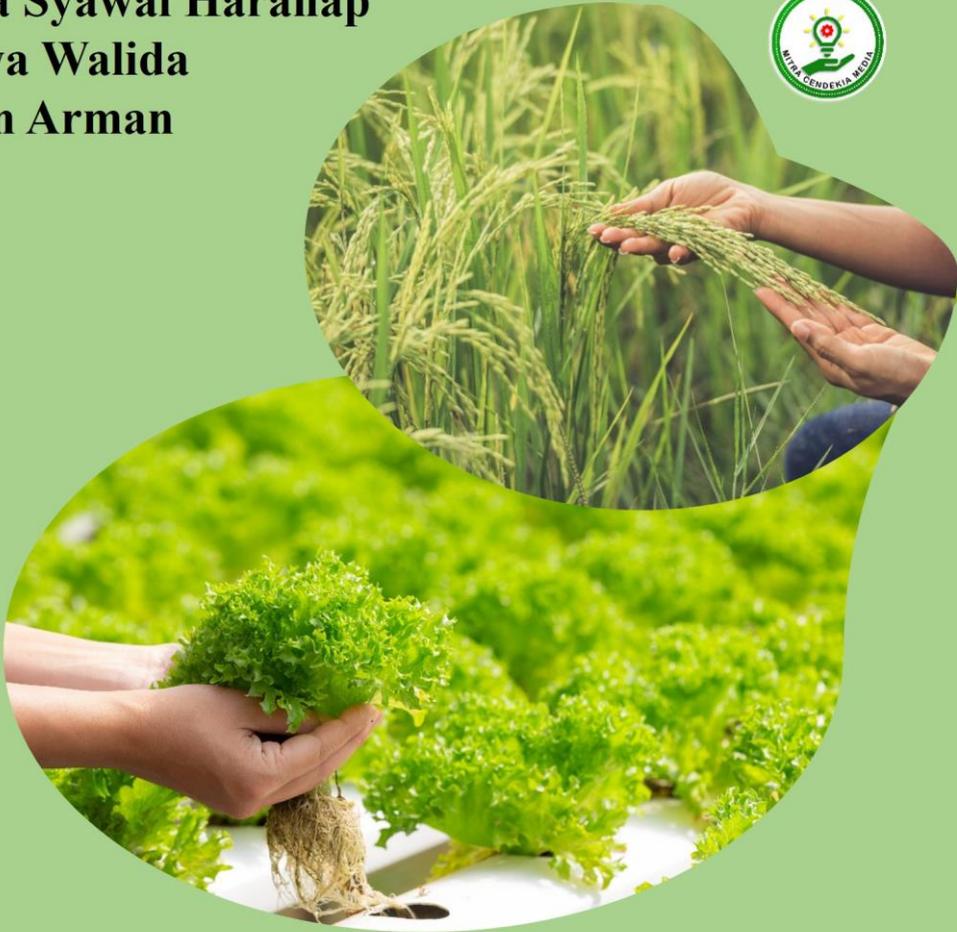


**Fitra Syawal Harahap
Hilwa Walida
Iman Arman**



DASAR-DASAR AGRONOMI PERTANIAN

DASAR-DASAR AGRONOMI PERTANIAN

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran 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).



DASAR-DASAR AGRONOMI PERTANIAN

**Fitra Syawal Harahap
Hilwa Walida
Iman Arman**



Dasar-dasar Agronomi Pertanian

Fitra Syawal Harahap, Hilwa Walida, dan Iman Arman

Editor:

Winda Afrida

Desainer:

Mifta Ardila

Penata Letak:

Winda Afrida

Proofreader:

Tim Mitra Cendekia Media

Ukuran:

viii, 86 hlm., ukr. 14,8 cm x 21 cm

ISBN:

978-623-6957-85-1

IKAPI:

022/SBA/20

Cetakan Pertama:

April 2021

Hak Cipta 2021, pada Fitra Syawal Harahap, dkk.

Isi di luar tanggung jawab penerbit dan percetakan

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT MITRA CENDEKIA MEDIA

Kapalo Koto No. 8, Selayo, Kec. Kubung, Kab. Solok
Sumatra Barat – Indonesia 27361

HP/WA: 0822-1048-0085

Website: www.mitracendekiamedia.com

E-mail: cs@mitracendekiamedia.com

Daftar Isi

Prakata	vii
BAB I	1
A. Pendahuluan	1
B. Pengertian dan Ruang Lingkup Agronomi	6
C. Tanaman Pertanian, Pengertian Pertanian Perkembangan Pertanian	8
BAB II DASAR-DASAR AGRONOMI	9
A. Agronomi	9
B. Teknik Budidaya	13
C. Dosis, Waktu, dan Cara Aplikasi Pemupukan	30
BAB III UNSUR HARA	37
A. Unsur Hara.....	37
B. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Tanaman	46
C. Pengertian Pertumbuhan Tanaman	61
D. Energi dan Produksi Pertanian	69
Daftar Pustaka	77
Tentang Penulis	81

Pra kata

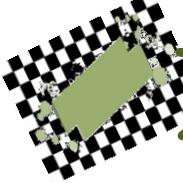
Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini. Buku ini merupakan bahan ajaran dalam Mata Kuliah Dasar-Dasar Agronomi, bagi mahasiswa agroekoteknologi pada Fakultas Pertanian diberbagai universitas,.

Buku ini berjudul “Dasar-dasar Agronomi Pertanian” yang dikumpulkan dari beberapa penelitian, paper, pedoman budidaya tanaman serta pemupukan tanaman pertanian dan perkebuan dibeberapa daerah. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Rauf, MP sebagai Guru Besar Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara yang berkenan memberi bimbingan, dan juga teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian buku ini.

Penulis menerima kritik dan saran kepada pembaca demi kebaikan penulisan di kesempatan lainnya.

Medan, April 2021

Penulis



BAB I

A. PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya penduduk, sistem-sistem tersebut tidak dapat dipertahankan, lalu berusaha untuk tetap mempertahankan tingkat kesuburan tanahnya dan mulai dikenal teknik budidaya (agronomi).

Ketidakseimbangan penambahan jumlah penduduk dibandingkan penambahan hasil pangan menjadi persoalan yang dipelajari oleh bidang Agronomi. Antara lain usahanya dengan perluasan lahan, penggunaan varietas unggul, peningkatan manajemen dalam berbagai tindak agronomi dan pelaksanaannya.

