat banyak didapat di daerah tropika dan sedang, baik di laut maupun di darat. Laju fotosintesis berbanding lurus dengan intensitas cahaya; akan semakin meningkat laju fotosintesisnya apabila intensitas cahaya semakin besar dan kontinyu.

Apabila intensitas cahaya rendah (ternaung/redup) laju fotosintesis akan sangat berkurang. Namun, tidak semua tanaman memiliki respons terhadap intensitas cahaya yang tinggi. Beberapa memerlukan hanya sepersepuluh dari cahaya matahari penuh. Perbedaan dalam kebutuhan cahaya inilah yang menyebabkan adanya klasifikasi ke dalam tanaman cahaya terbuka, dan tanaman naungan. Tanaman-tanaman yang tumbuh baik dalam cahaya penuh, dan bahkan sangat membutuhkannya untuk bertahan hidup, disebut heliofit (tanaman cahaya). Kebanyakan tanaman yang memerlukan cahaya penuh tidaklah efisien fotosintesisnya. Terkadang letak daun vertikal tidak mendatar.

BAB 8.

PEMBIAKAN TANAMAN

8.1 Pembiakan Vegetatif

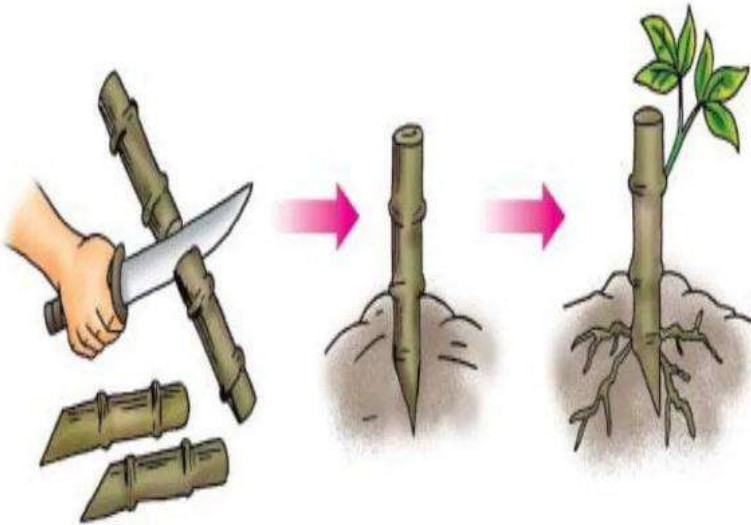
Pembiakan ditujukan sebagai urutan peristiwa yang terlibat dalam pelestarian dan penggandaan sel dan organisme. Pembiakan tanaman merupakan upaya untuk mempertahankan genetik tertentu atau populasi genotipa untuk memproduksi tanaman dengan sifat tertentu. Adapun cara perkembangbiakan dapat dilakukan melalui biji (pembiakan generatif) dan bagian vegetatif (pembiakan vegetatif).

Pembiakan secara vegetatif merupakan proses reproduksi tanaman menggunakan bagian vegetatif (batang, daun, akar, dsb). Tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan bibit tanaman yang sifat genetiknya sama persis dengan induknya. Metode pembiakan ini memiliki beberapa keuntungan dan kerugian. Keuntungan yang dapat diperoleh antara lain; memiliki semua karakteristik tanaman induknya, tanaman lebih cepat berbunga dan berbuah dibanding yang dibiakan melalui biji, dan pembiakan vegetatif merupakan satu – satunya cara yang mudah untuk memperbanyak tanaman misalnya pisang dan nanas. Adapun kerugian pembiakan secara vegetatif yaitu: tidak memungkinkan lahirnya varietas baru, biaya yang dikeluarkan akan lebih tinggi, penyakit pada tanaman induk dapat menyebar dari pembiakan vegetatif, dan tanaman relatif berumur pendek dan ukurannya lebih kecil.

Metode dan Cara Perbanyakan Vegetatif

a. Stek (*cutting*)

Perbanyakan dengan stek merupakan teknik pembiakan vegetatif yang relatif mudah untuk dilakukan. Stek dilakukan dengan cara menumbuhkan bibit tanaman baru dari bagian vegetatif tanaman seperti akar, batang, daun, dan bahkan kalus sehingga menjadi tanaman baru.



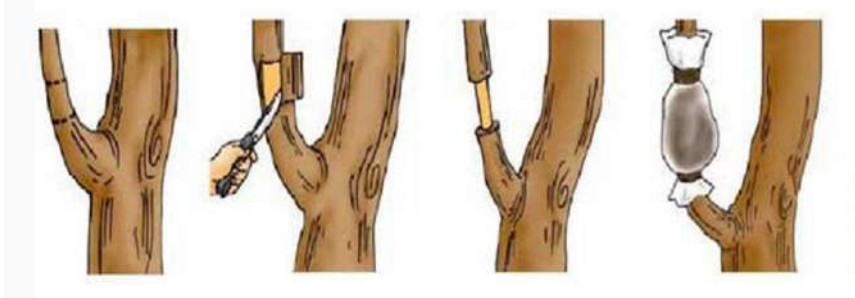
Gambar 15. Stek Batang Singkong

Sumber : <https://images.app.goo.gl/UbRYu1BLdLGzQ1ze9>

Faktor faktor yang mempengaruhi regenerasi tanaman yang diperbanyak melalui stek adalah sebagai berikut. Pertama, ketika memilih bahan stek dari tanaman induk harus memperhatikan kondisi tanaman induk mulai dari kondisi stres air, suhu udara, cahaya, etiolasi, CO₂, Karbohidrat, hara mineral dan gridling. Kedua, harus memperhatikan rejuvenasi tanaman induk. Rejuvenasi merujuk kepada perlakuan yang dapat membuat tanaman yang baru distek beralih ke masa juvenil kembali. Perlakuan pemangkasan berat dapat memaksa tanaman beralih kembali ke pertumbuhan juvenilnya. Ketiga, regenerasi dipengaruhi oleh tipe entres. Entres dapat didefinisikan sebagai

bagian tanaman (cabang) yang akan dijadikan sebagai bahan stek. Tipe entres yang berbeda akan mempengaruhi regenerasi stek, yaitu antar-*seedling*, lateral vs terminal, dan reproduksi vs vegetatif. Keempat, waktu pengambilan entres. Bahan entres yang diambil sebelum panen akan berbeda kemampuan berakarnya dengan yang diambil pasca panen. Demikian pula entres yang diambil pada saat tanaman induk mengalami stres akan berbeda kemampuan berakarnya dengan entres yang diambil dari tanaman induk yang tidak mengalami stres sebelumnya. Hal ini dapat berdampak dengan banyak-sedikitnya jumlah cadangan makanan didalamnya. Keuntungan perbanyak stek antara lain ; butuh ruangan sedikit, murah, cepat, sederhana, tidak perlu keahlian khusus, tidak perlu kompatibilitas seperti halnya grafting dan okulasi, dan secara genetik akan sama persis dengan sifat induknya.

b. Cangkok (Air Layering) dan perundukan (Mound Layering)



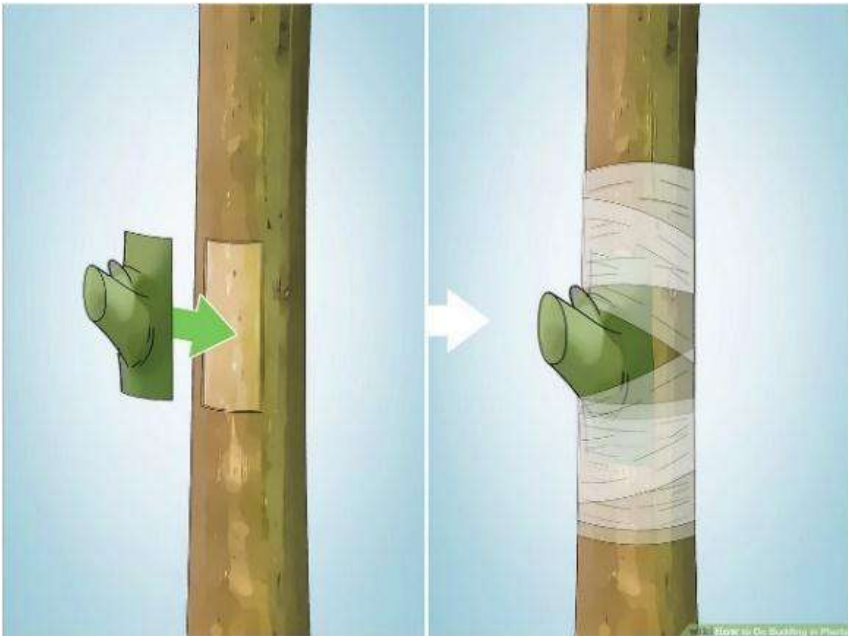
Gambar 16. Tata Cara Cangkok

Sumber : <https://images.app.goo.gl/bqP3dPS6GFsCTvtz8>

Prinsip dari perbanyak menggunakan cangkok adalah bahwa sebagian cabang atau ranting dipaksa untuk berakar dengan tujuan membentuk tanaman baru pada saat ia masih menempel dengan tanaman induknya. Setelah cukup berakar, nantinya tanaman tersebut baru dapat dipisahkan dari induknya. Cara melakukan cangkok adalah dengan cara mengerat batang tanaman menggunakan pisau kemudian dibungkus menggunakan media dan dibiarkan sampai munculnya akar.

