

DASAR-DASAR AGRONOMI

Ir. Bambang Wicaksono Hariyadi, M.Agr

Ir. Sri Purwanti, M.Kes

Yeni Ika Pratiwi, SP., M.Agr

Mahrus Ali, S.TP., M.Agr

Dr. Agus Suryanto, SP., MP

Uwais Inspirasi Indonesia

DASAR-DASAR AGRONOMI

ISBN:

Penulis: Ir. Bambang Wicaksono Hariyadi, M.Agr
Ir. Sri Purwanti, M.Kes
Yeni Ika Pratiwi, SP., M.Agr
Mahrus Ali, S.TP., M.Agr
Dr. Agus Suryanto, SP., MP

Tata Letak: Galih

Design Cover: Widi

14,8 cm x 21 cm

vii + 146 halaman

Cetakan Pertama, Februari 2022

Diterbitkan Oleh:

Uwais Inspirasi Indonesia

Anggota IKAPI Jawa Timur Nomor: 217/JTI/2019 tanggal 1 Maret 2019

Redaksi:

Ds. Sidoarjo, Kec. Pulung, Kab. Ponorogo

Email: Penerbituwais@gmail.com

Website: www.penerbituwais.com

Telp: 0352-571 892

WA: 0812-3004-1340/0823-3033-5859

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta, sebagaimana yang telah diatur dan diubah dari Undang-Undang nomor 19 Tahun 2002, bahwa:

Kutipan 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 Rp100.000.000,00 (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 Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak 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 Rp1.000.000.000,00 (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 Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Dasar-dasar Agronomi MKK-22212 (3 SKS) adalah mata kuliah yang wajib diambil oleh mahasiswa Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya. Mata kuliah Dasar-dasar Agronomi disamping membahas topik yang berkaitan langsung dengan tanaman juga membahas tentang aspek-aspek yang berhubungan dengan tanaman. Penyajian materi dilakukan melalui ceramah dan diskusi, disamping itu dilakukan upaya pendalaman materi dengan mewajibkan mahasiswa untuk mengikuti pratikum di lapangan.

Adapun tujuan instruksional umum dari perkuliahan ini, yaitu diharapkan mahasiswa dapat memahami pengertian tentang Agronomi, objek, subjek, sarana, sasaran, peran serta ruang lingkup Agronomi. Disamping itu mahasiswa dapat mengetahui aspek-aspek yang berkaitan dengan Agronomi baik yang berkaitan langsung maupun tidak langsung.

Deskripsi mata kuliah ini meliputi pembahasan tentang: Pengertian dasar dan Ruang Lingkup Agronomi, Sistem Pertanian di Indonesia, Tanaman dan Faktor Lingkungan, Konsep Aliran Energi, Upaya peningkatan Produksi dan Faktor Penghambatnya, Perbanyak Tanaman, Pengelolaan Lahan dan Lingkungan, serta Panen dan Pasca Panen.

Demikian bahan ajar ini disusun agar dapat membantu para mahasiswa dan siapapun yang membutuhkan agar dapat mempermudah untuk mempelajari tentang mata kuliah ini. Besar harapan kami atas masukan-masukan dan diskusi lebih lanjut agar bahan ajar ini lebih sempurna dan sesuai kemajuan zaman.

Surabaya, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v

BAB I PENGERTIAN DASAR DAN RUANG LINGKUP

AGRONOMI	1
A. Terminologi	1
B. Pengertian-Pengertian Dalam Agronomi	1
C. Objek Agronomi.....	3
D. Subjek Agronomi	3
E. Sarana Produksi.....	4
F. Sasaran Agronomi	5
G. Peranan Agronomi.....	5
H. Ruang Lingkup.....	6
I. Sejarah Perkembangan Agronomi.....	7

BAB II SISTEM PERTANIAN..... 9

A. Perkembangan Pertanian	9
B. Sistem Bertanam Daerah Tropika	13
C. Sistem Pertanian Di Indonesia	20

BAB III TANAMAN DAN FAKTOR LINGKUNGAN 29

A. Faktor Abiotik Yang Mempengaruhi Tanaman Tanah	30
B. Faktor Biotik Yang Mempengaruhi Tanaman Hama, Penyakit Dan Gulma	42
C. Kompetisi Intra Dan Antar Spesies	44
D. Konsep Aliran Energi Dalam Pertanian	46

BAB IV TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN

AGRONOMI	49
A. Iklim.....	49
B. Tanah.....	50
C. Bibit.....	51
D. Penanaman.....	55
E. Pemeliharaan Tanaman.....	59

BAB V UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI

TANAMAN DAN FAKTOR PENGHAMBATNYA..... 83

A. Upaya-Upaya Peningkatan Produksi.....	83
--	----

BAB VI PERBANYAKAN TANAMAN..... 94

A. Perbanyak Tanaman Secara Generatif.....	95
B. Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif.....	102
C. Teknik Perbanyak Dengan Setek.....	104

BAB VII PENGELOLAAN LAHAN

DAN LINGKUNGAN..... 118

A. Pengelolaan Lahan.....	118
B. Pengelolaan Lingkungan.....	122
C. Manipulasi Kultur Teknis Terhadap Cahaya.....	122
D. Manipulasi Kultur Teknis Terhadap Faktor Air.....	125

BAB VIII PANEN DAN PASCA PANEN..... 127

A. Menentukan Saat Panen Yang Tepat.....	127
B. Mempercepat Panen.....	130
C. Cara Panen.....	131
D. Prakiraan Hasil Panen.....	132
E. Kehilangan Hasil.....	133
F. Pembuangan Sisa-Sisa Tanaman.....	134

G. Faktor-Faktor Prapanen Yang Mempengaruhi Mutu Dan Fisiologi Pasca Panen.....	136
H. Pengaruh Iklim	137
DAFTAR PUSTAKA	140
BIODATA PENULIS.....	142

BAB I

PENGERTIAN DASAR DAN RUANG LINGKUP AGRONOMI

A. Terminologi

Agronomi bahasa latin “*agros*”= lahan, “*nomos*”= *pengelolaan*. Agronomi: Ilmu yang mempelajari segala aspek biofisik yang berkaitan dengan usaha penyempurnaan budidaya tanaman.

Dalam kaitannya dengan lingkungan, maka terminologinya sebagai berikut:

Agronomi suatu kegiatan pengelolaan tanaman dengan jalan mengkonversikan CO₂ dari udara, air dan unsur hara dari dalam tanah dengan bantuan energi surya, menjadi bahan yang memberikan daya guna dan hasil guna yang lebih baik bagi kehidupan manusia

Agronomi dapat juga dipandang sebagai ilmu konversi karena agronomi merupakan suatu sistim pengubahan energi sinar surya melalui tanaman menjadi energi biokimia yang dapat dimanfaatkan secara maksimum oleh manusia didalam memelihara kehidupannya.

B. Pengertian-pengertian dalam Agronomi

Pertanian dalam arti umum yaitu usaha-usaha pertanian dibidang produksi tanaman pangan, hortikultura, tanaman industri, perikanan, peternakan dan teknologi hasil pertanian (THP).

Pertanian dalam arti khusus, yaitu budidaya tanaman untuk menghasilkan bahan pangan dan industri bagi keperluan manusia. Untuk mempercepat proses pencapaian kebutuhan manusia perlu ilmu yang mendukung usaha tersebut adalah **Ilmu pertanian**, yaitu ilmu yg mempelajari usaha-usaha pengendalian proses produksi biologis tumbuhan dan hewan sehingga menjadi lebih bermanfaat bagi manusia.

Usaha tani adalah usaha-usaha untuk mengelola kegiatan pengendalian proses produksi biologis tumbuhan dan hewan.

Lahan secara umum diartikan sebagai lapangan atau tanah untuk usaha budidaya tanaman dan ternak, dapat berupa rawa, sawah dan tegalan. **Lahan dalam arti sempit** merupakan lapangan usaha budidaya tanaman pada keadaan terbatas dengan faktor-faktor lingkungan tertentu yang dapat secara relatif mudah dikendalikan misal penanaman pada pot, rumah kaca, dan media tumbuh tanaman lainnya.

Pengelolaan dalam konteks agronomi adalah pengelolaan pertanian (*farm management*) dan pengelolaan perkebunan (*estate menegement*). Pada **pengelolaan pertanian rakyat** teknologi yang ditetapkan umumnya masih tradisional. Sedangkan pada **pengelolaan perkebunan** usaha pertanian yang dilaksanakan dalam skala luas, diselenggarakan menurut teknologi maju, menggunakan sumber dana dan sumber daya manusia yang maksimal.

Petani adalah orang yang mata pencaharian pokoknya berasal dari hasil budidaya tanaman dan secara praktis melakukan kegiatan tersebut.

Agronomis adalah orang yang terlibat secara tidak langsung dalam penelitian atau teori untuk peningkatan kualitas dan kuantitas produksi biologis tanaman.

Budidaya tanaman adalah usaha mengelola tanaman dilapangan mulai dari pengelolaan tanah, pengadaan benih atau bibit, tanaman sampai panen sehingga tanaman memberikan produksi maksimal dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam.

Produksi maksimal adalah produksi tertinggi yang dicapai tanpa memperhatikan kelestarian sumber daya alam.

Produksi optimal adalah produksi pada saat keuntungan secara ekonomis tercapai dengan tingkat kerusakan sumber daya alam pada batas minimal.

Produktifitas adalah kemampuan lahan untuk menghasilkan produksi biologis pada waktu dan areal tertentu.

C. Objek Agronomi

Dalam Agronomi yang menjadi objek adalah tumbuhan yang mempunyai ciri- ciri seperti mudah dikembang biakkan, berkembang biak dalam waktu yang relative singkat, mampu memberikan hasil berlipat ganda, tidak berbahaya bagi manusia dan dapat dipasarkan, contoh; padi kedelai jagung, dll

Tanaman dalam kajian Agronomi adalah tumbuhan yang dibudidayakan manusia dan mempunyai manfaat langsung untuk kebutuhan manusia. Tumbuhan tersebut biasanya telah melalui seleksi alami dalam jangka waktu yang panjang seleksi buatan manusia, atau telah mengalami pemuliaan.

D. Subjek Agronomi

Dalam agronomi yang menjadi subjek adalah Petani, Pengusaha pertanian dan Agronomis. Petani secara langsung terlibat dalam kegiatan budidaya tanaman di lapangan. Usahawan yang bergerak dalam usaha pemanfaatan lahan untuk menghasilkan produksi biologis tumbuhan dan hewan, memilih

alternatif sendiri, luas garapan yang sempit dan teknologi produksi masih bersifat tradisional dan lebih banyak tergantung pada subsidi pemerintah. Pendidikan umumnya rendah.

Pengusaha Pertanian adalah petani atau pengusaha yang menyelenggarakan usaha taninya menurut teknologi maju dan menggunakan akal dan karyanya secara maksimal guna mendapat produksi dan keuntungan yang maksimal, mempunyai modal besar dan mudah menerima pembaharuan.

Dalam usaha meningkatkan produksi pertanian pemerintah telah memberikan sumbangan kepada petani baik fisik maupun non fisik serta kebijakan penentuan harga dasar hasil pertanian sehingga merangsang petani untuk meningkatkan produksi disamping itu juga memberikan paket kredit.

E. Sarana Produksi

Sarana produksi merupakan bahan yang sangat menentukan di dalam budidaya tanaman pada suatu wilayah tertentu. Saprodi yang ada hubungan langsung dengan tanaman adalah benih atau bibit, pupuk, bahan kimia pengendali musuh tanaman, zat pengatur tumbuh (ZPT) dan alat-alat pertanian.

Pupuk, merupakan sarana produksi penting dalam meningkatkan produksi tanaman dan mempertahankan produktivitas tanah. Pupuk dapat berupa anorganik (buatan) dan pupuk organik (kompos, pupuk kandang, pupuk hijau).

Benih/bibit, merupakan sarana pokok didalam budidaya tanaman. Benih/bibit yang baik akan memberikan pertumbuhan yang baik dan produksi yang tinggi.

Bahan kimia, mendukung kegiatan produksi pertanian terutama dalam mengendalikan HPG yang disebut pestisida, dan ZPT untuk merangsang pertumbuhan tanaman.

Alat-alat pertanian, untuk memberikan kondisi optimum pada perakaran diperlukan peralatan yang memadai seperti, cangkul, bajak, garu. Petani modern menggunakan traktor. Selain itu diperlukan juga alat untuk pemupukan dan alat penyemprotan serta alat panen.

F. Sasaran Agronomi

Untuk mendapatkan sesuatu hasil dari kegiatan produksi tanaman secara maksimal, dapat dilakukan dengan pendekatan optimalisasi pemanfaatan lahan dengan cara penggunaan benih bermutu dari varitas unggul, perbaikan kesuburan tanah, pengaturan pola tanam yang dikaitkan dengan pengembangan komoditas yang sesuai dengan agroekosistem.

Hasil yang dicapai dapat berupa kepuasan rohani atau suatu hasil yang nyata untuk kebutuhan hidup manusia secara langsung, misal: gabah, umbi, buah-buahan dan lain sebagainya.

G. Peranan Agronomi

Pertama, peranan Agronomi antara lain menyediakan bahan baku pangan. Disamping itu Agronomi berperan penting dalam usaha memantapkan swasembada pangan beras, palawija dan hortikultura serta memperbaiki kualitas dari pangan tersebut.

Kedua, menyediakan bahan baku industri. Kegiatan usaha tani ini ditujukan pada tanaman yang berorientasi untuk menunjang kebutuhan industri atau ekspor dengan investasi jangka panjang.

Untuk itu perlu perencanaan berupa kemampuan lahan yang tersedia, pelaksanaan pengelolaan untuk mencapai produktivitas tinggi dan berkelanjutan, melestarikan sumber daya alam dan perluasan pemasaran hasil. Usaha meningkatkan

produksi tanaman industri memberikan dampak positif terhadap pendapatan/devisa negara.

Ketiga, peningkatan kesejahteraan dimana Agronomi berperan positif dalam rangka meningkatkan kesejahteraan, karena kegiatan agronomi menyediakan bahan baku untuk komoditas ekspor sehingga menyerap banyak tenaga kerja mulai dari pengelolaan tanaman sampai pada kegiatan pasca panen dan industri hasil pertanian.

H. Ruang Lingkup

Ruang lingkup Agronomi meliputi Ekologi, Fisiologi dan Pemuliaan tanaman. Faktor ekologi yang berperan sangat penting pada pertumbuhan tanaman adalah tanah dan iklim.

Tanah merupakan komponen hidup dari lingkungan yang penting yang dapat dimanipulasi untuk mempengaruhi penampilan tanaman. Dalam mendukung kehidupan tanaman, tanah mempunyai tiga fungsi utama yaitu memberikan unsur hara untuk tanaman, memberikan air dan reservoir, menunjang tanaman atau sebagai tempat berpegang dan bertumpu untuk tegak.

Faktor lingkungan (iklim) yang penting adalah suhu udara, penyinaran surya, hujan dan kelembaban udara.

Faktor Fisiologi dalam ruang lingkup Agronomi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari proses-proses alamiah yang terjadi dalam tanaman. Kehidupan tanaman erat hubungannya dengan kegiatan fotosintesis. Berdasarkan produk awal pada fotosintesis maka tanaman dapat dikelompokkan menjadi tanaman C₃, C₄, dan CAM.

Kelompok **tanaman C₃** hasil pertama dari proses fotosintesis adalah **asam fosfogliserat** (PGA). Proses fotosintesis **menurut daur Calvin** contoh pada tanaman kedelai,

padi, gandum. Kelompok *tanaman C₄*, proses fotosintesis *menurut daur Hatch dan Slack*. Produk pertama dari fotosintesis adalah *asam malat*, lebih efisien dalam penggunaan sinar surya dan CO₂, contohnya pada tanaman jagung, tebu, sorgum, rumput. **Kelompok CAM (*Crassulacea acid metabolism*)** umumnya adalah tanaman sukulen berkutikula tebal, hidup di daerah kering seperti kaktus, anggrek, nanas. Tanaman CAM ini meningkatkan *kandungan asamnya secara cepat pada malam hari dan menurun pada siang hari*. Pada siang hari terjadi penangkapan energi surya dan diubah menjadi energi biokimia. *Pada malam daun menyerap CO₂ dari udara dan terjadilah sintesis CO₂ menjadi bahan organik*.

Pemuliaan Tanaman dalam Agronomi sangat penting artinya dalam produksi tanaman. Pemuliaan tanaman merupakan usaha untuk memperbaiki sifat genetik tanaman sehingga di dapat jenis tanaman yang unggul. Jenis unggul memiliki sifat yang baik seperti tanggap terhadap pemupukan, tahan terhadap hama dan penyakit, mampu bersaing dengan gulma, produksi tinggi, umur produksi lebih cepat.

I. Sejarah Perkembangan Agronomi

Pada awal perkembangan peradaban manusia di bumi hanya hidup dengan apa yang ada disekelilingnya dengan mencari biji-bijian dan buah-buahan. Dengan bertambahnya jumlah manusia, lama kelamaan apa yang ada di hutan tersebut tidak mencukupi bagi kebutuhan pangan sehari-hari. Pada keadaan inilah orang mulai berpikir dan mencoba untuk bercocok tanam dan beternak meski dengan teknologi asal tanam.

Karena jumlah manusia terus bertambah dan pengetahuan kian maju, petani mulai berpikir bagaimana cara

mengusahakan lahan tersebut agar tidak cepat menurun kesuburannya terutama dalam jangka panjang, karena ada bahan organik yang diangkut dari lahan untuk dimakan, maka untuk menggantinya harus dengan bahan organik pula.

Perkembangan selanjutnya karena ”pertumbuhan penduduk mengikuti deret ukur sedangkan peningkatan hasil mengikuti deret hitung” sebagai akibatnya kekurangan pangan dan bahkan terjadi bencana kelaparan. Keadaan ini tidak berlangsung lama, yaitu berkat ditemukannya varitas unggul baru yang mempunyai potensi tinggi yang selanjutnya dikenal dengan istilah gerakan “*revolusi hijau*”. Namun varitas unggul tersebut memerlukan input produksi yang tinggi untuk memperoleh hasil yang setinggi tingginya, berupa pupuk kimia, irigasi, pestisida dan herbisida.

Penggunaan bahan kimia dalam jangka panjang dapat merusak lingkungan dan lahan pertanian itu sendiri. Sejak saat inilah sistem pertanian organik mulai dirasa penting bagi ahli-ahli pertanian, terutama yang peduli terhadap kelestarian lahan dan lingkungan. Pada sistem pertanian organik dari segi produktivitas lahan tidak setinggi sistem pertanian kimiawi karena memang berbeda tujuan.

BAB II

SISTEM PERTANIAN

Sistem pertanian merupakan pengelolaan komoditas tanaman untuk memperoleh hasil yang diinginkan yaitu berupa bahan pangan, keuntungan financial, kepuasan batin atau gabungan dari ketiganya. Sistem pertanian di daerah tropika, termasuk Indonesia berbeda dengan daerah subtropis dan daerah beriklim sedang. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan kondisi iklim, jenis tanaman dan keadaan sosial ekonomi petaninya. Pada bab ini akan dibahas tentang perkembangan pertanian, sistem bertanam daerah tropika, sistem pertanian di Indonesia dan klasifikasi sistem pertanian.

A. Perkembangan Pertanian

Perkembangan masyarakat secara berkesinambungan bersendi pada ketersediaan kebutuhan pangan yang cukup. Pada awal perkembangan peradaban manusia kehidupan bersendi pada pengumpulan pangan atau perburuan. Setiap individu terlibat secara total untuk mendapatkan sumber pangan. Pada masyarakat yang hidup mengembara di dalam pengembaraannya mengumpulkan biji-bijian dan buahan tumbuhan liar. Alfalfa liar dan kekacangan lain, dan sereal liar merupakan bahan makanan utama penunjang kehidupan manusia waktu itu. Besar kemungkinan suku yang sedang mengembara memanen suatu tanaman di daerah pada suatu saat lalu memanen yang lainnya pada bulan atau tahun berikutnya.

Suatu daerah yang mempunyai sumber pangan yang berlimpah akan mendapat banyak kunjungan atau kunjungan yang berulang-ulang pada musim panen yang sama.

Pertanian secara relative merupakan inovasi yang belum lama berselang bila dibanding dengan sejarah manusia, karena manusia semula dalam masa yang lama hanya bertindak sebagai pengumpul makanan. Produksi pangan yang pertama dengan penanaman dan pembudidayaan yang sesungguhnya baru terjadi pada 7.000 – 10.000 tahun yang silam (pada zaman neolitik). Perkembangan pertanian secara lambat laun telah membawa keberuntungan dan surplus pangan yang meyakinkan. Keadaan surplus demikian dapat membebaskan banyak orang yang terampil dengan keakhlian lain dari tugas memproduksi pangan. Perkembangan keakhlian baru hanyalah mungkin bila kenaikan keefisienan pertanian mengizinkan penggunaan waktu-waktu senggang yang baru diperoleh. Hingga kini, keadaan ini masih berlaku, hasil akhir pada kenaikan taraf hidup ditandai dari hal ihwal yang dulu dianggap sebagai suatu kemewahan akhirnya telah menjadi kebutuhan sehari-hari.

Asal-usul kebudayaan dapat ditelusuri pada penemuan bahwa persediaan pangan berlebihan dapat tercapai dengan penanaman biji atau bagian-bagian tanaman. Tanaman-tanaman yang cepat tumbuh dan menghasilkan dalam semusim mungkin merupakan tanaman yang diusahakan mula-mula. Teknologi yang menyangkut budidaya tanaman berumur panjang seperti pohon buahan, memakan waktu dan menuntut tingkatan teknologi lebih tinggi, karenanya pada masa itu buahan hanya dipanen dari tanaman liar.

Setiap tanaman yang ada sekarang telah dikembangkan pada zaman prasejarah. Hal ini tercapai dengan dua cara yang berbeda: (1) penjinakan (*domestication*), yaitu dengan

membudidayakan atau mengelola species liar, dan (2) seleksi yaitu penangkaran yang berbeda-beda dari spesies tersebut.

Manusia primitive menunjukkan kecerdikan luar biasa pada proses penjinakan tumbuhan liar untuk memenuhi kebutuhan hidup. Misalnya ubi kayu yang mengandung racun yang dapat mematikan yaitu asam sianida (HCN), telah lama sekali diketahui bahwa racun dapat dikurangi toksitasnya dengan memasak. Merupakan teknik yang tak mudah diketahui dengan begitu saja, tetapi dengan melalui suatu pengalaman.

Seleksi kadang-kadang mengakibatkan terciptanya suatu tipe baru dan untuk banyak tanaman agronomi sangat efektif. Tanaman yang ada dewasa ini kebanyakan berbeda dengan nenek moyangnya yang masih liar, dan banyak yang telah berubah sehingga garis-garis turunannya telah kabur. Manusia merupakan pemulia tanaman (*plant breeder*) yang efektif, walaupun tanpa pengetahuan genetika sedikitpun.

Manusia membawa tanaman pertanian dalam pengembaraan dan migrasinya. Introduksi spesies baru merupakan salah satu wajah penting dalam perkembangan agronomi. Pusat produksi dari hampir semua tanaman pertanian sangat jauh berpindah dari pusat asal-usulnya.

Usaha penjinakan dan penyebaran tanaman pertanian terutama pangan terus berkembang sesuai dengan pengetahuan dan peradaban manusia. Perubahan-perubahan itu dipercepat dengan penemuan-penemuan teknologi baru. Keberhasilan teknologi tersebut dapat diukur dari populasi yang didukungnya yang selalu meningkat. Tidaklah diketahui secara tepat di manakah suatu tanaman pertama dibudidayakan, namun menurut bukti-bukti arkeologi, tercatat 7.000 - 8.000 tahun berselang, pada dataran-dataran yang tinggi yang terairi secara baik dari sungai-sungai Indus, Tigris, Eufrat dan Nil. Peristiwa

yang mendahuluinya tentu berlangsung ribuan tahun sebelum itu.

Asia Tenggara, dengan keadaan geografi dan agroklimat yang beraneka ragam mengakibatkan diversifikasi vegetasi merupakan lokasi yang ideal sebagai tempat lahirnya pertanian primitive. Daerah ini kaya akan tanaman-tanaman yang membiak secara vegetatif; kemungkinan penanaman-penanaman bagian vegetatif lebih mendahului penanaman biji. Perkembangan selanjutnya penanaman dengan biji merupakan teknik yang dominan, menggantikan penanaman secara vegetatif.

Seperti halnya dalam pertanian modern, petani-petani purba juga berikhtiar untuk menjamin hasil panen tertinggi dengan tenaga kerja paling sedikit. Usaha budidaya tanaman dengan menabur benih di lahan yang memungkinkan dengan tanpa penyiangan dan proteksi terhadap hama, akan lebih menguntungkan daripada mengumpulkannya dari keadaan liar. Keadaan seperti ini mula-mula dilakukan pada tanaman barlei dan gandum. Barangkali barlei dijinakkan secara kebetulan, karena sangat sukar menghilangkan gulma dari gandum. Demikian pula rye, avena dan kekacangan seperti kapri, lentil dan lain-lain. Anggur sudah lama dibudidayakan yaitu sejak empat ribu tahun sebelum masehi. Setelah itu zaitun, kurma, apel, buah pear, cherry, dan lainnya diusahakan di kebun buah-buahan secara lebih intensif.

Usaha pertanian mulanya terbatas pada lahan kering, dengan meningkatnya kebutuhan akan hasil pertanian, usaha-usaha tersebut mengarah ke lahan rawa. Lahan rawa yang mula-mula diusahakan adalah lahan rawa di kiri-kanan sungai dan dikenal dengan rawa lebak. Daerah ini terutama ditujukan untuk menghasilkan pangan dan tempat mencari ikan. Pada tempat-

tempat yang lebih tinggi dikembangkan kebun buahan.

B. Sistem Bertanam Daerah Tropika

Banyak pendapat tentang pengertian dan klasifikasi sistem bertanam, yang salah satu diantaranya akan dikemukakan disini. Ada lima kategori yang sudah banyak dikenal, yaitu sistem perladangan berpindah, sistem tadah hujan semi intensif, sistem tadah hujan intensif, sistem irigasi, sistem campuran tanaman semusim dan tahunan

Sistem bertanam pertama dan kedua merupakan sistem bertanam tadah hujan yang dicirikan oleh adanya masa bera. Bila ditinjau dari segi frekuensi penggunaan lahan, maka terdapat peningkatan dari kategori pertama, kedua dan ketiga. Sebagai contoh, bila pada Sistem Perladangan Berpindah selama 1 tahun ditanami kemudian 9 tahun berikutnya diberakan, maka frekuensi penggunaan lahan sebesar 10 persen. Demikian untuk katagori kedua (Sistem Tadah Hujan Semi Intensif) sebesar 30 persen dan Sistem Tadah Hujan Intensif 70 persen.

Kategori keempat meliputi dua sub klas, yaitu : lahan kering beririgasi (tidak tergenang) dan sistem dapat ditanam pada 3 macam kondisi lahan, yakni: pada lahan kering tadah hujan dan lahan sawah irigasi atau non irigasi. Katagori kelima, sistem campuran tanaman semusim atau setahun dan tanaman tahunan, meliputi 3 subklas yaitu : sistem tanaman semusim dengan tanaman herba (rumput-rumputan) tahunan atau semi-tahunan; sistem kebun campuran, dan sistem tanaman semusim dengan tanaman pohon tahunan.

Sistem Perladangan Berpindah, pada mulanya sistem perladangan berpindah terjadi pada saat pertama kali manusia mengenal bercocok tanam. Dengan tingkat pengetahuan yang

sangat rendah, manusia pada waktu itu belum mengenal pengelolaan lahan dan teknologi yang digunakan dapat disebut asal tanam.

Akibatnya lahan cepat menurun kesuburannya karena belum mengenal pemupukan. Begitu lahan tidak produktif lagi mereka lalu pindah membuka hutan baru atau mengerjakan lahan yang sudah lama ditinggal dan sudah pulih kesuburannya. Namun di negara lain, seperti di Afrika, sistem pertanian berpindah ini bukan lagi berkonotasi negatif. Dengan teknologi yang terus diperbaiki, sistem ini merupakan alternatif yang cocok untuk dikembangkan.

Prinsip utama dalam sistem pertanian berpindah adalah bahwa selama periode bera, nutrisi yang diambil oleh tumbuhan/vegetasi yang ada akan dikembalikan ke permukaan tanah berupa sisa tanaman (seresah). Bahan organik yang tertimbun di permukaan tanah akan tersedia (melalui proses dekomposisi) bagi tanaman berikutnya setelah vegetasi tersebut ditebang atau dibakar.

Di Indonesia, sistem perladangan berpindah masih mendatangkan masalah besar karena dikhawatirkan dapat mengganggu fungsi paru-paru lingkungan (karena hutan ditebang) dan keanekaragaman hayati serta emisi CO₂ yang terkait dengan pemanasan global. Selain itu kegiatan tersebut sering menyebabkan bahaya erosi yang akan merusak lahan dan lingkungan. Oleh karena itu perlu dicari upaya pemecahannya, yang antara lain mencakup:

- a) Perencanaan yang lengkap dari pemerintah (contoh : RUTR dati II), yang meliputi penetapan penggunaan lahan berdasarkan tingkat kesesuaian lahan dan permintaan pasar. Beberapa komoditi yang akan dikembangkan adalah : tengkawang, rotan, meranti, rasamala, kelapa sawit, karet,

kopi dan lain-lain. Selain itu juga perlu di persiapkan unit pengolahan hasil panen, seperti: pabrik pengolahan pulp, penggergajian kayu, pengolahan buah tengkawang dan pengolahan lateks.

- b) Bagi setiap keluarga tani disiapkan 8 – 10 ha lahan. Setiap tahun petani dibiarkan berladang pada lahan seluas 1,5 – 2,0 ha, sesuai kemampuan masing-masing petani. Setelah selesai menanam tanaman semusim, kepada mereka dibagikan bibit/benih tanaman tahunan yang telah ditentukan jenisnya. Tahun kedua, petani membuka lahan lagi seluas 1,5 – 2,0 ha, demikian seterusnya hingga 8 – 10 ha tertanami secara bertahap.

Sistem Tadah Hujan Semi Intensif dan Intensif, sistem bertanam adalah pola-pola tanam yang digunakan petani dan interaksinya dengan sumber-sumber alam dan teknologi yang tersedia. Sedangkan pola tanam adalah penyusunan cara dan saat tanam dari jenis-jenis tanaman yang akan ditanam berikut waktu-waktu kosong (tidak ada tanaman) pada sebidang lahan tertentu. Pola tanam ini mencakup beberapa bentuk/macam sebagai berikut:

a. Multiple Cropping (System Tanam Ganda)

Penanaman lebih dari satu jenis tanaman pada sebidang tanah yang sama dalam satu tahun. Yang termasuk dalam Sistem Tanam ganda ini adalah: *Intercropping*, *Mixed Cropping*, dan *Relay Cropping*.