Usaha pertanian memiliki dua ciri penting: (1) selalu melibatkan barang dalam volume besar; dan (2) proses produksi memiliki risiko yang relatif tinggi. Dua ciri khas ini muncul karena pertanian melibatkan makhluk hidup dalam satu atau beberapa tahapnya dan memerlukan ruang untuk kegiatan itu serta jangka waktu tertentu dalam proses produksi. Beberapa bentuk pertanian modern (misalnya budidaya alga, hidroponika) telah dapat mengurangi ciri-ciri ini tetapi sebagian besar usaha pertanian dunia masih tetap demikian.

Terkait dengan pertanian, usaha tani (*farming*) adalah sekumpulan kegiatan yang dilakukan dalam budi daya (tumbuhan maupun hewan). Petani adalah sebutan bagi mereka yang menyelenggarakan usaha tani, sebagai contoh "petani

tembakau" atau "petani ikan". Khusus untuk pembudidaya hewan ternak (*livestock*) disebut sebagai peternak. Ilmuwan serta pihak-pihak lain yang terlibat dalam perbaikan metode pertanian dan aplikasinya juga dianggap terlibat dalam pertanian.

Bagian terbesar penduduk dunia bermata pencaharian dalam bidang-bidang di lingkup pertanian, namun pertanian hanya menyumbang 4% dari PDB dunia. Sejarah Indonesia sejak masa kolonial sampai sekarang tidak dapat dipisahkan dari sektor pertanian dan perkebunan, karena sektor-sektor ini memiliki arti yang sangat penting dalam menentukan pembentukan berbagai realitas ekonomi dan sosial masyarakat di berbagai wilayah Indonesia. Sebagian besar mata pencaharian masyarakat di Indonesia adalah sebagai petani dan perkebunan, sehingga sektor-sektor ini sangat penting untuk dikembangkan di negara kita.

Kata pertanian memang sudah sangat erat di benak kita dan mungkin tanpa pertanian kita tidak bias hidup. Salah satu penunjang terjadinya pertanian adalah dengan adanya alat alat pertanian. Indonesia merupakan negara agraris yang sudah sejak dahulu menjadikan sektor pertanian sebagai penopang perekonomian negara. Sampai saat ini pun sektor pertanian masih tetap menyumbang devisa yang cukup besar bagi perekonomian negara. Bahkan pada saat Indonesia dilanda krisis ekonomi yang menghancurkan perekonomian negara, sektor pertanian melalui agribisnis dan agroindustri justru dapat terus berkembang menjadi penyelamat perekonomian negara. Namun, dengan sumber daya yang melimpah, proses perkembangan dan modernisasi sektor pertanian Indonesia berjalan sangat lambat. Salah satu indikatornya yaitu produktivitas pertanian yang cenderung menurun dan petani sebagai ujung tombaknya sebagian besar berada di

bawah garis kemiskinan. Teknologi dalam pertanian adalah segala sesuatu yang dapat memudahkan pekerjaan dan menghasilkan output yang lebih baik. Pembangunan pertanian tanpa teknologi ialah hal yang mustahil. Keduanya berjalan secara beriringan saling mengikat.

Dalam pembangunan pertanian tentu akan sangat berbeda dalam segi kepraktisan maupun hasil tani apabila petani tersebut mengadopsi teknologi dibandingkan ia memakai cara tradisional. Teknik pertanian meliputi usaha tani (teknik penanaman, pemupukan, pengairan perlindungan tanaman secara terpadu) dan pasca panen (pengolahan hasil pengenalan alat perontol yang dapat menekan kehilangan hasil, penyimpanan hasil pertanian yang dapat meningkatkan kualitas produk pertanian) dan teknologi yang digunakan dalam pertanian, seperti mesin-mesin.

Dasar-dasar agronomi bertujuan untuk lebih mengenalkan dan mengantarkan agar lebih memahami pentingnya bidang pertanian khususnya agronomi yang berisi pengertian pertanian maupun agronomi beserta ruang lingkupnya, penggolongan tanaman berdasarkan berbagai klasifikasi, asal dan penyebaran tanaman, plasma nutfah dan pelestariannya, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (faktor dalam dan faktor lingkungan), pembukaan dan konservasi lahan, sistem pertanian dan teknik budidaya tanaman, dan penggunaan teknologi maju dibidang pertanian.

Agronomi merupakan istilah yang tidak asing lagi di bidang pertanian. Istilah itu belakangan ini diartikan sebagai usaha dalam membudidayakan tanaman-tanaman pertanian atau sering disebut dengan budidaya pertanian. Dalam membudidayakan tanaman yang di dasar ialah produksi yang tinggi baik mutu maupun jumlahnya.

Menanam tanaman budidaya pada hakikatnya 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:
 - a. Penyiangan/Pembumbunan
 - b. Pemupukan
 - c. Penyiraman
 - d. Pengendalian hama dan penyakit
 - e. Pemangkasan

Peranan tanaman dalam kaitan dengan kebudayaan, kemajuan ekonomi dan kecukupan pangan dan gizi suatu masyarakat atau negara untuk memotivasi usaha peningkatan produksi tanaman; konsep aliran energi dalam pertanian dan peningkatan keefisienan penggunaan energi untuk budidaya; asal-usul klasifikasi, fungsi dan struktur morfologi tanaman, pertumbuhan tanaman dengan fase-fasenya, bersangkutan dengan perimbangan penggunaan dan penumpukan karbo-hidrat untuk mengatur keseimbangan fase pertumbuhan; faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi tanaman; reproduksi dan cara pembiakan tanaman, pembibitan dan teknologi benih; teknik budidaya, membahas aspek panca usaha lebih mendasar dan sistem budidaya: tanam ganda, sawah, ladang, perkebunan.

Tanaman secara umum akan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi lingkungan yang *favourable* (menguntungkan) sesuai dengan kebutuhan tanaman

berdasarkan karakter sifat internal (genetik) dari tanaman tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa keberhasilan suatu tanaman dalam melangsungkan aktifitas hidupnya sangat ditentukan oleh kelangsungan interaksi (saling mempengaruhi) dari faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (genetik). Tetapi perlu diketahui bahwa disisi lain kondisi lingkungan diberbagai permukaan bumi sangat bervariasi dan belum tentu sama antara lokasi yang satu dengan lokasi lainnya. Jangankan pada suatu lokasi berbeda terkadang pada satu lokasi yang samapun kondisi lingkungan bisa menjadi bervariasi dari waktu ke waktu, hal ini bisa saja terjadi karena adanya perubahan-perubahan secara ekologis (Yonny, 2011).