Dalam teknik cangkok, pengeratan dilakukan hingga jaringan kambium terputus. Hal ini akan mengganggu translokasi asimilat dan khususnya hormon dari pucuk ke pangkal cabang/ranting sehingga merangsang pertumbuhan akar. Jika pengeratan yang dilakukan gagal memblokir translokasi asimilat, maka kedua sisi yang terkerat akan menyatu dan akar tidak akan terbentuk.

c. Sambung mata tunas (Okulasi/Budding)



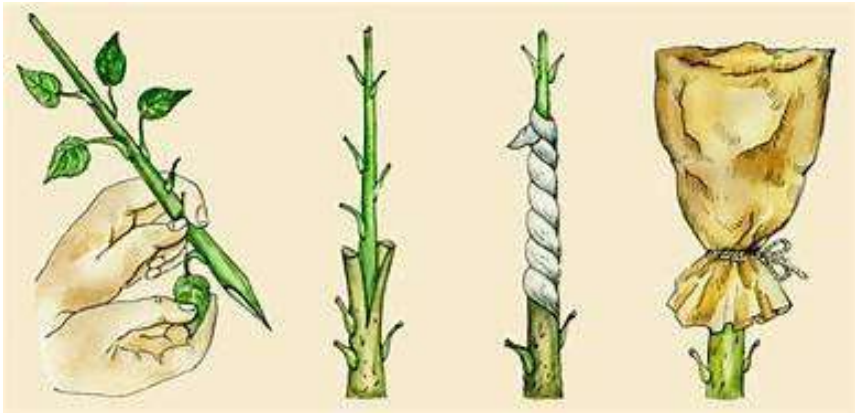
Gambar 17. Tata Cara Budding

Sumber: <https://images.app.goo.gl/V2VvSWbwDBXXVvb59>

Secara prinsip, sambung mata tunas dan sambung pucuk adalah teknik yang sama namun hanya dibedakan dari bagian tunas yang disambung. Sesuai dengan namanya, sambung mata tunas dilakukan dengan menyambung atau menempelkan satu mata tunas (bud) dari tanaman induk yang kita harapkan produksinya pada bibit batang bawah (*rootstock*). Syarat yang harus dipenuhi agar kedua bagian dapat tersambung adalah sifat kompatibel dan teknik menyambung yang baik. Agar tercipta

kompatibilitas antar keduanya, mata tunas dan batang bawah harus berasal dari famili yang sama, genus yang sama atau spesies yang sama atau lebih baik lagi apabila jika berasal dari kultivar (klon) yang sama. Secara umum, semakin dekat kekerabatannya maka kemungkinan keberhasilan keduanya akan semakin besar.

d. Sambung Pucuk (Grafting)

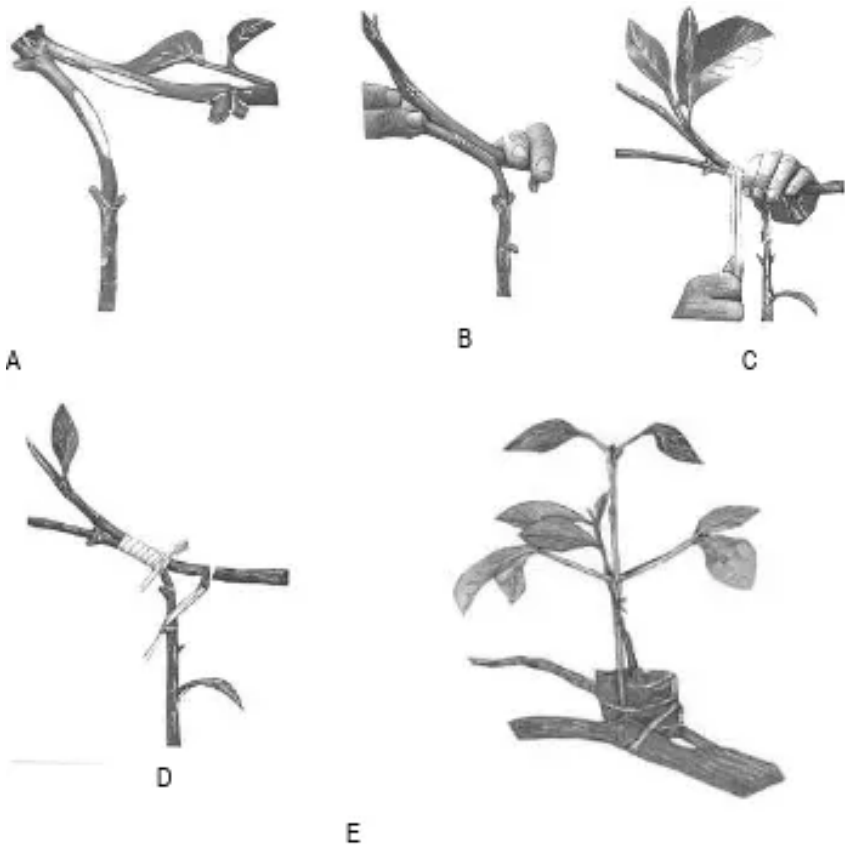


Gambar 18. Tata Cara Grafting

Sumber : <https://images.app.goo.gl/9qZ3k4Qt3W6nHJyA7>

Sesuai dengan namanya, sambung pucuk/grafting dilakukan dengan cara menyambung satu pucuk muda yang terdiri dari beberapa mata tunas sebagai batang atas (scion) yang kita harapkan produksinya pada bibit batang bawah (rootstock). Sebagaimana sambung mata tunas (budding), keberhasilan sambung pucuk dipengaruhi oleh kompatibilitas antara batang atas dan bawah dan teknik penambungan yang baik. Teknik sambung pucuk yang baik harus dilakukan dengan memperhatikan ukuran diameter batang keduanya, akan lebih baik apabila diameter antara batang atas dan batang bawah memiliki ukuran yang sama. Ukuran diameter batang atas yang agak lebih kecil dibanding batang bawah masih dapat diterima. Namun, apabila ukuran diameter batang atas yang lebih besar dibanding batang bawahnya, maka itu dapat menyebabkan

terciptanya tanaman yang pertumbuhan batang atas lebih dominan sehingga tanaman tersebut rentan patah (fenomena kaki gajah).



Gambar 19. Beberapa Teknik Modifikasi Grafting
Sumber : <https://images.app.goo.gl/DG9hBj6L2FNtdFvj9>

Teknik ini merupakan modifikasi grafting, dengan batang bawah (stock) dan batang atas (scion) berupa tanaman/ bibit utuh. Cara penyusuan ada dua macam, yaitu cara sayat dan tusuk. Perbedaan antara teknik penyusuan cara sayat dan tusuk hanyalah pada bentuk sayatannya. Teknik penyusuan cara sayat, kedua bagian yang ditempel akan disayat, sedangkan teknik penyusuan cara tusuk dilakukan dengan cara calon batang atasnya dibuat sayatan berbentuk kaitan dengan panjang 1-1,5 cm atau lebih untuk mengait sayatan-kaitan dicalon batang bawah.

8.2 Pembiakan Generatif

Pembiakan dengan biji atau disebut dengan pembiakan generatif (*generative propagation*) mempunyai dua tujuan utama yaitu untuk mendapatkan bibit batang bawah (*rootstock*) dan bibit hibrida asal biji (*hybrid seedling*). Pembiakan melalui biji memiliki beberapa keuntungan yaitu perakaran lebih kuat dapat ditanam dengan mudah dan murah, dapat hidup lebih lama, dapat melakukan pengembangan spesies baru melalui biji dan biji merupakan satu-satunya alat pembiakan untuk beberapa tanaman misalnya pinang dan kelapa. Namun terdapat beberapa kerugian pembiakan generatif diantaranya; tidak selalu memiliki karakter dari tanaman induknya karena terjadinya mutasi, membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berbuah, dan juga terdapat beberapa tanaman yang tidak bisa dibiakan secara generatif misalnya nanas dan pisang.

a. Kriteria Benih Bermutu

Dalam peningkatan efektivitas dan efisiensi budidaya, penggunaan benih bermutu menjadi salah satu faktor yang berpengaruh. Jumlah populasi tanaman yang akan tumbuh dapat diperkirakan apabila kita menggunakan benih bermutu, hal itu didasarkan pada data (label) daya berkecambah dan nilai kemurniannya. Dengan demikian, jumlah benih yang akan ditanam maupun benih sulaman dapat diperkirakan presentase kebutuhannya. Dilihat dari fisiknya, benih bermutu memiliki ciri sebagai berikut: (a). Benih bersih dari kotoran, seperti ranting, biji-bijian lain, kerikil maupun debu (b). Benih murni, artinya bahwa benih tersebut tidak tercampur dengan varietas lain yang berbeda. (c). Warna, benih yang bermutu memiliki warna yang terang (tidak kusam) (d). Benih mulus, bebas bercak, kulit tidak terkelupas. (e). benih bermutu harus bernas, tidak keriput, serta ukurannya normal dan seragam.