1) Intercropping (Sistem Tumpangsari)

Penanaman serentak dua atau lebih jenis tanaman dalam barisan berselang-seling pada sebidang tanah yang sama. Sebagai contoh yang umum dilakukan oleh petani di India adalah tumpangsari antara tanaman sorghum dan tanaman

kacang tunggak dan di Indonesia antara tanaman ubikayu dan jagung atau kacang tanah.

2) *Mixed Cropping* (Sistem Tanam Campuran)

Penanaman dua atau lebih jenis tanaman secara serentak dan bercampur pada sebidang lahan yang sama. Dewasa ini termasuk di Indonesia., sistem ini jarang digunakan petani karena adanya berbagai masalah terutama yang menyangkut pemeliharaan. Sistem tanam campuran lebih banyak diterapkan dalam usaha pengendalian hama dan penyakit.

3) *Relay Cropping* (Sistem Tanam Sisipan)

Penanaman sisipan adalah penanaman suatu jenis tanaman ke dalam pertanaman yang ada sebelum tanaman yang ada tersebut dipanen. Atau dengan istilah lain : suatu bentuk tumpang sari dimana tidak semua jenis tanaman ditanam pada waktu yang sama. Suatu contoh khas di Indonesia adalah: padi gogo dan jagung ditanam bersama-sama kemudian ubikayu ditanam sebagai tanaman sela satu bulan atau lebih sesudahnya.

b. *Seguential Cropping* (Pergiliran Tanaman)

Penanaman lebih dari satu jenis tanaman pada sebidang lahan dalam satu tahun, dimana tanaman kedua ditanam setelah tanaman pertama dipanen. Demikian pula bila ada tanaman ketiga, tanaman ini ditanam setelah tanaman kedua dipanen.

c. *Maximum Cropping* (Sistem Tanam Maksimum)

Adalah pengusahaan lahan untuk mendapatkan hasil panen yang setinggi-tingginya tanpa memperhatikan aspek ekonomisnya (biaya, pendapatan dan keuntungan) dan apalagi aspek kelestarian produksinya dalam jangka panjang.

d. *Sole Cropping/Monoculture* (Sistem Tanam Tunggal)

Adalah penanaman satu jenis tanaman pada lahan dan periode waktu yang sama. Pertanian lahan kering di Indonesia

(selain lahan hutan) mencapai 57 juta ha dan 18 juta ha diantaranya sudah mengalami degradasi yang berarti adanya penurunan produktivitas dan ancaman kerusakan lingkungan. Apabila dibiarkan. Lahan yang mengalami proses degradasi tersebut akan bertambah rusak dan akhirnya menjadi lahan kritis. Lahan kering yang kritis/marginal inilah yang merupakan faktor penyebab rendahnya kesejahteraan masyarakat, sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan produktivitasnya. Salah satu system bertanam yang berpeluang besar adalah system bertanam konservasi dengan budidaya tanaman lorong (*“aley cropping”*). Sistem bertanam ini merupakan cara konservasi vegetatif yang efektif dan murah, serta menyumbangkan bahan hijauan yang dapat digunakan sebagai sumber bahan organik tanah dan pakan ternak (Karama,1994).

Sistem Irigasi, irigasi adalah pemberian air kepada tanah dimana tanaman tumbuh, sedemikian rupa sehingga tanaman tidak mengalami kekurangan air selama hidupnya. Pengertian yang lebih luas dari irigasi adalah termasuk pula drainasi (pembuangan air yang berlebihan dari suatu lahan).

Sistem Irigasi Lahan Kering, yang dimaksud dengan sistem bertanam irigasi lahan kering adalah sistem bertanam irigasi dimana tidak sampai terjadi genangan air selama pertumbuhan tanaman. Sistem ini sering terjadi pada daerah-daerah yang bergelombang atau berlereng (miring), sedangkan pembuatan teras-teras belum dapat dilakukan. Tanaman-tanaman non padi sawah yang tidak tahan kering, seperti: jagung, tembakau dan beberapa jenis tanaman sayuran perlu diusahakan dengan sistem seperti ini. Dewasa ini petani di Indonesia sudah mulai banyak melakukan irigasi dengan menggunakan pompa-pompa air bertenaga mesin (diesel) untuk mengairi lahan kering mereka. Penggenangan tidak mungkin

dilakukan meskipun lahannya datar, aktena persediaan air dan kemampuan alat pompa yang terbatas. Dengan system sewa, agaknya masih memungkinkan dari segi kalayakan ekonomis. Sistem ini banyak pula dijumpai di Sudah, dimana curah hujan tahunan hanya sekitar 200 –

400 mm dengan pola tanam : kapas-bera-sorghum dan kacang lobia (*lablab purpureus*). Untuk menjaga kesuburan tanah biasanya hanya 40 – 50 persen dari lahan yang ada ditanami setiap tahun.

Sistem Padi Sawah, sistem padi sawah adalah suatu sistem bertanam dimana suatu lahan pernah mengalami kondisi tergenang. Lama periode tergenang tergantung kepada air yang tersedia dan pola tanam. Bisa hanya 2 -3 bulan saja namun bisa juga sepanjang tahun. Suplai air dapat berasal dari air hujan dan atau air irigasi. Disebut “sawah tadah hujan” bila air yang didapat berasal dari air hujan semata dan disebut “sawah irigasi” bila sistem irigasi berjalan baik untuk mensuplai kebutuhan air bagi lahan tersebut. Ditinjau dari segi pelestarian kesuburan tanah, sistem ini dianggap yang paling baik. Dengan cara penggenangan berarti permukaan lahan harus dibuat datar (bila lahan miring/bergelombang dibuat teras-teras) yang berarti erosi dapat ditekan sekecil mungkin. Selain itu pada sistem padi sawah, memungkinkan lahan ditumbuhi tanaman (tanaman pertanian/rumput-rumputan) sepanjang tahun yang sangat penting artinya bagi persediaan/suplai bahan organic ke dalam tanah. Selain itu dengan kondisi tergenang memungkinkan tumbuhnya organisme tingkat rendah seperti: lumut, ganggang biru hijau, Azolla SPP, bakteri heterotrofik, dan sebagainya yang besar peranannya terhadap kesuburan tanah karena sumbangan bahan organic yang besar.

Sistem tanam padi sawah dapat dibagi kedalam 3 macam, yaitu:

1. Hanya padi air dangkal
2. Padi air dangkal dan tanaman-tanaman lahan kering
3. Padi air dalam.

Padi air dangkal biasanya dengan kedalaman air kurang dari 1 m, menempati luas 40 juta ha berupa sawah tadah hujan dan sawah irigasi di dataran rendah (vergara, 1992). Karena kondisi irigasi dan iklim yang sangat beragam disetiap daerah menyebabkan pola tanam yang ada juga sangat bervariasi. Sebagai contoh pada daerah semi-arid dengan curah hujan yang terbatas, hanya bisa dilakukan sekali tanam. Sedangkan pada daerah menanam dua kali tanam dan bila ada irigasi bisa tiga kali atau lebih. Padi sawah air dalam di dunia menduduki sekitar 13 juta ha. Kedalaman air lebih dari 1 m berlangsung lebih dari 1 bulan selama pertumbuhan tanaman dan oleh karena turun naiknya kedalaman air berlangsung dengan cepat, sistem ini membutuhkan jenis tanaman padi tertentu. Panen biasanya dilakukan dengan menggunakan perahu dan justru dilakukan pada waktu air belum banyak berkurang kedalamannya. Sistem padi air dalam dengan tanaman tunggal ini banyak dijumpai di daerah delta sungai-sungai besar di Asia Tenggara termasuk di Indonesia. Salah satu alternatif pengembangan sistem padi air dalam adalah lahan rawa. Di Indonesia, lahan rawa diperkirakan seluas 33,4 juta ha, yang terdiri atas 20,1 juta ha lahan pasang surut dan 13,3 juta ha non pasang surut. Sekitar 9 juta ha diantaranya diperkirakan berpotensi untuk dikembangkan, yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Irian Jaya. Sampai saat ini baru sekitar 1,5 juta ha lahan rawa yang direklamasi oleh penduduk setempat dan oleh proyek-proyek

transmigrasi (Ismail et al, 1993). Mengingat luasnya areal lahan rawa, pemanfaatan lahan tersebut perlu segera dilakukan dengan berbagai sistem bertanam yang ada.

Sistem Tanam Campuran Tanaman Semusim dan Tahunan, di Indonesia dengan luas pemilikan lahan petani yang sempit, tanaman pangan selalu menjadi perhatian mereka meskipun tanaman perdagangan atau jenis tanaman lain yang diusahakan, sehingga terbentuk suatu sistem tanaman campuran antara tanaman pangan (padi, jagung, ubi-ubian, sayuran, dan sebagainya) yang berumur semusim dengan tanaman buah-buahan atau tanaman industri (mangga, durian, kopi, kakao, kelapa, dan lain-lainnya) sebagai tanaman tahunan.

Sistem tanam campuran antara tanaman semusim dengan tanaman tahunan dapat dibagi dalam 3 macam, yaitu : (a) sistem tanam campuran antara tanaman semusim dengan tanaman herba tahunan atau semi tahunan ; (b) Kebun campuran (*mixed garten*), yaitu sistem penanaman di pekarangan yang sangat beragam, baik pola maupun jenis tanamannya; (c) Sistem tanam campuran antara tanaman semusim dengan tanaman pohon tahunan, seperti : kopi, kakao, karet, kelapa, dan kelapa sawit

C. Sistem Pertanian di Indonesia

Seperti telah disebutkan, ada anggapan bahwa asal mula pertanian di dunia mulai di Asia Tenggara. Pada waktu ini, kita menemui berbagai sistem yang berbeda baik tingkat efisiensi teknologinya maupun tanaman yang diusahakan: Sistem lading, sistem tegal pekarangan, sistem sawah dan sistem perkebunan.

Sistem ladang merupakan yang paling belum berkembang, suatu peralihan dari tahap pengumpul ke tahap penanam. Pengolahan tanah minimum sekali, produktivitas

berdasarkan pada lapisan humus yang terbentuk dari sistem hutan. Sistem ini hanya akan bertahan di daerah yang berpenduduk jarang, dan sumber tanah tak terbatas. Tanaman yang diusahakan umumnya tanaman pangan, baik padi, jagung maupun umbi-umbian.

Sistem tegal pekarangan berkembang di tanah-tanah kering, yang jauh dari sumber-sumber air, yang sinambung. Sistem ini diusahakan setelah menetap lama, tetapi tingkatan pengusahaan juga rendah; untuk tegal umumnya tenaga kurang intensif dan pada keduanya tenaga hewan jarang digunakan. Tanaman-tanaman yang diusahakan terutama tanaman – tanaman yang tahan kekeringan dan pohon-pohonan.

Sistem sawah, merupakan teknik budidaya yang tinggi, terutama dalam pengolahan tanah dan pengelolaan air, sehingga tercapai stabilitas biologi yang tinggi, sehingga kesuburan tanah dapat dipertahankan. Ini dicapai dengan sistem pengairan yang sinambung dan drainase yang lambat. Sawah merupakan potensi besar untuk produksi pangan, baik padi maupun palawija; di beberapa daerah tanaman tebu dan tembakau sangat bergantung padanya.

Sistem perkebunan baik perkebunan rakyat maupun perkebunan besar (estate) yang dulu milik swasta asing dan sekarang kebanyakan perusahaan Negara berkembang karena kebutuhan tanaman ekspor. Dimulai dengan bahan-bahan ekspor seperti karet, kopi, teh dan coklat yang merupakan hasil utama. Dalam taraf tertentu, pengelolaannya merupakan yang terbaik. Akan tetapi dibandingkan dengan kemajuan di dunia berkembang, masih jauh ketinggalan.

- **Klasifikasi Sistem Pertanian**

Sistem pertanian tropik dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok (Ruthenberg, 1980):

- a. Sistem pertanian yang bersifat pengumpulan hasil tanaman
- b. Sistem pertanian yang bersifat budidaya tanaman
- c. Sistem pertanian untuk makanan ternak dan padang penggembalaan.
- d. Sistem Pertanian dengan Pengumpulan Hasil Tanaman, sistem ini adalah sistem pertanian yang secara langsung memperoleh hasil tanaman dari tanaman-tanaman yang tidak dibudidayakan, sistem ini biasanya dijalankan bersamaan dengan sistem berburu binatang dan tangkapan ikan. Jarang sistem pengumpulan hasil tanaman terdapat sebagai kegiatan tunggal. Di beberapa daerah seperti di Irian Jaya sistem ini masih terdapat.
- e. Sistem Pertanian dengan Budidaya Tanaman, sistem ini merupakan sistem pertanian yang paling utama. Di daerah tropik terdapat banyak system budidaya tanaman, dan klasifikasinya dapat dilakukan berdasarkan beberapa ciri-ciri spesifik sebagai berikut:

- **Berdasarkan Tipe Rotasinya**

Berdasarkan tipe rotasinya dapat diklasifikasikan 4 macam sistem budidaya tanaman yaitu : Sistem dengan rotasi bera secara alami; sistem dengan rotasi dengan makanan ternak (*ley system*); sistem dengan rotasi tegalan (*field system*); sistem dengan rotasi tanaman tahunan.

- a. **Sistem pertanian dengan rotasi bera secara alami**

Sistem ini adalah sistem dimana budidaya tanaman, bergantian dengan bera (*bera = uncultivated fallow*).

Bentuk-bentuk vegetasi yang terdapat pada bera secara alami

dapat berupa :

- Pohon-pohon yang dominan (*forest fallow*)
- Semak-semak yang dominan (*Bush fallow*)
- Kayu tahan api yang dominan dan rumput (*savanna fallow*)
- Rumput yang dominan (*Grass fallow*).

b. Sistem pertanian dengan rotasi dengan makanan ternak

Ini adalah sistem dimana lahan ditanami tanaman-tanaman semusim untuk beberapa tahun, kemudian dibiarkan rumput tumbuh, atau lahan ditanami rumput dan atau leguminosa untuk padang penggembalaan. *Ley system* yang diatur yaitu tanaman semusim/pangan, dirotasikan dengan tanaman rumput dan atau leguminosa, yang dipotong untuk ternak. *Ley system* secara alami yaitu setelah tanaman semusim, dibiarkan rumput tumbuh secara alami untuk padang penggembalaan ternak.

c. Sistem pertanian dengan rotasi tegalan

Sistem dimana tanaman semusim yang satu ditanam setelah tanaman semusim yang lain pada lahan kering.

d. Sistem pertanian dengan rotasi tanaman tahunan

Termasuk tanaman-tanaman tahunan adalah tebu, teh, kopi, kelapa, karet dan sebagainya. Tanaman-tanaman tahunan seperti itu dapat ditanam bergantian dengan bera, tanaman semusim, padang penggembalaan ataupun tanaman-tanaman tahunan yang lain.

- **Berdasarkan Intensitas Rotasinya**

Untuk klasifikasi sistem pertanian berdasarkan kriteria intensitas rotasi, digunakan pengertian R (intensitas Rotasi) dimana:

$$R = \frac{\text{Jumlah tahun lahan ditanami} \times 100}{\text{Lama siklus (tahun)}}$$

Siklus = jumlah tahun lahan ditanami + tahun bera (intensitas rotasi ini memakai alat ukuran waktu). Jadi misalkan dalam siklus 10 tahun, 2 tahun lahan ditanami, dan 8 tahun diberakan, maka $R = 2/10 \times 100 = 20\%$. Atau misalkan dalam siklus 20 tahun, 2 tahun lahan ditanami, 18 tahun diberakan, maka $R = 2/20 \times 100 = 10\%$

- Bila $R < 33\%$, pertanian tersebut tergolong sistem perladangan (shifting cultivation).
- Bila R adalah kurang 60 % tetapi lebih dari 33 % ($33 < R < 66$) sistem pertanian digolongkan sistem bera.
- Bila $R > 66\%$, sistem pertanian ini digolongkan sistem pertanian permanen. Bila lahan bera 7 tahun, ditanami 7 tahun, maka $R = 7/14 \times 100 = 50\%$, ini tergolong sistem bera. Istilah lain yang serupa dengan intensitas rotasi (rotation intencity) adalah intensitas penanaman (cropping intencity). Istilah ini memakai varian (alat ukur) luasan. Intensitas penanaman atau cropping intencity index dapat dihitung berdasarkan:

Bagian dari areal ditanami (ha) dibandingkan terhadap areal pertanian tersedia (ha), dikalikan 100 persen, atau dengan rumus:

$$\text{Cropping Intencity Index} = 1 \times \frac{\text{luas areal ditanami (ha)}}{\text{Luas (area) pertanian total tersedia (ha)}} \times 100 \% / \text{tahun}$$

Jadi misalkan luas areal pertanian tersedia = 100 ha, dan bila dari luas tersebut tiap tahun ditanami satu kali seluas 40 ha, maka

$$I = 40 \text{ 00} \times 100 = 40 \text{ \%}.$$

Makin besar I, makin besar persentase areal lahan ditanami (ha) dibanding dengan luas areal total (ha) tiap tahunnya. Pada pertanian permanen, indeks penanaman (I) lebih besar dari 66 % (sebagian besar atau seluruh lahan ditanami lebih dari satu kali dengan sistem pola tanam ganda).

- **Berdasarkan Suplai Air**

Pertama-tama sistem pertanian tersebut digolongkan menjadi sistem pertanian dengan, atau tanpa pengairan. Pertanian dengan sistem pengairan adalah sistem pertanian dimana air dapat diatur masuk ke dalam lapangan sehingga tingkat kelembaban lebih tinggi dibanding bila tanpa irigasi; umum disebut pula dengan nama pertanian lahan kering (*dry farming*). Pertanian kering umumnya terdapat pada daerah semi arid, tetapi di Indonesia dimana terdapat iklim humid – semi humid, juga banyak terdapat pertanian lahan kering.

Nama sistem pertanian yang lebih tepat berdasarkan klasifikasi pemberian air adalah sistem pertanian berpengairan (*irrigated farming*) dan sistem pertanian tadah hujan (*rainfed farming*).

Klasifikasi lain yang juga didapat berdasarkan suplai air adalah lahan sawah (lahan basah), yaitu tanah yang lembab dan dibuat berteras serta digenangi air dan ditanami padi sawah, meskipun lahan tersebut tidak selalu didukung dengan irigasi (misal sawah tadah hujan). Sebagai kebalikan dari sistem pertanian lahan sawah (*lowland*) adalah pertanian lahan darat (*upland farming*) atau pertanian lahan kering, yaitu sistem

pertanian dimana lahannya tidak digenangi air dan dalam keadaan kering (umumnya di bawah kapasitas lapang).

- **Berdasarkan Pola Tanam**

Klasifikasi sistem pertanian berdasarkan pola tanam merupakan klasifikasi sistem pertanian yang terpenting di daerah tropis, yang biasanya didukung dengan penggunaan ternak. Petani-petani yang penghasilannya (gross returnnya = hasil yang diperoleh dan dipasarkan ditambah yang dikonsumsi keluarga, dan yang untuk persediaan) serupa, dapat dikelompokkan berdasarkan pola tanam yang dianut, misalnya : padi – palawija, kopi – pisang dan sebagainya. Dan dalam pertanian permanen yang intensif dapat dikenal berbagai bentuk pola tanam seperti : pola tanam campuran, tumpangsari, dan sebagainya.

- **Berdasarkan alat-alat Pertanian yang Digunakan**

Berdasarkan hal tersebut secara garis besar dapat digolongkan sistem budidaya pertanian sebagai berikut:

1. Sistem pertanian pra-teknis yaitu sistem pertanian dimana hanya digunakan alat-alat sangat sederhana atau tanpa alat-alat sama sekali, seperti pertanian bakar (pertanian perladangan yang tanpa persiapan apa-apa, kecuali dibakar untuk mendapatkan abu), perladangan tebang-bakar, sistem pelepasan ternak untuk menginjak-injak lahan sebagai persiapan tanah atau pengolahan tanah (di pulau Sumba, Sumbawa dan sebagainya) sistem pertanian dengan tongkat tanam, dan sebagainya.
2. sistem pertanian dengan cangkul dan sekop.
3. Sistem pertanian dengan bajak-garu yang ditarik hewan
4. Sistem pertanian dengan bajak-garu yang ditarik traktor

- **Berdasarkan Tingkat Komersialisasi**

Dalam hal ini terdapat sistem yang berbeda, dan sesuai dengan hasil kotor (gross return) yang dijual terdapat penggolongan sebagai berikut:

1. Pertanian subsisten: yaitu dimana hampir tidak ada penjualan ($< 20\%$ dari produksi pertaniannya dijual).
2. Setengah komersial = bila $\pm 50\%$ dari nilai hasil pertaniannya dikonsumsi oleh keluarga, dan selebihnya dipasarkan.
3. Pertanian komersial, yaitu bila lebih dari 50% dari hasil pertaniannya dipasarkan.

Berdasarkan Tingkat Teknologi dan Pengelolaan terutama untuk tanaman perkebunan, dapat dibedakan, perkebunan rakyat, perkebunan besar, dan PIR.

f. Sistem Pertanian untuk Padang Penggembalaan dan

Peternakan, karena rendahnya potensi lahan padang penggembalaan di daerah tropik umumnya, maka terdapat penggembalaan berpindah-pindah (nomadis – semi nomadis), yang kadang-kadang disertai dengan peningkatan padang penggembalaan dalam sistem Ranch. Nisban ternak/luas umumnya rendah yaitu 2 -3 ternak besar/ha. Pertanian ternak atau peternakan umumnya diklasifikasikan berdasarkan ketetapan tinggalnya (stationariness) dari peternak maupun ternaknya, sebagai berikut:

1. **Total nomadis** = Tidak ada tempat tinggal permanen bagi peternaknya dan, tidak ada sistem budidaya tanaman makanan ternak teratur, sehingga selalu bergerak.
2. **Semi nomadis** = Peternak mempunyai tempat tinggal permanen, dan di sekitarnya ada budidaya makanan ternak

sebagai tambahan, tetapi untuk waktu lamanya, ternak dan penggembalaannya bergerak pada daerah-daerah yang berbeda.

3. ***Transhuman*** = Peternak mempunyai tempat tinggal permanent, tetapi ternaknya dengan bantuan penggembala, mengembara pada daerah penggembalaan yang berpindah-pindah dan jauh letaknya.
4. ***Partial Nomadis*** = Peternak tinggal terus menerus pada tempat pemukiman yang tetap, dan penggembalaannya hanya pada daerah sekitarnya.
5. ***Peternakan menetap*** = Ternaknya sepanjang tahun berada pada lahan atau desanya sendiri.

BAB III

TANAMAN DAN FAKTOR LINGKUNGAN

Pertumbuhan suatu tanaman dan hasil panen yang diperoleh pada dasarnya merupakan hasil kerja atau pengaruh yang saling berkaitan antara sifat genetik tanaman dan pengaruh faktor luar dimana tanaman tersebut tumbuh. Oleh karena itu untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil panen yang tinggi, pengetahuan mengenai faktor lingkungan tumbuh tanaman ini menjadi sangat penting agar kita dapat mengelola lingkungan tumbuh dengan sebaik-baiknya, dalam arti cocok bagi pertumbuhan tanaman yang diusahakan. Hal ini sejalan dengan *hukum minimum dari Von Liebig* yang menyatakan bahwa “apabila suatu proses dipengaruhi oleh beberapa faktor, maka keberhasilan dari proses tersebut ditentukan oleh salah satu faktor yang berada dalam keadaan terbatas”

Faktor lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, termasuk di dalamnya faktor biotik dan abiotik serta faktor pengelolaan yang dilakukan oleh manusia. Kondisi tanah dan iklim termasuk ke dalam faktor abiotik sedangkan organisme lain baik yang sejenis (antar individu tanaman dalam suatu populasi) maupun yang berlainan jenis, misalnya: jenis tanaman lain dalam system tumpang sari, hama, penyakit dan gulma termasuk pada faktor biotik.

A. Faktor Abiotik Yang Mempengaruhi Tanaman Tanah

Pengertian tentang tanah sangat beragam, tergantung dari segi mana orang melihatnya. Ahli pertanian menyebutkan tanah merupakan medium alam tempat tumbuhnya tumbuhan dan tanaman yang tersusun dari bahan-bahan padat, cair dan gas. Bahan penyusun tanah dapat dibedakan atas partikel mineral, Bahan organik, Jasad hidup, Air dan Gas.

Untuk kehidupan tanaman, tanah mempunyai fungsi sebagai tempat berdiri tegak dan bertumpunya tanaman, medium tumbuh yang menyediakan hara dan pertukaran hara antara tanaman dengan tanah dan penyediaan dan gudangnya air bagi tanaman.

Pembentukan tanah merupakan proses yang terus-menerus. Ini dapat dilihat dari potongan vertical melalui tanah yang dangkal, dimana batuan induk hanya sedikit di bawah permukaan tanah. Ketiga gradasi yang agak nyata dari batuan induk ke “top soil” disebut horizon-horison. Morfologi dari horizon-horison inilah yang memungkinkan pengklasifikasian tanah dalam tipe-tipenya, supaya struktur dan kesuburan dapat diramalkan.

Pada saat kebanyakan tanah matang, terbentuklah 3 buah horizon penting A,B dan C. Horison D dimaksudkan untuk lapisan dibawahnya, biasanya dari batuan induk.

Horison A adalah zone pencucian (*eluviasi*). Banyak mengandung akar, bakteri, cendawan, dan binatang kecil (misal cacing/nematode). Miskin akan zat-zat terlarut dan telah kehilangan fraksi liat dan besi dan oksida alumunium.

Horizon B adalah zone penumpukan (*iluviasi*). Kurang banyak mengandung bahan hidup. Lebih tinggi kandungan liat, besi dan oksida alumunium, jadi lebih lengket bila basah dan lebih keras bila kering.

Horizon C terdiri dari bahan batuan terlapuk, sering merupakan batuan induk. Tidaklah semua profil menunjukkan perkembangan lengkap, dan tanah-tanah yang telah digunakan untuk tujuan pertanian dalam waktu lama, terutama kekurangan satu atau lebih horison teratas. Gambaran yang paling menyolok adalah *horizon bajak*- horizon yang secara berulang terganggu oleh pembajakan, penggaruan dan pencangkulan.

Tanah terbentuk dari pecahan-pecahan batuan induk yang berlangsung terus menerus akibat faktor-faktor lingkungan. Faktor lingkungan itu adalah iklim, organisme, topografi dan waktu. Pecahan batuan induk itu berlangsung akibat pelapukan dan penghancuran melalui proses fisika, kimia dan biologi. Proses pelapukan fisika antara lain adalah desintegrasi akibat temperature, air, angin dan mahluk hidup atau desintegrasi akibat cuaca yang membekukan. Proses pelapukan kimia meliputi perubahan kimia dari bahan induk melalui berbagai macam proses seperti oksidasi, hidrasi dan karbonasi. Proses biologi berlangsung akibat eksudat- eksudat mikroba tanah dan akar tumbuhan yang mempunyai kemampuan merombak bahan organik menjadi bahan anorganik atau mentransformasi bahan-bahan anorganik.

Kesuburan tanah, diartikan sebagai kesanggupan tanah untuk menyediakan unsure hara bagi pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kesuburan fisik antara lain mencakup struktur, tekstur dan kemampuan tanah memegang air, kesuburan kimia terutama terkait dengan status nutrisi atau unsure hara dalam tanah serta sifat kemasaman tanah. Kesuburan biologi menyangkut adanya aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang terkait erat dengan kandungan bahan organik tanah, karena kehidupan mikroorganisme tersebut membutuhkan bahan organik sebagai

makanannya. Dalam hal inilah peranan bahan organik tanah menjadi sangat penting dalam kaitannya dengan pemeliharaan kesuburan tanah dalam jangka panjang.

Tanaman dapat menghasilkan secara maksimal bila tanaman itu tumbuh dalam keadaan subur dan faktor-faktor di luar kesuburan sekitar tanaman tersebut menunjang pertumbuhan tadi secara optimal. Tanah dinyatakan subur bila dapat menyediakan unsure hara dalam jumlah cukup dan seimbang serta mempunyai aerasi yang optimum.

Tingkat kesuburan kimiawi tanah terhadap kandungan unsure hara utama (N.P.K), kemasaman (pH), kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, kandungan bahan organik (c/n ratio) merupakan suatu petunjuk untuk menduga respon tanaman terhadap pemberian pupuk pada tanah tersebut. Demikian pula unsure-unsur yang bersifat meracuni akar dalam tanah akan menyebabkan kelainan dalam pertumbuhan akar.

Tanaman memerlukan beberapa macam unsure dalam pertumbuhannya. Unsur-unsur tersebut dibutuhkan dalam jumlah besar (makro) dan dalam jumlah kecil (mikro). Unsur esensial makro berasal dari udara dan dari dalam tanah dan air. Unsur makro yang diambil dari udara dan air adalah karbon, hydrogen dan oksigen. Sedangkan unsure esensial makro yang diambil dari dalam tanah adalah nitrogen, phosphor, kalium, kalsium, magnesium dan sulfur. Unsur esensial mikro yang semuanya diambil dari dalam tanah adalah Ferrum, mangan, molybdenum, cuprum, clor dan boron.

Pengelolaan tanah dengan demikian harus bertumpu kepada perbaikan dan pemeliharaan kesuburan tanah, baik fisik, kimia maupun biologi sehingga tanaman yang ditanam akan tumbuh baik dengan sendirinya. Adanya permasalahan lahan kritis di Indonesia yang semakin bertambah luas, baik karena

erosi maupun karena menurunnya tingkat kesuburan tanah sebagai akibat dari penggunaan pupuk kimiawi secara terus menerus, menunjukkan bahwa telah terjadi kesalahan yang mendasar dalam pengelolaan lahan pertanian selama ini. Pengelolaan lahan yang semata-mata bertumpu pada perbaikan pertumbuhan tanaman dan peningkatan hasil panen dalam jangka pendek, tanpa memperhatikan dampaknya terhadap kesuburan tanah untuk jangka panjang. Namun dengan semakin populernya gerakan *Organic farming system* dan *Sustainable agriculture system* merupakan bukti langkah kongkrit upaya perbaikan system pengelolaan lahan yang salah selama ini.

a. Pergerakan hara ke akar tanaman

Berdasarkan penelitian para ahli fisiologi dan tanah menyatakan bahwa secara umum pergerakan hara ke akar tanaman adalah melalui pertukaran kontak, difusi ion dalam larutan tanah dan pergerakan ion bersama gerakan massal (aliran massal).