Tumbuhan dan lingkungan mempunyai hubungan yang sinergis, keduanya terjadi hubungan timbal balik 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 factor 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. (Cucan, 2011).

Cara pengelolaan tanaman pertanian dan lingkungannya untuk memperoleh produksi maksimum merupakan tantangan dalam pembangunan nasional. Inovasi dalam bidang pertanian sangat mendesak, mulai dari sistem produksinya sampai dengan proses distribusinya yang efisien untuk memusatkan perhatian pembaca pada peningkatan produksi. Seluk-beluk teknik modern dalam bercocok tanam dibahas secara mendalam, seperti: energi dan produksi pertanian,

pangan dan kebutuhan manusia asal-usul, klasifikasi tanaman, faktor lingkungan dalam pertumbuhan tanaman, pembiakan tanaman, serta teknik budidaya. Dasar-dasar agronomi merupakan sebuah persiapan teoretis untuk memperdalam pelajaran agronomi selanjutnya. Bidang pertanian, para ahli pertanian, serta semua peminat yang terlibat dalam proses inovasi agrikultural di Indonesia.

B. PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP AGRONOMI

Agronomi merupakan suatu ilmu dalam lingkup pertanian yang sangat berperan dalam keberhasilan mendapatkan hasil dari suatu tanaman. Secara harfiah, kata agronomi berasal dari kata agros dan nomos. Agros berarti lapangan, dan nomos yang memiliki arti pengelolaan. Jadi secara harfiah, agronomi dapat diartikan sebagai suatu ilmu yang mempelajari cara pengelolaan tanaman dan tanah di mana tanaman tumbuh untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Menurut Sumantri (1980), agronomi adalah ilmu yang mempelajari segala aspek biofisik yang berkaitan dengan usaha penyempurnaan budidaya tanaman untuk memperoleh produksi fisik secara maksimal. Sedangkan menurut Sri Setyati Harjadi (1986), agronomi adalah cara pengelolaan tanaman pertanian dan lingkungan untuk memperoleh produksi yang maksimal.

Berdasarkan ketiga pengertian tersebut, terdapat tiga pokok pikiran utama yang terkandung di dalam agronomi. ketiganya adalah lingkungan tanaman, pengelolaan, dan juga produksi maksimal. Lingkungan merupakan tempat di mana tanaman dibudidayakan. Tanpa adanya lingkungan tempat tanaman tumbuh, maka hasil yang diharapkan dari suatu tanaman juga tidak akan bisa diambil. Pengelolaan merupakan suatu usaha untuk membuat lingkungan tempat tana-

man tumbuh sesuai untuk tanaman yang ditumbuhkan. Pengelolaan dapat berlangsung dengan terencana dengan memanfaatkan segala macam teknologi yang ada. Semakin banyak kebutuhan manusia akan makanan, maka kebutuhan akan hasil tumbuhan juga akan semakin banyak. Adanya lingkungan dan pengelolaan yang baik pada lingkungan tersebut akan membuat tanaman dapat memberikan hasil secara maksimal.

Agronomi berbeda dari usaha tani. Dalam agronomi, aspek ekonomis tidak diperhatikan. Efektivitas dan efisiensi produksi hasil tanaman tidak masuk dalam aspek agronomis. Yang ada hanyalah bagaimana membuat tanaman menghasilkan hasil panen setinggi-tingginya terlepas seberapa besarnya modal yang dikeluarkan untuk membuat hasil panen maksimal. Aspek dalam agronomi hanya meliputi pemuliaan tanaman, fisiologi, ekologi, dan tentunya teknik budidaya tanaman.

Pertanian pada masa lampau, ketika manusia masih melakukan tindakan berburu, meramu, dan berpindah-pindah lading belum dapat dikatakan sebagai tindakan agronomi. Hal ini karena tidak sesuai dengan pengertian-pengertian yang telah disebutkan sebelumnya. Pertanian pada masa lampau tidak melakukan pengelolaan terhadap tanah dan hanya membakar hutan untuk membuka lahan. Pertanian pada masa lampau juga tidak pernah melakukan pemeliharaan terhadap tanaman. Setelah tanaman ditanam, biasanya langsung melakukan aktivitas yang lainnya, seperti berburu hewan untuk dijadikan makanan. Dengan tidak adanya pengelolaan terhadap tanah dan pemeliharaan tanaman, maka tidak ada pula usaha untuk mencapai produksi yang maksimal.

Jadi pada intinya, tindakan agronomi adalah suatu tindakan di mana telah dilakukan pengelolaan terhadap lingkungan tempat tumbuh tanaman, dilakukan pemeliharaan terhadap tanaman, dan dimanfaatkannya segala macam teknologi untuk mencapai produksi tanaman secara optimal, terlepas teknologi tersebut efektif dan efisien atau tidak.

C. TANAMAN PERTANIAN, PENGERTIAN PERTANIAN, PERKEMBANGAN PERTANIAN

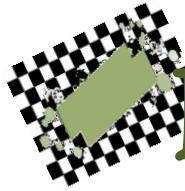
1. Tanaman Pertanian

Tanaman sebagai penghasil bahan pangan, bahan sandang, bahan bangunan, bahan bakar dan lain-lain. Tanaman pertanian dalam arti luas adalah segala tanaman yang digunakan oleh manusia untuk tujuan apapun (Setyati, 1982). Sehingga mempunyai makna yang berguna secara ekonomi maupun kehidupan manusia. Jumlah spesies sangat banyak \pm 1000-2000. Kira-kira 10 % penting di perdagangan dunia. Khusus untuk penghasil pangan lada 15 spesies.

2. Pengertian Pertanian

Salah satu sektor perekonomian adalah pertanian, yang merupakan penerapan akal dan karya manusia melalui pengendalian proses produksi biologis tumbuh-tumbuhan dan hewan, sehingga lebih bermanfaat bagi manusia.

Tanaman dapat diibaratkan sebagai pabrik primer karena dengan memakai bahan dasar langsung dari alam dapat menghasilkan bahan organik yang bermanfaat bagi manusia baik langsung maupun tidak langsung.