Apabila dilihat dari kemampuan/ daya berkecambah, benih dikatakan bermutu tinggi jika persentasenya mencapai lebih dari 80% (tergantung jenis dan kelas benih) dan tingkat kadar air 12% (tergantung jenis benihnya).

Umumnya kriteria mutu benih terdiri dari kriteria mutu fisik, fisiologis, dan genetik. Namun, baru-baru ini telah ada kriteria mutu patologis. Mutu fisik merupakan kriteria benih yang menunjukkan fisik benih seperti warna, bentuk, ukuran, tekstur permukaan, bobot, kebersihan dan juga keseragaman. Mutu fisiologis pada benih menyangkut dengan daya hidup benih baik pada kondisi optimum maupun suboptimum. Mutu genetik, menyangkut dengan kebenaran varietas benih asal, baik secara fisik (fenotip) maupun secara gen (genotipe). Mutu patologis, menyangkut dengan tingkat ketahanan benih tersebut dari penyakit benih.

b. Penyimpanan Benih

Sebagian hasil produksi yang dipanen biasanya bijinya digunakan sebagai benih untuk ditanam kembali sehingga dibutuhkan cara penanganan yang tepat untuk tetap menjaga viabilitas saat penyimpanan agar ketika ditanam daya tumbuh benih tetap tinggi dan kualitas tanaman tetap baik. Oleh karena itu, penyimpanan menjadi salah satu faktor penting pada kegiatan perbenihan. Penyimpanan benih memiliki tujuan untuk mempertahankan viabilitas benih dalam jangka waktu selama mungkin sehingga dapat menjaga ketersediaan benih pada saat musim tanam berikutnya. Dibutuhkan pengaturan kondisi ruang penyimpanan yang benar agar penurunan dan mutu maupun kerusakan benih dapat dihambat. Ruang penyimpanan benih diatur sedemikian rupa agar tercipta kondisi yang dapat mengendalikan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kualitas atau mutu benih.

Dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan dapat dilakukan dengan cara mengatur beberapa faktor yang berperan yaitu, kadar air benih, kelembaban nisbi, dan suhu ruang. Penyimpanan benih dapat dibagi berdasarkan jangka waktu berdasarkan tujuannya masing masing, yaitu:

1. Jangka pendek (< 2 tahun)

Penyimpanan jangka pendek ditujukan untuk benih yang akan segera ditanam ataupun akan segera dikirim ke daerah

lain. Suhu ruang penyimpanan yang baik pada penyimpanan benih jangka pendek berada di antara 25 - 30 °C (suhu kamar) dan kelembaban nisbi 60 %. Benih dapat dikemas dalam karung goni yang telah dilapisi plastik 0,08 mm dengan kadar air berkisar 8%. Tumpukan karung tersebut, terlebih dahulu diberi alas kayu pada lantai untuk menghindari kontak dengan lantai yang dapat menyebabkan peningkatan kelembaban dan terserang penyakit benih.

2. Jangka Menengah (2 -10 tahun)

Penyimpanan jangka menengah biasanya ditujukan untuk benih koleksi aktif. Suhu ruang penyimpanan yang baik pada penyimpanan benih jangka menengah berada di antara 5 - 20 °C (seed storage), kadar air 7-8% dan kelembaban nisbi 45±50%. Benih dapat dikemas dengan kantong plastik 0,08 mm maupun kaleng tertutup parafin.

3. Jangka Panjang (> 10 tahun)

Penyimpanan benih jangka panjang hanya digunakan untuk koleksi plasma nutfah atau koleks pasif. Suhu ruang penyimpanan pada jangka panjang berkisar (-20°C) sampai dengan (-5°C), kadar air 6-7% dan kelembaban nisbi ruang 40%. Benih dapat dikemas menggunakan aluminium foil dengan disimpan dengan ketebalan 0,08-0,12 mm atau dalam botol gelas dengan tutup berlapis karet atau semua kemasan yang termasuk kedap uap air.

BAB 9.

TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN

9.1 Pemilihan Lokasi Kebun

Pemilihan lokasi kebun yang sesuai merupakan salah satu kunci keberhasilan proses budidaya tanaman. Banyak faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi tanam antara lain; iklim, tipe dan dalamnya tanah, sumber air irigasi, saluran drainase, lokasi pasar, ketersediaan tenaga kerja dan fasilitas pengangkutan. Dalam proses budidaya, komponen iklim sangatlah berpengaruh terutama suhu dan curah hujan tahunan. Suhu yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dapat mengakibatkan penghambatan pertumbuhan yang berimplikasi pada penurunan hasil produksi tanaman. Kondisi suhu yang terlalu tinggi akan meningkatkan laju transpirasi, mendorong stomata tertutup, dan menurunkan laju fotosintesis, sedangkan pada suhu rendah akan menghambat laju fotosintesis. Curah hujan yang penyebarannya terjadi sepanjang tahun lebih utama dibanding jumlah total hujan per tahun. Karena dalam kondisi penyebaran hujan yang merata sepanjang tahun akan mampu memenuhi kebutuhan air tanaman selama siklus hidupnya.

Tipe tanah sangat berperan dalam penentuan jenis tanaman yang akan ditanam. Masing-masing tipe tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda, seperti kedalaman solum dan top-soil, sifat fisik dan kimia tanah. Kedalaman solum dan top-soil berkaitan dengan penyebaran akar dan ketersediaan air tanah. Lapisan top soil merupakan media akar dalam menyerap unsur hara, sedangkan

solum tanah menentukan kedalaman perakaran tanaman. Sumber air yang tersedia sangat berpengaruh terhadap proses pengairan yang akan diterapkan pada lahan budidaya. Saluran irigasi dibuat sebagai upaya agar distribusi air terjadi secara menyeluruh ke setiap tanaman pada lahan budidaya. Sedangkan saluran drainase dibuat untuk mengatur pembuangan air yang berlebihan pada lahan agar tidak terjadi penggenangan.

Ketersediaan tenaga kerja menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi kebun untuk menjalankan aktivitas budidaya tanaman. Biasanya petani di Indonesia menggunakan tenaga kerja yang masih dalam lingkup keluarga atau kerabat dekat. Pemanfaatan tersebut dilakukan karena mempengaruhi biaya output yang harus dikeluarkan dalam berusahatani, diharapkan dengan tenaga kerja yang berasal dari keluarga dapat membawa keberhasilan namun dengan tingkat pendapatan yang masih bisa dinegosiasi. Lokasi pasar dan fasilitas pengangkutan juga penting untuk diperhatikan agar distribusi hasil panen dapat terakomodasi dengan baik.

9.2 Sistem dan Cara Olah Tanah

Penyiapan lahan sebelum tanam merupakan tahapan penting yang harus dilakukan dalam proses budidaya, karena unsur hara, air dan udara yang menjadi kebutuhan tanaman untuk tumbuh dan berkembang sebagian besar berada di dalam tanah. Pengolahan tanah yang baik akan mampu mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, karena tujuan utama pengolahan tanah adalah untuk menyiapkan lingkungan tumbuh yang sesuai bagi tanaman budidaya. Selain itu, pengolahan tanah juga memiliki beberapa manfaat diantaranya ; memperbaiki struktur dan aerasi tanah sehingga dapat cukup mengandung bahan organik, mensupport pertumbuhan akar, meminimalisir perkembangan OPT, memperbaiki lajur air dengan membuat saluran drainase.

Pengolahan tanah dapat dilakukan secara tradisional menggunakan tenaga hewan, manual dengan tenaga manusia, dan mekanis dengan menggunakan mesin pertanian. Secara umum, pengolahan tanah dilakukan melalui tahapan berikut:

a. Pengolahan pertama atau primer (*primary tillage*)

Pengolahan tanah primer (*primary tillage*) biasa dilakukan menggunakan mesin bajak, sehingga sering disebut dengan pembajakan. Tujuan dari pengolahan tanah primer ini adalah untuk membalik atau membongkar tanah menjadi gumpalan-gumpalan besar. Implement bajak yang digunakan dalam pengolahan tanah primer ini biasanya memiliki kedalaman 30-50 cm. Alat yang digunakan dalam pengolahan tanah primer antara lain bajak singkal (*mold board plow*), bajak piringan (*disk plow*), bajak bawah tanah (*subsoil plow*), dan bajak raksasa (*giant plow*).

b. Pengolahan kedua atau sekunder (*secondary tillage*)

Pengolahan tanah sekunder dilakukan setelah selesai dari pengolahan tanah primer. Tujuan utama pengolahan tanah sekunder ini adalah untuk memcah bongkahan tanah yang dihasilkan di pengolahan tanah sebelumnya menjadi bongkahan dengan agregat yang lebih kecil sehingga tanah menjadi lebih gembur, adapun tujuan lain dari pengolahan tanah sekunder adalah ; mengawetkan lengas tanah, menghancurkan sisa tanaman terdahulu, memantapkan lapisan top soil, serta mengurangi penguapan terutama pada saat proses bero. Alat yang dapat digunakan dalam pengolahan tanah sekunder ini adalah garu (*harrow*) ataupun dapat menggunakan peralatan pengolahan primer dengan melakukan beberapa modifikasi.