Pertukaran kontak, akar tanaman juga mempunyai kapasitas tukar kation seperti tanah. Kation-kation dari kompleks absorpsi tanah dapat dipertukarkan dengan kation-kation yang dihasilkan tanaman, misalnya H^+ . Pertukaran ini terjadi apabila ada kontak langsung antara kompleks absorpsi dengan bulu akar tanaman.

Difusi, pergerakan ion secara difusi terjadi karena ada perbedaan difusi atau akibat adanya perbedaan kegiatan ion. Hal ini terjadi sering pada $H_2 PO_4$, K^+ . Akar tanaman akan menyerap hara dari larutan di sekitar akar. Hasil gradient dalam pergerakan yang berkesinambungan akan menambah jumlah ion dalam akar, sehingga dapat diserap oleh akar tanaman.

Gerakan (aliran) massal, kejadian ini berlangsung bersama gerakan air ke akar tanaman terutama disebabkan oleh adanya transpirasi (penguapan). Gerakan ion NO_3 , Ca^{++} , dan Mg^{++} terutama terjadi karena aliran massal. Pergerakan massal dan pergerakan ion secara difusi merupakan proses yang umum dilalui ion untuk sampai ke akar tanaman.

Ke tiga proses ini berhubungan erat dengan ruang bebas (ruang luas) dan ruang dalam pada akar. Difusi lebih cepat pada tanah yang bertekstur halus dibandingkan dengan tanah yang bertekstur kasar, apabila jumlah air tanah yang tersedia sama. Hal ini disebabkan oleh kemampuan tanah yang bertekstur halus lebih besar daripada tanah yang bertekstur kasar dalam hal menyerap hara pada kompleks absorpsi. Kemampuan serapan hara pada tanah juga berhubungan dengan luas permukaan.

Penyerapan hara dapat terjadi dengan perpanjangan akar ketempat baru yang masih kaya hara. Dengan demikian laju penyerapan hara dapat ditingkatkan. Luas area difusi hara berbanding terbalik dengan kecepatan penyerapan hara. Apabila kecepatan penyerapan rendah, maka waktu untuk difusi lebih lama, sehingga ion-ion dapat berdifusi pada jarak yang jauh. Makin besar permukaan penyerapan makin lambat kecepatan penyerapan yang diperlukan, agar jumlah hara yang sama dapat diserap.

Morfologi sistem perakaran mempunyai pengaruh besar terhadap penyerapan hara dari tanah. Akar yang kurus dan panjang mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan akar yang tebal dan pendek, karena dapat menjelajahi lebih efektif pada sejumlah volume yang sama.

Pembentukan agregat tanah dan kebutuhan makanan mikroba tanah dapat berasal dari hasil eksudat akar tanaman, kemungkinan juga dapat berfungsi mempercepat mineralisasi

bagi hara yang immobil. Dengan demikian eksudat akar bermanfaat untuk proses penyerapan hara, tetapi juga merupakan racun bagi mikroba tanah, sehingga proses mobilisasi hara dari tanah ke akar tanaman terganggu.

b. Radiasi matahari

Radiasi matahari merupakan faktor utama diantara faktor iklim yang lain, tidak hanya sebagai sumber energi primer tetapi juga karena berpengaruh terhadap keadaan faktor-faktor iklim yang lain seperti suhu, kelembaban dan angin.

Respon tanaman terhadap radiasi matahari pada dasarnya dapat dibagi dalam tiga aspek, yaitu intensitas, kualitas dan fotoperiodisitas. Ketiga aspek ini mempunyai pengaruh yang berbeda satu sama lain, demikian juga keadaannya di alam.

Intensitas radiasi matahari, adalah banyaknya energi yang diterima oleh suatu tanaman per satuan luas dan persatuan waktu. Biasanya diukur dengan satuan kal/cm /hari. Besarnya intensitas radiasi yang diterima oleh tanaman tidak sama untuk setiap tempat dan waktu, antara lain tergantung (1) Jarak antara matahari dan bumi,(2) Musim, dan (3) Letak geografis.

Berdasarkan kebutuhan dan adaptasi tanaman terhadap radiasi matahari, pada dasarnya tanaman dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu *sciophytes/shade species/shade loving* (tahan naungan) dan *heliophytes/sun species/sun loving* (peka naungan). Dengan demikian setiap jenis tanaman mempunyai kebutuhan intensitas radiasi yang berbeda-beda dan sebagai implikasinya di lapang dapat diatur dengan pembuatan naungan.

Ditinjau dari sifat fisiologis tanaman, intensitas radiasi matahari antara lain berpengaruh terhadap (1). Laju fotosintesis, (2). Laju transpirasi, (3). Pertumbuhan memanjang dan pertumbuhan menuju kearah datangnya sinar, serta (4)

Perkecambahan benih.

Kualitas radiasi matahari, diartikan sebagai proporsi panjang gelombang yang diterima pada suatu tempat dan waktu tertentu. Distribusi spectrum (panjang gelombang) dari sinar matahari yang diterima tanaman berbeda-beda tergantung kepada : (a). Sudut datang matahari atau jarak antara matahari dan bumi, secara harian tergantung kepada inklinasi matahari, (b). Letak daun pada tajuk

Pengaruh kualitas radiasi matahari biasanya terkait dengan sifat morfogenik tanaman, namun juga tidak terlepas dari proses fotosintesis sebagai proses dalam metabolisme tanaman. Proses fotosintesis hanya membutuhkan radiasi dengan panjang gelombang tertentu, antara 0,4 – 0,7 mikron yang disebut dengan istilah cahaya (*visible light*) atau PAR (*photosintetic active radiation*).

Kualitas radiasi matahari berpengaruh terhadap sifat morfogenetik tanaman seperti inisiasi bunga, perkecambahan benih, perpanjangan ruas (inter node) batang dan pembentukan pigmen Berbeda dengan pengaruh intensitas radiasi yang terkait dengan fotosintesis dimana klorofil memegang peranan penting, dalam kualitas radiasi matahari fitokhrom merupakan senyawa (pigmen) yang menentukan respon sifat morfogenetik tanaman tersebut.

Fitokhrom berupa senyawa tetrapireol seperti khlorophyl, terdiri dari khromofore dan protein. Khromofore inilah yang sangat peka terhadap kualitas radiasi dan bersifat reversible (dapat berubah-ubah) tergantung pada panjang gelombang radiasi yang mengenai fitokhrom tersebut.

Panjang hari (Fotoperiode), panjang hari didefinisikan sebagai panjang atau lamanya siang hari dihitung mulai dari matahari terbit sampai terbenam ditambah lamanya

keadaan remang-remang (selang waktu sebelum matahari berada pada posisi 6 di bawah cakrawala).

Respon tanaman terhadap panjang hari (fotoperiodisme) sering dihubungkan dengan pembungaan, namun sebenarnya banyak aspek pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi oleh panjang hari, antara lain : (a) Inisiasi bunga, (b). Produksi dan kesuburan putik dan tepung sari, (c). Pembentukan umbi pada tanaman ubi-ubian, (d) Dormansi benih dan (e). Pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Berdasarkan respon tanaman terhadap panjang hari ini, tanaman dibagi dalam beberapa kelompok. Ada tanaman yang peka dan ada tanaman yang toleran (netral). Kelompok tanaman yang peka sering dibagi kedalam kelompok fotoperiode lemah yang berarti hanya memberikan pengaruh yang sedikit dibandingkan dengan kelompok fotoperiode kuat yang mempunyai respon tinggi. Dari kelompok fotoperiode kuat tanaman dapat dibedakan menjadi (1). Tanaman hari pendek, yaitu tanaman yang akan berbunga jika fotoperiode lebih pendek dari periode kritis tertentu , dan (2). Tanaman hari panjang.

Panjang hari kritis adalah panjang hari maksimum (untuk tanaman hari pendek) dan minimum (untuk tanaman hari panjang) dimana inisiasi pembungaan masih terjadi. Panjang hari kritis berbeda-beda menurut jenis tanaman dan bahkan varietas.

c. Suhu

Proses-proses fisik dan kimiawi dikendalikan oleh suhu, dan kemudian proses-proses ini mengendalikan reaksi biologi yang berlangsung dalam tanaman. Misalnya, suhu menentukan laju difusi dari gas dan zat cair dalam tanaman. Apabila suhu

turun viskositas air naik. Begitu juga untuk gas-gas, energi kinetic dari karbondioksida, oksigen dan zat lain berubah sesuai dengan perubahan suhu.

Kelarutan berbagai zat tergantung suhu. Kelarutan karbondioksida dalam air dingin dua kali lipat kelarutannya dalam air panas. Kebalikannya berlaku untuk kebanyakan zat padat; kelarutan gula lebih besar dalam air panas daripada dalam air dingin.

Kecepatan reaksi dipengaruhi suhu, biasanya makin tinggi suhu, reaksi makin cepat. Jadi, suhu mempunyai efek penting dan tegas pada respirasi. Akan tetapi, hubungan suhu dan reaksi biokimia yang berlangsung dalam tanaman jarang barbanding langsung karena adanya faktor lain yang rumit. Misalnya, hasil akhir yang dihasilkan, seperti gula, dapat menumpuk dan memblokir reaksi selanjutnya. Dalam beberapa reaksi, ketersediaan bahan mentah dapat merupakan bahan pembatas.

Kuosien reaksi (**Q₁₀**) ditunjukkan oleh tingkat perubahan kegiatan reaksi sebagai akibat setiap kali terjadi perubahan suhu 10°C. Kecepatan reaksi yang tidak dikatalisasi naik kira-kira 2,4 kali setiap kali suhu naik 10°C. untuk proses pertumbuhan secara keseluruhan **Q₁₀** hanya berkisar 1,2 - 1,3 karena banyak faktor yang memperlambat kecepatan reaksi kimia dalam sel dari sistem hidup.

Suhu mempengaruhi kestabilan system enzim. Pada suhu optimum, system enzim berfungsi baik dan tetap stabil untuk waktu lama. Pada suhu lebih dingin, mereka tetap stabil, tetapi tidak berfungsi, sementara pada suhu tinggi system enzim rusak sama sekali. Suatu system ensim yang tetap stabil pada suhu 20°C dapat aktif hanya selama setengah jam pada suhu 30°C dan hanya selama beberapa detik pada suhu 38°C.

Keseimbangan berbagai sistem dan persenyawaan merupakan fungsi dari suhu. Misalnya, keseimbangan antara gula, pati dan lemak berubah bila suhu berubah. Selama musim gugur, dalam beberapa spesies tanaman, gula berkurang sedangkan pati dan lemak meningkat. Bila musim semi tiba, terdapat perubahan dari pati dan lemak ke gula, yang akan ditranslokasikan ke bagian-bagian tanaman yang tumbuh aktif.

Karena suhu mempunyai pengaruh kuat pada reaksi biokimia dan fisiologi tanaman, suhu juga akan menentukan tingkatan perbagai tugas tanaman, seperti absorpsi unsure mineral dan air. Bukan saja viskositas air lebih tinggi pada suhu rendah, tetapi membrane sitoplasma yang dilewati air rupanya kurang permeable. Fotosintesis lebih lambat pada suhu rendah, dan akibatnya laju pertumbuhan lebih lambat. Suhu juga mempengaruhi aliran sitoplasma di dalam sel.

Suhu maksimum dan minimum yang menyokong pertumbuhan tanaman biasanya berkisar antara 5°-35° C. Suhu dimana pertumbuhan optimum berlangsung berbeda-beda menurut tanamannya dan berbeda-beda sesuai tahap perkembangannya. Tambahan pula, berbagai bagian-bagian tanaman berbeda kepekaannya terhadap suhu minimum. Tanaman yang telah menyesuaikan diri dengan iklim dingin, akarnya lebih peka terhadap suhu rendah daripada batangnya ; kuncup bunga lebih lemah daripada kuncup daun.

Sejumlah proses-prose pertumbuhan mempunyai hubungan kuantitatif dengan suhu. Diantaranya *respirasi*, *sebagian dari reaksi fotosintesis* dan *berbagai gejala pendewasaan* dan *pematangan*. Tambahan pula, proses-proses dalam tanaman seperti *dormansi*, *pembungaan*, *pembentukan buah*, sangatlah peka terhadap suhu. Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman tergantung pada spesies dan varietasnya,

dan pada tahap fisiologi khusus dari proses pertumbuhan. Tanaman yang tumbuh di bawah suhu konstan dan seragam, tidak menghasilkan buah secepat tanaman yang tumbuh dengan suhu malam dan suhu siang yang berbeda-beda silih berganti.

Kebanyakan tanaman memerlukan suhu malam yang lebih rendah daripada suhu siang. Beberapa tanaman memerlukan suhu dingin untuk melengkapi lingkaran hidupnya.

Suhu yang ekstrem dapat merusak tanaman ; suhu terlalu dingin dan suhu terlalu tinggi dapat mematikan tanaman. Kerusakan akibat suhu tinggi dapat dihubungkan dengan kekeringan (*desikasi*). Pembakaran tanaman selama cuaca panas luar biasa, biasanya merupakan akibat dari kehilangan air pada kegiatan transpirasi yang terlalu banyak bila dibandingkan dengan absorpsi air. Suhu udara yang sangat panas dapat mempunyai efek mematikan pada tanaman sebagai akibat dari koagulasi protein. Terhentinya pertumbuhan pada suhu tinggi merupakan merupakan suatu gambaran dari suatu keseimbangan metabolic yang terganggu. Bila kecepatan respirasi bertambah lebih cepat daripada kecepatan fotosintesis, maka akan terjadi kekurangan pangan dalam tubuh tanaman.

Untuk beberapa tanaman, waktu yang diperlukan untuk mencapai tahap panen dapat dinyatakan dalam nilai waktu suhu yang disebut *satuan panas* (*heat units*), yaitu dengan menghitung waktu yang bertalian dengan suhu di atas sesuatu minimum tertentu dalam pertumbuhannya. Dengan asumsi bahwa semua suhu di atas minimum memiliki pengaruh serupa kepada pertumbuhan, akan berkuranglah interval antara tanggal tanam dan panen selama musim berlalu dengan naiknya suhu.

d. Fungsi air bagi tanaman

Air sangat penting bagi tanaman karena berfungsi sebagai: (a) Bahan baku (sumber hydrogen) dalam proses fotosintesis, (b). Penyusun protoplasma, (c). Memelihara tekanan turgor, (d) Bahan atau media dalam proses transpirasi dan (e). Pelarut unsure hara dalam tanah dan tubuh tanaman serta sebagai media translokasi unsure hara dari dalam tanah ke akar untuk selanjutnya dikirim ke daun.

Tanaman mendapatkan air dari dalam tanah dan sedikit saja yang berasal dari udara, misalnya embun dan kabut, meskipun pada beberapa jenis tanaman yang tergolong *xerophyt* dapat hidup hanya dengan mengandalkan air dari udara ini. Dalam tanah, tidak semua air tersedia bagi tanaman. Air yang tertinggal dalam tanah, yang tidak tersedia bagi tanaman dikenal sebagai *air higroskopis*. Tanaman yang tumbuh pada kondisi seperti ini akan mengalami layu permanent dan mati karena kekurangan air. Dalam hal ini kekurangan air bukan disebabkan oleh adanya transpirasi yang berlebihan karena intensitas radiasi tinggi melainkan karena tidak adanya absorpsi air oleh akar.

Air kapiler adalah air yang berada dalam kapiler tanah diantara partikel- partikel tanah. Air ini tersedia bagi tanaman dalam arti akar tanaman dapat menyerapnya. Namun tanaman yang tumbuh pada kondisi seperti ini ada kemungkinan masih mengalami kelayuan, terutama pada siang hari dimana intensitas radiasi tinggi. Tanaman dikatakan layu sementara karena pada sore dan malam harinya akan segar kembali. Kondisi layu di sini disebabkan oleh adanya transpirasi yang berlebihan yang tidak dapat diimbangi absorpsi air oleh akar. Pada sore hari, laju transpirasi berkurang dan absorpsi air oleh akar dapat mengimbangnya lagi.

Air gravitasi adalah air yang bergerak ke bawah meninggalkan partikel tanah pada lapisan olah sebagai akibat gaya gravitasi bumi. Dalam kondisi seperti ini dikatakan air berada pada kapasitas lapang, dengan pengertian adalah jumlah air maksimum yang tertinggal dalam tanah setelah air permukaan habis karena aliran permukaan dan setelah air yang keluar akibat gaya gravitasi juga habis.

Pemanfaatan air dari udara oleh tanaman bisa terjadi pada daerah kering, dimana air dalam tanah tidak pernah tersedia bagi tanaman. Bentuk air yang dapat dimanfaatkan adalah embun dan kabut yang diserap tanaman melalui proses transpirasi negative.

B. Faktor Biotik Yang Mempengaruhi Tanaman Hama, Penyakit Dan Gulma

Hama, penyakit dan gulma merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan tingkat dan kualitas hasil tanaman dan bahkan dapat menyebabkan gagalnya panen. Didaerah tropis kerugian hasil sebagai akibat serangan hama dan penyakit pada umumnya lebih besar daripada daerah sub tropis, karena kondisi iklim di tropis yang lembab dan panas sangat menguntungkan bagi perkembangan dan penyebaran penyakit.

Penyakit tanaman adalah gangguan tanaman yang disebabkan oleh virus, bakteri atau cendawan. Ketiga macam organisme penyebab penyakit tersebut mempunyai sifat-sifat yang spesifik, demikian pula gangguannya terhadap tanaman. Virus merupakan bentuk organisme yang paling sederhana diantara bakteri dan cendawan. Virus merupakan organisme yang non mobil dan masuk ke dalam sel tanaman melalui perantara serangga atau manusia.

Penyakit bakteri dapat menyebar luas melalui bagian tanaman yang terinfeksi dengan perantara serangga, atau dapat juga menyebar melalui perantara air hujan dan air irigasi. Penyakit cendawan menyerang tanaman dengan berbagai cara. Infeksi langsung dapat terjadi pada bahan tanam, baik terhadap benih maupun bibit. Infeksi tidak langsung biasanya terjadi melalui perantara angin (yang membawa terbang spora cendawan), air (air dalam tanah atau air irigasi dan percikan air hujan) serta partikel tanah yang terbawa oleh alat pengolahan tanah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit adalah kelembaban udara yang tinggi, kondisi tanaman, sifat pathogen, keberhasilan infeksi, tingkat populasi dan perkembangan vector serta resistensi genetic tanaman.

Mengingat bahwa pada beberapa penyakit menyebar begitu cepat dan sulitnya pemberantasan bila infeksi terjadi, maka tindakan yang paling tepat adalah mencegah terjadinya infeksi daripada membasmi penyakit yang telah menyerang tanaman. Bahan-bahan kimia pembunuh penyakit harganya mahal dan meninggalkan residu yang dapat merusak lingkungan. Penggunaan pestisida juga menyebabkan organisme pengganggu menjadi resisten, sehingga sulit diberantas dengan pestisida yang sama. Selain itu penggunaan pestisida dapat membunuh serangga dan organisme lain yang menguntungkan.

Ada beberapa cara perlindungan tanaman terhadap penyakit, yaitu: (1) Imunisasi (kekebalan tanaman) yang dapat diperoleh dengan penggunaan varietas resisten, (2). Kemoterapi dengan menggunakan fungisida, dan (3). Propilaktik dengan cara pencegahan (proteksi), legislasi dan eradikasi.

Hama tanaman dapat didefinisikan sebagai binatang yang memakan tanaman dan secara ekonomis merugikan. Dari keseluruhan hama tanaman, klas Insecta merupakan bagian yang terbesar. Insecta merupakan hama tanaman yang sangat mudah berpindah dan mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap lingkungan baru. Selain itu insecta cepat berkembang biak, apalagi pada kondisi yang menguntungkan. Hama tanaman dapat dikendalikan dengan berbagai cara, antara lain penggunaan varietas resisten, kultur teknis dan pengendalian secara kimiawi.

Gulma berpengaruh kepada tanaman melalui persaingannya terhadap cahaya, nutrisi dan air. Selain itu gulma juga merugikan karena mengganggu operasi alat-alat pertanian dan sebagai inang hama dan penyakit. Di lain pihak, gulma dapat saja menguntungkan karena dapat sebagai penahan erosi pada tanah miring dan bergelombang serta sebagai penyumbang bahan organik tanah pada tanah miskin. Namun demikian, secara keseluruhan gulma dapat dinyatakan sebagai organisme yang merugikan tanaman, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Cara mengendalikan gulma dapat dipilih dari beberapa cara pengendalian yang ada dengan mempertimbangkan efektivitas, efisiensi serta aman bagi manusia, hewan dan lingkungan. Cara pengendalian gulma tersebut adalah dengan pencabutan, rotasi tanaman, pengolahan tanah dan secara kimiawi.

C. Kompetisi Intra Dan Antar Spesies

Tanaman di lapang tidak tumbuh terpisah antar individu melainkan dalam populasi dengan jarak yang rapat. Pada awal pertumbuhan kompetisi belum terjadi karena masih cukup ruang untuk pertumbuhan tanaman, akan tetapi begitu tajuk tanaman

atau perakaran saling bersentuhan dan overlapping, pada saat itulah terjadi kompetisi. Kompetisi dapat didefinisikan sebagai perebutan antara individu tanaman dalam populasi terhadap sumber daya yang dibutuhkan tanaman, dimana tingkat ketersediaan sumber daya tersebut berada di bawah tingkat kebutuhan total dari individu-individu dalam populasi.

Kompetisi dapat terjadi antara individu tanaman dalam spesies yang sama dan atau antar spesies. Kompetisi antar jenis tanaman dalam pola tanam campuran atau tumpang sari dan kompetisi antara tanaman dengan gulma termasuk kompetisi antar spesies, sedangkan kompetisi antar individu pada jenis atau spesies yang sama disebut kompetisi dalam spesies atau kompetisi intra spesies.

Kompetisi antar individu tanaman pada spesies yang sama dalam populasi biasanya terjadi di lapang karena adanya pengaturan jarak tanaman dan jumlah tanaman per lubang tanam untuk mendapatkan populasi optimum agar diperoleh hasil maksimum. Pada populasi optimum kompetisi bisa terjadi dan pertumbuhan serta hasil per individu tanaman berkurang karenanya, namun karena jumlah tanaman per hektar bertambah dengan meningkatnya populasi, maka hasil panen per hektar masih dapat meningkat. Namun bila jarak tanam terlalu rapat atau populasi terlalu tinggi, kompetisi antar individu tanaman akan berlangsung begitu kuat sehingga pertumbuhan dan hasil per tanaman akan sangat berkurang dan akibatnya hasil per hektar menurun. Sebaliknya, bila jarak tanam terlalu renggang atau populasi terlalu rendah maka hasil per hektar akan rendah karena penggunaan lahan tidak efisien, banyak ruang kosong diantara tajuk tanam.

Pada populasi yang sama, tingkat kompetisi dapat pula dikurangi dengan mengatur model jarak tanam (*crop*

arrangement/crop rectangularity). Beberapa model jarak tanam yang dikenal adalah bujur sangkar, baris tunggal, baris rangkap dan model jarak tanam sama segala arah.

Kompetisi antar spesies atau antar jenis tumbuhan terjadi pada system tanam ganda (*multiple cropping*) dan kompetisi antara tanaman pertanian dengan gulma. Sistem tanam ganda, baik tumpang sari (*intercropping*) maupun tanaman campuran (*mixed cropping*) banyak dilakukan di Indonesia dengan luas pemilikan lahan petani yang sempit. Sistem tanam ganda dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, disamping keuntungan-keuntungan yang lain.

D. Konsep Aliran Energi dalam Pertanian

Konsep bahwa pertanian merupakan teknologi yang mengarahkan aliran dan konsentrasi energi, akan memberikan sumbangan potensial. Hal ini memberikan suatu denominator umum yaitu energi, dan memberikan standar mutlak budidaya yang berbeda.

a. Mengukur Produktivitas

Tujuan utama ahli-ahli pertanian adalah untuk menaikkan koefisien pengubahan energi matahari ke produk yang berfaedah. Produktivitas tanaman dapat dengan tepat ditaksir dengan mengukur, baik oksigen yang dikeluarkan maupun karbondioksida yang digunakan dalam proses fotosintesis. CO₂ dari lingkungan yang hilang pada produktivitas berbanding lurus dengan jumlah C yang terikat dalam gula selama fotosintesis.

Satuan tunggal yang digunakan untuk banyaknya energi yang digunakan dalam pengukuran produktivitas adalah kalori, yang sama kegunaannya sejak energi cahaya di tangkap tanaman sampai digabungkan ke dalam produk konsumen.

Proses pendugaan nilai energi dalam ekivalen kalori merupakan proses yang agak rumit dan harus dilakukan dengan pengambilan contoh yang teratur secara statistik tentang biomasnya. Nilai dari bahan organik ditentukan dengan membakar sejumlah bahan yang diketahui dibawah kondisi yang diatur secara hati-hati dan menentukan berapa banyak panas yang dihasilkan.

b. Menaikkan Produksi Tanaman

Salah satu anomali yang dihadapi masa kini adalah bahwa beberapa daerah dari dunia dikaruniai surplus pertanian sementara yang lainnya diancam kekurangan yang menyakitkan terus menerus. Cara yang pantas untuk menaikkan produksi tergantung pada tingkatan teknologi yang ada disuatu tempat. Untuk daerah berkembang, produktivitas tanah dinaikkan dengan banyak teknik-teknik pertanian yang sudah merupakan hal yang rutin dilakukan di negara maju. Di daerah pertanian yang telah maju, masalah produksi yang praktis dan segera, jumlah pupuk dan cara- cara pemberiannya, pemberantasan hama, kedalaman pembajakan optimum, lama periode rotasi, pemilihan pemberantasan gulma lah yang banyak mendapat perhatian dan terkoordinir secara efektif dan efisien sehingga produksi pertaniannya tidak diragukan lagi.

c. Penggunaan Limbah Pertanian

Untuk memperbesar penggunaan energi, limbah pertanian dapat dimanfaatkan untuk keperluan manusia seperti jagung, sepeah tebu, serbuk gergaji dan lain-lain. Limbah industri juga banyak diolah menjadi makanan ternak.

d. Penangkapan Energi

Telah banyak usaha-usaha untuk memperluas alat penangkapan energi eksplotasi laut, perluasan kedaerah padang pasir dan daerah beriklim buruk, memperpanjang musim tanam,

misal dengan penggunaan rumah kaca. Morfologi tanaman juga mempunyai hubungan dengan penangkapan energi. Banyak sekali penangkapan energi yang terjadi dalam kehidupan. Penangkapan energi akhir-akhir ini banyak dimanfaatkan dalam bisnis, misalnya penggunaan komputer untuk merencanakan pergiliran peristiwa-peristiwa yang paling ekonomik dan menguntungkan.

e. Pangan dan Kebutuhan Manusia

Pangan adalah bahan yang apapun bagi suatu organisme memberi energi dan zat gizi. Pangan yang tidak cukup, dapat menimbulkan akibat yang tidak baik terutama pada anak-anak yaitu mempengaruhi pertumbuhan dan juga mempengaruhi dan menimbulkan banyak penyakit.

f. Gizi

Gizi adalah segala sesuatu bahan (pangan) yang bisa digunakan atau bermanfaat bagi manusia. Diantara bahan yang dibutuhkan mencakup bahan-bahan anorganik dan organik.

BAB IV

TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN AGRONOMI

Menanam tanaman budidaya pada hakekatnya adalah memberikan lingkungan yang terbaik bagi tanaman sehingga dapat tumbuh dan berkembang serta berproduksi secara baik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Iklim
2. Tanah
3. Bibit
4. Penanaman
5. Pemeliharaan tanaman, yang meliputi:
 - Penyiangan/Pembumbunan
 - Pemupukan
 - Penyiraman
 - Pengendalian hama dan penyakit
 - Pemangkasan

A. Iklim

Untuk menanam tanaman, sebaiknya harus diperhatikan iklim apa yang sesuai bagi jenis tanaman yang akan ditanam tersebut. Kalau terpaksa harus menanam di luar musim, maka harus dicari suatu upaya pencegahan terhadap kegagalan yang mungkin akan terjadi karena faktor iklim tersebut.

Faktor iklim yang berpengaruh diantaranya adalah suhu, sinar matahari, curah hujan, kelembaban udara, angin. Suhu dapat mempengaruhi perkembangan tanaman. Sinar matahari merupakan sumber energi yang berguna dalam proses fotosintesis. Sinar matahari yang terpenting adalah panjang penyinaran dan intensitasnya. Curah hujan yang utama adalah banyaknya hari hujan dan lebatnya curah hujan. Kelembaban udara penting diketahui karena dengan demikian petani dapat memperhitungkan atau dapat mengetahui kapan saat tanaman dapat dipanen atau kapan harus diwaspadai adanya serangan jamur. Sedangkan angin merupakan pelaku utama yang berperan pada proses penguapan dan penyerbukan.

B. Tanah

Setelah dipilih lokasi yang bakal dipakai sebagai lahan pertanian, maka tahap berikutnya adalah pelaksanaan pengolahan tanah. Pengolahan tanah melihat jenis tanaman yang akan ditanam, apabila perakarannya dangkal maka pengolahan tanah cukup sedalam ± 25 cm, tetapi apabila tanaman berupa pohon maka perlu disiapkan lubang tanamnya terlebih dahulu. Selain itu pengolahan tanah juga harus memperhatikan sifat dan atau kondisi tanah tersebut.

Apabila lahan yang akan ditanami berupa lahan miring, maka terlebih dahulu perlu dibuat terasering, yang umumnya dibentuk mengikuti garis tinggi (*contour*). Teras dapat diperkuat dengan tanaman pupuk hijau, yang selain dapat meningkatkan kesuburan tanah juga dapat mencegah erosi.

Untuk tanah datar yang terpenting untuk mendapatkan perhatian adalah kesarangan dan kesuburan tanah (sifat fisik dan kimiawi tanah). Berbagai perlakuan dapat dijalankan untuk memelihara kondisi tanah, antara lain dengan pemupukan,

pemulsaan, pengolahan tanah, dan sebagainya.

C. Bibit

Benih (*seed*) adalah biji yang dipakai sebagai alat perkembangbiakan. Sedangkan bibit (*seedling*) adalah benih yang telah berkecambah. Tergantung dari cara perbanyakannya, tanaman dapat diperbanyak dengan benih atautkah bibit.