BAB II

DASAR-DASAR AGRONOMI

A. AGRONOMI

Ilmu agronomi adalah ilmu yang mempelajari mengenai budidaya tanaman pertanian untuk menghasilkan produksi yang maksimum dan lestari. Mata kuliah Dasar-Dasar Agronomi adalah mata kuliah yang berisikan prinsip-prinsip dasar pengusahaan, pengenalan faktor-faktor produksi dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Kegiatan praktikum diselenggarakan sebagai sarana untuk melengkapi dan mendukung pemahaman terhadap teori yang diberikan dalam kuliah. Pemahaman materi praktikum diharapkan dapat dicapai melalui kegiatan di lapangan yang materinya disusun disesuaikan dengan materi pokok kuliah di kelas. Praktikum lapangan dasar-dasar agronomi merupakan serangkaian kegiatan di lapangan (kebun percobaan) yang berisikan materi identifikasi dan praktik kegiatan budidaya tanaman. Melalui praktikum ini mahasiswa memperoleh pengalaman empiris melakukan kegiatan mulai dari pengenalan tanaman, penggunaa sarana produksi (benih, pupuk, petisida). Penana-man benih, pembibitan tanaman, pemeliharaan tanaman (meliputi penyulaman, penyiraman, pemupukan, pengenda-lian hama penyakit dan pengendalian gulma) serta panen dan penanganan pasca panen. Bersamaan dengan melakukan kegiatan di lapangan, mahasiswa juga belajar menghitung dan menganalisis penggunaan sarana

produksi, mengamati mor-fologi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta mengamati dan menghitung hasil panen, komponen hasil dan produktivitas tanaman. Dengan demikian mahasiswa diharapkan selain memahami prinsip-prinsip dasar kegiatan budidaya tanaman juga memperoleh wawasan kegiatan budidaya sebagai salah satu subsistem dari subsistem agribisnis.

Agronomi dapat diistilahkan sebagai produksi tanaman, dan diartikan suatu usaha pengelolaan tanaman dan lingkungannya untuk memperoleh hasil sesuai tujuan. Ada dua tujuan, yaitu memaksimalkan output atau meminimalkan input agar kelestarian lahan tetap terjaga.

Pada awal kehidupan manusia di bumi, hanya hidup dari mencari makan dari hasil hutan secara langsung. Perkembangan berikutnya, semakin banyak anggota kelompoknya, lalu ada tempat untuk menetap dan mulai bercocok tanam di lahan sekitar tempat tinggalnya dan mulai memelihara ternak dan terbentuklah pekarangan.

Setelah itu, berkembang untuk membuka lahan di hutan untuk bercocok tanam, sehingga hanya dapat ditanami beberapa tahun lalu pindah tempat, sering dikenal dengan lahan berpindah. Semakin bertambahnya penduduk, sistem-sistem tersebut tidak dapat dipertahankan, lalu berusaha untuk tetap mempertahankan tingkat kesuburan tanahnya dan mulai dikenal teknik budidaya (agronomi).

Ketidakeimbangan penambahan jumlah penduduk dibanding penambahan hasil pangan menjadi persoalan yang dipelajari oleh bidang agronomi. Antara lain usahanya dengan perluasan lahan, penggunaan varietas unggul, peningkatan manajemen dalam berbagai tindak agronomi dan pelaksanaannya.

Agronomi { Agros : Lapangan Produksi (*Field*)
Nomos : Pengelolaan

Agronomi : Pengelolaan lapangan produksi untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Tiga Pengertian Pokok Agronomi

- a. Lapangan produksi (lingkungan tanaman).
- b. Pengelolaan (manajemen).
- c. Produksi maksimum (sebagai hasil proses dari 2 faktor di atas, yaitu lapangan produksi dan pengelolaan).

Unsur-unsur Agronomi

- a. Fokus Agronomi
Lapangan produksi, berupa sebidang tanah, bak, pot, gelas plastik, dan lain-lain.
- b. Sarana Agronomi
Pelengkap lapangan sarana teknologi, berupa sarana pengolahan, penyimpanan, penyuluhan dan pengangkutan produksi.
- c. Sasaran Agronomi
Memaksimalkan produksi, berupa buah, biji, getah dalam satuan kg, ton, dan lain-lain.
- d. Objek Agronomi
Sebagian besar adalah tanaman, berupa tumbuhan pengganggu, ternak, ikan, katak, dan lain-lain.
- e. Subjek Agronomi
Pelaku tindak agronomi, berupa petani, peneliti, tenaga penyuluh, dan lain-lain.
- f. Unit Agronomi
Satuan tertentu dalam suatu tindak agronomi, misal unit agronomi karet intensifikasi pengelolaan unit agronomi

diikuti oleh meningkatnya sarana agronomi, berupa pangan, bahan dan jasa.

Tindak Agronomi

Semua kegiatan yang berhubungan dengan agronomi.

Tindak agronomi sempurna ditandai dengan:

1. Lapang produksi.
2. Pengelolaan yang terencana.
3. Minat untuk mencapai produksi maksimum dengan menerapkan berbagai ilmu dan teknologi.

Aspek dan Lingkungan Agronomi

Meliputi 3 aspek pokok, yaitu

1. Aspek pemuliaan tanaman.
2. Aspek fisiologi tanaman.
3. Aspek ekologi tanaman.

Merupakan suatu gugus ilmu tanaman yang berperan langsung terhadap tindak agronomi dan akan terlihat pada produksi tanaman. Lingkungan agronomi meliputi bidang-bidang teknik budidaya, pemuliaan tanaman, teknologi benih, penanaman, pengolahan, pemberantasan hama dan penyakit, pemberantasan gulma dan penyimpanan.

Teknik budidaya dalam kegiatan agronomi, meliputi:

- 1) Pengolahan tanah.
- 2) Pengairan.
- 3) Pemupukan.
- 4) Pemakaian bibit unggul.
- 5) Pemberantasan hama dan penyakit, disempurnakan dengan Pemberantasan gulma.
- 6) Penanganan pasca panen.

B. TEKNIK BUDIDAYA

1. Pengolahan Tanah, meliputi:

- a. tujuan pengolahan tanah;
- b. alat pengerjaan tanah;
- c. cara pengolahan tanah.

a. Tanah

Dari sudut pandang bidang pertanian, merupakan tempat tumbuh bagi tanaman. Faktor lingkungan yang mempunyai hubungan timbal balik dengan tanaman yang tumbuh di atasnya.

Faktor lingkungan tanah meliputi:

- 1) Faktor fisik, yaitu air, udara, struktur tanah dan suhu.
- 2) Faktor kimiawi, yaitu kemampuan tanah dalam penyediaan nutrisi atau unsur hara.