Menurut intensitasnya, pengolahan tanah dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu:

a. Tanpa olah tanah/TOT (*no tillage*)

Pengolahan lahan TOT atau *no tillage* merupakan sistem pengolahan tanah yang diadopsi dari sistem perladangan dengan menambah beberapa konsep pertanian modern. Tanah dibiarkan tidak terganggu, kecuali alur kecil atau lubang untuk penempatan benih atau bibit. Sebelum penanaman dilakukan, sisa tanaman sebelumnya ataupun gulma yang ada harus dikendalikan terlebih dahulu sehingga tidak mengganggu penempatan benih atau bibit pada saat penanaman. Serasah tanaman sebelumnya

dihamparkan dipermukaan tanah dan berperan sebagai mulsa alami, dapat menekan pertumbuhan gulma, dan pada akhirnya memperbaiki sifat dan tata air tanah. Sistem olah tanah TOT ini juga dapat memperkecil erosi tanah dan menekan aliran permukaan sebesar 30-45%. Keuntungan lain dari TOT ini adalah, adanya kepadatan perakaran yang lebih banyak, penguapan lebih sedikit, air tersedia bagi tanaman makin banyak.

b. Pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*)

Pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*) merupakan pengolahan tanah yang dilakukan seminimal mungkin, disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi tanah. Selain dapat mengurangi biaya produksi, pengolahan tanah minimum juga dilakukan agar terhindar dari kejenuhan yang dapat mengakibatkan *sick soil*.

Dalam pelaksanaannya, pengolahan tanah minimum hanya dilakukan pada spot tertentu dimana tanaman budidaya akan ditanam. Biasanya pengolahan ini hanya dilakukan di bagian perakaran saja (sesuai kebutuhan), sehingga bagian tanah yang lain akan tetap terjaga strukturnya dan mikroorganisme tanah tetap dapat berkembang dengan baik.

c. Pengolahan tanah maximum (*maximum tillage*)

Pengolahan tanah maximum (*maximum tillage*) merupakan pengolahan tanah secara intensif yang dilakukan pada seluruh lahan yang akan ditanami. Ciri utama pengolahan lahan maximum ini antara lain; membatat bersih, membakar atau menyingkirkan sisa tanaman atau gulma serta peakarannya dari areal penanaman serta melakukan pengolahan tanah lebih dari satu kali sebelum tanam.

Selain dapat menyebabkan peningkatan biaya produksi, pengolahan tanah jenis ini mengakibatkan permukaan tanah menjadi bersih, rata, dan bongkahan tanah menjadi halus. Hal tersebut dapat mengakibatkan rusaknya struktur tanah karena tanah mengalami kejenuhan dan biologi tanah yang tidak berkembang.

9.3 Bahan Tanam dan Persiapannya

a. Bahan Tanam

Bahan tanam merupakan bagian tumbuhan yang akan ditanam, yang dapat berupa biji ataupun potongan bagian lain (stek). Bagian tanaman yang dapat dijadikan bahan tanam bergantung pada jenis tanamannya, dapat berupa daun, ranting/cabang, batang, akar, rhizoma, umbi, buah dan biji. Bahkan dengan teknologi tinggi, semua jaringan tanaman dapat digunakan sebagai bahan tanam karena jaringan tanaman memiliki sifat totipotensi yang berarti bahwa jaringan tersebut dapat tumbuh menjadi tanaman utuh apabila ditempatkan pada kondisi dan lingkungan yang sesuai (terpenuhi kebutuhan hidupnya). Semua organ tanaman dapat digunakan sebagai bahan tanam, namun harus efisien, tersedia dan berpotensi menghasilkan produksi yang tinggi. Bahan tanam sangat menentukan produktivitas tanaman, baik dari kualitas maupun kuantitas. Bahan tanam dibedakan menjadi dua, yaitu benih dan bibit.

1. Benih

Benih merupakan suatu calon tanaman yang berupa biji tanaman yang sudah mengalami perlakuan untuk dijadikan tanaman dan perkembangbiakkan, benih tanaman ada banyak jenisnya dan untuk benih tanaman yang mempunyai kualitas cukup baik adalah benih F1 atau disebut juga benih hibrida. Biasanya tanaman yang dibudidayakan menggunakan bahan tanam berupa benih adalah tanaman hortikultura seperti sayuran, semangka, melon dll.

2. Bibit

Bibit tanaman adalah suatu calon tanaman yang sudah mengalami masa penyemaian, sudah berdaun, atau sudah bisa ditanam di lahan, artinya bahwa bibit tanaman tersebut sudah berbentuk tanaman utuh (memiliki akar, batang, daun) dan bukan berupa biji lagi. Tanaman yang umumnya menggunakan bibit sebagai bahan tanam ialah tanaman yang memiliki umur panjang seperti buah durian, kelengkeng, mengga, sawo dll.

b. Persiapan Bahan Tanam

1. Persemaian benih

Persemaian (nursery) adalah tempat atau areal untuk kegiatan memproses benih atau bahan lain dari tanaman menjadi bibit atau semaian yang siap ditanam di lahan budidaya. Kegiatan persemaian ini merupakan tahap awal dalam persiapan bahan tanam. Penanaman benih ke lahan dapat dilakukan secara langsung (direct planting) dan secara tidak langsung yang berarti harus disemaikan terlebih dahulu di tempat persemaian. Penanaman secara langsung ke lahan biasanya dilakukan apabila biji - biji (benih) tersebut berukuran besar dan jumlahnya melimpah. Meskipun ukurannya besar namun jumlah pesediannya terbatas, maka benih tersebut biasanya akan disemaikan terlebih dahulu. Setelah benih berumur 20 hari dalam perawatan, maka di atas 21 hari benih sudah layak di pindah ke lahan terbuka dengan bedengan mulsa atau dengan bedengan biasa tanpa mulsa. Kriteria tanaman tersebut sudah bisa di pindah tanam kan adalah sudah memiliki batang kokoh, memiliki akar yang kuat dan memiliki minimal dua helai daun.

2. Cara Menyemai

❖ Cara Langsung

Penyemaian dengan cara langsung dilakukan dengan cara memasukkan biji ke dalam polibag tanpa adanya perlakuan sebelumnya. Kelemahan dari cara ini adalah pertumbuhannya tidak serempak dan daya tumbuhnya rendah dikarenakan kontrol suhu dan air sulit untuk dilakukan.

❖ Cara dikecambah

Biji direndam dalam air hangat selama kurang lebih 5 jam, hal ini dimaksudkan agar proses imbibisi air ke dalam biji terjadi lebih cepat, sehingga mampu mengaktifkan enzim enzim yang mensupport proses perkecambahan. Setelah dilakukan perendaman, biji diperam dalam kertas atau kain

basah dan di simpan pada tempat yang hangat, sehingga ± 24-36 jam berikutnya akan keluar calon akar lembaga kemudian di masukan kedalam polibag yang telah dipersiapkan.

- ❖ Cara menyemai di kotak semai
Sebelum di pindah ke polibag, biji di semai di kotak semai terlebih dahulu. Kelebihan dari sistem ini antara lain;
 - a) Dapat memilih tanaman yang pertumbuhannya baik
 - b) Tanaman lebih cepat beradaptasi di lahan
 - c) Dapat menghemat polibag

9.4 Tanam dan Jarak Tanam

Dalam proses penanaman, banyak faktor yang perlu diperhatikan, namun yang paling penting adalah waktu dan jarak tanam. Indonesia yang merupakan daerah tropis menjadikan faktor yang menentukan waktu tanam bukanlah suhu luar, namun ketersediaan air.

Pada musim hujan; air berlebihan; dan tanah-tanah sawah tidak banyak tanaman yang baik ditanam kecuali padi. Musim hujan yang terjadi pada tanah kering akan meningkatkan suplai air dalam tanah, tetapi cuaca lembap dan intensitas matahari sedikit sehingga banyak serangan penyakit. Pada musim kemarau, ancaman serangan hama lebih meningkat, di samping terlalu sedikitnya suplai air, kemarau juga bahkan menyebabkan kekeringan berkepanjangan sehingga menyebabkan tanaman puso (gagal total). Sehingga dalam penentuan waktu penanaman, perlu memperhatikan syarat dan karakteristik yang ideal bagi masing masing tanaman yang akan dibudidayakan. Karena tanaman memiliki kebutuhan yang berbeda beda.

Apabila pemilihan waktu tanam sudah tepat, hal yang perlu diperhatikan adalah jarak tanam. Jarak tanam mempengaruhi populasi tanaman dan keefisienan penggunaan cahaya, air dan unsur hara sehingga akan berpengaruh pada produksi yang dihasilkan. Pengaturan jarak tanam terbagi menjadi beberapa macam yaitu: baris tunggal (single row), baris rangkap (double row),

bujur sangkar (on the square), sama segala penjuru (equidistant) atau hexagonal, jajar legowo pada tanaman padi dan sebagainya.