Pengadaan benih yang baik:

1. Benih harus tersedia tepat pada waktunya, dengan jumlah sesuai yang dibutuhkan
 2. Bermutu tinggi, murni sifat genetiknya, tidak tercampur benih varietas lain
 3. Tidak tercampur gulma, kotoran, dan bibit penyakit
 4. Harus mempunyai daya kecambah dan daya tumbuh yang tinggi
- | | |
|---------------------|---------------|
| Daya kecambah | : minimal 80% |
| Benih murni | : minimal 95% |
| Benih varietas lain | : maksimal 5% |
| Kotoran | : maksimal 2% |
| Benih rumputan | : maksimal 2% |

Adakalanya sebelum ditanam di tempat yang tetap, benih disemaikan terlebih dahulu. Dengan demikian yang ditanam di kebun berupa bibit yang sudah cukup kuat. Pesemaian sebaiknya dibuat dekat dengan tempat tanamnya agar mudah dalam pengangkutannya ke lapang. Beberapa persyaratan cara pelaksanaan pesemaian yang baik adalah:

1. Yang disemaikan biasanya tanaman yang lemah, tidak kuat kalau langsung ditanam di tempat yang tetap
2. Tempat menyemai berupa bedengan khusus, diberi atap peneduh untuk mencegah curahan hujan jangan sampai merusak benih yang masih lemah

3. Tanah persemaian harus subur dan gembur
4. tempat persemaian harus aman dari gangguan binatang
5. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembor
6. Sebaiknya tanaman baru dipindahkan ke tempat penanamannya di lapang setelah cukup kuat
7. Ada baiknya apabila bibit terlebih dahulu dipindahkan ke polibag, menunggu saat ditanam di tempat penanamannya
8. Tanaman muda yang baru dipindah perlu diberi pelindung.

a. Cara Pemindahan Bibit

Dikenal 3 cara pemindahan bibit, yaitu:

1. Cara Cabutan

- Sebelum dicabut persemaian dibasahi
- Dipilih bibit yang bagus, dicabut satu per satu dengan hati-hati, dijaga agar akar tidak putus
- Bibit tersebut harus segera ditanam, jangan menunggu layu
- Untuk mengurangi penguapan, sebelum ditanam biasanya dilakukan pengupiran daun
Misal: Tanaman sayuran, buah, tanaman hias

2. Cara Putaran

- Tanaman beserta tanah yang melekat pada perakarannya digali
- Dipindahkan ke polibag/keranjang bambu/pelepah pisang
- Jika sudah kuat bisa segera ditanam di lapang Misal: Jeruk, Rambutan

3. Cara Potongan

- Bibit digali, kemudian sebagian dari batang dan akarnya dipotong, baru kemudian ditanam.
- Lebih mudah pada saat memindahkannya

- Kerusakan akar bisa dikurangi
- Mudah pengangkutannya

Untuk bibit sebaiknya digunakan bibit yang terpilih dengan kualitas baik. Pembibitan dapat dilakukan sendiri, tetapi bibit juga bisa dibeli dari tempat penjual bibit. Benih atau bibit yang digunakan sebaiknya yang mempunyai sifat unggul.

b. Bibit Unggul

Yang dimaksud dengan bibit unggul oleh penyuluh-penyuluh, sesungguhnya adalah varietas unggul. Setelah mempelajari pengertian varietas pertanian dalam bab IV dan V, maka tahulah kita bahwa untuk berbagai jenis tanaman berbeda artinya, tergantung cara penyerbukannya. Unggul disini dimaksudkan memiliki banyak sifat- sifat agronomi yang unggul dibandingkan dengan varietas lain, walupun salah satu sifat mungkin bahkan kalah (misal rasa atau ketahanan terhadap salah satu penyakit), sehingga pada keadaan umum hasil produksinya tinggi. Karena varietas- varitas selalu mengalami evolusi, baik dari pemulia nasional maupun adanya introduktif baru, tidak perlulah suatu varietas yang pada suatu waktu unggul, akan selalu unggul sepanjang masa (contoh klon-klon POJ pada tebu, var, Mas pada padi dan lain-lain yang merupakan varietas –varietas unggul sebelum perang).

Berarti kita harus terbuka untuk selalu menerima varietas baru yang telah teruji. Dalam usaha-usaha penyuluhan, sering banyak ditemui kesukaran dalam introduksi dalam introduksi varietas unggul baru, karena petani telah mengenal sesuatu varietas unggul yang menurut mereka tidak mungkin terkalahkan, dan belum percaya pada varietas baru. Dalam hal ini perlu diadakan demonstrasi-demonstrasi plot dulu, sesudah

percobaan-percobaan adaptasi kultur tekniknya. Hal terakhir tak boleh dilewatkan, karena kadang-kadang varietas unggul baru mempunyai syarat- syarat budidaya yang berlainan dengan yang lama (lihat Gambar 43). Disamping itu, karena masih selalu ada salah satu kekurangan pada varietas unggul baru (misal resistensi terhadap sesuatu hama/penyakit yang dulu minor didaerah seleksi asalnya, rasa yang berbeda dengan selera setempat dan sebagainya), pemulia harus juga selalu berusaha menciptakan varietas baru.

Dalam hal tanaman hias dan bunga, penciptaan varietas baru harus menjadi mode, dan bukan hanya produksi tinggi yang dituju, melainkan keunikan atau keeksotikan.

Keunggulan sifat kadang-kadang dinyatakan pada salah satu komponen hasil ataupun hasil akhir, kadang-kadang juga pada mutu atau kandungan zat gizi maupun hanya pada kegenjahan atau ketahanannya pada hama/ penyakit atau kekeringan. Secara total keistimewaan sesuatu varietas unggul tentu pada daya produksinya di sesuatu daerah tertentu.

Kembali pada istilah bibit unggul, perlu ditekankan pengertian benih bermutu baik, maupun bibit bermutu baik dari varietas unggul tersebut. Kesadaran akan mutu baik dari benih maupun bibit perlu dibangun untuk menghargai jerih payah pemulia- pemulia yang telah sanggup menciptakan varietas unggul baru.

Dalam hal varietas unggul, perlu diperhatikan cara-cara mempertahankan kemurnian varietas (dengan isolasi waktu dan isolasi tempat untuk varietas-varietas yang menyerbuk silang, atau dengan isolasi fisik). Dengan cara-cara kultur teknik biasa, untuk menyerbuk silang, setelah bibit mencapai generasi ketiga, lebih baik membeli benih lagi yang masih murni, dari penjual benih yang baik dan benih telah disertifikasi. Demikian pula

untuk benih-benih *Hibrid* yang mahal (kubis, *sweetcorn*, tomat, semangka tanpa biji), benih tidak perlu dipakai terus sesudah generasi kedua. Untuk varietas-varietas Inbred seperti pada jagung, bila kemurnia dapat dipertahankan terus, untuk memulihkan vigor perlu disilangkan kembali dengan Inbred lain.

D. Penanaman

Apabila lahan sudah siap, maka bibit dapat segera ditanam. Yang perlu diperhatikan dalam penanaman adalah waktu tanam dan jarak tanam. Waktu tanam berkaitan erat dengan iklim. Ada tanaman yang cocok ditanam di musim penghujan, tetapi ada yang lebih baik bila ditanam di musim kemarau. Penanaman di luar musim (*off season*) dapat dilakukan dengan meningkatkan pemeliharaan dan perawatannya.

Di musim hujan air berlebihan dan ditanah-tanah sawah tidak banyak tanaman yang baik ditanam, kecuali padi. Sedang pada musim hutan tersebut, di tanah-tanah kering, walaupun suplai tanah air baik untuk banyak tanaman, akan tetapi cuaca yang lembab dan matahari jarang bersinar menyebabkan banyak serangan penyakit. Di musim kemarau, serangan hama lebih banyak mengancam, disamping terlalu sedikitnya suplai air, bahkan kadang-kadang kekeringan mengancam.

Bila pemilihan saat tanam telah tepat dan persiapan tanah telah dilakukan sebaik-baiknya (telah mengalami pembajakan, penggaruan dan pencangkulan dengan intensitas sesuai dengan sifat-sifat tanah), maka hal yang perlu ditentukan adalah jarak tanam.

Jarak tanam disesuaikan dengan morfologi tanaman dan tingkat kesuburan tanahnya. Mengatur jarak tanam berarti

memberi ruang lingkup hidup yang sama/merata bagi setiap tanaman. Dengan mengatur jarak tanam ini akan diperoleh barisan-barisan tanaman yang teratur sehingga mudah dalam melakukan pengelolaan tanaman selanjutnya.

Berbagai keuntungan bertanam dengan jarak tanam yang teratur:

1. Pertanaman tampak rapi, arah barisan dapat diatur
2. Memudahkan dalam pemeliharannya, misalnya dalam pemberian pupuk, penyiangan, pengendalian hama penyakit, dan sebagainya.
3. Dengan jarak tanam yang teratur dapat ditentukan jumlah populasi tanaman tiap luas lahan sehingga kebutuhan bibit/benihnya dapat ditentukan sebelumnya.

Pengaturan jarak tanam juga dimaksudkan agar tanaman dapat memperoleh kebutuhan hidupnya secara merata, khususnya dalam hal kebutuhannya akan air, unsur hara, dan cahaya matahari. Kecukupan akan ketiga faktor ini merupakan penentu besarnya hasil panen. Dengan demikian, jarak tanam akan mempengaruhi hasil tanaman. Masing-masing tanaman mempunyai jarak tanam yang optimum yang berbeda dengan tanaman lainnya. Penentuan jarak tanam yang tepat terhadap satu tanaman memerlukan penelitian.

Jarak tanam akan mempengaruhi kerapatan tanaman atau jumlah populasi per unit area. Populasi tanaman mempengaruhi pertumbuhan relatif dan hasil bersih fotosintesis. Hal ini berhubungan erat dengan penangkapan energi cahaya, dan ketersediaan hara dan air dalam tanah. Dengan demikian kerapatan tanaman akan menentukan produksi tanaman. Hubungan antara produksi dengan populasi tanaman dinyatakan dalam hubungan parabolik yang merupakan fungsi kuadratik,

seperti di bawah ini.

$$Y = a + bX - cX^2$$

Y = produksi (hasil per unit area)
X = populasi tanaman
a, b, c = konstanta regresi

Distribusi tanaman, yaitu pengaturan letak tanaman pada sebidang tanah mempengaruhi keefisienan penggunaan cahaya. Arah barisan dapat digunakan untuk menggunakan 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 ataupun teras-teras. Dilereng yang tidak berteras, sebaiknya barisan atau guludan tegak lurus arah lereng, di lereng yang berteras arah barisan sering sejajar lereng atau tegaklurus teras. Dengan lereng yang landai tak berteras dianjurkan bertanam menurut sistem “*countur*”, barisan-barisan tidak perlu lurus, dapat berkelok-kelok sesuai dengan keadaan bukit, tetapi harus sam tinggi (datar).

Model jarak tanam ada beberapa macam, yaitu:

1. Baris tunggal (*single row*)
2. Baris rangkap (*double row*)
3. Jarak bujur sangkar (*on the square*)
4. Jarak sama segala penjuru (*equidistant plant spacing*)

```

* * *   * * * *
* * *   * * * *
* * *   * * * *

```

1

```

* * *           * * * *
* * *           * * * *
* * *           * * * *
* * *           * * * *
* * *           * * * *
* * *           * * * *

```

2

```

* * * * * * *
* * * * * * *
* * * * * * *
* * * * * * *
* * * * * * *
* * * * * * *

```

3

```

*   *   *
*   *   *   *
*   *   *
*   *   *   *
*   *   *
*   *   *   *

```

4

Untuk tanaman berbaris, jarak dalam barisan dan antar barisan menentukan kerapatan (*spacing*). Jarak antar barisan ditentukan oleh perlengkapan-perlengkapan untuk penyiangan (traktor, landak, atau tangan maupun penggunaan system tumpangsari). Kecenderungan dewasa ini adalah ke jarak yang sempit, dan perlengkapan-perlengkapan sekarang diarahkan kesana. Kerapatan tanaman mempengaruhi penampilan dan diarahkan kesana. Kerapatan tanaman mempengaruhi penampilan dan produksi tanaman, terutama karena keefisienan penggunaan cahaya.

Pada umumnya produksi tiap satuan luas yang tinggi tercapai dengan populasi tinggi, karena tercapainya penggunaan cahaya secara maksimum diawal pertumbuhan. Akan tetapi pada akhirnya, penampilan masing-masing tanaman secara individu menurun karena persaingan (*competition*) untuk cahaya dan faktor-faktor tumbuh lainnya. Tanaman memberikan respons dengan mengurangi ukuran baik pada

seluruh tanaman maupun bagian-bagian tanaman (cabang, umbi atau polong).

Kerapatan tanaman penting diketahui untuk menentukan sasaran agronomi, yaitu produksi maksimum. Dari berbagai penelitian jarak tanam dapat diketahui jarak tanam dimana mulai terjadi pendataran garis grafik. Berarti setelah kondisi itu penambahan populasi tidak lagi dapat meningkatkan produksi, bahkan terjadi persaingan yang sangat ketat yang pada akhirnya terjadi penurunan produksi. Kerapatan optimum ditentukan oleh pertimbangan-pertimbangan ekonomi dalam menentukan keuntungan optimum. Produksi dengan kontinyu naik menurut naiknya populasi, akan tetapi sejak titik kompetisi tercapai produksi semakin turun. Tetapi bila mutu merupakan faktor penentu harga, produksi optimum terjadi pada suatu populasi tertentu. Sesudah itu kenaikan populasi akan menurunkan mutu, berarti harga jual atau keuntungan akan menurun.

E. Pemeliharaan tanaman

a. Penyiangan/Pembumbunan

Penyiangan harus dilakukan manakala tampak bahwa telah tumbuh gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Biasanya pelaksanaan penyiangan dibarengi dengan pembumbunan tanah di sekitar tanaman. Penyiangan dapat dilakukan 2 atau 3 kali atau sesuai dengan kondisi lapang.

b. Pemupukan

Pupuk biasanya diberikan sebagai pupuk dasar atau pupuk susulan. Dapat diberikan pada tanah atau lewat daun atau bagian tanaman lain. Sebagai pupuk dasar bisa digunakan pupuk kandang atau kompos. Pupuk susulan berupa pupuk NPK yang diberikan 2 - 3 kali selama pertumbuhannya.

Pupuk dapat digolongkan pada bahan organik alam dan bahan kimia (anorganik). Pada masa silam, kebanyakan pupuk merupakan bahan organik buangan, seperti pupuk kandang, sisa-sisa tanaman, darah dan sisa-sisa ikan. Pupuk kimia, seperti amonium nitrat dan superfosfat disintesa dari mineral-mineral anorganik. Pupuk N dapat disintesa dengan menggunakan nitrogen langsung dari udara.

Akhir-akhir ini, telah disintesa sejumlah bentuk dari persenyawaan- persenyawaan organik mengandung N (urea, cynamid). Walaupun pupuk-pupuk tersebut dalam arti kimia bersifat organik, tapi mereka tidak berasal dari sistem kehidupan. Zat hara dalam pupuk organik alam dan beberapa organik sintetik, seperti “bentuk-bentuk urea”, mengalami perubahan kebentuk tersedia secara lambat laun. Pupuk-pupuk ini memperpanjang periode ketersediaan hara.

Untuk memperkecil biaya pemupukan, praktek pertanian dilaksanakan untuk memberikan pupuk sekedar cukup untuk tambahan hara tanah yang tersedia dan menaikkan tingkat hara yang sesungguhnya diperlukan tanaman. Kebutuhan hara dari tanaman ditentukan dengan mengorelasikan tanggapan tanaman dengan kandungan mineral jaringan dan tanah. Sayangnya, total kandungan hara dalam tanah tidak selalu memberikan suatu gambaran yang benar mengenai ketersediaan hara. Ketersediaan hara berhubungan dengan nilai tukar kation dari tanah, reaksi tanah, dan siklus bahan organik.

Beberapa uji biologi untuk tanah telah dibuat dengan menggunakan tanaman yang peka atau mikroorganisme. Uji kimia secara cepat telah dikembangkan, walupun sering tidak tepat. Pada banyak tanaman, kekurangan yang hebat dari hara-hara tertentu. Memberikan gejala difisiensi yang khas, yang sering digunakan untuk tehnik diagnosa. Petani yang baik tidak

akan membiarkan kekurangan hara menjadi sedemikian hebat, lalu baru memupuknya.

Hubungan antara tingkat hara dan prestasi tanaman berbeda-beda menurut spesies tanaman dan jenis hara. Bagaimanapun, terdapat tanggapan umum terhadap tingkatan hara. Tingkatan defisiensi menghasilkan gejala tertentu dari kelaparan hara. Pada tingkatan lebih atasnya, walaupun gejala defisiensi mungkin belum nampak, tanaman-tanaman memberikan tanggapan terhadap pemupukan dengan kenaikan hasil atau penampilannya. Pada tingkatan hara tanah yang tidak memberikan respons nyata terhadap pupuk, tanaman dapat terus menerus menunjukkan kenaikan tingkatan absorpsi hara, yang dikenal dengan istilah konsumsi mewah (*luxury consumption*). Pada tingkatan yang tinggi secara tidak normal atau tingkatan keracunan (*toxic level*). Pertumbuhan berkurang dan mungkin bahkan terjadi kematian. Tingkatan keracunan ini berbeda-beda untuk tiap hara. Boron mungkin menjadi beracun pada tanaman tertentu pada saat jaringan hanya berisi satu ppm.

Tingkatan tanggapan tanaman terhadap pupuk sebagian berhubungan dengan kapasitas produktif, (*productive capacity*) dari tanah. Tanaman yang ditanam pada tanah-tanah dengan kapasitas produktif rendah menunjukkan respons maksimum pada pemupukan tingkatan rendah dari pada tanah-tanah kapasitas produktif tinggi. Kapasitas produktif tergantung pada ketersediaan hara dan kondisi tanah dalam jangka panjang. Karena kekuatan-kekuatan yang membentuk keseimbangan antara tanah dan larutan tanah, pemupukan optimum biasanya tidak dapat tercapai dalam satu langkah singkat.

Bila sejumlah besar pupuk diberikan pada tanah dengan kapasitas produktif rendah, sebagian besar diboroskan dengan pencucian, terikat dalam bentuk tidak tersedia, atau distribusi

tidak merata diseluruh tanah dalam hubungannya dengan kebutuhan tanaman. Pemberian pupuk dalam tingkatan optimum untuk tanaman yang dilakukan secara terus-menerus, nampaknya menaikkan kapasitas produktif tanah, yang akhirnya dapat menaikkan potensi menghasilkan.

Pupuk dapat berwujud padat, cair atau gas. Kebanyakan berwujud padat dan diberikan pada tanah. Pupuk dapat dilarutkan dalam air irigasi, atau diberikan pada dedaunan. Nitrogen dapat diberikan kedalam tanah dalam bentuk gas ammonia (NH_3), karena lebih berat dari udara dan larut secara cepat dalam air tanah.

- **Penempatan pupuk**

Penempatan yang tepat dan saat pemberian merupakan faktor sangat penting dalam pemupukan. Tanggapan tanaman, penghindaran kerusakan, dan ketidak repotan dan pemberian yang ekonomik harus diperhatikan. Agar efektif, pupuk harus diberikan ditempat dan disaat tanaman memerlukannya. Pemberian setahun sekali untuk beberapa hara tertentu dapat tidak cukup untuk hara yang lain tidak perlu. Pupuk-pupuk yang gampang larut, dengan konsentrasi tinggi tidak dapat diberikan pada tanaman-tanaman yang sedang tumbuh, terutama bila masih muda, kerana kerusakan akibat garam.

Pada tanaman tahunan, atau pada tanaman setahun berumur panjang ketersediaan hara lebih efisien diatur dengan pemberian berulang selama masa tanam. Ini terutama harus dilakukan untuk pemupukan nitrogen, karena jumlah berlebihan dapat diboroskan akibat pencucian, dan saat pemberian-pemberian sangat kritikal dalam hal tanggapan tanaman.

Terdapat berbagai cara penempatan pupuk. Pemberian secara broadcast, menunjuk pada penebaran terserap dari bahan secara merata pada permukaan tanah: biasanya dilakukan

sebelum tanaman ditanamkan. Pemberian secara pemupukan tersebut, mungkin tidak seefektif seperti cara topdressing, yaitu penempatan pupuk langsung diatas tanaman tumbuh. Bila tanaman peka terhadap kerusakan (kebakaran pupuk), pupuk dapat ditempatkan sepanjang sisi tanaman sebagai side dressing. Pemberian secara side dressing sering dilaksanakan bersama penyiangan, jadi tercampur dengan tanah. Pupuk juga dapat ditempatkan dalam jaluran tak terputus diantara barisan (band placement) atau dapat dijatuhkan dibelakang bajak didasar aluran (*plow-sole placement*).

Pupuk dapat diberikan bersamaan saat pemindahan tanaman, baik sebagai jalur dibawah tanaman atau dilarutkan dalam air tambahan untuk pemindahan, sebagai larutan pemulai (*starter solution*). Dalam hal pemberiaan lewat daun (foliar application) pupuk segera diabsorpsi dan tanggapan tanaman dapat kentara dalam sehari dua hari, tetapi karena efek residu kecil, pemberian harus lebih sering dilakukan dari pada pemberian lewat tanah. Pemberian lewat daun untuk N dan unsur-unsur mikro seperti boron dan mangan ternyata lebih praktis dari pada seluruhnya lewat tanah.

Saat pemberian pupuk dapat kritikal. Pada tanaman buah-buahan tahunan, seperti apel dan perzik. Kelebihan N dapat bertanggung jawab pada warna buah yang buruk dan buah lunak yang terjadi pada akhir musin dan daun tanaman menjadi peka terhadap kerusakan akibat “winter”. Akibatnya N biasanya diberikan hanya sekali, pada awal musim semi, sehingga kelebihannya telah digunakan habis sewaktu musim panas. Ditempat-tempat dingin atau basah, dan ditanah yang buruk drainasenya, proses nitrifikasi kecil dan dinitrifikasi oleh bakteri anaerob besar; pada saat-saat begini tanggapan terhadap pemberian N juga besar.

Pada banyak tanaman, N diberikan beberapa kali selama musim tanam karena gampang tercuci, dan mudah pengubahannya ke bentuk-bentuk gas atau tak tersedia. Beberapa hara yang secara relatif dalam tanah tidak bergerak, seperti fosfor, paling baik diberikan sebelum tanaman disebar, pada saat penggarapan tanah supaya dapat tercampur merata oleh bajak atau cangkul atau pada saat pembuatan lubang-lubang tanaman.

c. Penyiraman

Dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan banyaknya curah hujan yang turun. Yang terpenting perlu dijaga adalah tanaman jangan sampai layu karena kekurangan air, karena hal ini akan berakibat fatal bagi hasilnya. Cara penyiramannya juga disesuaikan dengan jenis, umur, dan sifat tanaman tersebut.

• Kebutuhan air Tanaman

Terdapat klasifikasi tanaman menurut kebutuhan airnya. Pada salah satu keadaan ekstrem, adalah hidrofit tanaman-tanaman yang hidup dalam air. Golongan hidrofit sering dicirikan dengan kebutuhan dengan oksigen yang rendah dan sisi perakaran yang berkembang buruk. Golongan mesofit, kebutuhan air sedang, memiliki sistem perakaran yang berkembang baik, dan didapati khas pada tanah-tanah yang telah berkembang dan matang. Pada keadaan ekstrem lain adalah xerofit, yang tumbuh pada habitat kering dan telah melalui berbagai adaptasi yang menyebabkannya tumbuh dan membiak di tanah-tanah yang sangat kering.

Dalam pemberian air, perlu diperhatikan kebutuhan air dari setiap tanaman, demikian pula setiap tahap dari tiap tanaman tertentu, (Misal tanaman padi pun, tidak selalu harus digenangi air terus menerus; pada saat tertentu, menjelang

pembungaan, perlu sawah disat, dikeringkan. Penggenangan harus teratur dan diawasi, sehingga tidak akan terjadi suatu perioda kekeringan yang cukup lama hingga terjadi merajalelanya gulma).

Pada umumnya tanaman banyak membutuhkan air pada awal tumbuhnya (*seedling stage*) dimana fase vegetatif dominan. Pada saat tanaman menjelang pembungaan air perlu dikurangi.

Jumlah air yang diberikan sebaiknya teratur sehingga fluktuasi jumlah air total tidak terlalu besar. Suplai air yang hampir merata sepanjang kehidupan tanaman, selalu ideal untuk tanaman yang dibudidayakan. Dalam memberikan air perlu dijaga agar permukaan tanah tidak menjadi padat (terutama pada tanah-tanah yang bertekstur halus), sebab dapat mengurangi infiltrasi air maupun udara. Pemberian air secara siram harus dilakukan sedemikian rupa, sehingga yang jatuh di permukaan tanah adalah percikan-percikan halus.

Perlu dijaga agar tanaman jangan sampai mengalami kekeringan (*drought*) dulu baru tanaman disiram. Ingat bahaya bila titik layu permanen telah dicapai. Berbagai definisi kekeringan (*drought*) telah diajukan. Diantaranya: suatu perioda dimana tanah berisi sedikit atau sama sekali tidak ada air: suatu perioda selama 21 hari atau lebih dimana hujan hanya 30 persen hujan normal selama perioda tersebut.

Tanggapan tanaman terhadap kekeringan beraneka ragam. Ketahanan terhadap kekeringan tergantung pada beberapa faktor yang saling bertautan; jumlah luas permukaan sistem perakaran, potensi pertumbuhan akar, ada tidaknya cendawan micorhiza, modifikasi daun, sikap stomata.

Jumlah luas permukaan pada perakaran berpengaruh kepada tanggapan tanaman terhadap kekeringan. Tanaman yang memiliki akar besar-besar dan sedikit percabangan memiliki sedikit luas permukaan absorpsi dan hanya sedikit dapat mengekstraksi air dibandingkan sistem perakaran yang lebih halus dan banyak akar-akar yang memiliki lapisan permukaan dengan suberisasi tebal mengabsorpsi sedikit air.

Potensi pertumbuhan akar merupakan aspek nyata dalam ketahanan terhadap kekeringan. Bila tanaman memiliki cadangan makanan yang banyak, akar terus tumbuh dalam periode kekeringan dan memasuki daerah baru dari air tanah kapiler yang kalau tidak begitu tidak akan tersedia bagi tanaman.

Ketahanan kekeringan pada spesies tertentu dipengaruhi kehadiran cendawan *mikorhiza*. Hifa cendawan, yang berada dalam hubungan intim dengan akar dan kontak dengan tanah, mengabsorpsi air yang kalau tidak dengan cara ini tidak tersedia bagi tanaman.

Di samping kekeringan yang sesungguhnya, tanaman dapat mengalami kekeringan fisiologi. Hal ini terjadi bila secara fisik air tidak dalam keadaan kekurangan, bahkan kadang-kadang dalam keadaan berlebihan, seperti pada keadaan banjir. Dalam keadaan begini, karena kejenuhan air, kekurangan oksigen dan kebanyakan CO₂, fungsi akar dalam absorpsi air malah terganggu. Karena itu drainase yang baik perlu dilakukan pada tanah yang kebanyakan air (basah).

Aerasi yang buruk sering berbarengan dengan terjangkitnya penyakit. Tanaman-tanaman yang diperlemah oleh aerasi buruk lebih peka pada penyakit-penyakit tertular tanah daripada tanaman biasa.

Permukaan air tanah yang tinggi menghambat perkembangan akar. pada daerah-daerah dengan tinggi air tanah 50-60 cm, akar pohon-pohonan berada rapat dipermukaan, tapi hanya sedikit menembus tanah. Sebagai akibatnya kadang-kadang sistem perakaran berkembang menjadi seperti payung terbalik konfigurasinya, sehingga peka pada angin keras.

d. Pengelolaan air

Dalam hubungan dengan produksi tanaman, air harus dikelola secara baik dan ekonomi. Ini menyangkut 1) irigasi, yaitu penambahan suplemen air, 2) drainase, yaitu pembuangan kelebihan air dan 3) konservasi, yaitu perlindungan sumber-sumber air.

Irigasi. Telah diceriterakan didepan perihal penggunaan irigasi sejak zaman kuno, misal dengan shaduf, yang di indonesia juga sering digunakan. Dalam cara-cara irigasi sekarang, air diberikan menurut tiga cara: 1) irigasi permukaan, air didistribusikan di seluruh permukaan tanah, 2) irigasi penyiraman pemberian air dibawah tekanan seperti hujan buatan, 3) subirigasi, distribusi air ketanah dibawah permukaannya untuk memberi kelembaban kepada tanaman lewat gaya kapiler keatas. Masing-masing sistem sesuai dengan sistem bertanam tertentu.

Untuk tujuan pertanian, air diukur daam istilah volume dan kecepatan mengalir. Volume diberikan dalam galon, kaki kubik, ha-cm dan lain-lain. Suatu ha- cm dari air adalah jumlah air yang akan menutupi satu hektar tanah sedalam satu cm, dan kira-kira sebanyak 100m^3 atau 100.000 liter. Kecepatan mengalir dinyatakan dalam liter tiap detik, liter tiap menit, hektar-cm tiap hari dan sebagainya. Irigasi permukaan. Cara yang paling umum dikenal di indonesia adalah sistem leb dari sawah. Air dibawa lewat parit-parit agak datar dengan

kecepatan rendah untuk menghindari erosi. Parit dapat di aspal, disemen, dan diberi plastik atau tumpukan rumput-rumput untuk menghindari bocornya air kebawah. Dalam sistem lab, harus cukup waktu untuk membiarkan air menutupi seluruh permukaan dan cukup masuk kedalam tanah. Agar lama tinggal disitu untuk mensuplai akar tanaman. Dalam hal ini harus dibuat parit pembuangan air, untuk kelebihan air sesudah kapasitas lapang tercapai. Irigasi permukaan biasa diberikan kepada tanaman yang menutup rata tanah, seperti padi dan padang rumput. Dikenal cara leeb (*flood irrigation dan countour irrigation*); untuk tanaman berbaris-baris digunakan furrow irrigation.

Irigasi siraman. Di nagara-negara yang telah maju, cara ini telah banyak dilakukan dengan pipa-pipa otomatis. Di indonesia belum banyak dilakukan, kecuali untuk padang-padang rumput milik orang berada. Tetapi cara siraman meluas dilakukan petani dengan tangan, yaitu dengan gayung atau gembor atau ujung pipa plastik. Keuntungan cara siram adalah: lebih seragam dan tepat, pada tiap jenis tanah dan tanaman. Akibatnya masalah drainase kecil, dan erosi tidak akan jadi masalah di daerah miring pun. Air dapat lebih ekonomik daripada sistem leeb. Pupuk dapat diberikan bersama air siraman. Kerugian sistem air siraman adalah mahalnya peralatan pada awalnya; dan air harus bersih. Dengan siraman tangan, biaya tenaga kerja tinggi sekali (bawang merah di Brebes).