Proses pembentukan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bahan induk, iklim, vegetasi, drainase dan waktu.

$$\text{Tanah} = f (P . C . V . TD . T)$$

Di mana:

f = fungsi dari

P = *parent* material atau bahan induk

C = *climate* (iklim)

V = vegetasi

TD= topografi atau *drainase*

T = *time* atau waktu yang dibutuhkan.

b. Tujuan Pengolahan Tanah

- 1) Menyiapkan tempat pertumbuhan benih yang serasi dan baik.
- 2) Menghindarkan saingan terhadap tumbuhan pengganggu.
- 3) Memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

c. Alat Pengerjaan Tanah

Alat pengerjaan tanah → oleh tenaga manusia atau mesin.

Alat-alat pengerjaan tanah pada prinsipnya digunakan:

- | | | |
|---|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1) Untuk membalik tanah2) Untuk membelah tanah3) Untuk memecah tanah4) Untuk meratakan tanah | } | Membentuk lapisan bajak yang kedap air, menggaru untuk membantu terbentuknya struktur lumpur dan meratakan jerami. |
|---|---|--|

d. Cara Pengolahan Tanah

Berbeda disebabkan oleh kondisi dan struktur tanah yang berbeda seperti tanah sawah dan tanah darat (kering).

- 1) Tanah Sawah
 - a) Mencangkul atau membajak sedalam 20-30 cm dan dilakukan 30 hari menjelang tanam.
 - b) Pengolahan tanah sebelum tanam umumnya dilakukan sebanyak 2x. Frekuensi PT akan menentukan intensif tidaknya pengerjaan tanah.
 - c) Selang waktu 1-2 minggu sebelum tanam.
 - d) PT sawah diutamakan untuk membentuk lumpur seba-gai media tumbuh padi.

e) PT sawah disesuaikan dengan tingginya genangan air, penggenangan mempunyai tujuan tertentu, misalnya untuk menekan pertumbuhan gulma.

2) Tanah Darat

a) PT darat adalah untuk membentuk media tumbuh yang gembur dan mantup.

b) PT yang sempurna akan meningkatkan proses kimia dan biologi yang erat kaitannya dengan ketersediaan hara, sehingga dapat mengurangi gas-gas racun dari dalam tanah seperti gas asam sulfida.

c) Hal penting harus diperhatikan dalam mengolah tanah adalah kehilangan bahan organik. Bahan organik perlu dipertahankan, karena merupakan komponen tanah yang penting dalam menyediakan unsur hara dan air.

2. Pengairan (Irigasi)

a. Air merupakan bahan sangat vital bagi kehidupan tanah.

b. Irigasi yaitu pemberian air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. Kebutuhan air tanaman sama dengan kehilangan air per satuan luas yang diakibatkan oleh kanopi tanaman ditambah dengan hilangnya air melalui penguapan permukaan tanah pada luasan tertentu.

c. Kebutuhan air tanaman ditentukan dengan menghitung besarnya penguapan (evaporasi) permukaan tanah dan penguapan melalui tajuk tanaman (transpirasi).

Kegiatan irigasi menyangkut:

- 1) Penampungan air.
 - 2) Penyaluran air ke lahan.
 - 3) Pembuangan kelebihan air serta usaha menjaga kontinuitas air.
- d. Prinsip dari pemberian air irigasi yang ditambahkan adalah untuk menutupi kekurangan air tanah yang telah ada pada saat yang diperlukan dalam jumlah cukup.
- e. Kegunaan air irigasi adalah:
- 1) Mempermudah pengolahan tanah.
 - 2) Mengatur suhu tanah dan iklim mikro.
 - 3) Membersihkan tanah dari kotoran kadar unsur-unsur racun, garam dan asam yang berlebihan.
 - 4) Menekan pertumbuhan gulma, hama dan penyakit tanaman.

Pemberian air irigasi digolongkan atas 3 cara, yaitu

- a. Pemberian air pada permukaan tanah, dapat dilakukan dengan:
- Penggenangan (*flooding*) yang berbentuk
- 1) Penggenangan bebas (*free method*).
 - 2) Penggenangan tepi (*border method*).
 - 3) Penggenangan dengan memakai galengan (*check method*).
- b. Pemberian air dalam selokan-selokan (*furrow irrigation*).
- c. Pemberian air di antara baris tanaman (*currigation irrigation*).
- d. Pemberian air di bawah permukaan atau di dalam profil tanah (*sub surface irrigation*). Air diberikan melalui sema-cam pipa saluran yang dibenamkan di bawah permukaan tanah.

- e. Pemberian air dengan cara siramab (*springkle irrigation*) yang berupa *oscillation springkle* (umum diberi nama metode) dan *rotary springkle*.

a. Pengaturan atau Tataguna Air/Irigasi

Air adalah faktor penting bagi tanaman atau tumbuhan, pengaturan atau tataguna air yang baik akan memperoleh pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang baik sedangkan pengairan/irigasi merupakan suatu segala usaha yang berhubungan dengan pemanfaatan air dan sumbernya. Hubungan erat antara air dan tanaman disebabkan karena fungsi air yang penting dalam penyelenggaraan kelangsungan hidup tanaman yaitu:

- 1) Untuk penguapan (transpirasi): dengan penguapan panas matahari terik dapat dikurangi oleh tanaman sehingga temperatur relatif tetap.
- 2) Untuk keperluan asimilasi: air diperlukan di samping sinar matahari dan CO₂ untuk pembentukan gula/pati.
- 3) Sebagai pelarut: melarutkan zat-zat hara dalam tanah untuk memungkinkan zat-zat hara tersebut terabsorpsi oleh tanaman.
- 4) Sebagai pengangkut: air sebagai media untuk mengangkut zat hara dari akar ke daun maupun dari daun ke bagian tanaman lain.
- 5) Merupakan bagian dari tanaman baik sebagai tubuh tana-man maupun sebagai bermacam-macam larutan di dalam tanaman.