Tajuk tanaman, perakaran serta kondisi tanah menentukan jarak tanam antar tanaman. Apabila tajuk dan persebaran akar tanaman luas dan besar, maka jarak tanam juga harus lebih lebar agar tidak terjadi kompetisi kebutuhan hidup dan dapat tumbuh dengan optimal. Apabila tajuk tanaman kecil, maka tidak perlu jarak tanam yang jauh. Jika dilihat dari tingkat kesuburan, tingkat kesuburan tanah yang tinggi memerlukan jarak tanam yang lebih lebar dibanding tanah yang kekurangan unsur hara, hal itu karena tanaman akan tumbuh secara optimal karena kandungan hara dalam tanah lebih banyak.

Arah barisan dapat digunakan untuk menentukan cahaya secara efisien. Tanaman yang ditanam dengan arah barisan Timur-Barat menggunakan cahaya lebih efisien daripada dengan arah barisan Utara-Selatan. Dalam banyak keadaan, penggunaan arah barisan ditentukan oleh arah lereng atau teras teras. Di lereng yang tidak berteras, arah barisan sering sejajar lereng atau tegak lurus teras. Dengan lereng yang landai tidak berteras dianjurkan bertanam menurut sistem kontur, barisan-barisan tidak perlu lurus, dapat berkelok-kelok sesuai keadaan bukit, tetapi harus sama tinggi (datar).

BAB 10.

PEMUPUKAN, PENGAIRAN, PENGENDALIAN OPT, DAN PANEN

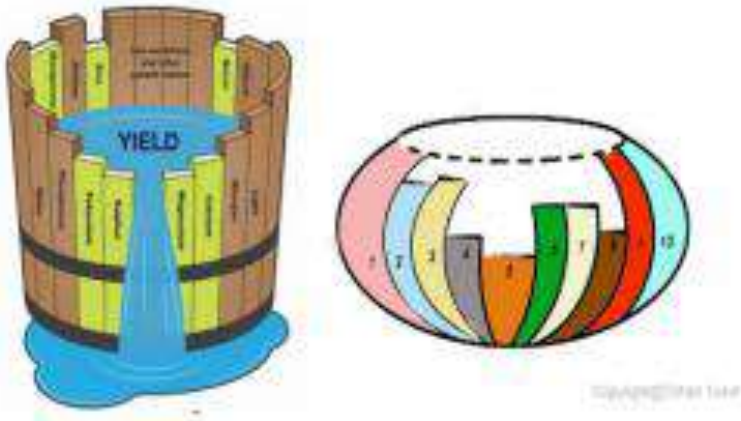
10.1 Pemupukan

Pemupukan merupakan kegiatan pemberian bahan baik organik maupun anorganik yang ditujukan untuk menggantikan atau menambah hara pada media tanam dalam rangka mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari makhluk hidup yang telah mengalami rekayasa, sedangkan pupuk anorganik merupakan pupuk yang berasal dari industri pabrik pembuat pupuk.

Tujuan dilakukannya pemupukan selain untuk mengganti dan menambah unsur hara tersedia bagi tanaman juga untuk memperbaiki kondisi fisik, biologis, dan kimia dalam mempertahankan lingkungan tumbuh yang sesuai bagi tanaman.

Berdasarkan perannya, pupuk dikenal sebagai unsur hara esensial dan non esensial. Unsur hara esensial merupakan unsur hara yang perannya tidak dapat digantikan oleh unsur lain. Pertumbuhan tanaman akan menjadi tidak normal apabila tanaman kekurangan unsur hara esensial tersebut. Sementara unsur hara yang perannya dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil dan dapat digantikan oleh unsur hara lainnya maka unsur tersebut merupakan unsur hara non esensial.

Berdasarkan kuantitasnya, unsur hara dikelompokkan menjadi unsur hara makro dan mikro. Apabila unsur hara seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar maka unsur hara tersebut termasuk menjadi unsur hara makro, sebaliknya untuk unsur hara seperti Fe, Cu, Zn, Mn, b, dan Mo dibutuhkan tanaman dalam jumlah relatif kecil maka hara tersebut termasuk sebagai unsur hara mikro. Meskipun hara mikro diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit, tetapi keberadaannya perlu diperhatikan karena sebagai penunjang pertumbuhan dan sangat menentukan proses pertumbuhan tanaman. Hal tersebut disebut dengan faktor pembatas (hukum minimum Liebig) yang mengatakan jika unsur hara yang jumlahnya kecil dapat mengakibatkan unsur hara lain yang jumlahnya besar tidak terserap. Gambaran Hukum Minimum Liebig tersebut dapat dilihat pada Gambar 21 dibawah ini.



Gambar 20. Hukum Minimum Liebig

Sumber : <https://images.app.goo.gl/5v2wvNHFXyuPTaw78>

Unsur hara tersebut memiliki fungsinya masing-masing, yaitu:

1. Nitrogen (N)

Pertumbuhan dirangsang secara total, pembentukan klorofil untuk fotosintesis, dan pembentukan berbagai senyawa, protein, serta lemak pada tanaman dapat dibantu oleh hara nitrogen.

2. Fosfor (P)

Unsur hara fosfor berfungsi untuk pembentukan klorofil dan transportasi fosfat.

3. Kalium (K)

Unsur hara kalium berguna agar terbentuknya protein dan karbohidrat, memperkokoh tanaman agar tidak mudah gugur, dan menjadikan tanaman toleran terhadap penyakit dan kekeringan.

4. Kalsium (Ca)

Unsur hara Ca berfungsi sebagai perangsang terbentuknya rambut akar dan biji, pengerasan batang tanaman, dan meningkatkan adaptasi tanaman.

5. Magnesium (Mg)

Unsur magnesium berperan agar terbentuknya klorofil dan transportasi pospat.

6. Belerang/Sulfur (S)

Unsur hara belerang berfungsi untuk membentuk bintil akar, membentuk protein seperti asam amino, dan pertumbuhan anakan.

7. Klor (Cl)

Klor berperan dalam memperbaiki dan menambah hasil kering tanaman.

8. Besi (Fe)

Unsur hara Besi bersinhsi untuk respirasi tanaman dan pembentukan klorofil.

9. Mangan (Mn)

Unsur hara ini berperan penting dalam beragam enzim dan menjadi salah satu komponen pendukung dalam asimilasi.

10. Tembaga (Cu)

Unsur hara Cu memiliki fungsi yang kurang lebih sama dengan mangan.

11. Boron (B)

Unsur hara ini berfungsi untuk pengangkutan karbohidrat, penyerapan kalsium, dan perkembangan bagian tanaman.

12. Molibdenum (Mo)

Unsur hara Mo berfungsi untuk mengikat nitrogen bebas pada udara

13. Seng (Zn)

Unsur hara Zn berfungsi sebagai pendukung pembentukan hormon.

10.2 Pengairan yang Baik

Salah satu faktor yang dapat meningkatkan daya produksi tanaman adalah pengairan yang baik. Setiap tanaman memiliki kebutuhan airnya masing-masing. Pada beberapa tanaman terdapat fase tanaman tersebut harus digenangi pada saat saat tertentu. Umumnya, air banyak dibutuhkan tanaman pada saat fase vegetatif (*seedling stage*) dan pemberian air akan dikurangi saat menjelang pembungaan.

Pemberian jumlah air disarankan untuk dilakukan teratur sehingga fluktuasi jumlah air total tidak terlalu besar. Suplai air yang hampir merata sepanjang kehidupan tanaman selalu ideal untuk tanaman yang dibudidayakan. Cara pemberiannya pun akan lebih baik apabila air yang jatuh pada permukaan tanah sudah berbentuk percikan halus. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari pemadatan tanah yang dapat menghambat infiltrasi di dalam tanah.

Apabila dikaitkan dengan produksi tanaman, maka perlu dilakukan pengelolaan air dengan baik dan ekonomis. Hal ini menyangkut : 1) Irigasi sebagai langkah yang dilakukan untuk menambah kebutuhan air, 2) Drainase sebagai langkah yang

dilakukan membuang kelebihan air dan 3) Konservasi, sebagai langkah yang dilakukan untuk melindungi sumber sumber air.

10.3 Pengendalian Hama

Hama didefinisikan sebagai organisme yang tidak asing lagi pada budidaya tanaman karena dapat menyerang tanaman secara langsung maupun tidak langsung sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut. Gangguan atau serangan hama dapat terjadi kapan dan dimana saja mulai dari masih benih, pembibitan, pemanenan, hingga di gudang penyimpanan. Beberapa hama yang mengganggu tanaman contohnya wereng, tikus, lalat buah, dan kutu.

Selain hama tanaman, penyakit juga sering dijumpai saat proses budidaya. Tanaman yang terserang penyakit dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanaman sebab daya tahan tubuh tanaman dipengaruhi. Pada dasarnya, penyakit tanaman disebabkan oleh virus, bakteri dan jamur.