Drainase. Cara-cara pembuatan bedengan, guludan dalam persiapan tanah, merupakan usaha untuk membuang kelebihan air. Kadang-kadang pada daerah lembab, perlu pipa drainase yang ditanamkan dalam tanah.

e. Pengendalian hama dan penyakit (pengganggu tanaman)

Sebelum menanam suatu jenis tanamnya, sebaiknya dikenali terlebih dahulu jenis-jenis hama dan penyakit yang biasa menyerang tanaman tersebut. Hal ini untuk mempermudah penyiapan penanggulangan apabila betul terjadi serangan hama/penyakit pada tanaman tersebut, sehingga bisa cepat tertangani.

Pengganggu tanaman (*pest*) mencakup semua bentuk hidup yang merusak tanaman-merupakan spektrum biologi yang sangat luas, dari virus yang sukar dilihat sampai tikus dan babi hutan. Pengganggu dapat dikelompokkan dalam istilah-istilah yang lebih luas dari patogen, predator, dan gulma; efek merugikannya adalah berturut-turut penyakit, kerusakan dan persaingan. Perkiraan kerugian akibat pengganggu untuk pertanian dunia sampai mencapai 33 persen.

Beberapa pengganggu memiliki daya merusak yang mengerikan sehingga dapat menihilkan seluruh tanaman. Lainnya, kurang spektakuler, tetapi sama merugikannya dalam jangka panjang, terus-menerus mengikis sementara kerusakan berjalan tanpa kita perhatikan.

Pemberantasan pengganggu tanaman merupakan disiplin dalam pertanian yang disebut proteksi tanaman. Suatu teknologi yang telah sangat terspesialisasi dan selalu berubah dengan cepat, telah dikembangkan dalam pemberantasan pengganggu tertentu (mikroorganisme, nematoda, serangga dan gulma).

Walaupun teknik pemberantasan berbeda menurut pengganggu dan tanamannya, pendekatan dasarnya adalah dengan mencampuri beberapa tahap kehidupan dari pengganggu tersebut atau dengan melindungi tanaman inangnya.

Perlakuan yang paling berhasil adalah dengan pencegahan (preventif) dan bukannya penyembuhan (curatif). pencegahan bertujuan menahan, mencegah kerusakan dan bukannya menyembuhkan tanaman-tanaman yang telah terserang.

Semua cara tergantung pada pengetahuan yang mendalam mengenai penyebab biologiknya sejarah dan ekologi secara alami, dan terutama pertalian khasnya dengan tanaman inangnya. Pemberantasan yang berhasil sering tergantung pada penggunaan yang tepat dari banyak cara yang berbeda.

Cara-cara pemberantasan yang dikenal adalah: 1) cara teknik budidaya, 2) cara fisik, 3) cara kimia, dan 4) cara biologi.

1) Cara teknik budidaya

Cara kultur teknik digunakan untuk mengurangi populasi pengganggu yang efektif, mencakup pembuangan tanaman-tanaman atau benih sakit atau terserang (*roguing*), pemotongan bagian-bagian tanaman yang terserang (*surgery*) atau pembuangan sisa-sisa tanaman yang dapat merupakan biakan pengganggu (*sanitation*).

Pengurangan populasi pengganggu dapat dicapai dengan menggilir dengan tanaman yang tidak peka terhadap pengganggu tertentu (rotasi). Populasi gulma dapat dikurangi dengan rotasi menggunakan tanaman-tanaman yang beradaptasi baik terhadap gulma, yang mengalahkannya, seperti pupuk hijau atau jagung ataupun singkong. Kadang-kadang pengolahan tanahlah, yang digunakan sewaktu rotasi, yang menyebabkan gulma terberantas. Misalnya, penyiangan-penyiangan berjalan (jagung, kacang-kacangan) dapat mengurangi gulma rumput-rumputan untuk penanaman padi berikutnya. Penanaman *Crotalaria* sebagai rotasi dapat menarik nematoda dari sekitarnya untuk

hidup dan membiak di situ. Akan tetapi karena siklus hidupnya tidak lengkap, dapat berakibat punahnya populasi nematoda tersebut.

Tidak seperti hewan, tanaman tidak memiliki mekanisme antibodi yang dapat digunakan untuk melawan penyakit, jadi tidak dapat dibuat imun dengan vaksin. Namun, keadaan fisiologi tanaman dapat diubah untuk mempengaruhi kesanggupannya baik untuk menahan invasi oleh patogen atau untuk mengatasi pengaruhnya yang merugikan. Misal, penyakit layu pembuluh pada kapas, yang disebabkan *Verticillium albo-atrum* dapat dikompensasikan dengan pemberian pupuk, yang akan menyebabkan secara harafiah tanaman mendahului pertumbuhan patogen. Teknik kebalikannya digunakan untuk penyakit layu bakteri pada tomat, dimana infeksi dan pertumbuhan bakteri penyebabnya luar biasa cepatnya pada tanaman-tanaman yang sekulen dan tumbuh subur.

Memperlambat pertumbuhan pohon dengan menghilangkan pemupukan N berlebihan atau dengan menghindari pemangkasan secara ekstensif merupakan salah satu cara untuk memberantas penyakit. Pemberian hara anorganik memberikan proteksi pada beberapa keadaan. Misal, penyakit bengkak akar (*clubroot*) pada kubis, tampak berkurang keganasannya bila perbandingan kalsium terhadap kalium dalam tanah berkurang.

Populasi pengganggu dapat dikurangi dengan cara-cara yang mencegah lingkungan menjadi favorable, mencakup praktek-praktek yang luas aspeknya seperti drainase tanah, penggunaan tanah, pemangkasan untuk mengurangi kerapatan daun dan untuk menaikkan kecepatan pengeringan, dan perubahan suhu kelembaban. Penyakit kudis pada kentang biasanya diberantas dengan menurunkan pH tanah, atau

menghindari tindakan pengapuran yang dapat menaikkan pH tanah.

Banyak pengganggu tanaman yang ganas datang dari daerah lain. Walaupun pemisahan patogen dari tanaman tidak diundangkan, suatu tindakan pengamanan melawan perluasan pengganggu antara negar-negara bertetangga dapat dipaksakan dengan karantina tumbuh-tumbuhan-larangan terhadap impor tanaman atau produk tertentu. Banyak negara melarang pengiriman tanaman-tanaman yang tidak diperiksa.

2) Cara fisik

Cara-cara fisik dapat digunakan untuk melindungi tanaman dalam melawan gangguan atau menghilangkan pengganggu seluruhnya. Mendirikan barrier-barrier fisik untuk melindungi tanaman merupakan perlakuan yang telah berlangsung sejak kuno.

Perangkap juga telah digunakan menangkap serangga (*light trap*). Zat penarik (*Attractant*) dari berbagai tipe digunakan untuk memancingnya ke larutan yang mematikan. Termasuk “black light” (dengan gelombang 3.400-3.800 Å), berbagai bunyi dan bahan-bahan kimia. Perangkap-perangkap tikus juga merupakan contoh pemberantasan fisik yang umum digunakan.

Teknik secara fisik untuk digunakan melawan mikroorganisme jelas sekali sukar. Bila kehadirannya menjadi ketahuan lewat gejala yang ditimbulkannya, sangatlah sukar untuk merusak mereka secara fisik tanpa merusak tanaman inangnya. Barangkali cara yang paling berhasil adalah penggunaan panas. Perlakuan air panas digunakan untuk memusnahkan patogen-patogen tertular biji (*seed-borne*) atau tertular tanaman (*plant-borne*), misalnya “*loose smut*”, suatu

penyakit cendawan pada gandum; penyakit busuk hitam, suatu penyakit bakteri pada kubis; nematoda pada tanaman stroberi dorman. Perlakuan panas juga efektif dalam menonaktifkan beberapa virus. Menguapi tanah-tanah pot merupakan cara-cara dalam rumah kaca untuk menghilangkan banyak pengganggu tanah, termasuk cendawan nematoda dan biji-biji gulma.

Pemberantasan secara fisik masih banyak dilakukan untuk pengendalian gulma. Menarik dan membongkar gulma merupakan cara tertua dan paling sederhana. Kored masih merupakan alat pertanian dasar di banyak bagian dunia. Banyak cara- cara mekanisasi dikembangkan untuk membuat proses tersebut menjadi otomatis. Prinsipnya adalah dengan Prinsipnya adalah dengan memotong, mencincang, atau menutup gulma dan dengan demikian membinasakannya. Gulma yang membiak dengan akar (seperti alang-alang), sukar untuk diberantas dengan cara penyiangan begini.

Cara fisik lain dalam pembinasaan gulma adalah dengan memberi mulsa (*mulching*) dan pembakaran. Lembaran polyethylene hitam telah bermanfaat dalam pemberantasan gulma, tetapi harganya membatasi penggunaannya hanya pada tanaman-tanaman yang mahal seperti tanaman sayuran atau tanaman stroberi. Pembakaran juga sering dilakukan, misalnya pada gulma tanaman kapas dan bawang Bombay.

3) Cara kimia

Pestisida merupakan nama golongan dari semua bahan kimia yang digunakan untuk memberantas pengganggu, biasanya toksik pada beberapa tahap kehidupan pengganggu. Termasuk ke dalam pestisida, juga "*repellent*", suatu persenyawaan yang barangkali tidak beracun secara aktif, tetapi membuat tanaman tidak menarik predator karena baunya, rasa

atau sifat-sifat fisik lain.

Selektivitas. Pestisida yang selektif adalah yang membunuh satu organisme tetapi tidak membahayakan yang lain. Akan tetapi, selektivitas merupakan konsep yang relatif, tergantung pada interaksi dari banyak faktor: dosis, saat pemberian, cara pemberian, sifat-sifat kimia dan fisik dari bahan yang diberikan, dan status genetik dan fisiologi dari organisme yang terlibat. Pestisida yang nonselektif membunuh tanpa pandang bulu. Pada umumnya pestisida bersifat selektif sampai derajat tertentu. Sehingga pestisida digolongkan menurut organisme yang dipengaruhi misalnya *bakterisida*, *fungisida*, *nematisida*, *mitisida*, *insektisida*, *herbisida*, dan *rodentisida*.

Banyak pestisida bersifat selektif dalam suatu kelompok besar organisme. Misalnya insektisida, dapat digolongkan menurut kekuatannya sebagai racun perut atau racun kontak. *Racun perut*, biasanya digunakan melawan serangga mengunyah, dicerna bersama bahan yang dikunyah dan menimbulkan kematian bila mencapai perut. Karena serangga-serangga pengisap memakan cairan tanaman (sap) dan tidak mencerna bahan-bahan luar, mereka jarang dipengaruhi racun perut. Mereka harus diberantas dengan *racun kontak* yang membunuh dengan menembus badan serangga secara langsung atau memasuki lewat pernapasan atau pori-pori saraf.

Herbisida, bahan kimia yang membunuh tanaman, diabsorpsi oleh tanamandan mengakibatkan kematian dengan memberikan reaksi keracunan. Yang hanya membunuh daerah dari tanaman yang terkena (persenyawaan dinitro, minyak dan arsenik) disebut *herbisida kontak*, herbisida lainnya ditranslokasi dalam tanaman (misal 2,4-D) disebut *herbisida non kontak*, atau *herbisida ditranslokasi*.

Selektivitas dapat ditimbulkan dengan mengarahkan herbisida kontak jauh dari tanaman pertanian (toleransi posisi) atau dengan memanipulasikan perbedaan morfologi antara gulma dengan tanamannya (termasuk kutikula berlilin, bentuk dan arah daun, letak titik-titik tumbuh). Selektivitas dapat juga tercapai dengan mengatur dosis.

Pada konsentrasi tinggi, 2,4-D dapat membunuh segala tanaman, sedang pada dosis rendah dapat secara efektif digunakan untuk membunuh secara selektif. Selektivitas masih dapat dicapai dengan cara lain, yaitu dengan menggunakan beda fisiologi antara tanaman-tanaman. Selektivitas fisiologi dapat berubah secara drastis sesuai dengan tahap pertumbuhan. Banyak herbisida paling efektif digunakan pada saat perkecambahan dan pertumbuhan awal.

Sifat-sifat fisik dan kimia. Banyak sekali persenyawaan-persenyawaan, anorganik dan organik, alami dan sintetik, yang bersifat pestisida. Dewasa ini, pestisida dapat ketinggalan zaman secara cepat, karena bahan-bahan baru atau yang diperbaiki terus-menerus dikeluarkan oleh industri-industri besar.

Fungisida dan insektisida yang mula-mula adalah garam-garam anorganik dari logam-logam seperti tembaga, merkuri, timbal dan arsen; banyak yang dewasa ini masih berfaedah. Persenyawaan-persenyawaan organik alami muncul terkemuka pada abad 19. termasuk insektisida-insektisida berasal dari tanaman: nikotin, pyrethrum dan rotenon. industri pestisida modern didasarkan pada bahan-bahan organik sintetik. Industri menjadi giat karena dua bahan yang berhasil secara luas yaitu DDT dan 2,4-D, nama yang sekarang hanya merupakan istilah biasa.

Pestisida dapat diberikan dalam berbagai bentuk dan cara pemberian yang efisien memerlukan penutupan secara merata pada tingkatan yang terkendalkan. Tidaklah praktis memberikan bahan kimia dalam bentuk murninya, maka diberikan dalam pengenceran dengan karier yang inert. Bila kariernya padat (talek, liat), pestisida diberikan sebagai debu (*dust*). Pemberian secara debu punya keuntungan dalam hal ringannya dan cocok untuk pemberian dengan pesawat terbang atau helikopter. Akan tetapi debu sukar untuk diberikan secara seragam, dan tidak bertahan lama. Tambahan pula beberapa bahan (misalnya minyak), tidak dapat diberikan dengan cara ini.

Ketidakuntungan ini dapat diatasi dengan penggunaan karier cair, biasanya air, dimana bahan-bahan kimia dapat dilarutkan, disuspensikan, atau diemulsikan. Bahan lalu diberikan dengan tekanan dalam tetes-tetes berbagai ukuran, tetapi biasanya dalam bentuk semprotan (*spray*). Ketidakuntungan dari karier air dalam hal berat dan banyaknya, dapat diatasi dengan menggunakan konsentrasi tinggi dari bahan-bahan aktif dan mencapai dispersi dengan hembusan udara. Pada permukaan tanaman yang nekutin tebal, spray membentuk titik-titik dan bukan merupakan lapisan yang sinambung. Dispersi yang tidak teratur ini dapat diatasi dengan memberi *bahan pembasah* (*wetting agents*), yaitu bahan kimia yang mematahkan tegangan permukaan.

Masih dikenal pestisida yang aktif sebagai gas dan disebut furnigan, yang sangat berfaedah untuk pemberantasan dalam tanah. Untuk menghindari furniga keluar tanah, dapat ditutup plastik, digenangi air atau permukaan tanah dipadatkan.

Pestisida dapat bersifat sistematik atau nonsistematik. Pestisida sistematik diasorosi oleh tanaman dan ditranslokasi di dalamnya, membuat tanaman dengan sendirinya toksik atau

"*repellent*" terhadap pengganggu. Penggunaannya pada tanaman pangan dibatasi, kecuali bila dapat terurai sebelum di konsumsi. Kerja pestisida nonsistematik berlangsung pada permukaan tanaman, walaupun dapat terisap sampai tingkatan tertentu.

Saat pemberian. Keefektifan pemberantasan secara kimia biasanya tergantung pada saat pemberian. Pestisida tertentu dapat tidak sama toksiknya pada semua bentuk pengganggu tertentu, dan ini juga merupakan hal yang tidak perlu. Biasanya suatu tahap atau tahap lainnya peka, dan inilah mengapa saat pemberian sangat penting. Mata rantai yang lemah mungkin ditemukan sewaktu spora cendawan berkecambah, tahapnya mudah pada serangga, atau serangga vector dari penyakit viirus, biji gulma berkecambah.

Untuk kebanyakan penyakit, pemberantasan kimia harus dilakukan sebelum gejala sakit nampak. Misal, sangatlah sukar membunuh cendawan sesudah mereka memasuki tanaman, tetapi pemberantasan dapat tercapai dengan bahan-bahan yang mematikan atau mencegah spora berkecambah ke dalam tanaman.

Saat pemberian terutama penting dalam pengendalian gulma. Selektivitas dapat tercapai untuk fumigan dan herbisida nonselektif lain, bila diberikan sebelum tanaman ditanamkan (*preplanting treatment*). Herbisida selektif sebelum tanam juga tersedia yang menyerang biji-biji gulma tanpa merusak biji atau bibit tanaman budidaya. Pemberian sesudah tanaman ditanamkan tetapi sebelum muncul dari tanah disebut *pre-emergence treatments*

Cara kerja dari bahan-bahan ini terbatas pada permukaan tanah. Supaya efektif, bahan-bahan *pre-emergence* harus dapat menutup secara baik dan secara relatif tahan pencucian.

Kelembaban tanah biasanya kritikal karena air dapat diperlukan untuk mengaktifkan herbisida tersebut, walaupun kelebihan air dapat menyebabkan pencucian. Herbisida *pre-emergence* secara fisiologi selektif terhadap gulma dan tanamannya. Selektivitas dapat ditingkatkan dengan perkecambahan biji gulma yang terjadi lebih dahulu. Perkecambahan biji crop-nya biasanya agak tertunda karena kedalaman tanam dan waktu yang dibutuhkan untuk imbibisi air dulu.

Pemberian herbisida pada tanaman yang sedang tumbuh disebut perlakuan *post-emergence*. Selektivitas harus diusahakan secara posisi atau fisiologi. Misal sewaktu menyemprotkan, tanaman ditutup plastik, atau sewaktu disemprotkan titik-titik tumbuhan tanaman terlindung, tetapi titik tumbuh gulma terbuka.

Kerusakan semprot dan residu. Pengaruh menguntungkan dari bahan-bahan kimia harus diimbangi usaha melawan daya merusaknya. Untuk memberikan penggunaan yang tepat dan aman beberapa aturan dibuat, terutama bila bahan-bahan tersebut digunakan dalam hubungan dengan bahan pangan. Harus diperhatikan agar dapat terjamin kerusakan yang timbul oleh kerusakan obat lebih kecil dari yang ditimbulkan penggangguannya. Beberapa bahan kimia meninggalkan residu tanah yang mungkin mencampuri pertumbuhan tanaman atau penggunaan tanah di masa depan (polusi bahan kimia).

Akhirnya menghilangnya bahan-bahan ini mungkin karena penguapan, perombakan secara kimia, dekomposisi biologi, pencucian, atau absorpsi pada koloid tanah. Beberapa pestisida bersifat fitotoksik dan menurunkan hasil dan mutu tanaman. Akan tetapi, yang paling perlu diperhatikan adalah kemungkinan bahwa pestisida atau bahan-bahan rombakannya yang membahayakan, dapat bertambah dalam produk tanaman

atau pada hewan yang memakannya, dan ini membahayakan manusia.

Semua bahan kimia memiliki dosis yang tidak toksik, dan dosis tertentu toksik. Bila dosis naik, menjadi merusak dan akhirnya beracun. Beberapa zat lain tidak memiliki efek nyata pada dosis rendah tetapi menumpuk dalam bagian tubuh tertentu. Masalah ini adalah sungguh-sungguh. Risiko-risiko banyak untuk konsumen maupun orang yang memberikannya, dan akibatnya tidak tertahankan.

4) Cara biologi

Pangganggu tanaman dapat pula diberantas dengan manipulasi faktor-faktor biologi. Pemberantasan biologi dapat tercapai dengan mengarahkan kompetensi alami antara organisme. Misalnya, dengan mengintroduksi parasit atau pradator alami dari pengganggu atau menggunakan resistensi alami pada tanaman inang. Masih ada cara yang lebih halus yang dapat mempengaruhi perkembangan pengganggu. Misalnya dengan melepaskan sejumlah besar serangga jantan yang telah diradiasi agar mandul. Pemberantasan secara biologi merupakan cara yang menarik, sebab sekali digunakan akan berlangsung tanpa pengaruh manusia, dan bahaya-bahaya bahan kimia dapat ditiadakan.

Predator alami. Suatu contoh dari pemberantasan biologi yang berhasil adalah dengan introduksi predator alami pada kutu jeruk di kalifornia. Hama tersebut terus terkandali sampai meluasnya DDT menyebabkan matinya predatornya. Hal yang sama terjadi dengan hama *Plutella maculipennis* pada kubis yang dapat diparsit *Angitia*. Contoh yang lebih baru adalah penggunaan spora *Bacillus thuringiensis* untuk memberantas ulat-ulat; spora diberikan spray. Pemberantasan secara biologi

juga dapat dilakukan terhadap gulma.

Introduksi predator paling sesuai digunakan pada pemberantasan hama yang tidak memiliki predator atau penyakit secara alam, atau musuh-musuh lain. Untuk predator yang diintroduksi, supaya berhasil mereka harus hidup dan berkembang pada habitat baru dan toh tidak merusak tanaman-tanaman pertanian. Jadi hanya predator yang sangat selektif dalam kebiasaan makan yang dapat diimpor. Karena luasnya daerah yang harus diatasi, dan masalah-masalah yang timbul bersamaan, cara-cara pemberantasan ini harus dilakukan oleh Dinas-dinas (pemerintah) dan bukan oleh petani perseorangan.

Resistensi genetik. Penggunaan resistensi genetik, kesanggupan secara bawaan dari tanaman untuk menahan pengaruh merusak dari patogen atau predator, merupakan cara ideal untuk pemberantasan. Resistensi bervariasi, dari nol (*susceptibility* = kepekaan), ke parsial, sampai lengkap (*immunity*). Toleransi (*tolerance*) merupakan suatu tipe resistensi di mana tanaman menderita infeksi dan sedikit kerusakan, tetapi sanggup hidup dengannya dan masih mampu berproduksi.

Banyak tanaman diketahui memiliki resistensi terhadap virus, bakteri, fungi dan nematode. Tanaman-tanaman ini memiliki resistensi karena roman struktural atau pengaruh biokimiawi yang dapat menghambat atau mencegah masuknya dan bertahannya pengganggu tertentu. Resistensi dapat secara kompleks atau secara tunggal. Beberapa tanaman memiliki resistensi pada sekelompok patogen; lainnya memiliki hanya resistensi spesifik terhadap ras atau spesies tertentu.

Kombinasi antara resisten dan mutu atau daya hasil merupakan tujuan utama dari pemulia-pemulia tanaman. Di mana patogen dan tanaman saling beradaptasi (seperti pada

parasit obligat), hubungan erat terdapat antara resistensi genetik dari tanamannya dan kemampuan genetik dari patogen untuk merusak atau mengatasi resistensi ini. Timbulnya ras baru dari patogen akibat mutasi atau introduksi merupakan masalah besar yang dihadapi pemulia tanaman, dan kemokalan menggabungkan resistensi genetik jangka panjang pada beberapa penyakit, telah mengilhami pencarian resistensi secara luas atau sifat toleransi.

Keseimbangan biologi. Keseimbangan biologi yang terdapat dalam lingkungan alami tidak dapat diabaikan dalam proteksi tanaman. Perusakan keseimbangan oleh fluktuasi lingkungan merupakan gejala alami. Pertanian, menurut alamnya, mengganggu keseimbangan biologi secara alami, tetapi tidak bertindak tersendiri.

Misalnya, sering bila suatu fungisida mengganti yang lain, cendawan yang dulunya hanya patogen minor dapat mulai menyebabkan kerusakan-kerusakan hebat (karena organisme yang antagonik dengannya terbunuh oleh fungisida tersebut). Lebih lanjut, patogen bukanlah suatu faktor statik. Varietas-varietas resisten baru dan pestisida-pestisida baru dapat bertindak sebagai alat screening untuk seleksi tipe-tipe resisten. Jadi banyak serangga, contoh lalat, telah menjadi resisten kepada DDT. Serupa halnya, perkembangan varietas tanaman yang resisten karat segera dinihalkan dengan pembentukan ras virulen baru dari cendawan karat tersebut.

f. Pemangkasan

Tanaman yang berupa perdu atau pohon umumnya perlu pemangkasan. Pemangkasan ini dimaksudkan antara lain untuk membentuk pohon, mengurangi daun, mempercepat pematangan, meremajakan tanaman, dan lain-lain.

Tujuan membentuk pohon adalah agar dapat berbunga atau berproduksi lebih banyak. Pengurangan daun dimaksudkan untuk mendapatkan hasil asimilasi bersih yang optimum. Dengan pemangkasan juga dimungkinkan mempercepat proses pembuahan. Tetapi adakalanya pemangkasan dilakukan untuk peremajaan tanaman (rejuvenilisasi).

Secara umum pemangkasan dilakukan dengan memotong cabang/ranting yang tumbuhnya tidak tepat, memotong tunas-tunas air, atau memotong ranting-ranting yang kena penyakit.

BAB V

UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN DAN FAKTOR PENGHAMBATNYA

A. Upaya-Upaya Peningkatan Produksi

Dalam pengaplikasian konsep-konsep Agronomi untuk mencapai produksi maksimum, maka ada beberapa hal yang dapat dilakukan antara lain yaitu dengan mengatur pola tanam, melalui pola intensifikasi, diversifikasi, dan ekstensifikasi.

1. Pola tanam

Usaha pertanian selalu diarahkan untuk mencapai hasil maksimal. Berbagai cara dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut, diantaranya dengan menetapkan pola tanam.

Menetapkan pola tanam bertujuan untuk menyesuaikan waktu tanam dengan musim pada suatu sistem budidaya tanaman. Misalnya sistem budidaya tanaman di lahan kering, tadah hujan, pola tanam disesuaikan dengan pola curah hujan, sehingga diperoleh waktu tanam yang tepat. Waktu tanam yang tepat dapat mendukung pertumbuhan tanaman untuk mencapai hasil maksimal.

Pola tanam merupakan sub-sistem budidaya tanaman yang mempunyai kaitan erat dengan ekosistem yang melatar belakangnya. Dalam setiap ekosistem tanaman dapat dikembangkan satu atau lebih sistem budidaya tanaman, dan

dalam satu sistem budidaya tanaman dapat pula dikembangkan satu atau lebih sistem pola tanam. Setiap sistem pola tanam dipengaruhi oleh berbagai komponen yaitu agroklimat, tanah, keteknikan dan sosial ekonomi.

Kegunaan pola tanam yang berlanjut adalah memanfaatkan sumber daya optimal untuk memperoleh produksi maksimal dengan memperhatikan kelestarian lingkungan.

Keuntungan pola tanam, dapat diperoleh dengan menggunakan pola tanam yang tepat, keuntungan tersebut antara lain dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya yang ada. Intensitas penggunaan lahan meningkat, dengan memanfaatkan sumber daya lahan dan waktu lebih efisien, meningkatkan pula produktivitas lahan.

Frekuensi panen atau produksi meningkat; penanaman beberapa jenis tanaman pada suatu lahan menyebabkan seringkali petani memperoleh hasil panen dalam satu tahun. Mengurangi resiko kegagalan panen; kegagalan panen oleh serangan jasad pengganggu, maupun keadaan iklim yang kurang baik dengan mengusahakan beberapa komoditas.

Meningkatkan penyebaran tenaga kerja sepanjang tahun. Dengan ini banyak kegiatan dilapangan sehingga dapat menyebarkan tenaga kerja dan menyerap tenaga kerja lebih banyak. Mencegah terjadinya kerusakan tanah arau erosi, terutama pada lahan yang berlereng, karena tanah selalu dalam keadaan yang tertutup, dan disertai dengan pengolahan tanah yang minimal.

Diversifikasi pangan dapat memperoleh hasil pangan yang beraneka ragam dan bergizi. Dengan mengusahakan beraneka ragam tanaman, maka akan diperoleh aneka ragam hasil panen yang bernilai gizi seperti: karbohidrat, protein,

lemak, vitamin dan mineral.

Efisiensi penggunaan tenaga keluarga meningkat, dan biaya produksi dapat ditekan serendah mungkin. Biaya produksi seperti biaya pengolahan tanah dapat ditekan dengan pengolahan tanah yang minimal (minimum tillage). Biaya pengendalian jasad pengganggu dapat ditekan dengan pengendalian jasad pengganggu terpadu.

Pola curah hujan disetiap lokasi usaha tani perlu diketahui sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam menentukan pola tanam. Pola curah hujan juga dapat digunakan untuk menentukan varitas yang ditanam di suatu lokasi karena setiap varitas mempunyai kebutuhan air tanaman yang berbeda. Waktu pengolahan tanah, penanaman dan panen juga harus disesuaikan dengan pola curah hujan. Jangan sampai terjadi air tidak tersedia pada saat benih baru tumbuh atau pada saat pengisian biji.

Untuk membuat pola curah hujan, perlu dipantau jumlah hujan yang turun setiap hari setiap bulan, dengan menggunakan penakar curah hujan. Jumlah hujan per hari dijumlahkan selama sebulan untuk memperoleh curah hujan bulanan. Bila curah hujan bulan tertentu sama atau lebih besar dari 200 mm, maka bulan tersebut disebut bulan basah; bila kurang dari 200 mm disebut bulan kering. Kemudian informasi bulanan tersebut diproyeksikan ke dalam bentuk tabel untuk pola curah hujan. Berdasarkan pola curah hujan itulah pola tanam ditentukan dalam satu tahun.

Daerah-daerah di Indonesia yang beriklim basah mempunyai curah hujan yang tinggi, yaitu diatas 2000 mm per tahun dan merata sepanjang tahun, kenyataan ini memungkinkan untuk dilaksanakan penanaman tanaman pangan atau hortikultura sepanjang tahun melalui pola tanam.

Pola tanam yang telah berkembang dewasa ini di daerah lahan kering (transmigrasi), adalah pola tanam padi gogo yang dikenal dengan pola tanam A. Urutan penanamnya pada pola tanaman ini adalah tanaman jagung + padi gogo; ketela pohon-kedelai-kacang tunggak (tumpang-sari; tumpang sisip; tanam berurutan). Pola tanam ini cukup stabil karena didalamnya terdapat penanaman padi gogo yang merupakan tanaman penghasil bahan makanan pokok bagi petani.

Pola tanam ganda diartikan sebagai pola tanam pada satu areal lahan tertentu selama satu tahun ditanam dua jenis tanaman atau lebih, baik ditanam secara bersamaan atau pada waktu yang berbeda.