Tidak semua tanaman membutuhkan jumlah air yang sama salah satu tanaman yang banyak membutuhkan air adalah padi sawah sedang palawija

mempunyai kebutuhan air lebih kecil dari pada sawah. Kebutuhan air di samping dipengaruhi oleh jenis tanaman juga dipengaruhi oleh: jenis tanah, keadaan iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas area pertanaman, topografi, periode pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pengairan khususnya di sawah di samping merupakan syarat untuk menjamin berlangsungnya proses fisiologi, biologi pertumbuhan dan perkembangan tanaman khususnya untuk padi dan pula keuntungan-keuntungan yang lain, yaitu untuk menahan pukulan air hujan atau menghambat erosi, menghambat pelapukan tanah, menjamin absorpsi zat hara, menghambat pertumbuhan tanaman pengganggu, mempermudah pengolahan tanah, membersihkan tanah dari kadar garam dan asam yang terlalu tinggi, mengingat pentingnya air bagi pertanaman maka pengaturan dan pemberian air perlu mendapatkan perhatian yang sesuai dengan kebutuhan sebab kekeliruan atau penggenangan air yang berlebihan akan mengakibatkan hal-hal yang kurang menguntungkan: tanaman kurang dapat mengambil hara yang dibutuhkan, pemborosan dalam penggunaan air, pada tanaman padi membuat pertumbuhan anakan terhambat yang akan berpengaruh terhadap jumlah malai dan produktifitas tanaman, merangsang pertumbuhan memanjang sehingga tanaman mudah rebah. Oleh sebab hal di atas, efisiensi penggunaan air dengan cara memberikan air dengan waktu dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, penggunaan curah hujan secara efektif, mengurangi kehilangan air pada saluran dan petakan sawah, mengintrodusir cara pembagian air dan pemberian air yang cocok dengan lingkungan,

memperlancar pembuangan kebutuhan air, menampung dan menggunakan air kelebihan, dalam hal ini harus tumbuh kesadaran bahwa air untuk kepentingan bersama dan harus dikelola bersama.

b. Kebutuhan Air untuk Tanaman

Kebutuhan air tanaman dipenuhi dengan: melalui air hujan/raine (R), dan air irigasi/irigation (I) setelah air masuk ke petakan digunakan oleh tanaman untuk transpirasi (T) dan air yang terkena panas sinar matahari air dan permukaan tanah melepas air yang disebut evaporasi (E), sedang air yang merembes ke bawah disebut infiltrasi (If), terus merembas ke bawah atau lebih bawah disebut perkolasi (P), dan air yang merembas kesamping disebut *seepage* (S) serta air yang dialirkan kesaluran pembuangan karena kelebihan air disebut *drainase* (D), air yang diperlukan untuk E dan P disebut *consumptive use*, sedang air yang diperlukan untuk E T P disebut Kebutuhan air untuk tanaman (*water requirment = Wr*) sedangkan curah hujan yang dapat digunakan untuk ETP disebut curah hujan efektif. Kebutuhan air untuk tanaman dapat dihitung dalam L/detik/ha atau m³/hari/ha atau dapat juga dihitung dalam mm (cm)/hari.

3. Pemupukan

Tindakan pemupukan pada hakekatnya diperlukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman terlebih bagi tanah yang suplai haranya tidak mencukupi perlu diketahui bahwa memupuk bukanlah sekedar memberi pupuk tetapi harus didasarkan pertimbangan jumlah dan macam hara yang diperlukan tanaman untuk menca-pai

hasil dan mutu yang tinggi, kemampuan tanaman menyerap hara sehubungan dengan lingkungan tumbuhnya, jenis dan jumlah pupuk kuran disediakan tanah; usaha pelestasian fungsi sumberdaya tanah sebagai wahana untuk memperoleh hasil usaha pertanian secara berkesi-nambungan, berdasar uraian di atas pemupukan berimbang dapat diartikan pemberian pupuk dengan mengatur cara, waktu, komposisi dan takaran pupuk yang diberikan.

Bertujuan untuk:

- a. Menjaga kesinambungan unsur hara dalam tanah, karena setiap pemupukan tidak semua unsur hara hilang dari tanah tersebut.
- b. Mengurangi bahaya erosi, karena akibat dari pemupukan terjadi pertumbuhan vegetatif yang baik.
- c. Meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Pupuk atau Fertilizer

Adalah zat atau bahan kimia berbentuk senyawaan organik yang mengandung satu atau lebih hara tanaman, dapat berupa pupuk alam atau buatan yang ditambahkan dan diberikan kedalam tanah atau media pertumbuhan.

Rabuk atau Manure

Adalah bahan organik dari sisa organisme dari tumbuhan atau hewan, yang sudah mengalami dekomposisi parsial, dapat terbentuk secara alami atau sengaja dibuat, diberikan atau telah ada di dalam tanah.

Guna Pupuk adalah:

- a. Memperbaiki atau menjaga status hara dan neraca kesuburan tanah.
- b. Melestarikan sumber daya alam dan lingkungan berupa tanah.
- c. Meningkatkan pendapatan dan keuntungan petani atau usaha tani.
- d. Meningkatkan, memperbaiki atau mempertahankan kesuburan kimiawi tanah dengan cara menambah kadar hara tanah yang tersedia.
- e. Meningkatkan atau memperbaiki pertumbuhan kesehatan dan produksi tanaman, baik dalam kuantitas maupun kualitas produksi tanaman.

Guna Rabuk adalah:

- a. Menambah atau meningkatkan kandungan bahan organik dari dalam tanah.
- b. Menambah sedikit kandungan beberapa jenis hara di dalam tanah.
- c. Rabuk hijau dapat menambah kadar N dalam jumlah besar.
- d. Meningkatkan, memperbaiki atau mempertahankan kesuburan fisik dan biologi tanah dengan menambah bahan organik dalam tanah.
- e. Meningkatkan pertumbuhan kesehatan dan produksi dari tanaman.
- f. Meningkatkan pendapatan dan keuntungan usaha tani terutama pada tanaman hortikultura, yaitu sayuran, bunga, tanaman hias dan buah-buahan.

Klasifikasi Pupuk

Digolongkan atas dasar:

- a. Proses pembentukan → pupuk alam atau pupuk buatan (pabrik).
- b. Bentuk senyawa kimia → pupuk organik dan pupuk anorganik.
- c. Jenis kandungan hara → Pupuk hara N, P, K, S dan Mg.
- d. Banyaknya jenis hara → pupuk tunggal, pupuk majemuk, pupuk campuran.
- e. Kelarutan dari hara → Larutan cepat (NO₃), larutan sedang (ZA, ZK, NP, NK, NPK), larut lambat (FA, DS).
- f. Reaksi atau pH Pupuk → Pupuk masam, pupuk netral dan alkali.
- g. Penempatan Pupuk → Pupuk akar (diberikan lewat tanah, media tumbuh) dan Pupuk daun (aplikasi melalui daun).
- h. Sasaran atau tujuan → Pupuk daun (untuk organ vegetatif) dan Pupuk bunga, buah dan biji (untuk organ generatif).