Langkah yang dapat dilakukan dalam pengendalian dan pemberantasan hama penyakit tanaman, terbagi menjadi dua macam cara yaitu:

a. Pengendalian secara kimiawi

Hama penyakit yang dikendalikan secara kimiawi merupakan langkah yang dilakukan dengan menggunakan bahan kimia beracun yang mempengaruhi terganggunya siklus kehidupan hama tersebut, pengendalian ini menggunakan pestisida (insektisida, fungisida, larvasida, dan alagsida.)

- 1) Insektisida diberikan untuk mengendalikan serangan serangga (insekta).
- 2) Larvasida diberikan untuk mengendalikan serangan larva (ulat).
- 3) Fungisida diberikan untuk mengendalikan serangan jamur (fungi).
- 4) Algasida diberikan untuk mengendalikan serangan ganggang (alagae).

Selain menggunakan pestisida, pengendalian kimiawi juga dapat menggunakan sistem fumigasi. Fumigasi dilakukan dengan menggunakan gas beracun dengan tingkat penetrasi yang tinggi sehingga hama mati tanpa mengotori bahan atau tanaman yang difumigasi. Namun, penggunaannya perlu dipahami lebih lanjut agar tidak berdampak negatif karena bahan yang digunakan adalah senyawa beracun.

b. Secara biologi

Pengendalian hama penyakit secara biologis adalah upaya pengendalian yang dilakukan dengan memanfaatkan organisme lain yang merupakan musuh alami dari hama tersebut (predator). Contoh beberapa pengendalian biologi adalah sebagai berikut:

- 1) Lebah penyengat sebagai predator dari ulat kupu artona
- 2) Semut rangrang sebagai predator kutu loncat.
- 3) Burung hantu sebagai predator tikus.

10.4 Pengendalian Gulma

Pandangan suatu tumbuhan dikelompokkan sebagai gulma lahir dari perspektif manusia. Secara garis besar, gulma merupakan tumbuhan yang merugikan manusia. Apapun jenis tumbuhannya, apabila keberadaannya tidak dikehendaki karena merugikan manusia, maka tumbuhan tersebut dapat dikelompokkan sebagai gulma. Gulma dapat menyebabkan penurunan hasil pada budidaya pertanian karena menjadi penyebab terjadinya kompetisi antara tanaman-gulma dalam memperebutkan unsur hara, cahaya, dan udara. Oleh karena itu, keberadaan gulma harus dikendalikan

Metode Pengendalian Gulma

Dalam mengendalikan pertumbuhan gulma, terdapat enam metode yang digunakan yaitu 1) preventif/pencegahan 2) mekanis 3) kultur teknis 4) hayati 5) kimiawi 6) pengendalian terpadu. Dalam praktik budidaya tanaman, pengkombinasian berbagai metode pengendalian lazim dilakukan, baik oleh petani kecil maupun perusahaan besar. Hal ini dilakukan karena sampai saat ini, tidak ada

satupun metode pengendalian gulma yang mampu mengatasi permasalahan gulma di lapangan secara tuntas dan ekonomis. Penggabungan beberapa metode tersebut mungkin disadari oleh petani tetapi mungkin juga tidak. Berikut merupakan penjelasan masing-masing metode pengendalian gulma tersebut.

a. Preventif

Pengendalian preventif/pencegahan dilakukan sebagai langkah pencegahan penyebaran gulma sebelum tumbuh di lahan budidaya, melalui beberapa cara sebagai berikut:

- 1) Menetapkan peraturan undang undang terkait sumberdaya hayati yang dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain, termasuk gulma. Hal ini dapat dilakukan dengan membentuk lembaga karantina tumbuhan dan sertifikasi benih.
- 2) Menyeleksi biji gulma pada benih yang akan ditanam.
- 3) Menghindari penggunaan pupuk kandang yang belum matang, karena dikhawatirkan masih banyaknya biji-biji gulma yang terbawa bersama pakan ternak.
- 4) Menjaga kebersihan alat alat pertanian seperti sosrok, cangkul, gari dan alat lainnya dari tanah. Biji gulma yang terbawa oleh tanah pada alat-alat tersebut dapat menyebarluas ketika digunakan kembali tanpa dibersihkan.
- 5) Membersihkan gulma pada pinggir saluran irigasi untuk menghindari penyebaran biji gulma yang telah masak.

Penerapan metode ini di lapangan sangat ditentukan oleh niat baik semua pihak yang terkait, seperti pemerintah, produsen benih, petani, dan pemilik alat pertanian.

b. Pengendalian secara mekanik/fisik

Metode ini diterapkan dengan cara merusak fisik gulma menggunakan alat-alat mekanis untuk mengendalikan keberadaan gulma tersebut. Beberapa alat tersebut diantaranya yaitu sosrok/landak, bajak, cangkul, kored, tangan, atau bahan bakar.

Berikut ini metode mekanik/fisik yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

1. *Weeding* atau pencabutan secara manual menggunakan tangan hingga ke akar-akarnya sehingga mempunyai resiko kerusakan yang sangat minim terhadap tanaman. Cara ini lebih mudah diterapkan pada gulma semusim dan dua musim namun hanya efisien apabila dilakukan pada areal berskala kecil.
2. *Mowing* atau pembabatan. Cara ini efisien untuk diterapkan pada gulma yang tidak memiliki organ perkembangbiakan seperti umbi dan rimpang dalam tanah.
3. *Soil tillage* atau pengolahan tanah secara tidak langsung juga berpengaruh pada perkembangan gulma. Biji gulma dalam tanah terangkat ke permukaan kemudian berkecambah sehingga dapat ditanam pada saat pengolahan tanah yang kedua. Berbagai jenis gulma dapat dikendalikan dengan efektif melalui cara ini.
4. *Burning* atau pembakaran. Cara ini terbilang mudah dan cepat dalam mengendalikan gulma namun memiliki dampak negatif seperti kebakaran non target, hilangnya bahan organik areal setempat (*in situ*), dan terjadinya erosi karena permukaan tanah terbuka, serta mengakibatkan polusi udara. Pembakaran akan efektif pada gulma yang tidak memiliki organ perkembangbiakan dalam tanah.
5. *Flooding* atau penggenangan. Cara ini dapat ditemukan pada budidaya padi sawah. Tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan air tanaman namun juga dapat menekan pertumbuhan gulma. Gulma golongan rumput dan teki dapat berkecambah pada keadaan aerob atau oksigen yang cukup, dan mengalami dormansi apabila berada dalam kondisi sebaliknya. Sementara penggenangan akan membuat transpor oksigen dari udara bebas dalam tanah atau wilayah perakaran akan terhambat sehingga perkembangbiakan akan tertekan.
6. *Mulching* atau pemulsaan. Permukaan tanah yang tertutup mulsa akan menekan cahaya surya ke dalam tanah.

Kebutuhan sinar matahari yang tidak terpenuhi dapat menghambat fotosintesis tumbuhan, sehingga pemulsaan ini dapat menekan keberadaan gulma.

c. Pengendalian secara kultur teknik/ekologik

Pengendalian gulma secara kultur teknik menerapkan upaya-upaya untuk memanipulasi lingkungan atau ekologi yang dapat menekan pertumbuhan gulma. Upaya-upaya manipulasi ekologi tersebut antara lain:

1. Menaman varietas tanaman yang memiliki daya saing tinggi, misalnya pertumbuhan cepat, pembentukan anakan cepat dan banyak, dan kanopi cepat menutup permukaan lahan.
2. Rotasi tanaman untuk mencegah dominasi gulma tertentu disuatu areal.
3. Pengaturan jarak tanam yang optimum untuk tanaman
4. Memilih sistem pertanaman yang sesuai, misalnya tumpang sari, tanaman sela atau campuran.
5. Penggunaan mulsa
6. Penggunaan LCC (*legume cover crops*) atau tanaman penutup tanah
7. Memupuk tepat dosis, waktu, maupun penempatan
8. Pengaturan waktu tanam yang tepat
9. Penggenangan lahan pada budidaya padi sawah.

d. Pengendalian secara hayati (*Biological control*)

Metode ini menerapkan organisme sebagai pemangsa gulma seperti serangga, kumbang, ternak, mikroba, maupun ikan. Organisme yang digunakan harus spesifik bahkan bersifat monofag sehingga hanya menyerang gulma bukan tanaman. Pengendalian hayati lainnya adalah penggunaan tanaman lain sebagai kompetitor gulma seperti LCC, yang dikenal juga sebagai metode pengendalian ekologis. Pengendalian hayati ini telah banyak dilakukan di Australia, seperti pengendalian eceng gondok, mimosa pigra, kaktus, dan kiyambang.

e. Pengendalian secara kimia

Perkembangan penggunaan herbisida untuk mengendalikan gulma sangat spektakuler. Saat ini herbisida yang beredar di pasaran sangat beragam, baik merek dagang, kondisi fisik, komposisi senyawa kimia yang terkandung di dalamnya, selektifitas, dan persistensinya. Herbisida organik pertama kali, yaitu 2,4-D, ditemukan di Amerika Serikat tahun 1941 dan baru digunakan tahun 1944. Herbisida tersebut dinilai sebagai herbisida modern pertama karena dosis yang digunakan sangat rendah dibandingkan herbisida anorganik yang ada pada saat itu, sehingga prospek pengembangannya sangat baik. Sejak saat itu pengendalian jenis-jenis herbisida organik baru terus berkembang hingga saat ini.