Tujuan utama mengusahakan pola tanam ganda adalah untuk menambah pendapatan petani, menganeka ragamkan hasil panen, agihan tenaga kerja yang merata, penggunaan tanah yang mangkus, dan tidak membiarkan tanah kosong dalam waktu yang lama. Beberapa macam pola tanam ganda akan dijelaskan pada uraian berikut.:

1. Pola tanam campuran (*mixed cropping*)
2. Pola tanam tumpang sari seumur (*intercropping*)
3. Pola tanam tumpang sari beda umur (*inter planting*)
4. Pola tanam sisipan (*relay planting*)
5. Pola tanam sela (*inter culture*)
6. Pola tanam beruntun atau rotasi (*sequential planting*)
7. Pola tanam banyak tingkatan tajuk (*multi storey cropping*)
8. Pola tanam berlorong (*alley cropping*)

2. Intensifikasi

Intensifikasi adalah usaha peningkatan produksi per satuan luas tertentu. Peningkatan produksi hanya dapat dicapai apabila diterapkan teknologi yang telah diuji keuntungannya. Untuk menginovasi teknologi ke tingkat petani dan petani bersedia menggunakannya, bukanlah suatu pekerjaan yang ringan, banyak faktor yang menjadi penghambat, misalnya pendidikan, ekonomi, kebudayaan dan lain-lain. Dalam usaha mensukseskan intensifikasi perlu di tata suatu pola intensifikasi.

Intensifikasi pertanian dapat diartikan sebagai upaya pengembangan ilmu dan teknologi pertanian di dalam penyelenggaraan usaha tani, untuk meningkatkan produktivitas lahan usaha tani dengan memperhatikan kelestarian sumberdaya alam.

Langkah yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas usahatani adalah dengan penerapan sapta usahatani. Usaha tersebut adalah penggunaan sarana produksi (seperti benih atau bibit unggul, pemupukan yang berimbang), perbaikan cara melakukan usahatani (pelaksanaan pengolahan tanah), pengendalian jasad pengganggu, penyediaan dan pengaturan air, perlakuan pascapanen dan pemasaran hasil.

Tujuan dilaksanakan intensifikasi pertanian adalah untuk meningkat produktifitas lahan usaha tani, meningkatkan pendapatan petani dan meningkatkan kesempatan kerja. Pelaksanaan intensifkasi dilakukan melalui tiga pendekatan yaitu pendekatan komoditas, pendekatan wilayah, dan pendekatan usahatani.

Pendekatan komoditas, dikelola melalui bimbingan intensifikasiseperti jagung, kacangtanah dan kedelai. **Pendekatan wilayah**, dilakukan untuk memanfaatkan secara optimal sumberdaya alam suatu wilayah yang belum terjangkau

program intensifikasi untuk mengembangkan usahatani yang cocok. **Pendekatan usahatani** dilakukan dengan memanfaatkan secara optimal sumberdaya tenaga dari keluarga tani dalam mengusahakan usaha tani terpadu.

3. Diversifikasi

Diversifikasi adalah upaya mengoptimalkan sumberdaya lahan dan tenaga dalam suatu lahan usahatani melalui penerapan teknologi hemat lahan untuk mencapai produktifitas tinggi dan meningkatkan pendapatn petani. Dalam teknologi ini dikembangkan keanekaragaman tanaman budidaya khususnya tanaman pangan dan hortikultura. Disamping mempertahankan produksi beras sebagai pangan pokok, peningkatan produksi sumber karbohidrat lainnya (jagung dan umbi-umbian), dan sumber protein nabati (kacang-kacangan) perlu diperhatikan. Dibeberapa daerah di Indonesia telah mempunyai pangan pokok bukan beras seperti sagu di Maluku, ketela rambat di Irian Jaya, Jagung di Madura. Untuk mengurangi konsumsi beras dan sekaligus tetap menjaga swasembada beras, pengaenekaragaman pangan pokok di Indonesia telah diprogramkan oleh pemerintah.

Pola tanam beragam (diversifikasi) adalah pada lahan yang sama ditanam beberapa jenis tanaman penghasil karbohidrat (padi, jagung, ketela pohon, ketela rambat), penghasil protein (kedele), penghasil lemak (kacang tanah), penghasil vitamin dan mineral (tanaman buahan, tanaman sayuran, kacang hijau), penghasil pendapatan lain (kelapa, sawit).

Diversifikasi pertanian ini dapat menghindarkan petani dari kemungkinan kelebihan produksi bila hanya bertanam secara monokultur. Kelebihan produksi dapat mengakibatkan

masalah dalam pasca panen dan pemasaran yang akhirnya akan menurunkan harga jual komoditas tersebut.

Keragaman tanaman yang dibudidayakan tergantung kepada ekosistem, usahatani, teknologi, dan pengetahuan petani. Ekosistem di Indonesia sangat beragam, sehingga usaha budidaya juga beragam. Selain padi, berbagai tanaman dapat menjadi tanaman pokok antara lain tanaman biji-bijian (jagung, kecacangan), tanaman sayuran (tomat, kubis, kacang panjang), ubi-ubian (ketela pohon, ketela rambat, keladi), tanaman bukan pangan (tembakau, kapas), gunanya untuk meningkatkan gizi dan pendapatan. Perpaduan tanaman tahunan dan tanaman semusim juga dapat dilakukan seperti karet, kopi, cacao, dan kelapa yang dipadukan dengan tanaman yang tahan naungan seperti keladi.

4. Ekstensifikasi

Ekstensifikasi adalah kegiatan memperluas lahan usahatani ke daerah usahatani baru dengan membuka areal potensial terutama di luar pulau Jawa. Kegiatan ekstensifikasi pada umumnya dikaitkan dengan usaha transmigrasi. Usaha peningkatan produksi pertanian melalui perluasan areal tanam dapat dilaksanakan baik di lahan kering maupun di lahan basah. Pembukaan lahan basah misalnya melalui pencetakan sawah baru, yaitu lahan basah yang secara potensial dapat dijadikan sawah (lahan pasang surut dan lahan lebak).

Pembukaan lahan kering adalah pemanfaatan lahan kering yang potensial untuk dijadikan sawah pengairan, sawah tadah hujan, usaha perkebunan untuk tanaman industri dan tanaman buahan. Pada tanaman pangan, peningkatan produksi melalui perluasan areal tanam dengan arti sempit dengan memperhatikan intensitas tanam dari lahan yang ada, baik

lahan sawah maupun lahan kering. Lahan kering di luar Jawa pada umumnya ditempati oleh jenis tanah PMK (podzolik merah kuning), untuk pengembangan diperlukan teknologi yang besar. Usaha pengembangan terutama diarahkan untuk perluasan areal tanaman perkebunan, seperti karet, kelapa sawit, dan lain-lain.

Tujuan ekstensifikasi adalah meningkatkan produksi secara makro, memanfaatkan lahan yang berpotensi untuk pertanian, menyerap tenaga kerja dan penyebaran penduduk. Contoh-contoh ekstensifikasi adalah pembukaan areal transmigrasi, perluasan perkebunan karet dan kelapa sawit melalui usaha perkebunan inti rakyat (PIR).

5. Hambatan peningkatan produksi

Kesuburan Tanah, lahan yang tersedia untuk perluasan pertanian melalui program transmigrasi umumnya merupakan lahan hutan dan lahan padang alang- alang bekas perladangan. Sebagian besar dari lahan itu terdiri dari tanah podsolik merah kuning (ultisol), di samping itu terdapat pula tanah-tanah latosol, kambisol, alluvial. Tanah podsolik merah kuning merupakan jenis tanah terbesar yang tersedia bagi perluasan areal.

Sifat-sifat tanah podsolik merah kuning adalah pH rendah, Al-dd dan kejenuhan Al yang tinggi, fosfor rendah, bahan organik rendah. Dengan adanya sifat- sifat yang kurang menguntungkan tersebut tanah podsolik merah kuning tergolong tanah yang mempunyai kesuburan tanah rendah, kemampuan mensuplai hara rendah, mempunyai kapasitas menahan kation rendah, kemampuan menahan air tersedia rendah, kemampuan mengikat erat (fiksasi) P yang tinggi dan mempunyai eradibilitas yang tinggi.

Untuk memperbaiki kesuburan kimia, fisika dan biologi lahan berbagai cara dapat ditempuh seperti: pemberian pupuk, cara pemakaian pupuk, pengapuran, pupuk organik, pengairan serta pola tanam. Perbaikan kesuburan tanah dengan menggunakan ameloran organik seperti kompos, pupuk kandang, pupuk hijau, sisa tanaman, adalah mempunyai kemampuan untuk mensuplai semua unsur hara termasuk unsur hara minor, meningkatkan kandungan nitrogen organik yang mudah terurai, meningkatkan kemampuan penyangga tanah, memperbaiki sifat fisik tanah seperti: hubungan air dengan udara, mengurangi kekerasan tanah, memudahkan pengolahan tanah, mengurangi erodibilitas; semua terjadi melalui pembentukan agregat tanah, serta mendorong kegiatan biologis tanah.

Pemberian bahan organik yang optimum, umumnya condong lebih menguntungkan organisme saprofit dibanding yang parasitik, tetapi bagaimanapun hal ini tidak boleh diabaikan karena efek yang negatif bisa terjadi terhadap hama penyakit.

Suatu hal yang perlu dicatat adalah bahwa sistem kesuburan tanah adalah hal yang sangat kompleks atau yang mempunyai banyak faktor, sehingga sukar untuk melestarikannya dengan hanya memberi satu perlakuan, misalnya hanya dengan memupuk atau mengapur, berbagai upaya perlu dikerjakan secara integral untuk meningkatkan produktifitas lahan yang bersifat lestari.

Hama, Penyakit, Gulma, penyakit dan gulma adalah merupakan masalah besar dalam pertanian tropis, terutama pada lahan kering. Hambatan-hambatan ini banyak mempengaruhi hasil-hasil yang dicapai.

Pada tahun-tahun pertama setelah pembukaan lahan, akibat dari perubahan ekosistem hutan ke ekosistem pertanian, terdapat hama-hama besar untuk pertanian pangan lahan kering seperti babi hutan, burung, kera, walang sangit dan lain-lain.

Hama besar itu biasanya berkurang setelah beberapa tahun, kecuali hama seperti tikus dan walang sangit.

Gulma, merupakan masalah berat pada tanaman pangan lahan kering, terutama 2 sampai 3 tahun setelah pembukaan. Beberapa tahun setelah dibuka, bila lahan terus ditanami, alang-alang dapat diatasi. Tetapi gulma setahun yang umurnya pendek dan banyak membentuk biji, merupakan gulma yang sulit diatasi. Pemupukan yang salah dapat mendorong pertumbuhan gulma dan banyak menurunkan hasil.

Masalah gulma harus diatasi dengan pola tanam yang tepat, termasuk penggunaan mulsa dan tanaman penutup tanah. Untuk skala yang besar, atau untuk petani maju, dapat diintrodusir kegunaan herbisida. Pengendalian hama, penyakit dan gulma mempunyai dasar-dasar yang sama yaitu dengan cara-cara kultur teknik, mekanik, fisik, biotik, kimia, genetik, dan dengan peraturan-peraturan. Cara pengendalian terintegrasi dimana semua cara atau beberapa cara yang kompatibel diintegrasikan agar dapat mencapai hasil yang maksimal, baik dalam menghadapi satu atau semua jenis hama, penyakit dan gulma.

Erosi, untuk menjaga kelestarian lingkungan, masalah erosi perlu jadi perhatian sedini mungkin, yaitu sejak perencanaan tata ruang lahan. Untuk tanaman pangan lahan kering, sebaiknya tidak menggunakan lahan dengan lereng yang lebih besar dari 8%, kecuali bila digunakan teknik konservasi yang intensif seperti pembuatan teras bangku.

Pada pertanian tanaman pangan lahan kering, erosi pada dasarnya terjadi pada setiap lahan yang lerengnya lebih besar dari 3%, bila tidak disertai usaha pencegahan. Erosi juga dipengaruhi oleh panjang lereng, jumlah curah hujan, intensitas curah hujan dan erodibilitas tanah. Setiap curah hujan yang lebih besar dari evapotranspirasi mempunyai potensi untuk terjadinya erosi.

Kecuali pengendalian erosi secara mekanik dengan pembuatan teras dan pengendalian secara vegetatif dengan penanaman tanaman penutup tanah, masih banyak teknik budidaya tanaman lain yang dapat digunakan untuk pengendalian erosi seperti pola tanam dan pengolahan tanah (pengolahan minimum, pengolahan dalam, penggunaan mulsa, penanaman menurut jalur berlajur atau strip cropping dan sebagainya).

Beberapa cara pengendalian erosi perlu diterapkan secara integral pada pertanian pangan lahan kering, agar pelestarian lingkungan sejauh mungkin dapat dikembangkan.

BAB VI

PERBANYAKAN TANAMAN

Sejak revolusi pertanian, perkembangan pertanian terus mengalami peningkatan. Manusia yang lebih modern mulai mengembangkan teknik perbanyakan tanaman yang dipelajarinya dari kejadian-kejadian alam, seperti setek, cangkok, okulasi dan merunduk. Sejak perkembangan ilmu pengetahuan mulai maju, ditemukan teknik perbanyakan tanaman yang lebih modern seperti teknik kultur jaringan. Melalui teknik kultur jaringan bagian tanaman yg kecil bisa menghasilkan tanaman baru dalam jumlah besar hingga mencapai ribuan.

Salah satu perbanyakan tanaman yang paling mudah dilakukan secara massal dan biayanya murah adalah perbanyakan melalui biji atau perbanyakan secara generatif (seksual). Dalam perbanyakan secara generatif, biji digunakan sebagai alat perbanyakan. Bahan tanaman yang berasal dari biji disebut benih, sedangkan bahan tanaman yang berasal dari bagian vegetatif tanaman seperti; akar, batang dan daun disebut bibit.

Perbanyakan tanaman secara generatif memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan perbanyakan tanaman secara generatif adalah tanaman baru bisa diperoleh dengan mudah dan cepat, biaya yang dikeluarkan relatif murah, umur tanaman lebih lama, tanaman yang dihasilkan memiliki perakaran yang lebih kuat dan varietas- varietas baru diperoleh

dengan cara menyilangkannya. Sedangkan kelemahan perbanyakan secara generatif adalah tanaman baru yang dihasilkan belum tentu memiliki sifat yang sama dengan tanaman induknya, varietas baru yang muncul belum tentu lebih baik, waktu berbuah lebih lama dan kualitas tanaman baru diketahui setelah tanaman berbuah.

Saat ini perbanyakan tanaman secara generatif masih banyak dilakukan terutama untuk menghasilkan jenis tanaman baru yang memiliki kualitas bagus melalui cara penyilangan. Contoh tanaman buah tanpa biji. Selain cara generatif perbanyakan tanaman bisa dilakukan secara vegetatif (aseksual) dilakukan dengan memanfaatkan bagian tanaman seperti batang, daun, ranting, cabang dan akar.

Kelebihan perbanyakan tanaman secara vegetatif adalah tanaman yang dihasilkan memiliki sifat yang sama dengan induknya, tanaman lebih cepat berbuah atau berproduksi, tanaman dapat tumbuh pada daerah yang memiliki lapisan tanah dangkal karena memiliki sistem perakaran dangkal. Sedangkan kelemahan perbanyakan secara vegetatif adalah selain mewarisi sifat baik tanaman juga mewarisi sifat jelek induknya, sistem perakaran kurang kuat karena tidak memiliki akar tunggang. sehingga mudah roboh jika terkena angin besar dan sukar tumbuh di daerah yang air tanahnya dalam, biaya pengadaan bibit lebih mahal, sulit memperoleh tanaman dalam jumlah besar yang berasal dari satu pohon induk dan waktu yang dibutuhkan untuk memperbanyak tanaman relatif lebih lama.

A. Perbanyakan Tanaman Secara Generatif

Perbanyakan tanaman secara generatif terjadi melalui biji. Biji merupakan organ berkembang biakan yang terbentuk dalam buah sebagai hasil pendewasaan bakal biji yang dibuahi.

Perbanyak melalui biji didahului dengan peleburan gamet jantan dan gamet betina tanaman induk. Hal ini merupakan salah satu kemampuan alami tanaman untuk berkembang biak dan melestarikan kemampuan kelangsungan hidupnya.

a. Siklus hidup seksual atau generatif

Dalam siklus ini biji digunakan sebagai alat perbanyak. Sifat turunan merupakan sumbangan genetik tetuanya. Reproduksi dengan biji akan menyebabkan variasi antar tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dari kecambah terjadi dalam tiga fase. 1). Fase embrio dimulai dengan fusi antara gamet jantan dan betina untuk membentuk zigot, 2) Fase Juvenil dimulai dengan perkecambahan biji dan embrio tumbuh menjadi tanaman muda. Dalam fase ini pertumbuhan vegetatif yang mendominasi morfologi tanaman berkembang .secara umum tanaman pada fase ini tidak respon terhadap zat perangsang pembungaan, 3) Pada fase dewasa tanaman mencapai ukuran maksimal dan memasuki stadia yang di dominasi oleh pembentukan bunga buah dan biji, 4) fase transisi adalah fase pada saat tanaman secara bertahap kehilangan sifat Juvenilitas nya dan memasuki masa dewasa. Perubahan ini di tujukan pada perubahan morfologi seperti hilangnya kemampuan berkembang secara vegetatif, meningkatnya kemampuan untuk memberikan respon kepada zat perangsang pembungaan.

b. Struktur Biji (benih)

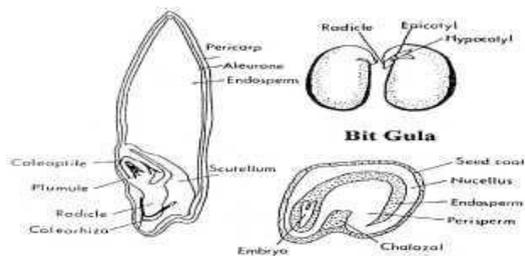
Pengetahuan tentang struktur biji (benih) akan sangat membantu untuk mengetahui persyaratan yang diperlukan benih untuk berkecambah dan tumbuh di lapang. Pada umumnya benih mempunyai susunan yang sama terdiri dari: embrio (akar dan tunas muda) dan cadangan makanan yang diperlukan untuk

pertumbuhan sampai daun-daun tanaman aktif melakukan fotosintesis.

Gandum merupakan ciri khas dari tanaman biji-bijian monokotil yang mempunyai banyak endosperm (80-86 persen dari berat biji) dan sebagian besar terdiri dari pati sebagai cadangan makanan. Sedangkan embrio dan skutelum hanya 3-4 persen, sisanya berupa lapisan luar benih.

Phaseolus sp mewakili benih tanaman dikotil terutama kacang-kacangan. Embrio terdiri dari plumula dan radikel muda, menduduki sebagian kecil dari berat benih total. Bit gula sebenarnya juga termasuk dikotil namun memiliki struktur yang berbeda dengan *Phaseolus sp*. Dalam benih bit gula, cadangan makanan terutama disimpan dalam perisperm dan endosperm dan sedikit dalam kotiledon. Pada Gambar 1 dapat dilihat tiga macam struktur benih.

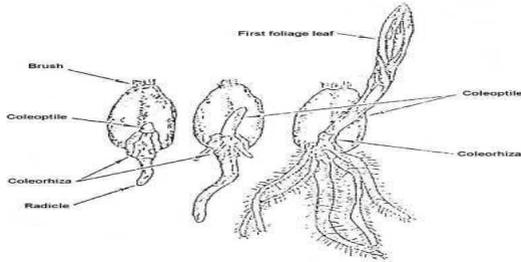
c. Gandum *Phaseolus sp*



Gambar 1. Struktur tiga macam benih

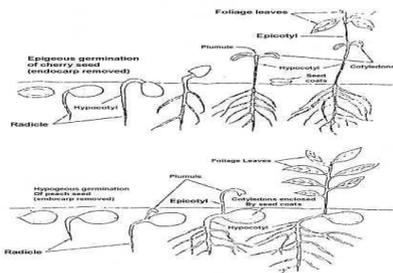
Tipe perkecambahan juga berbeda-beda untuk setiap jenis tanaman. Gambar 2. Menunjukkan tipe perkecambahan biji tanaman monokotil. Pada tanaman jagung dan beberapa tanaman serelia yang lain bagian yang tersisa dari benih tetap

tertinggal didalam tanah sewaktu daun pertama muncul dari keleoptil. Tipe perkecambahan seperti ini disebut *hypogeal*. Beberapa tanaman dikotil juga menunjukkan tipe seperti ini misalnya: kacang-kacangan dan *Phaseolus multiflorus*.



Gambar 2. Perkecambahan biji tanaman monokotil

Sedangkan tanaman dikotil yang lain mempunyai tipe yang berbeda, dimana kotiledon muncul keatas permukaan tanah dan berkembang menyerupai daun yang mengandung klorofil. Daun yang sebenarnya terbentuk setelah kotiledon ini. Tipe perkecambahan seperti ini disebut *epigeal* dan contoh dari tipe ini antara lain, *Phaseolus vulgaris* dan bit gula (Gambar 3.)



Gambar 3. Perkecambahan biji tanaman dikotil pada biji yang bersifat epigeal (atas) dan hypogeal (bawah)

d. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi perkecambahan.

1) Ketersediaan air

Dalam kaitannya dengan ketersediaan air, perkecambahan biji berbeda antar spesies persentase perkecambahan cenderung sama pada kebanyakan kisaran kelembaban tanah dari kapasitas lapang sampai persentase layu permanen. Perbedaan antar spesies menjadi nyata manakala ketersediaan air tanah mendekati kekeringan. Beberapa biji berkecambah di atas persentase layu permanen, biji lain berkecambah di bawah nya.

2) Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan yang paling penting mengatur perkecambahan. Setiap spesies mempunyai batas suhu maksimum dan minimum untuk perkecambahan. Tuntutan suhu selalu koston tetapi dapat berubah menurut waktu atau berinteraksi dengan faktor-faktor lingkungan yang lain seperti cahaya.

3) Pertukaran gas antara embrio dan atmosfer

Gas-gas yang dapat mempengaruhi perkecambahan adalah oksigen, karbon dioksida, dan etilen. Oksigen sangat perlu untuk proses respiransi yang apabila aerasi buruk dapat terakumulasi dan dapat menghambat perkecambahan. Etilen berfungsi merangsang perkecambahan biji beberapa spesies dan juga memecahkan dormansi.

4) Cahaya

Cahaya dapat merangsang atau menghambat perkecambahan biji beberapa tanaman. Kebutuhan cahaya cenderung tidak ada bila biji disimpan di ruang simpan bersuhu dingin, dan sering dapat diatasi oleh pendinginan, pergantian suhu, atau

perlakuan kimia KNO_3 , kinetin, asam giberelik.

5) Penyimpanan dan Perlakuan Benih

Biasanya petani mendapatkan benih dari dua sumber, yaitu dari pedagang yang berasal dari produsen benih dan dari petani itu sendiri. Keduanya memerlukan penyimpanan dahulu sebelum ditanam di lapangan. Lingkungan tempat penyimpanan sangat berpengaruh terhadap viabilitas benih dan oleh karena itu harus dikontrol sebaik-baiknya. Melalui pengaturan lingkungan yang baik, benih dapat disimpan beberapa tahun tanpa harus kehilangan viabilitas yang berarti.

Faktor lingkungan yang paling berperan dalam mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan adalah temperatur dan kadar air benih. Penurunan viabilitas dapat ditekan serendah mungkin bila benih disimpan pada temperatur dan kadar air benih yang rendah.

Benih tanaman serealia biasanya mempunyai kandungan air kurang dari 15 persen. Selain itu kelembaban udara juga harus dijaga serendah mungkin agar viabilitas benih tetap tinggi serta untuk mencegah perkembangan hama dan penyakit terutama cendawan. Sedangkan cahaya bukan merupakan faktor penting dalam penyimpanan benih.

Untuk mendapatkan perkecambahan yang bagus, sering dilakukan “**perlakuan benih**”, baik sebelum benih tersebut disimpan atau ditanam. Beberapa metode perlakuan benih yang sering dilakukan adalah:

Perlakuan Fisik, penyeragaman ukuran benih dengan membuang benih yang terlalu besar atau terlalu kecil, termasuk perlakuan fisik. Tujuan Dari perlakuan ini tidak lain adalah untuk mendapatkan pertumbuhan yang seragam di lapang selain

guna memudahkan pekerjaan tanam terutama bila menggunakan alat. Seleksi benih untuk keseragaman ini biasanya dilakukan sebelum dilakukan pembersihan benih untuk menghilangkan benih-benih gulma, kerikil, tanah, sisa-sisa tanaman dan mungkin benih-benih tanaman lain.

Perlakuan Kimiawi, beberapa perlakuan kimiawi sering diberikan pada benih. Perlakuan yang paling sederhana adalah perendaman benih dalam air untuk menghilangkan penghambat perkecambahan. Namun perlakuan kimiawi yang banyak dilakukan adalah pemberian insektisida dan fungisida. Insektisida digunakan untuk mencegah benih atau kecambah dari serangan hama tanah atau hama tanaman di atas tanah.

Sebagai contoh: Benih gandum yang diperlakukan dengan perendaman dalam pestisida untuk mencegah hama lalat bibit. Fungisida juga banyak digunakan dalam perlakuan benih yang dapat melindungi benih dan kecambah dari patogen dalam tanah dan benih, bahkan dapat melindungi tanaman dewasa dari patogen yang menyerang daun.

Namun perlu diingat bahwa perlakuan benih dengan bahan –bahan kimia untuk pencegahan hama dan penyakit dapat berakibat kurang baik bagi proses perkecambahan dan pertumbuhan lebih lanjut. Oleh karena itu penggunaan metode dan dosis bahan kimia yang digunakan harus benar-benar tepat. Dosis yang berlebihan atau konsentrasi larutan bahan perendaman terlalu tinggi akan menurunkan viabilitas benih yang akhirnya akan menghasilkan pertumbuhan kecambah abnormal. Selain itu perlakuan benih sering justru memperpendek daya simpan benih tersebut

Inokulasi Rhizobium, salah satu keuntungan penanaman tanaman kacang- kacangan (*legume*) adalah karena kemampuannya menambat nitrogen dari udara kedalam bintil

akar dengan bantuan bakteri *Rhizobium*. Pada tanah yang tidak ditanami tanaman legume sebelumnya, sudah barang tentu kecil kemungkinannya terdapat strain bakteri *Rhizobium* disitu sehingga proses nodulasi tidak dapat berlangsung dengan baik.

Dalam kondisi seperti ini benih tanaman perlu diinokulasi dengan bahan *Rhizobium*. Mengingat bakteri ini tidak dapat bertahan lama, maka benih harus segera ditanam begitu selesai inokulasi.

B. Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif

Perbanyak secara vegetatif adalah perbanyak tanaman yang menggunakan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti akar, batang dan daun. Bahan tanaman yang berasal dari bagian vegetatif disebut bibit. Baik perbanyak secara generatif (benih) maupun perbanyak secara vegetatif (bibit), kedua-duanya digunakan petani karena masing-masing mempunyai kelebihan.

Selain itu setiap jenis tanaman mempunyai sifat spesifik dalam kaitannya dengan bahan tanam ini. Tanaman-tanaman seperti: Padi, jagung, kedelai, kacang tanah, gandum, kelapa sulit diperbanyak secara vegetatif kecuali dengan menggunakan teknik kultur jaringan. Sedangkan tanaman rambutan, apel, kopi, kakao, tebu, ubikayu, ubijalar, dan lainnya lebih baik diperbanyak secara vegetatif.

a. Siklus hidup aseksual atau vegetatif

Pada perbanyak secara aseksual atau vegetatif genotip dari tanaman induk diwarisi secara sempurna. Bagian-bagian tanaman pada fase siklus seksual manapun dapat di gunakan sebagai bahan tanaman awal. Bahan yang dipilih untuk perbanyak karena sifat vegetatifnya dan diambil sebelum mencapai fase dewasa akan tetap menunjukkan sifat juvenilnya.

Bahan tanaman yang dipilih karena sifat bunga dan buahnya tidak lagi menunjukkan sifat juvenilnya ataupun transisinya dan tetap secara biologi dewasa.

Dengan demikian perlu diketahui fase vegetatif dan fase pembungaan. fase vegetatif adalah fase pertumbuhan tanaman dengan perpanjangan akar dan batang, peningkatan volume tanaman, dan perluasan daun. Pada fase pembungan perpanjangan batang berakhir dan beberapa titik tumbuh berubah menjadi kuncup dan akhirnya membentuk buah dan biji.

Perbanyakan secara vegetatif mencakup beberapa cara antara lain: setek (batang, akar, dan daun) okulasi dan penyambungan. Tidak seperti perbanyakan secara generatif yang dapat ditanam langsung dilapangan, kecuali untuk benih yang berukuran kecil, untuk perbanyakan secara vegetatif biasanya perlu disemaikan lebih dulu sebelum ditanam di lapangan.

b. Persemaian,

Permaian diperlukan dengan maksud untuk: (a) memudahkan pemeliharaan tanaman, misalnya penyiraman yang harus dilakukan pagi dan sore; (b) menyediakan media tanam yang sangat bagus, misalnya permukaan tanah halus dan bila perlu dicampur pasir; (c) mengurangi biaya dan tenaga kerja, misalnya bila harus menggunakan naungan, daripada membuat naungan tersebar diseluruh lahan lebih murah membuat naungan di bedengan persemaian; (d) memberi kesempatan menyeleksi tanaman yang baik untuk dipindah di lapangan sehingga akan mengurangi persentase sulaman, dan (e) pada jenis-jenis tanaman tertentu dengan transplanting (pindah tanam) memungkinkan diperoleh pertumbuhan

tanaman dan hasil panen yang lebih tinggi.

C. Teknik Perbanyak Dengan Setek

Setek atau *cutting* merupakan salah satu teknik perbanyak tanaman secara vegetatif. Tanaman yang disetek dipotong salah satu bagiannya. Potongan tanaman bisa langsung ditanam ditanah.

Dibanding dengan perbanyak vegetatif lainnya setek memiliki beberapa keunggulan sbb:

1. Sifat tanaman baru sama dengan induknya.
2. Bagian tanaman induk yang diperlukan sebagai bahan setek relatif sedikit, sehingga tidak merugikan tanaman induk.
3. Mudah dilakukan dan tidak memerlukan teknologi yang rumit.
4. Biaya yg dikeluarkan sedikit dan waktu yang diperlukan relatif singkat.
5. Jumlah tanaman yang dihasilkan lebih banyak daripada cangkok dan okulasi.
6. Tanaman baru hasil setek memiliki keseragaman umur.