Klasifikasi Rabuk

- a. Rabuk limbah hewan
 - 1) Dari hewan ternak, yaitu berbentuk padat, cair atau campurannya, dapat terbentuk alami atau sengaja dibuat.
 - 2) Guano segar, dari limbah kelelawar dan burung walet. Terbentuk secara alami lalu ditambang.
 - 3) Rabuk hewan lain dari limbah pasar hewan atau kebun binatang.
- b. Rabuk limbah tumbuhan
Dari limbah tumbuhan, terbentuk secara alami atau dengan sengaja ditanamkan.

c. Rabuk Hijau

Dari limbah serta tumbuhan hidup terbentuk secara alami atau sengaja dibuat atau dibenamkan.

d. Kompos

Rabuk yang sengaja dibuat dengan cara khusus dari limbah tumbuhan, bahan organik, limbah dapur dan limbah kota, memakai sedikit rabuk dari kotoran hewan, ditambah kapur atau abu.

e. Nite Soil

Limbah manusia yang bentuk, warna serta baunya sudah berubah atau dapat dibuat tidak berbau.

4. Pemakaian Bibit Unggul

Bibit = *Seedling*

Sleeding yaitu benih tumbuhan yang telah tumbuh dan dipersiapkan untuk usaha budidaya selanjutnya (benih yang telah berkecambah).

Benih

- a. Biji tanaman yang dipersiapkan untuk bibit atau pembibitan.
- b. Biji yang berasal dari hasil perkawinan antara si jantan (Sperma) dan sel betina (ovum).
- c. Biji yang bisa dipertanggungjawabkan, yaitu diketahui asal-usulnya, daya tumbuhnya, bersertifikat dan berproduksi tinggi (benih unggul).

Bibit Unggul

Bibit yang memiliki sifat yang lebih baik daripada induknya atau tanaman sejenisnya. Sifat tersebut seringkali dapat diturunkan kepada keturunannya. Memiliki sifat produksi tinggi, tahan terhadap serangan hama dan penyakit serta dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi lingkungan (iklim) di sekitarnya.

5. Pemberantasan Hama dan Penyakit

Mikroorganisme, hama, hewan dan organisme pengganggu dapat mengkonsumsi tanaman (bagian dari tanaman), menimbulkan kerugian dan kematian tanaman. Tindakan pengamanan tanaman dari hama dan penyakit dapat dilakukan dengan jalan:

- a. Tindakan preventif, yaitu mencegah terjangkitnya serangan.
- b. Tindakan supresif, artinya mengurangi tingkat serangan serendah mungkin.
- c. Eradikatif, yaitu menghancurkan dan memusnahkan hama, penyakit dan tanaman yang terserang pada suatu daerah.

Dari ketiga jenis tindakan preventif, supresif dan eradikatif, supresif lebih sering didahulukan, dengan pertimbangan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Jenis hama dan penyakit.
- b. Cara mengatasi serangan.
- c. Pemilihan cara pengendalian yang paling efektif dengan mempertimbangkan efek negatif bagi organisme tersebut dan lingkungannya.
- d. Mengikuti petunjuk pemakaian racun tersebut.

6. Pemberantasan Gulma

Memberantas tanaman pengganggu.

Gulma yaitu tanaman yang tidak dikehendaki tumbuh di antara tanaman yang dibudidayakan.

Hubungan tumbuhan pengganggu dengan tanaman dapat berupa:

- a. A plant out of place → Tumbuhan yang tumbuh tidak pada tempatnya.

- b. A plant with a negative value → Tumbuhan yang memberikan nilai negatif (beracun).
- c. An underivable plant → Tumbuhan yang tumbuh tidak diinginkan.

Sifat-sifat umum gulma:

- a. Daya adaptasinya besar.
- b. Daya saingannya kuat terhadap tanaman budidaya.
- c. Berkembangbiak cepat.
- d. Dormansi luas : usaha untuk mempertahankan diri.

Kerugian yang ditimbulkan gulma:

- a. Mengurangi hasil panen (10-20%).
- b. Mengurangi kualitas hasil tanaman.
- c. Menjadi *host* (inang) penyakit atau hama.
- d. Menambah tenaga kerja.
- e. Meracuni tanaman, karena ada sebagian dari gulma mengeluarkan eksudat yang berbahaya (allelopati).
- f. Mengganggu pengairan.

7. Penanganan Pasca Panen

Kegiatan pasca panen suatu produk budidaya tanaman meliputi:

- a. Pembersihan/Pencucian

Pembersihan : tindakan awal setelah panen adalah membersihkan atau mencuci semua bahan hasil panen yang telah dikumpulkan. Pembersihan ditujukan untuk membersihkan semua kotoran dan membuang bagian-bagian yang tidak dapat dimanfaatkan untuk dikonsumsi, seperti tanah atau lumpur

yang terbawa saat panen, dapat menjadi sumber kontaminasi berbagai macam patogen.

Pencucian : merupakan tindakan yang ditujukan untuk mengurangi atau menghilangkan mikroorganisme yang masih terdapat atau menempel pada permukaan hasil panen, menghilangkan residu pestisida yang dapat membahayakan bagi konsumen bila dikonsumsi. Contoh pada kubis, pencucian dapat menurunkan suhu kubis, sehingga dapat menghambat respirasi, sehingga dapat memperpanjang kesegaran kubis.

b. Pengerinan

Proses pengerinan hanya sekedar menghilangkan air bekas cucian, agar patogen tidak mudah berkembang dan merusak hasil panen, terutama mikroorganisme perusak dari golongan bakteri dan cendawan yang dapat menimbulkan kebusukan. Pengerinan dapat dilakukan dengan cara diangin-anginkan dalam ruangan atau diletakkan pada rak-rak untuk mentiris setelah pembersihan dan pencucian.

c. Sortasi/Grading

Sortasi : adalah tindakan untuk memisahkan produksi yang baik dan rusak, rusak oleh serangan hama atau penyakit atau rusak secara fisik atau mekanis saat panen dilaksanakan.

Grading : merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengelompokkan atau menggolongkan hasil panen yang telah disortasi menjadi beberapa kelompok kelas, sehingga akan menentukan mutu dan harga produk panen.