Banyak cara orang menggolongkan herbisida yang ada di terminology yang sering digunakan dalam mengaplikasikan herbisida berikut ini sangat sering digunakan dalam pengendalian gulma secara kimia.

Berdasarkan jalur aplikasinya, beberapa jenis herbisida diaplikasikan lewat tanah dan sebagian lainnya melalui tajuk.

Berdasarkan waktu pengaplikasiannya, herbisida digolongkan menjadi: herbisida pratanam atau prasebar yaitu waktu aplikasi herbisida sebelum tanaman atau benih ditanam atau disebar. Saat aplikasi herbisida tersebut kondisi gulma mungkin sudah tumbuh mungkin belum tumbuh. Herbisida pratumbuh dan pascatumbuh lebih didasarkan pada kondisi gulmannya. Pratumbuh berarti gulma belum tumbuh sedangkan pascatumbuh berarti gulma sudah tumbuh. Dari pengertian tersebut berarti herbisida pratumbuh diaplikasikan lewat tanah dan herbisida pasca tumbuh lewat tajuk gulma. Pada saat aplikasi kedua kelompok herbisida ini, kondisi tanaman bisa sudah tumbuh atau ditanam bisa belum.

Berdasarkan cara pemberiannya, herbisida dapat diberikan secara menyeluruh (*blanket*), hanya dibagian tertentu (*spot*), alur pada baris atau antarbaris tanaman (*strip* atau *bend*), dan diusapkan langsung pada gulmannya (*wipping*). Aplikasi herbisida

tersebut dilakukan dengan menggunakan tangan atau alat aplikasi tertentu seperti alat semprot (*sprayer*).

Penggunaan satu jenis atau kelompok herbisida yang sama pada areal yang sama secara terus-menerus akan menimbulkan pergeseran komunitas gulma yang ada dengan munculnya masalah ketahanan gulma tertentu terhadap herbisida tersebut.

Gulma di pertanian sangatlah beragam jenisnya. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan herbisida dengan spectrum pengendalian yang luas atau mampu mengendalikan banyak jenis gulma. Salah satu cara yang akhir-akhir ini populer dilaksanakan oleh formulator herbisida adalah membuat campuran dua atau lebih bahan aktif herbisida dalam satu formulasi yang siap pakai. Sering kali pengguna herbisida mencampur sendiri beberapa jenis herbisida dalam satu tangki. Apabila campuran tersebut diaplikasikan, kemungkinan yang terjadi adalah pengaruh herbisida tersebut merupakan penambahan pengaruh masing-masing herbisida yang dicampur (*additive*), lebih baik daripada aplikasi tunggal tetapi bukan merupakan penambahan pengaruh keduanya (*synergistic*), lebih buruk daripada pengaruh aplikasi herbisida secara tunggal (*antagonistic*), atau pencampuran tersebut tidak menimbulkan interaksi antar herbisida dalam mengendalikan gulma (*neutral*).

f. Pengendalian secara terpadu (*Integrated control*)

Pengendalian gulma tidak dapat terlepas dari aktivitas praktik budidaya tanaman atau ternak lainnya. Oleh karena itu, dua atau lebih metode pengendalian gulma dapat dipadukan bersama dalam suatu system produksi tanaman ataupun system usaha tani. Penggabungan beberapa metode pengendalian gulma, sehingga secara ekonomi menguntungkan dan secara ekologi dapat dipertanggungjawabkan, disebut pengendalian gulma secara terpadu. Dalam beberapa hal, penggabungan beberapa metode pengendalian tersebut memberikan keuntungan kepada petani karena masing-masing metode memiliki kelebihan. Akan tetapi, bukanlah tidak mungkin penggabungan tersebut ternyata memberikan hasil yang lebih buruk.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menjalankan penggabungan gulma terpadu adalah tahap-tahap (a) perpaduan semua faktor yang penting sehingga dapat dilakukan pencirian masalah gulma yang dihadapi secara tepat dan menyeluruh, (b) pemilihan cara pengendalian gulma yang tepat, (c) pengawasan pelaksanaan dan pemilihan bahan serta alat yang tepat, (d) pengelolaan gulma dalam jangka panjang yang memerlukan berbagai cara pengendalian yang dapat memberikan hasil yang terbaik sehingga secara ekonomi maupun ekologi dapat dipertanggungjawabkan.

Sistem pengelolaan gulma secara terpadu mengarah pada pendekatan agroekosistem sehingga gulma berada dalam tingkatan yang masih dapat diterima atau tidak menimbulkan kerusakan ekonomi baik pada masa sekarang maupun yang akan datang.

Pendekatan metode tersebut mencakup beberapa hal.

1. Penggunaan jenis tanaman yang tahan terhadap organisme pengganggu, telah beradaptasi dengan daerah setempat, responsive terhadap pemupukan, dan memiliki kanopi yang cepat menutup areal.
2. Praktik budidaya tanaman yang tepat, misalnya pengairan yang teratur dan terkendali, pemupukan yang tepat, pengolahan tanah yang baik, penanaman dengan jarak yang optimum, melakukan rotasi dan diverifikasi tanaman, pemanenan yang terkendali sehingga tidak mengangkut dan menyebarkan biji gulma, penggunaan agen-agen, penggunaan mulsa, dan pemilihan jenis herbisida yang efektif.

Secara konsep, pada prinsipnya sistem ini merupakan perpaduan dan keterkaitan antara cara-cara pengelolaan gulma dari jenis tanaman yang diusahakan dari teknik budidaya tanaman yang diterapkan. Skema pengelolaan gulma terpadu yang bertujuan untuk menekan jumlah biji yang dihasilkan gulma, jumlah gulma yang muncul, dan tingkat kompetisi sebagai

konsekuensi interaksi gulma dan tanaman yang disajikan dalam gambar 4.7 - 4.9.

10.5 Panen Dan Pasca Panen

Panen merupakan kegiatan akhir budidaya yang bertujuan untuk memetik/mengumpulkan buah berdasarkan kematangan yang diinginkan. Panen tanaman agronomi (biji bijian/serealisa) dilakukan saat sudah mencapai kematangan fisiologi atau bobot kering sudah mencapai optimal. Panen tanaman buah klimaterik dan non klimaterik berbeda, buah klimaterik dipanen saat buah matang penuh, sedangkan non klimaterik dipanen saat sudah masak. Panen tanaman sayur, dilakukan sesuai dengan kriteria mutu santap konsumen.

Penentuan saat panen tanaman didasarkan kepada 1) perhitungan 2) sifat fisik buah 3) sifat kimia buah. Dalam proses pemanenannya, harus memperhatikan 1) sifat fisik buah 2) ketinggian tanaman dan 3) sifat khusus lainnya.

Pascapanen merupakan semua kegiatan yang ditujukan kepada hasil panen dari mulai panen hingga sampai ke tangan konsumen sebelum buah di konsumsi. Pascapanen merupakan salah satu fase kritis dalam produksi tanaman, karena penanganan yang tidak baik akan berakibat pada kerugian atau kehilangan jumlah maupun mutu produk.

Terkait dengan subjek yang terlibat selama pascapanen untuk mengurangi kerusakan produk, individu yang terlibat harus memiliki tiga hal yaitu ; 1) paham terhadap faktor biologis 2) paham terhadap lingkungan yang mampu mempengaruhi kerusakan dan 3) digunakannya teknologi pascapanen untuk memperlambat senesen dan mempertahankan mutu terbaik. Faktor yang terlibat dalam kerusakan produk secara garis besar terdiri atas 1) respirasi 2) transpirasi 3) produksi etilen

BAB 11.

BUDIDAYA TANAMAN SPESIFIKASI LOKASI

11.1 Lahan Marginal

Lahan marginal dapat didefinisikan sebagai lahan kering yang miskin akan kandungan hara, hal ini disebabkan oleh degradasi lahan akibat erosi, kompaksi tanah, banjir dan genangan. Selain itu, lahan marginal juga disebabkan oleh penurunan sifat kimia akibat penggaraman, pengasaman, pencemaran, dan pengurangan unsur hara.

Karena lahan marginal memiliki kandungan hara yang terbatas, potensi dan produktivitasnya pun rendah. Optimalisasi lahan marginal perlu dilakukan untuk perbaikan kesuburan tanah dan pemilihan berbagai komoditas pangan yang sesuai dan menguntungkan seperti padi gogo, jagung, ubi jalar dan kacang tanah. Sedangkan optimalisasi kesuburan dalam rangka pemanfaatan lahan marginal kering dapat dilakukan dengan meningkatkan ketersediaan air tanah, pengolahan tanah yang baik, serta pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia.

Pemanfaatan lahan marginal ini penting untuk dilakukan, sehingga mampu menjaga stabilitas pangan, meningkatkan pendapatan petani, menjaga kelestarian ekosistem, serta mengurangi kegiatan pembukaan lahan pertanian dari lahan hutan.

11.2 Lahan Pasang Surut

Lahan pasang surut dapat didefinisikan sebagai lahan yang mengandalkan pasang dan surutnya air sungai serta tanahnya yang sangat masam.