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi regenerasi tanaman dari setek.

a. Seleksi bahan setek

1. Unsur hara pada tanaman yang disetek menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan akar, pucuk, atiolasi, dan juvenilitas dari setek
2. Bagian tanaman yang dipilih sebagai bahan setek tergantung kepada spesies, pucuk lateral atau terminal, fase berbunga atau vegetatif. Faktor lain yang juga berpengaruh adalah penyakit.

b. Waktu pengambilan

Pada beberapa tanaman, waktu pengambilan setek menentukan inisiasi akar. Pada umumnya penyetekan dilakukan pada musim penghujan, guna mencegah pengeringan pada setek.

c. Perlakuan pada setek

Bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai perlakuan pada setek adalah: zat pengatur tumbuh atau bahan lain seperti 2,4-D, NAA, IBA, IAA. Vitamin, seperti thiamin (B1), phiroxidine, riboflavin, asam nikohinil, dan asam askorbat, dan unsur hara mineral, seperti Nitrogen, Boron. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan setek termasuk air, suhu, cahaya, media.

5. Macam-macam setek dan tekniknya

a. Setek batang

Setek batang merupakan setek yang paling penting. Bagian batang yang memiliki kuncup lateral terminal dipotong lalu ditanam dengan harapan akan tumbuh menjadi tanaman sempurna, contoh: ubi kayu, tebu, jeruk.

b. Setek daun

Setek daun adalah helai daun dan petiole yang digunakan sebagai setek. Cara ini biasanya dilakukan untuk tanaman hias yang tidak berkayu seperti cocor bebek, begonia.

c. Setek daun pucuk

Setek daun pucuk terdiri dari helai daun petiole, dan potongan pendek dari batang. Karena bahan yang dibutuhkan sedikit, dari bahan yang sama metode ini bisa menghasilkan tanaman yang lebih banyak misalnya lada bisa diperkembangkan dengan setek berdaun tunggal.

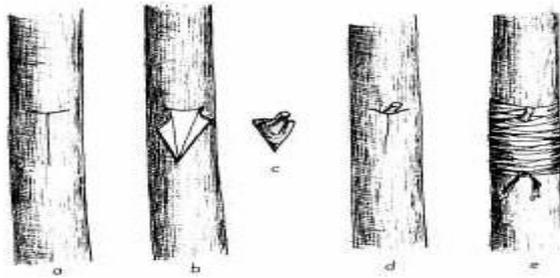
d. Setek akar

Akar yang digunakan sebagai setek harus diambil pada saat tanaman tidak sedang aktif membuat pucuk-pucuk baru. Dalam kondisi demikian bahan makanan dalam akar relatif lebih banyak sehingga keberhasilan setek untuk tumbuh akan lebih baik. Hindari penanaman yang terbalik. Contoh: sukun, cemara, jambu biji. Penanaman setek dapat dilakukan secara vertikal, miring atau horisontal

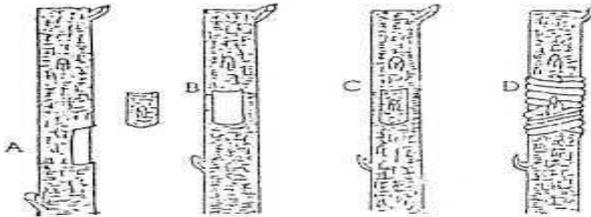
6. Teknik perbanyakan dengan Okulasi (*budding*)

Okulasi atau *budding* adalah teknik perbanyakan tanaman secara vegetatif dengan cara menggabungkan dua tanaman atau lebih. Penggabungan dilakukan dengan cara mengambil mata tunas dari cabang pohon induk, lalu dimasukkan atau ditempelkan di bagian batang bawah yang sebagian kulitnya telah dikelupas. Teknik okulasi dibedakan lagi menjadi T- budding dan Patch-budding dengan beberapa modifikasi. Teknik ini mempunyai beberapa keuntungan:

1. Memperbanyak klon yang tidak bisa diperbanyak dengan cara lain.
2. Mengambil kebaikan sifat batang bawah dan atas.
3. Mempercepat pertumbuhan dari seleksi bibit.
4. Memperoleh bentuk khusus pertumbuhan.
5. Memperbaiki bagian pohon yang luka atau rusak.



Gambar 4. Okulasi T

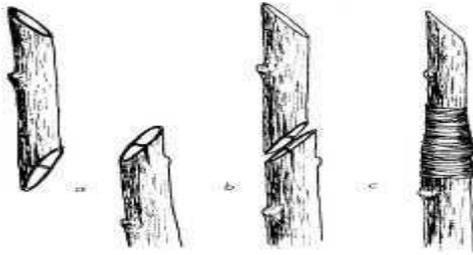


Gambar 5. Patch budding

7. Teknik perbanyakan dengan penyambungan (grafting)

Teknik penyambungan dilakukan dengan menyambungkan atau menyisipkan batang atas ke batang bawah. Batang bawah yang digunakan bisa berasal dari biji, setek bahkan tanaman yg sudah tua untuk diremajakan atau diganti dengan varietas baru. Keuntungan perbanyakan tanaman dengan cara sambung adalah bibit yang dihasilkan memiliki sifat yang sama dengan tanaman induk yang diambil untuk batang atasnya.

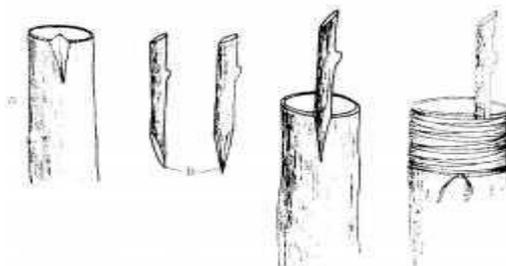
Beberapa macam cara penyambungan:



Gambar 5. Sambung cemeti (*splice graft*)



Gambar 6. Sambung lidah



Gambar 7. Sambung takik

8. Teknik perbanyak dengan pencangkokan (*marcottage* atau *layerage*)

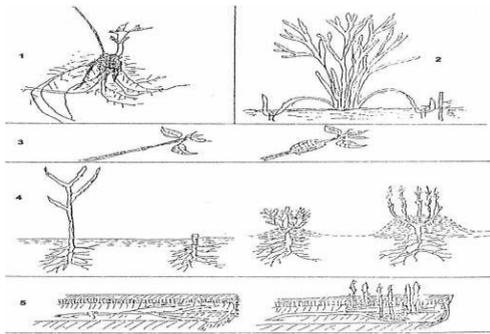
Teknik cangkok banyak dilakukan untuk memperbanyak tanaman hias atau tanaman buah yang sulit diperbanyak dengan cara lain seperti melalui biji, setek atau sambung. Tanaman yang biasa dicangkok umumnya memiliki kambium dan zat hijau daun. Pencangkokan adalah metode menumbuhkan akar adventif pada batang sementara batang tetap melekat pada tanaman induk. Perbanyak tanaman dengan cara mencangkok memiliki kelebihan diantaranya tanaman memiliki sifat unggul seperti tanaman induknya dan tanaman lebih cepat berproduksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi regenerasi pada pencangkokan

1. Perlakuan yang menghambat translokasi bahan-bahan organik dari pucuk ke bawah.
2. Hindari bagian yang diakarkan dari cahaya.
3. Adanya ZPT.

Macam-macam pencangkokan disajikan pada gambar 8, macam-macam cangkokan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pencangkokan ujung.
2. Pencangkokan sederhana.
3. Pencangkokan udara.
4. Pencangkokan bumbun.
5. Pencangkokan dengan penimbunan.



Gambar 8. Macam-macam cangkokan

9. Teknik perbanyakan dengan Kultur Jaringan

Teori dasar kultur *in vitro* berasal dari teori yang di rumuskan oleh schwan dan schleiden tahun 1883 yaitu tentang totipotensi (*total genetic potential*). Teori tersebut menyatakan bahwa sel atau jaringan mempunyai kemampuan untuk membentuk semua tipe sel dan atau membentuk tanaman lengkap.

Berdasarkan teori tersebut kemudian di kembangkan kultur jaringan tanaman yang dapat didefinisikan sebagai sesuatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, kelompok sel, jaringan dan organ, serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik (bebas jasad mikro), sehingga bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap Kembali.

a. Penerapan teknik kultur jaringan tanaman

Teknik kultur jaringan tanaman dapat ditetapkan untuk beberapa tujuan agronomi sebagai uraian berikut:

1) Perbanyakan secara vegetatif

Bagian tanaman yang akan diperbanyak secara vegetatif, yang disebut “explant”, ditumbuhkan dalam

media tumbuh yang aseptik sampai menghasilkan bakal tanaman sempurna yang disebut tanaman kecil (“plantlet”). Tanaman kecil ini dapat diperbanyak lebih dulu secara *in vitro* atau secara bertahap dipindahkan media non aseptik.

Perbanyak melalui kultur jaringan bermanfaat sekali untuk tanaman yang persentase perkecambahan bijinya rendah. tanaman yang berasal dari tetua yang tidak menunjukkan sterilitas jantan, hibrida-hibrida yang unik, perbanyak pohon-pohon elite, pohon untuk batang bawah, tanaman yang selalu diperbanyak secara vegetatif. Kerugiannya antara lain ada tanaman yang bila dikembangkan melalui kultur jaringan kecepatan multiplikasinya rendah, langka yang dilalui untuk memperoleh tanaman sempurna sangat banyak, tingkat penyimpangan genetik boleh jadi terlalu tinggi. Pemuliaan tanaman

2) Pemuliaan tanaman

Melalui kultur jaringan tujuan pemuliaan tanaman dapat dicapai dengan lebih cepat dibandingkan cara konvensional karena kultur jaringan dapat memperkecil hambatan alamiah yang biasa dijumpai bila menggunakan metode konvensional. Kemungkinan yang dapat dilakukan melalui kultur jaringan antara lain manipulasi jumlah kromosom, tanaman haploid dan double haploid yang homogenous, polinasi *in vitro* dan pertumbuhan embrio yang secara normal abortif, hibridisasi somatik, variasi somaklonal, transfer DNA.

3) Penyimpanan plasma nutfah

Kultur jaringan dapat juga digunakan sebagai teknik untuk menyimpan sel-sel tanaman yang penting sebagai usaha koleksi dan konservasi untuk penelitian atau keperluan lain. Penyimpanan dapat dilakukan untuk jangka panjang dengan menggunakan nitrogen cair pada temperatur $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau penyimpanan sementara pada temperatur $0-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sel atau jaringan yang disimpan pada suhu tersebut telah terbukti dapat tumbuh kembali.

4) Produksi Metabolit sekunder

Kultur mikroorganisme, seperti *Penicilium*, untuk memperoleh obat-obatan telah lama diusahakan. Tanaman tinggi juga merupakan sumber obat-obatan. Akan tetapi banyak masalah yang timbul seperti: Sangat tergantung musim, iklim, cuaca, hama, dan penyakit; Sumber-sumber alamiah tanaman obat-obatan makin langka. Untuk memproduksi obat-obatannya secara teknis dan ekonomis mungkin menjadi masalah; Ongkos produksi tinggi; Pada kondisi politik tertentu, kemungkinan negara pemasok menghentikan suplai obat-obatan.

Analogi dengan kultur mikroorganisme, kini diusahakan untuk memperoleh bahan obat-obatan atau metabolite sekunder yang lain secara *in vitro* dari tanaman tinggi. Produksi metabolite sekunder sangat tergantung kepada laju pembelahan sel, karenanya harus diperhatikan hal-hal berikut:

1. Bahan awal yang digunakan.
2. Pra perlakuan sebelum kultur *in vitro*.

3. Faktor-faktor fisik: cahaya, temperatur, aerasi, dll.
4. Komposisi medium.
5. Sistem kultur dua tingkat: pertama, menumbuhkan sel pada medium pemeliharaan; kedua, memindahkan sel ke medium produksi.

5) Eliminasi patogen

Patogen yang secara konvensional sulit dihilangkan, seperti virus, dapat dieliminasi dengan kultur jaringan. Bagian yang bebas virus, biasanya meristem, dikulturkan dan ditumbuhkan menjadi tanaman lengkap yang sehat, bebas dari virus. Contoh yang sudah banyak dilakukan adalah pada tanaman kentang.

6) Peralatan dan laboratorium kultur jaringan

Hal penting yang harus diperhatikan dalam kegiatan kultur jaringan adalah menjaga lingkungan kerja selalu aseptik dan terkendali. Untuk itu ruangan, peralatan, dan perkerjan harus selalu berhasil. Kondisi tersebut dapat dicapai bila ruangan lab terpisah untuk masing-masing kegiatan. Kegiatan kultur jaringan dibagi menjadi tiga kelompok yaitu;

1. Persiapan.
2. Isolasi dan penanaman.
3. Inkubasi dan penyimpanan kultur.

Kegiatan persiapan dilakukan di dalam ruang persiapan. Keegiatannya antara lain mempersiapkan media, bahan tanaman, alat-alat gelas, mencuci, menimbang. Kegiatan isolasi dan penanaman di

lakukan di ruang transfer yang keberhasilannya harus diperhatikan lebih ketat. Setelah kultur disiapkan di ruang transfer, lalu kultur tersebut disimpan di ruangan kultur. Dalam ruang ini terdapat rak-rak penyimpanan yang dilengkapi dengan lampu penyinaran. Di samping ruang-ruang tersebut juga harus dipisahkan ruang tersendiri masing-masing untuk stok media dan mikroskop atau analisis. Keberadaan aliran listrik, air dan gas harus dijamin di dalam lab kultur jaringan.

Alat-alat yang biasa digunakan untuk kegiatan kultur jaringan adalah *autoclave*, kotak pindah atau "*Laminar air flow cabinet*", inkubator, agar, dispenser, pinset, gunting kecil, skalpel, jarum, botol kultur, mikroskop, "*shaker*", rak kultur, timbangan, filter, dan lain-lain.

7) Media kultur jaringan

Media yang digunakan untuk kultur jaringan tanaman sangat bervariasi tergantung kepada spesies tanaman dan tujuan yang akan dicapai. Misal untuk menumbuhkan akar, media dengan garam-garam makro berkonsentrasi rendah lebih baik dari pada media yang konsentrasinya garam-garam makro tinggi. Untuk tanaman tertentu telah di temukan berbagai media yang spesifik. Contoh media B5 untuk kultur suspensi kedelai media SH (Schenk dan Hildebrandt) untuk kultur kalus tanaman monokotil dan dikotil, media MS dan modifikasinya untuk berbagai tanaman, media Vacin dan Went untuk kultur anggrek, media N6 untuk sereal dan lain-lain.

Secara umum media kultur jaringan tersusun dari berapa atau seluruh dari komponen-komponen berikut: hara makro dan hara mikro, vitamin, gula, asam amino, N organik, senyawa kompleks alamiah seperti air kelapa, juice tomat dan lain-lain, buffer, arang aktif, zat pengatur tumbuh (terutama auksin dan sitokinin), dan bahan pematat.

Dalam pembuatan media pH merupakan faktor penting yang harus diatur agar proses fisiologi sel sel tidak terganggu. Disamping itu faktor-faktor berikut juga harus dipertimbangkan:

1. Kelarutan garam-garam penyusun media.
2. Pengambilan (*uptake*) dari zat pengatur tumbuhan dan garam-garam lain.
3. Efisiensi pembekuan agar.

Pengaturan pH dilakuakn dengan memberikan NaOH atau HCl setelah semua komponen media dicampur merata. Pengaturan pH untuk sel-sel tanaman berkisar antara 5,5 - 5,8. Pengaturan pH dapat dilakukan sebelum sterilisasi media, atau setelah media dipanaskan beberapa menit dalam autoclave, atau setelah sterilisasi media dengan menggunakan NaOH/HCl steril.

b. Pengaruh faktor-faktor fisik terhadap pertumbuhan dan perkembangan kultur

Sedikit yang diketahui tentang pengaruh faktor-faktor fisik karena:

- a. Percobaan-percobaan tentang pengaruh faktor fisik seperti cahaya dan temperatur sangat mahal.

- b. Tidak ada hasil percobaan yang berbeda nyata tentang pengaruh CO₂ dan O₂ terhadap kultur *in vitro*.
- c. Hanya sedikit informasi tentang iklim mikro dalam botol kultur.

Secara umum faktor-faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan adalah: cahaya, suhu, kelembaban, ketersediaan air, oksigen, dan karbondioksida. Sebagaimana panjang hari, penyinaran dan komposisi spektrum adalah sulit di atur. Walaupun ada yang memberikan cahaya terus menerus, panjang penyinaran yang bisa digunakan adalah 14-16 jam. Dalam kasus yang sangat khusus, pertumbuhan dapat terjadi dalam kegelapan yang berkesinambungan.

Suhu selalu dijaga tetap pada 24-28 °C. Kadang-kadang tergantung pada spesies dipilih temperatur yang lebih rendah atau lebih tinggi dari kisaran temperatur tersebut. Pengaruh kelembaban terhadap pertumbuhan dan perkembangan sendiri sedikit di ketahui, karena kelembaban di botol kultur relatif tinggi, kelembaban di kamar tumbuhan (growth Chamber) kemungkinan hanya mempengaruhi kehilangan air dari botol kultur. Akan tetapi kelembaban yang tinggi dalam kamar tumbuh akan mengakibatkan Infeksi yang lebih tinggi.

Ketersediaan air mempengaruhi peluang pembungaan pembentukan bakal bunga terlibat baik pada media cair kemungkinan pembungaan tetap ada dengan menurunkan kelembaban udara

Aerasi yang baik merupakan suatu faktor yang penting untuk tumbuhan sel, jaringan dan lain-lain, terutama untuk pembentukan akar. Apabila media yang

digunakan media cair, maka botol kultur harus selalu di goyang di “*shaker*” untuk menjamin tersedianya oksigen.

Walaupun secara prinsip CO₂ dapat di gunakan sebagai sumber karbon namun fungsinya telah di ganti dengan gula.

BAB VII

PENGELOLAAN LAHAN DAN LINGKUNGAN

A. Pengelolaan Lahan

Secara umum tanaman akan tumbuh dan memberikan hasil yang maksimal jika ditanam pada lahan yang mempunyai aerasi dan drainase yang baik. Tanaman tumbuh dengan baik pada berbagai jenis tanah, setelah tanah tersebut dikelola dengan baik. Tanah-tanah dengan tekstur ringan umumnya adalah yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman. Tanah dengan tekstur berat masih dapat ditanami dengan hasil yang baik bila pengelolaan tanah dilakukan secara optimal, sehingga aerasi dan ketersediaan air didalam tanah berada dalam kondisi baik.

Lahan dalam budidaya tanaman mempunyai definisi serta fungsi sebagai berikut:

- a. Suatu bidang dimana terapan sinar surya dan curah hujan
- b. Suatu media tempat perakaran tumbuh, berkembang dan bertumpu
- c. Suatu sistem biotik dan abiotik, yang merupakan sumber hara, air, udara bagi pertumbuhan tanaman. Dari unsur-unsur C, H, O, S, P, K, Pa, Mg, Fe, B, Cu, Mn, Cl, Zn, Mo, yang diserap dari udara hanyalah C dari O, sedang selebihnya diambil dari tanah.
- d. Suatu tempat dimana benih/bibit ditanam, tajuk berkembang di atasnya dan memanfaatkan tenaga surya dan udara.

Lahan yang merupakan suatu sistem lingkungan, media dan tempat, dimana tanaman, berkembang, dan memberi hasil untuk manusia dan ternak itu, mempunyai kemampuan yang berbeda bagi pertumbuhan tanaman, diukur dari ciri-ciri atau parameter-parameternya.

Salah satu kegiatan yang menunjang keberhasilan usaha agronomi adalah kegiatan pengelolaan lahan yang tepat. Pengalaman telah memberikan petunjuk bahwa kegagalan dalam pengelolaan lahan dan penyiapan lahan akan mengakibatkan berbagai kerugian baik ditinjau dari aspek teknis maupun ekonomis.

Kerugian secara teknis yang mungkin terjadi akibat kesalahan dalam penyiapan lahan adalah tingkat konservasi lahan tersebut menjadi rendah atau timbulnya kesulitan dalam pengendalian gulma. Secara ekonomis kerugian yang mungkin timbul adalah masukan yang terlalu tinggi dan atau keluaran yang tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Hal diatas disebabkan kegiatan pembukaan lahan merupakan salah satu kegiatan investasi yang tidak dapat diperbaiki dalam waktu yang singkat dan mempunyai dampak yang berkesinambungan selama umur ekonomis usahatani.

Beberapa ciri metoda penyiapan lahan yang baik adalah: 1. Tingkat kesesuaian lahan yang relative tinggi, 2. Tidak menimbulkan masalah dalam pengendalian gulma, dan 3. Masukan rendah dengan keluaran relative tinggi.

Pengolahan lahan berat terutama pada daerah yang berlereng dan atau peka terhadap erosi dapat memperbesar terjadinya erosi pada tanah. Pemakaian alat-alat berat cenderung akan mengakibatkan pepadatan tanah sehingga dapat meningkatkan aliran permukaan. Pada lapisan yang lapisan olahnya tipis, pengolahan berat akan mengakibatkan kapisan

padat pada bagian bawah akan terangkat ke atas. Akibatnya permukaan akan padat, laju infiltrasi air rendah, laju permukaan tinggi. Pada musim penghujan air banjir, pada musim kemarau tanaman kekeringan.

Tujuan pengolahan tanah sebenarnya tujuan pengolahan tanah, bukanlah sesederhana yang disebutkan diatas, tetapi adalah menyiapkan tempat pertumbuhan benih yang serasi dan baik, menghindarkan saingan terhadap tumbuhan pengganggu serta memperbaiki sifat-sifat fisik dan kimia serta biologis tanah.

Penggemburan tanah memberi peluang bagi benih untuk mengadakan kontak secara langsung dengan tanah agar benih dapat menyerap air, unsure hara, udara dan panas, sehingga kebutuhannya untuk berkecambah dapat terpenuhi. Disamping itu pengolahan tanah yang tepat dapat menekan pertumbuhan gulma. Tetapi pengolahan yang kurang baik akan memberikan kesempatan pada gulma (tumbuhan pengganggu) tumbuh subur karena faktor-faktor tumbuh gulma yang semulanya tidak tersedia, kini tersedia dan gulma yang dulunya dorman akan berkecambah.

Sifat fisis, kimia dan biologis tanah kita berubah dengan adanya pengolahan tanah yang tepat dan sempurna. Hal ini disebabkan terpecahnya agregat tanah menjadi lebih halus. Akibatnya udara dan air lebih leluasa masuk kedalam tanah yang menyebabkan terjadi perubahan struktur dan komposisi kimia tanah. Perubahan kimia tanah juga akan mengubah sifat biologis tanah, karena kedua faktor itu saling berpengaruh.

Alat pengerjaan tanah pada prinsipnya digunakan untuk membalik tanah, untuk membelah tanah, untuk memecah tanah dan untuk meratakan tanah.

Alat-alat pengerjaan tanah dijalankan oleh tenaga manusia maupun tenaga mesin. Namun tujuannya sama. Membajak atau mencangkul selain bertujuan membalik tanah, membelah tanah, memecah tanah, meratakan tanah, juga untuk membentuk lapisan bajak yang kedap air. Sedangkan menggaru bertujuan untuk membantu terbentuknya struktur lumpur dan meratakan jerami.

Cara pengolahan tanah sawah dan tanah darat (kering) akan berbeda disebabkan oleh kondisi dan struktur tanahnya juga berbeda. Pengolahan tanah sawah dimulai dengan mencangkul atau membajak sedalam 20 – 30 cm dan 30 hari menjelang tanam.

Pengolahan tanah sebelum tanam umumnya dilakukan sebanyak 2 kali. Frekuensi pengolahan tanah akan menentukan intensif tidaknya pengerjaan tanah. Selang waktu pengolahan tanah sebelum tanam umumnya 1 – 2 minggu. Pengolahan tanah sawah diutamakan untuk membentuk lumpur sebagai media tumbuh padi. Pengolahan tanah disesuaikan dengan tingginya genangan air, dan biasanya penggenangan mempunyai tujuan tertentu, misalnya untuk menekan pertumbuhan gulma.

Tujuan utama pengolahan tanah darat adalah untuk membentuk media tumbuh yang gembur dan mantap. Pengolahan tanah darat yang sempurna disamping meningkatkan proses-proses kimia dan biologis yang erat kaitannya dengan ketersediaan hara, juga mengurangi gas-gas racun dari dalam tanah, misalnya asam sulfida. Hal penting harus diperhatikan dalam mengolah tanah darat adalah kehilangan bahan organik. Bahan organik perlu dipertahankan, karena merupakan komponen tanah yang penting dalam menyediakan unsur hara dan air.

B. Pengelolaan Lingkungan

Bentuk lain dari usaha peningkatan hasil panen adalah dengan cara memanipulasi teknik budidaya yang merupakan cara tertua dan terlama dari semua cara manipulasi. Tipe manipulasi ini merupakan modifikasi terhadap lingkungan ke arah penunjangan ekspresi potensi hasil dari sifat genetik suatu tanaman. Dalam arti luas ia meliputi segala hal dan seorang petani atau ahli agronomi akan berupaya untuk mewujudkan potensi hasil yang ada, begitu dia memperoleh plasma nutfah atau benih dasar yang baik. Hal ini meliputi pemanfaatan maksimal terhadap: air, CO₂, energi radiasi, hara, waktu, iklim dan ruang, yang tersusun berdasarkan interaksi antara genotipa dan lingkungan.

C. Manipulasi Kultur Teknis Terhadap Cahaya

Salah satu bentuk manipulasi kultur teknis terhadap hasil tanaman dalam hubungannya dengan cahaya adalah pengaturan jarak tanam untuk mencapai penggunaan cahaya secara optimum

Pemanfaatan cahaya yang ideal terjadi bila dalam tanaman terdapat lapisan daun, sedemikian sehingga semua cahaya matahari yang jatuh terpakai oleh tanaman dan tak seberkasapun mencapai tanah dan hilang dari sistem ini. Namun demikian pada kenyataannya, intersepsi cahaya pada tanaman semusim tidaklah efisien. Karena penaungan daun-daun yang lebih tua oleh daun yang lebih muda di atasnya dan bergantung pada derajat penaungan beberapa daun terbawah mungkin hanya memperoleh sinar dibawah tingkat kompensasi, dimana kehinalgnan karbohidrat karena respirasi melebihi hasil fotosintesis pada daun tersebut.

Dalam situasi demikian daun yang ternaung merupakan tempat menyerap asimilat dari seluruh sumber karbohidrat tanaman. Selanjutnya karena daun ternaung juga melakukan transpirasi, maka terjadi pelampauan batas dan ketidakefisienan dalam pemakaian air oleh tanaman. Secara bersamaan kedua faktor tersebut mengakibatkan pemborosan karbohidrat dan pengurangan kapasitas hasil.

Dalam upaya untuk menekan kehilangan dari kombinasi ini, para ahli tanaman pada beberapa tahun terakhir ini telah memusatkan studinya pada orientasi dan penataan daun. Karena terdapat beberapa sifat genetik yang mudah diwariskan, dan karena disini terdapat keragaman genetik yang luas, mereka menyarankan suatu cara perbaikan tanaman melalui seleksi. Hingga saat ini telah terbukti dari sejumlah penelitian bahwa dari aspek cahaya untuk tanaman gramineae susunan daun yang paling efisien adalah bila lebar daun sedang dan lembaran daun berada pada posisi tegak pada batang, pada sudut sekitar 30° .

Sayangnya kerapatan daun dan luas daun pada tanaman pangan semusim merupakan sifat yang cepat berubah menurut umur tanaman. Benih yang baru ditanam misalnya, memiliki luasan daun sempit dan kapasitas intersepsi yang rendah. Oleh karena itu pada tahap awal pertumbuhan banyak energi radiasi matahari yang hilang kepermukaan tanah dan efisiensi penerimaan serta penggunaannya sangat rendah. Namun demikian saat tanaman tumbuh dan luas daun meningkat, maka efisiensi naik mencapai maksimum pada pertengahan fase pembentukan anakan. Kemudian terdapat suatu masa dimana kelebihan luas daun dan susunan dedaunan mengakibatkan penaanungan pada daun yang lebih rendah dan akibatnya menurunkan efisiensi. Akhirnya penuaan daun bagian bawah akan menipiskan tajuk tanaman dan dengan cepat semakin

banyak cahaya yang hilang ketanah karena adanya pengurangan ketebalan tajuk tersebut. Dalam tahap akhir fase pembentukan biji, efisiensi intersepsi cahaya menurun ketingkat yang sangat rendah.

Pada beberapa tanaman semusim terjadi suatu masa sekitar 30 hari atau mungkin 25 % dari siklus hidupnya, dimana intersepsi cahaya dan efisiensi penggunaannya berada pada tingkat maksimum. Pada sejumlah tanaman suatu tingkat efisiensi yang tinggi tak pernah tercapai karena kurang atau tak efisiennya bentuk daun. Pertanyaan yang mungkin muncul adalah apakah efisiensi dapat ditingkatkan dengan memanipulasi agronomi? Dan jawabannya adalah DAPAT. Jarak antar tanaman dalam barisan dan jarak tanaman dalam barisan adalah merupakan variabel yang dapat dimanipulasi, yang akan menentukan tingkat efisiensi suatu tajuk tanaman dalam penerimaan cahaya matahari. Karena tingkat optimum beragam menurut umur tanaman, adalah wajar untuk mencari bentuk pengaturan tanam yang terbaik pada tahap pertumbuhan dan perkembangan paling aktif terjadi fotosintesis.

Faktor lain yang terkait dengan jarak tanam adalah pengaturan geometri tanaman atau model jarak tanam. Pada populasi yang sama, jarak tanam dapat berbeda bila model jarak tanamnya berbeda. Ada empat macam model jarak tanam yang sering digunakan yakni: bujur sangkar, baris tunggal, baris rangkap dan equidistant (jarak tanam sama segala arah).

Pengaturan geometri tanaman atau yang disebut model jarak tanam dipertimbangkan dengan baik pada pertanian maju, dan para pendukungnya yakin bahwa dengan mengatur geometri tanaman akan terjadi perwujudan potensi hasil yang lebih besar dibandingkan dengan manipulasi plasma nutfah

(genetik).

Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa lebih dari 90 persen tanaman jagung yang melampaui hasil 14 ton/ha pada akhir-akhir ini ditanam pada sistem bujur sangkar: 50 x 50 cm. Namun demikian pengaturan model jarak tanam tersebut menghadapi masalah dalam pengendalian gulma yang harus ditangani secara mekanis, memerlukan tingkat presisi peralatan yang tinggi dan ketersediaan benih berukuran seragam. Akibatnya ia memerlukan suatu paket teknik budidaya dan tingkat ketrampilan yang tinggi dalam memanipulasinya.