Lahan pasang surut biasanya dicirikan oleh pH tanah yang rendah (bersifat masam), kahat hara, genangan yang dalam, salinitas tinggi, akumulasi zat besi dan aluminum yang sifatnya beracun, serta keberadaan OPT yang dominan.

Dalam mengatasi permasalahan lahan pasang surut, tentunya diperlukan teknologi sebagai upaya optimalisasi lahan pasang surut yang dapat dilakukan dengan pemilihan varietas unggul padi adaptif (karena padi dirasa menjadi tanaman yang cocok dibudidayakan pada lahan pasang surut), pengolahan lahan yang intensif, pengelolaan air, pengelolaan unsur hara dan amelioran, pengendalian OPT, serta penyusunan pola tanam. Apabila upaya tersebut dilakukan, maka lahan pasang surut akan meningkat kualitasnya sehingga petani akan diuntungkan dengan produktivitas yang tinggi.

BAB 12.

BUDIDAYA TANAMAN BERWAWASAN LINGKUNGAN

12.1 Prinsip Dasar Dalam Membangun Gerakan Pertanian Berkelanjutan

Dewasa ini, sebagian besar pelaksanaan pembangunan pertanian hanya memfokuskan pada aspek ekonomi, padahal seharusnya harus memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan hidup. Pada dasarnya program pertanian berkelanjutan berwawasan lingkungan berasal dari permasalahan inti mengenai cara pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan, sehingga akan terus tersedia dan bahkan mengalami peningkatan dari generasi ke generasi.

Sistem pertanian berkelanjutan berwawasan lingkungan dapat didefinisikan sebagai sistem pertanian yang dilakukan sebagai upaya yang dilakukan dalam pengelolaan sumber daya untuk kepentingan pertanian, sekaligus mempertahankan dan meningkatkan kelestarian lingkungan dan konservasi sumberdaya alam.

Dalam membangun pertanian berkelanjutan berwawasan lingkungan, terdapat empat prinsip dasar yaitu :

a. Prinsip ekologis

Prinsip ini merujuk pada pola hubungan antara alam dan organisme adalah satu kesatuan yang berkesinambungan. Upaya dalam pemanfaatan tanah, air, udara, dan sumber keragaman

hayati di alam harus dilakukan seoptimal mungkin (tidak berlebihan).

b. Prinsip teknis

Prinsip ini merupakan dasar teknik dalam mengusahakan suatu produk organik mulai dari transisi pertanian konvensional menjadi pertanian berkelanjutan, cara pengelolaan tanah, pemupukan organik, pengendalian OPT terpadu, dan penggunaan teknologi pertanian yang dapat disesuaikan dengan kondisi lahan.

c. Prinsip sosial-ekonomis

Prinsip ini merujuk pada model pertanian yang sesuai dengan kondisi sosial dan secara aspek ekonomi dapat menguntungkan petani.

d. Prinsip Politik

Prinsip ini memfokuskan terhadap kebijakan yang selaras/tidak kontra dengan upaya pembangunan pertanian berkelanjutan baik dalam hal kebijakan produksi, harga dan pemasaran yang merata.

12.2 Indikator Sistem Pertanian Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan

Beberapa indikator yang mencirikan bahwa pertanian berkelanjutan berwawasan lingkungan sudah berjalan baik, diantaranya adalah:

- 1) produksi produk pertanian dengan kualitas dan kuantitas yang memadai.
- 2) melakukan budidaya organik
- 3) peningkatan kesuburan tanah jangka panjang
- 4) siklus biologis dalam ekosistem pertanian meningkat
- 5) sumber keragaman genetik terpelihara
- 6) terhindar dari bentuk cemaran akibat proses budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimbawa, I. W. P. 2016. *Dasar Dasar Agronomi*. Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Denpasar.
- Azmi, F. A., Gunawan, T., dan Hapsari, G. I. 2019. Sistem Penyiraman Bibit Tanaman Dengan Monitoring Berbasis Web. *eProceedings of Applied Science*. 5(1): 152-159.
- Fajrin, A., Suryawati, S., dan Sucipto. 2015. Respon tanaman kedelai sayur edamame terhadap perbedaan jenis pupuk dan ukuran jarak tanam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 8(2): 57-62.
- Fitrianti, F., Masdar, M., & Astiani, A. 2018. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman terung (*Solanum melongena*) pada berbagai jenis tanah dan penambahan pupuk npk phonska. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 3(2): 60-64.
- Hariyadi, I. B. W., Purwanti, S., Mahrus, A., dan Suryanto, A. 2022. *Dasar-Dasar Agronomi*. Uwais Inspirasi Indonesia. Jawa Timur.
- Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4): 124-130.
- Indriani, Y. 2015. *Gizi dan Pangan*. AURA Printing. Bandar Lampung.
- Iriany, R. N., Yasin, M., & Takdir, A. M. 2008. Asal, sejarah, evolusi, dan taksonomi tanaman jagung. *Balai Penelitian Tanaman Serelia*. Maros
- Liunokas, A. B., & Billik, A. H. S. 2021. *Karakteristik Morfologi Tumbuhan*. Deepublish. Sleman.

- MEILIANI, C. 2019. *Implementasi media video animasi 3d untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada konsep struktur dan fungsi sel*. Doctoral dissertation, FKIP UNPAS. Bandung.
- Kismantoroadji, T., dan Budiarto. 2016. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Fakultas Pertanian, UPN Veteran Yogyakarta. Sleman.
- Kusmiadi, E. 2014. Pengertian dan Sejarah Perkembangan Pertanian. *Pengantar Ilmu Pertanian*. 1-28.
- Kusumayanti, H., Hanindito, S. B., & Mahendrajaya, R. T. 2016. Pangan fungsional dari tanaman lokal Indonesia. *Metana*. 12(1): 26-30.
- Mudrieq, S. S. H. 2014. Problematika krisis pangan dunia dan dampaknya bagi Indonesia. *Academica*. 6(2): 1287-1302.
- Palupi, N. S., Zakaria, F. R., & Prangdimurti, E. 2007. Pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi pangan. *Modul e-Learning ENBP, Departemen Ilmu & Teknologi Pangan-Fateta-IPB*. Bogor.
- Prabowo, R. 2010. Kebijakan pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan di Indonesia. *Mediagro*. 6(2).
- Purba, D. W., Thohiron, M., Surjaningsih, D. R., Sagala, D., Ramdhini, R. N., Gandasari, D., dan Manullang, S. O. 2020. *Pengantar ilmu pertanian*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Purba, D. W., Dalimunthe, B. A., Septariani, D. N., Mahyati, M., Setiawan, R. B., Sudarmi, N., dan Amruddin, A. 2022. *Sistem Pertanian Terpadu: Pertanian Masa Depan*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Poerwanto, R. 2016. *Pertanian Masa Depan*. Pemikiran Guru Besar IPB: Tantangan Generasi Muda dalam Pertanian, Pangan, dan Energi. IPB. Bogor.
- Rai, I. N. 2018. *Dasar-dasar Agronomi*. Percetakan Pelawa Sari. Bali.
- Sari, N. K. Y. 2017. Struktur morfologi bunga dan anatomi serbuk sari buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Media Sains*. 1(2): 71-76.
- Silalahi, M. 2015. *Bahan Ajar Morfologi Tumbuhan*. Universitas Kristen Indonesia. Jakarta.

- Sudjatha, W., dan Wisaniyasa, N. I. 2017. *Fisiologi Dan Teknologi Pascapanen*. Udayana University Press.
- Sumarsono, M. S., dan Samiyarsih, S. 2013. *Struktur Morfologi Tumbuhan dan Struktur Sel*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Syakur, A. 2012. Pendekatan satuan panas (*heat unit*) untuk penentuan fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat di dalam rumah tanaman (*greenhouse*). *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. 19(2): : 96 – 101.
- Syamsiah, M., & Marlina, G. 2017. Respon pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) varietas kriebo terhadap konsentrasi asam giberelin. *AGROSCIENCE*. 6(2): 55-60.
- Tjitrosoedirdjo, S. S., & Chikmawati, T. 2001. Sejarah Klasifikasi Dan Perkembangan Taksonomi Tumbuhan. *Tersedia: <http://repository.ut.ac.id/4359/1/BIOL4311-M1.pdf> [diakses pada 20 Februari 2017]*.
- Utami, B. S. 2016. Efek Benziladenin Mempercepat Transisi Fase Vegetatif ke Reproduksi Tumbuhan Berbunga secara Kultur In vitro. In *SNSE III 2016*. 448-455.
- Widodo, W.D. 2014. *Dasar-Dasar Budi Daya Tanaman*. In: *Sistem Pertanian*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Zuraida, N., dan Supriati, Y. 2001. Usahatani ubi jalar sebagai bahan pangan alternatif dan diversifikasi sumber karbohidrat. *Buletin agrobio*. 4(1): 13- 23.
- Zulkarnain, Z. 2004. Peranan Bioteknologi dalam Menunjang Program Pemuliaan Tanaman. *Jurnal Agronomi*. 8(2): 125-131.