D. Manipulasi Kultur Teknis Terhadap Faktor Air

Kemampuan manipulasi air secara luas mencakup hal-hal antara lain pada keadaan kering dan kondisi pengairan. Keadaan kering meliputi pengawetan lengas dengan sistem bero, penggunaan varietas super genjah untuk menghemat air, dan penentuan saat tanam guna menekan cekaman air tahap kritis dalam pertumbuhan tanaman. Sedangkan kondisi pengairan dalam batas tertentu, meskipun tingkat kebutuhan dan suplai irigasi bisa dipenuhi, namun beberapa tanaman pangan sering memunculkan gejala cekaman awal yang merupakan petunjuk bagi ahli pengairan. Gejala tersebut misalnya perubahan warna daun pada kapas, perubahan sudut ketiak pada daun jagung, turgiditas tangkai pada kacang tanah dan lain-lain.

Pada semua tanaman terjadi beberapa tahap perkembangan tertentu yang lebih peka terhadap cekaman air dari pada tahap lain. Biasanya kecambah dan tanaman muda yang telah mantap relatif lebih tahan terhadap kekeringan. Sebagai akibat dari sempitnya luas daun, pemakaian dan kehilangan air melalui transpirasi adalah kecil. Kekurangan air pada tahap ini dapat menguntungkan guna merangsang

perkembangan akar primer. Cekaman air pada tahap awal pembentukan anakan pada tanaman gramineae menghambat perkembangan akar sekunder, yang cukup memerlukan suplai air yang singkat untuk merangsang inisiasinya. Cekaman yang berlangsung lama setelah pembentukan anakan menurunkan secara nyata perkembangan luas daun dan source menurun dengan akibat terganggunya pembungaan dan berkurangnya ukuran akar. Masa paling kritis cekaman air pada kebanyakan tanaman semusim terjadi pada sekitar 15 hari sebelum pembungaan apalagi pemanjangan ruas bagian atas masih berlangsung, maka tingkat kompetisi yang tinggi anatar organ vegetatif dengan bagian bunga bisa terjadi.

Adanya kekurangan air ini berakibat pada pembatasan dalam meiosis, penyusutan jumlah serta kesuburan butir pollen dan mengurangi pemanjangan kepala sari. Tahap kritis ini berlanjut selama 12 hari pasca berbunga. Kekurangan air membatasi translokasi fotosintat menuju embrio dan umumnya mengakibatkan keguguran, terutama pada tanaman legume. Akhirnya, cekaman air pada akhir fase pembentukan biji mengurangi penimbunan pati di dalam endosperm dan akibatnya bobot biji menurun. Serangkaian tahapan kritis tersebut menentukan tingkat frekuensi pemberian air yang optimal.

Kedua cara irigasi diatas diarahkan pada beberapa tahap pertumbuhan kritis dan diusahakan mendekati keadaan optimum. Percobaan pertama memberikan hasil tanaman sebesar 9800 kg/gandum/ha dan yang kedua menghasilkan tanaman sebesar 4600 kg/ha. Dan keduanya memberikan tingkat hasil yang lebih tinggi dari potensi plasma nutfah sesungguhnya.

BAB VIII

PANEN DAN PASCA PANEN

Banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, hasil dan kualitas hasil panen. Kemampuan untuk memahami hal ini dan keterampilan kita mengelola berbagai faktor tersebut dalam suatu proses produksi di lapang sangat menentukan keberhasilan proses produksi pertanian.

Akan tetapi masih ada faktor lain yang perlu diperhatikan yang merupakan tahap akhir dalam proses produksi di lapang, adalah cara dan waktu panen yang tepat agar kuantitas dan kualitas hasil panen yang tinggi benar-benar dapat kita peroleh. Banyak terjadi penurunan hasil panen, baik secara kuantitas maupun kualitas, sebagai akibat kesalahan panen yang sebenarnya dapat dihindari.

A. Menentukan Saat Panen Yang Tepat

Saat panen yang tepat perlu ditentukan jauh sebelumnya, bukan hanya dalam rangka mempersiapkan pekerjaan panen namun yang lebih penting seperti telah disinggung di atas adalah untuk mengamankan hasil panen itu sendiri.

Kriteria saat panen yang tepat berbeda untuk setiap jenis tanaman, yang dalam hal ini dapat dibagi kedalam 3 kelompok. Pertama, tanaman biji-bijian seperti: padi, jagung, gandum, kedelai, kacang tanah dan beberapa tanaman biji-bijian yang lain. Kedua, tanaman ubi-ubian seperti: ubikayu, ubijalar, kentang, dan lain-lainnya yang dipanen berupa umbi segar dari

dalam tanah. Ketiga, tanaman sayur-sayuran yang dipanen dalam bentuk segar dari bagian tanaman diatas tanah, misalnya: sawi, bayam, kobis, brokoli, dan berbagai tanaman sayuran yang lain. Tanaman-tanaman ini dipanen sebelum memasuki fase pemasakan sehingga berbeda dalam menentukan kualitasnya.

Pada tanaman serelia, siklus hidup tanaman sudah tertentu dan berlangsung dalam periode waktu yang pendek, biasanya dalam satu musim selama 3-4 bulan. Sesudah penyerbukan bunga, perkembangan biji akan terjadi dan bersamaan dengan itu daun-daun bagian bawah mulai menguning karena terjadi *Senescence* (proses penuaan). Selama proses penuaan ini terjadi proses re-trasnlokasi hasil fotosintesis dari daun dan batang ke biji. Akhirnya daun-daun mati dan batang berwarna kuning yang akhirnya menjadi coklat sebagai tanda bahwa biji-biji telah masak. Selama proses pemasakan biji ini, kadar air biji akan menurun secara drastis (Manley Dan Wood, 1978), pada gandum penurunan kadar air biji baru terjadi kira-kira 2 minggu sebelum panen, sedangkan pada barlei penurunan kadar air biji sudah terjadi sejak 3 minggu sebelum panen. Perlu diketahui bahwa kadar air biji merupakan kriteria utama yang digunakan untuk menetapkan saat panen yang tepat bagi tanaman biji-bijian. Pada umumnya bila panen dilakukan dengan mesin, saat panen yang tepat ditentukan bila kadar air biji kurang dari 20 persen.

Penentuan kadar air biji dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan alat pengukur kadar air. Meskipun adakalanya kita harus memanen pada saat kadar air biji masih di atas 20 persen, akan tetapi untuk tujuan penyimpanan biji-biji tersebut harus dikeringkan hingga kadar air mencapai 15 persen atau kurang.

Penentuan saat panen sering mengalami kesulitan bila masaknya biji tidak serempak dan panen dilakukan sekaligus dengan menggunakan mesin. Hal ini sering terjadi pada tanaman kacang-kacangan yang mempunyai sifat pertumbuhan "indeterminate". Penentuan saat panen pada tanaman seperti ini ditentukan pada saat kapan sebagian besar biji-biji yang ada udah masak. Ingat bahwa panen yang terlambat akan menyebabkan biji rontok di lapang, sebaliknya panen yang terlalu awal akan memperoleh berat kering biji yang belum maksimal. Pada tanaman kacang-kacangan saat panen yang tepat dapat dilihat bila batang dan polong berwarna hitam dan kering dan semua daun-daunnya sudah menguning dan mati.

Pada tanaman ubi-ubian, seperti: ubikayu dan ubijalar penentuan saat panen yang tepat tidak dapat dilihat berdasarkan keadaan tanaman di atas tanah. Saat panen yang tepat terjadi pada saat kadar pati umbi mencapai maksimum. Lewat dari saat ini perkembangan umbi masih terjadi karena bagian tanaman di atas tanah masih aktif berfotosintesis, namun kadar pati menurun yang diikuti oleh naiknya berat umbi segar dan kadar serat meningkat sehingga kualitas umbi menurun.

Saat panen yang tepat untuk tanaman kentang tergantung kepada tujuan penanaman. Bila digunakan untuk bibit, tanaman kentang sebaiknya dipanen sebelum umbi mencapai ukuran maksimum. Akan tetapi sebagian besar tanaman kentang diusahakan untuk keperluan bahan makan dan oleh karena itu dipanen pada saat mencapai hasil maksimum.

Saat panen yang tepat tidak hanya tergantung kepada jenis tanaman, varietas dan tujuan penanaman, akan tetapi juga sangat tergantung kepada kondisi tanah dan iklim. Pada umumnya pada daerah dataran rendah dengan suhu tinggi, umur panen lebih pendek karena laju pertumbuhan yang cepat. Oleh

karena itu kita harus berhati-hati dalam menggunakan data pada deskripsi varietas suatu tanaman untuk menentukan saat panen yang tepat.

B. Mempercepat Panen

Telah dijelaskan di muka, bahwa pada tanaman-tanaman "*indeterminate*" akan menghasilkan biji yang tidak seragam tingkat ke-masakannya dan hal ini menyulitkan dalam menentukan saat panen yang tepat. Pada beberapa tanaman penghasil minyak biji seperti: bunga matahari di daerah sedang, biji masak sebelum daun-daun tanaman mengalami penuaan atau mati semuanya dan hal ini menyulitkan panen secara mekanis. Untuk memudahkan panen, proses penuaan dapat dipercepat dengan perlakuan tertentu, misalnya dengan perusakan batang.

Alternatif lain adalah dengan menggunakan bahan kimia untuk mempercepat proses penuaan tanaman yang berarti pula mempercepat kemasakan biji. Sebagai contoh, penggunaan Diquat yang telah banyak dikenal sejak pertengahan tahun 1960. Kelebihan bahan ini selain pengaruhnya cepat terlihat, juga sedikit efek negatifnya terhadap tanah dan hasil panen dari residu bahan tersebut.

Penggunaan Diquat pada tanaman bunga matahari dapat mempercepat panen sampai 16 hari, memudahkan pekerjaan panen, menurunkan kadar air biji dan mengurangi pekerjaan atau biaya pengeringan.

Diquat juga sering digunakan pada tanaman kentang untuk merusak tangkai umbi agar diperoleh ukuran umbi tertentu (tidak terlalu besar) sehingga cocok untuk bibit. Penggunaan Diquat juga dimaksudkan untuk mencegah infeksi umbi oleh penyakit "*blight*" atau virus yang berasal dari tangkai.

Selain Diquat, Asam Sulfurik (*Sulphuric acid*) dan Metoxuron juga sering digunakan untuk tujuan yang sama.

Bahan-bahan kimia pengering tersebut sering digunakan untuk mempercepat proses pengeringan pada tanaman-tanaman serelia (misalnya: padi) yang rebah.

C. Cara Panen

Pada sistem produksi tanaman yang modern, panen dilakukan secara mekanis dengan menggunakan mesin-mesin, karena tenaga manusia mulai mahal dan sulit didapat.

Cara panen berbeda-beda tergantung kepada jenis tanaman. Tanaman biji-bijian memerlukan cara panen yang baik agar kehilangan biji di lapang tidak terlalu besar. Masalah ini banyak dijumpai pada tanaman padi, sehingga perlu dicari metode panen yang baik, misalnya dengan menggunakan kelambu pada perontokan padi secara tradisional. Di luar negeri, pada umumnya menggunakan mesinmesin untuk memanen tanaman biji-bijian ini.

Pada tanaman ubi-ubian, cara panen sudah barang tentu berbeda. Untuk mempermudah proses pemanenan, tanaman ubiubian ditanam dengan system guludan. Cara yang paling sederhana adalah dengan menggunakan cangkul ganco/linggis untuk mengangkat umbi di dalam tanah. Umbi-umbi yang telah terangkat dikumpulkan dengan menggunakan tenaga manusia. Cara ini cukup efesien, dalam arti tidak banyak umbi yang rusak/tertinggal dalam tanah, tetapi membutuhkan tenaga banyak

Cara lain adalah dengan menggunakan mesin seperti traktor. Cara ini cocok untuk skala luas, dimana tenaga kerja sulit didapat. Kelemahannya adalah: banyak umbi yang rusak atau tertinggal dan kesulitan dalam sortasi umbi. Kesulitan lain,

seperti yang dijumpai pada tanaman bit gula, adalah memisahkan bagian di atas tanah dari umbi dan mencabut umbi dari dalam tanah.

Cara panen untuk tanaman sayuran lebih banyak menggunakan tenaga manusia, selain untuk menjaga mutu hasil panen juga karena nilai jual hasil panen yang relatif tinggi sehingga penggunaan tenaga manusia masih tetap dapat dipertahankan karena secara ekonomis masih layak.

D. Prakiraan Hasil Panen

Petani yang baik selalu mencatat semua hal yang terkait dengan usahatannya, terutama dalam kaitannya dengan semua kebutuhan input produksi dan prakiraan hasil panen yang akan didapat. Terlebih lagi pada sistem pertanian yang intensif dewasa ini, setiap penambahan input produksi harus dipertimbangkan peranannya dalam peningkatan hasil panen. Oleh karena itu prakiraan hasil panen perlu dibuat. Selain itu prakiraan hasil panen diperlukan untuk menentukan kapasitas alat pengering, kapasitas penyimpanan dan kebutuhan pasar.

Prakiraan hasil secara akurat memang sulit dilakukan di lapang, namun estimasi dapat dilakukan dengan metode percontohan (sampling). Cara ini dapat digunakan dengan mudah pada tanaman ubi-ubian, dimana dengan mengetahui (mencabut) berat umbi per tanaman dan populasi tanaman per hektar, maka hasil panen per hektar dapat dihitung dengan mudah.

Namun untuk tanaman biji-bijian, cara ini agak sulit dilakukan karena pada contoh tanaman harus dilakukan percontohan biji dan pembersihan sebelum diadakan penimbangan. Dengan asumsi bahwa besar tanaman serelia (biji-bijian) mempunyai indek panen 40 - 50 persen, maka

keseluruhan tanaman dapat ditimbang dan prakiraan hasil panen dapat dihitung.

Prakiraan hasil panen untuk tanaman sayur-sayuran dan beberapa tanaman buah-buah tidak banyak bermanfaat karena pada jenis tanaman ini harga jual lebih banyak dipengaruhi oleh kualitas hasil panen dari pada kuantitasnya.

Pada usahatani skala besar, cara lain yang lebih sederhana dan praktis adalah dengan menimbang hasil panen untuk setiap truk yang melewati jembatan timbang menuju ke tempat penyimpanan atau pasar. Hasil panen dapat dihitung dengan mengukur berat biji atau umbi per truk dan banyaknya truk yang lewat untuk mengangkut hasil panen tersebut untuk suatu luasan lahan tertentu. Cara lain dapat dilakukan dengan mengukur berat (tonase) biji dalam suatu volume tertentu dalam penyimpanan. Hasil panen keseluruhan dapat dihitung dengan mengukur total volume penyimpanan atau jumlah tempat/alat penyimpan bila volume untuk setiap alat penyimpanan sudah diketahui. Sebagai contoh, untuk tanaman barlei dan kentang, masing-masing untuk setiap meter kubik mempunyai berat 1,4 dan 1,6 ton.

E. Kehilangan Hasil

Kehilangan hasil di lapang dapat terjadi sebelum panen, sebagai akibat dari serangan hama dan penyakit, cuaca yang tidak menguntungkan atau karena saat panen yang terlambat. Sebagai contoh, karena keterlambatan panen kehilangan hasil banyak terjadi sebagai akibat terbawa angin atau jatuh ke tanah karena polong sudah pecah sebelum dipanen.

Besarnya kehilangan hasil pada saat panen bervariasi tergantung kepada jenis tanaman, kondisi lahan dan cara panen. Kehilangan panen pada tanaman ubi-ubian pada umumnya lebih

besar dari pada tanaman biji-bijian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehilangan hasil panen pada tanaman bit gula bisa mencapai 3,7 ton/ha atau sekitar 8 persen kareria banyak umbi tertinggal dalam tanah. Pada tanaman kentang kehilangan hasil bisa mencapai 9,2 persen. Selain tertinggal di dalam tanah, kehilangan hasil yang dapat dipasarkan juga dapat disebabkan oleh kerusakan umbi akibat terkena alat panen. Secara tidak langsung, kehilangan hasil dapat terjadi karena berkurangnya kadar air sehingga hasil umbi segar per hektar berkurang atau karena serangan penyakit yang begitu cepat. Kehilangan hasil karena sebab- sebab seperti itu bisa mencapai 10 persen.

Di Indonesia, kehilangan hasil pada tanaman padi dengan cara panen yang pada umumnya masih tradisional merupakan permasalahan yang dihadapi dan selalu diingatkan oleh pemerintah. Dengan tingkat kehilangan 10 persen saja, sudah dapat dihitung beberapa ton kehilangan yang terjadi untuk seluruh areal persawahan di Indonesia dan berapa juta rupiah kerugian yang ada.

Apalagi pada sistem produksi pertanian yang maju sekarang ini, dimana dengan biaya produksi yang tinggi kehilangan hasil panen sekecil apapun sebaiknya dihindari. Kehilangan hasil juga bisa terjadi pada waktu pengangkutan hasil dari lapang ke tempat penjemuran atau penyimpanan.

F. Pembuangan Sisa-Sisa Tanaman

Pembuangan sisa-sisa tanaman merupakan tahap akhir dari serangkaian proses produksi di lapang. Namun sering petani mengabaikan pekerjaan ini, sehingga tidak jarang mendatangkan masalah bagi penanaman berikutnya atau masalah bagi kesuburan tanah dalam jangka panjang. Dalam

banyak kasus, sisa-sisa tanaman yang tertinggal di lapang karena tidak mempunyai nilai ekonomi tinggi untuk diangkut sebagai hasil panen, dapat menjadi sarang hama dan penyakit sehingga perlu dibersihkan.

Sebagai contoh, yang terjadi pada tanaman padi, erami yang merupakan sisa hasil panen terpaksa diangkut dari lapang karena dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya sebagai pakan ternak dan bahan baku industri. Akan tetapi bila tidak diperlukan, maka jerami tersebut sebaiknya ditanamkan kedalam tanah sebagai bahan organik tanah. Begitu pentingnya penambahan bahan organik tanah melalui pembenaman sisa-sisa hasil panen ini terutama pada tanaman ubi-ubian. Pada tanaman ini tidak banyak akar tanaman yang tertinggal dalam tanah sebagai sumber bahan organik tanah.

Alternatif lain bila sisa panen tidak diangkut dari lapang ialah dibakar. Dengan cara ini lebih praktis dan sekaligus dapat memberantas gulma sehingga mempermudah penanaman berikutnya, namun kerugian besar sebenarnya telah dialami yaitu hilangnya sumber bahan organik tanah.

Jerami juga dapat dimanfaatkan sebagai mulsa untuk media beberapa tanaman buah-buahan yang buahnya terletak di permukaan tanah, seperti: stroberi, semangka, dan tanaman buah yang lain. Sebagai mulsa, jerami bermanfaat untuk mencegah erosi, mencegah pertumbuhan gulma dan pada musim kemarau dapat menekan penguapan tanah sehingga kelembaban tanah tetap terjaga untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Di beberapa negara dengan luas penanaman padi sawah yang besar, seperti di Louisiana AS, jerami padi telah dimanfaatkan secara sukses sebagai pembangkit tenaga listrik.

G. Faktor-Faktor Prapanen yang Mempengaruhi Mutu dan Fisiologi Pasca Panen

Lamanya Penyinaran, respirasi, evaporasi, komposisi kimia, penampakan luar, struktur anatomi, pembusukan, mutu rasa, perilaku dan sifat-sifat pasca panen lainnya, sebagian mencerminkan cara pembudidayaan dan keadaan lingkungan sebelumnya yang berpengaruh terhadap hasil. Disamping varietas dan kemasan, kondisi pra panen ini dapat digolongkan dalam faktor-faktor lingkungan dan budidaya.

Faktor lingkungan mencakup suhu, kelembaban, cahaya, tekstur tanah, angin, ketinggian tempat dan curah hujan. Yang termasuk faktor budidaya adalah nutrisi mineral, pengolahan tanah, pemangkasan, penjarangan, penyemprotan dengan bahan- bahan kimia, benih/bibit, jarak tanam, irigasi dan drainase. Faktor-faktor ini mempengaruhi perolehan mutu tinggi pada saat panen. Tetapi tidaklah mungkin untuk menentukan andil masing-masing faktor itu terhadap kualitas. Selain itu, satu sifat, misalnya ukuran, mungkin dipengaruhi oleh beberapa persyaratan pertumbuhan, namun telah diketahui bahwa satu faktor dapat bersifat dominan dan menimbulkan pengaruh yang besar terhadap faktor-faktor lainnya.

Oleh karena faktor-faktor tersebut di atas beragam, sebagian dapat dikendalikan dan sebagian tidak, maka Wilkinson (1970) menyatakan, bahwa cuplikan dalam percobaan-percobaan penyimpanan harus luas dan dilakukan pada beberapa musim.

H. Pengaruh iklim

a. Suhu

Untuk kebanyakan buah- buahan dan sayuran, makin tinggi suhu lama masa pertumbuhan, makin dini pula waktu panennya. Bagi buah–buahan diperlukan hari- hari panas dan malam-malam dingin selama pertumbuhan untuk perkembangan warna penuh pada saat masak. Namun suhu di daerah tropis tidak banyak bervariasi, biasanya siang malam suhu tetap tinggi kecuali selama bulan Desember sampai awal Februari. Oleh karena itu buah-buahan dapat sangat rendah kualitasnya pada saat pemungutan.

Metabolisme dan komposisi buah dipengaruhi juga oleh suhu. Tomat yang ditanam pada suhu malam 67⁰ F mempunyai laju respirasi lebih tinggi daripada yang ditanam pada suhu 57⁰ F atau 62⁰ F (Alban *dkk.*, 1948). Jadi makin tinggi suhu pada musim panas, makin rendahlah kandungan total zat terlarut pada buah tomat.

b. Cahaya

Lama penyinaran, intensitas dan kualitas cahaya mempengaruhi kualitas buah pada waktu pemanenan. Pada tomat, buah-buahan yang terlindung daun-daunan pada masa pemasakan menghasilkan warna merah yang lebih intensif dari pada buah-buahan yang terkena sinar matahari langsung di lapangan (Denisen, 1948). Pengaruh cahaya terhadap kualitas buah jeruk telah diteliti oleh Sites dan Reits (1949) bahwa buah –buah yang terkena sinar matahari langsung mempunyai bobot lebih kecil, kulit lebih tipis, kandungan zat padat lebih besar dan asam-asam dan cairan buah lebih sedikit dari pada buah-buahan yang keteduhan atau terlindung dalam tajak. Hal ini berlaku pula

untuk mangga dan pohon buah-buahan lainnya yang padanya tidak dapat dihindarkan terjadinya susunan letak daun yang tumpang tindih. Variasi jarak tanam pun akan mempengaruhi kualitas buah dan sayuran yang berupa buah. Makin rapat penanamannya makin kurangnya rasa manis buahnya. Diantara sayuran yang berupa daun, daunnya lebih lebar dan lebih tipis pada intensitas penyinaran yang rendah.

Perbedaan dalam panjang hari dan mutu cahaya mempengaruhi fisiologis hasil. Misalnya, varietas-varietas bawang merah yang dikembangkan untuk iklim dengan hari pendek tidak akan menghasilkan umbi lapis yang besar dalam iklim dengan hari panjang. Demikian pula dengan pembentukan zat warna biru pada bunga (antosianin) seperti pada kubis atau terong ungu, yang dikendalikan oleh cahaya gelombang pendek di daerah biru dan lembayung.

Gangguan-gangguan fungsional mungkin juga dipengaruhi oleh cahaya. Pada percobaan penanaman pada jeruk besar, Pantastico (1968) menunjukkan adanya penurunan kerusakan oleh pendinginan yang dilakukan kemudian. Namun gangguan ini terutama merupakan gejala yang dikendalikan oleh suhu.

c. Faktor-faktor lingkungan lainnya

Pemberian air pada tanaman harus mencukupi untuk menjamin hasil yang berkualitas tinggi. Bila selama masa pertumbuhan curah hujan tidak mencukupi, pengairan perlu dilakukan. Hal ini merupakan keadaan yang kritis, terutama untuk budidaya sayuran. Kekurangan kelembaban dalam tanah selama beberapa hari saja dapat berakibat buruk bagi tanaman sayuran. Sebaliknya curah hujan berlebihan pun menimbulkan kerugian-kerugian. Kehilangan hasil yang sangat besar akan

terjadi bila ubi jalar dipanen setelah mengalami masa dingin yang panjang, meskipun langsung diawetkan (Kushman *dkk*,1953).

Air tanah mungkin ada hubungannya dengan tekstur tanah, Chandler (1965) menyatakan bahwa buah–buah pada pohon yang tumbuh pada tanah berpasir atau berkerikil menjadi masak lebih awal daripada yang tumbuh ditanah berlempung. Pada tanah dengan pengaturan yang buruk, ruang-ruangnya terisi oleh air sehingga aerasinya berkurang.

Angin dapat merusak daun sayuran atau menimbulkan luka gerakan pada buah. Kecepatan angin yang sedang dapat menimbulkan cacat bekas luka pada jeruk, kalau buah-buahnya bergesekan dengan ranting atau duri-duri (Smooth *dkk*, 1971).

DAFTAR PUSTAKA

- Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1969. The Nature and properties of Soil Copy Right. Macmill Company. New York.
- Chaudary, H.K. 1982. Elementary Principles of Plant Breeding. Oxford and I B H Publishing Co. New Delhi, Calcuta.
- Coen Reijtjes, Bertus Haverkort and Ann Waters-Bayer. 1999. Farming for the future. Kanisius Jakarta.
- Djadar, Z.R. 1990. Dasar-dasar Agronomi. Western Universities. Agricultural Aducation Projeck. Palembang.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell.1985. Physiology of Crop Plant. IOWA University Press.
- Harjadi, S.S. 1984. Pengantar Agronomi. Departemen Agronomi Fakultas Pertanian IPB. PT Gramedia Jakarta.
- Ismal, G. 1979. Ekologi tumbuh-tumbuhan dan tanaman pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Janick, J., R.W. Schery and V.H. Reittan. 1984. Plant Science. W.H. Preeman and Co. Sanfransisco.
- Martin, J.H., W.H. Leonard and D.L. Stamp. 1975. Principles of Field Crop Production. Mc Millan Publ. Co. Inc. New York.
- Raharja dan Wiryanto, W. 2005. Aneka cara memperbanyak tanaman. Agromedia Pestaka, Jakarta.
- Sri Setyadi Harjadi, M.M. 1996. Pengantar Agronomi. Departemen Agronomi Fakultas Pertanian IPB. Gramedia Pustaka Utaman. Jakarta.
- Sugito, Y. 1994. Ekologi tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

- Sugito, Y. 1994. Dasar-dasar Agronomi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Sutijo, D. 1986. Pengantar Sistem Produksi Tanaman Agronomi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- William. C.K.; K.J. Joseph.1976. Climate, Soil and Crop Production in Humid tropies. Oxford University Press. Kuala Lumpur.
- Wirahadikusuma, W. 1985. Biokimia Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Peranannya. Penerbit ITB, Bandung.
- Yogi Sugito. 1994. Dasar-dasar Agronomi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

BIODATA PENULIS



Ir. Bambang Wicaksono Hariyadi, M.Ag. Lahir di Ambon, pada tanggal 19 Maret 1961, adalah seorang dosen tetap di Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya. Menamatkan S-1 jurusan Agronomi dari UPN “Veteran” Jawa Timur Tahun 1986 dan akhirnya meraih gelar Magister Agribisnis dari UPN “Veteran” Jawa Timur pada Tahun

2015. Aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal, baik Jurnal Nasional bereputasi dan Jurnal Internasional. Penulis juga sudah menerbitkan buku teks sebagai bahan perkuliahan di Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya seperti Perbanyak Tanaman, Rancangan Percobaan, Budidaya Tanaman Perkebunan. Aktif di kegiatan organisasi pertanian tingkat Jawa Timur.



Ir. Sri Purwanti, M.Kes. Lahir di Ponorogo, pada tanggal 03 Juni 1962, adalah seorang dosen tetap di Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya. Menamatkan S-1 jurusan Agronomi dari Universitas Sebelas Maret Solo Tahun 1986 dan akhirnya meraih gelar Magister Kesehatan Jurusan Gizi Pangan dari Universitas Airlangga Surabaya Tahun 2002 melalui program beasiswa. Beberapa kali memperoleh hibah pengabdian masyarakat dari Dikti dan aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal, baik Jurnal Nasional bereputasi dan Jurnal Internasional. Penulis juga menerbitkan buku teks sebagai bahan perkuliahan di Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya, Pengolahan Hasil Pertanian, Biologi, Dasar-Dasar Agronomi, Anatomi Tanaman. Mendapat penghargaan Satyalencana Karya Satya 30th dari Presiden Republik Indonesia Indonesia.



Yeni Ika Pratiwi, SP., M.Agr. Lahir di Trenggalek, 22 Juni 1977. Asisten Ahli pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya. Menempuh pendidikan jenjang Sarjana (S1) Agronomi di Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur lulus pada tahun 2000. Melanjutkan pendidikan ke jenjang Magister (S2) Agribisnis di Pascasarjana UPN “Veteran” Jawa Timur dan lulus pada tahun 2014. Beberapa kali memperoleh hibah pengabdian masyarakat dari Dikti dan aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal, baik Jurnal Nasional bereputasi dan Jurnal Nasional. Mendapat penghargaan Adri Satya Tridharma Pratama dari Perkumpulan Ahli dan Dosen Republik Indonesia.



Penulis dilahirkan pada tanggal 04 April 1985 di Kecamatan Blega, Kota Bangkalan, sebagai putra ketiga dari sepuluh bersaudara pasangan Zainab dan Asmui. Pendidikan S1 Universitas Trunojoyo Madura (2006-2011). Dan melanjutkan Pasca Sarjana Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Surabaya, Program Studi Magister Agribisnis (2013-2014). Beberapa kali memperoleh hibah pengabdian masyarakat dari Dikti dan aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal, baik Jurnal Nasional bereputasi dan Jurnal Internasional. Penulis juga sudah menerbitkan buku teks sebagai bahan perkuliahan di Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya seperti Agribisnis dalam Kewirausahaan dan Pemasaran Masyarakat Madura, Budidaya Tanaman Perkebunan.



Dr. Agus Suryanto, SP., MP lahir di Madiun pada tanggal 8 September 1970, merupakan dosen di program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Ponorogo. Menyelesaikan studi S1 di jurusan Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim Tahun 1994. Meraih

gelar Magister Pertanian jurusan Ilmu Pertanian di Universitas Brawijaya Malang tahun 1998. Selanjutnya pada tahun 2014 memperoleh Gelar Doktor Ilmu Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui program beasiswa, dan pada tahun 2021 hingga saat ini tercatat sebagai Anggota Komisi Penyuluhan Kabupaten Ponorogo. Sebagai bentuk loyalitas kepada institusi, pernah memangku jabatan sebagai Wakil Dekan dan Dekan Fakultas Pertanian selama beberapa periode dan selanjutnya menjadi Wakil Rektor bidang akademik selama 2 periode.