Keuntungan sortasi dan grading yaitu,

- 1) Membantu dan memudahkann konsumen untuk men-dapatkan kualitas yang dikehendaki sesuai kebutuhan.
- 2) Pengelompokkan kedalam kelas-kelas akan diperoleh keseragaman bahan, menurut jenis dan kualitas sehingga dapat membantu konsumen mengurangi kekeliruan dalam memilih barang yang diinginkan.
- 3) Keseragaman jenis dan kualitas, maka produsen dan penjual dapat menentukan tingkat harganya sehingga menjamin kestabilan harga pada tiap jenis.
- 4) Memudahkan dalam pemasaran sesuai dengan standar mutu yang dikehendaki, baik untuk pemasaran dalam negeri maupun keluar negeri (ekspor).
- 5) Memberikan kepuasan kepada konsumen sehingga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen yang be-rarti dapat menjamin kestabilan harga.

d. Penyimpanan

Hasil produksi pertanian yang cepat mengalami kerusakan sehingga tidak tahan disimpan lama. Contoh: pada kubis penyimpanan dengan suhu rendah dapat memperpanjang daya simpan kubis lebih lama.

Penyimpanan tergantung pada suhu, daya simpan dipengaruhi atau dapat tergantung dari jenis komoditi panen, varietas dan waktu atau musin penanaman.

e. Pengemasan dan Pengangkutan

Pengemasan

- 1) Pengemasan merupakan tahap lanjut dari penanganan produk panen pertanian, setelah melewati tahap sortasi, grading dan penyimpanan.
- 2) Pengemasan bertujuan untuk melindungi produk dari pelukaan, memudahkan dalam pengangkutan, mencegah kehilangan air, mempermudah dalam perlakuan khusus dan memberi nilai estetika untuk menarik konsumen.
- 3) Kemasan yang dianggap ideal adalah kemasan yang mudah diangkut, aman, ekonomis, mudah dihitung jumlahnya dan dapat dijamin keberhasilannya.
- 4) Kemasan yang umum digunakan berupa karung jala, kapasitas 90-100 kg. Kemasan karung jala sangat praktis dalam hal pembongkaran, tetapi tidak dapat melindungi produk dari kerusakan mekanis dan fisiologis terutama saat ditimbun di dalam alat pengangkutan.

Pengangkutan

- 1) Pengangkutan adalah pengangkutan dari bangsal pengemasan ke pasar, sering disebut penyimpanan bergerak. Pengangkutan dilakukan dengan menggunakan alat angkut jalan raya berupa truk atau mobil box berpendingin.
- 2) Pengangkutan bertujuan untuk mengurangi kerusakan karena bahan cepat rusak atau membusuk, baik

akibat faktor fisiologis atau faktor kontaminasi mikroba dengan benda asing.

- 3) Pengangkutan mengurangi resiko kerusakan akibat lingkungan yang tidak memadai.
- 4) Keberhasilan penggunaan sarana pengangkutan sangat tergantung pada suhu pengangkutan, tipe kemasan, pola pemuatan optimal, metode bongkar muat dan jarak tempuh.

f. Pemasaran

- 1) Pasar adalah tempat untuk melakukan transaksi atau tukar menukar barang dengan barang lain (nilai uang).
- 2) Pasar tercipta karena adanya produsen atau penjual dan konsumen atau pembeli.
- 3) Bentuk pasar untuk komoditas pertanian banyak sekali macamnya, misal pasar umum, pasar swalayan, warung kecil, restoran, dan lain-lain dapat tercipta juga dikebun produksi. Pasar memiliki fungsi penting untuk penyimpanan barang dari produsen ke konsumen. Kegiatan penyampaian barang dengan segala aturan permainan disebut pemasaran atau tata niaga.
- 4) Pemasaran umumnya tidak langsung terjadi antara produsen dan konsumen tetapi melalui lembaga tata niaga yang dapat membantu menyalurkannya kepada konsumen. Pemasaran hasil melibatkan banyak lembaga tata niaga, maka akan terbentuk mata rantai pemasaran yang panjang dari titik produsen ke konsumen. Rantai pemasaran yang panjang akan menimbulkan tingginya margin pemasaran sehingga menyebabkan pemasaran tidak efisien. Pemasaran

yang efisien, pemasaran harus menggunakan sedikit lembaga tata niaga.

C. DOSIS, WAKTU DAN CARA APLIKASI PEMUPUKAN

1. Menghitung Jumlah Penggunaan Pupuk Anorganik

Agar dosis yang ditebarkan sesuai dengan dosis unsur hara yang direkomendasikan dan sesuai dengan ketersediaan pupuk yang ada dipasaran maka sebelum memberikan pupuk perlu dihitung lebih dahulu jumlah pupuk yang akan diberikan yaitu dengan cara sederhana sebagai berikut: Diketahui pupuk yang ada di pasaran adalah Urea: 45 persen N, SP 36: 36 persen P₂O₅, Kcl: 60 persen K₂O, sedang rekomendasikan pemupukan pada suatu komoditas tertentu tiap Ha adalah N: 200 Kg/Ha, P₂O₅: 100 Kg/Ha, K₂O: 200 Kg/Ha, maka jumlah Kg pupuk (pasaran) yang diperlukan adalah:

Urea: $100/45 \times 200 \text{ Kg/Ha} : 444 \text{ Kg Urea/Ha}$

SP36: $100/36 \times 100 \text{ Kg/Ha} : 278 \text{ Kg SP 36/Ha}$

Kcl: $100/60 \times 200 \text{ Kg/Ha} : 333 \text{ Kg Kcl/Ha}$

2. Cara Aplikasi Pupuk

Penerapan pemupukan dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan kondisi dan komoditas yang akan diberikan pemupukan, sedang cara-cara tersebut antara lain: Pemupukan dengan cara penebaran secara merata, *pop up* (masuk lubang tanam), penugalan, fertigasi, pemupukan melalui daun, pemupukan melalui udara, pemupukan dengan injeksi ke dalam tanah.

a. Pemupukan dengan Cara Penebaran Secara Merata

Cara ini efektif dilakukan untuk pemupukan dengan pupuk organik dan aplikasi pengapuran, pupuk disebar merata sebelum penanaman dan dilanjutkan pengola-

han tanah sehingga distribusi unsur hara dapat merata dan perkembangan akar akan lebih seimbang, cara ini tidak efektif dilakukan untuk pemupukan jenis pupuk urea, karena N yang terkandung di dalam urea mudah sekali menguap.

b. Pemupukan dengan Cara Pop Up (Pupuk masuk lubang tanam)

Pupuk dimasukkan ke dalam lubang tanam pada saat penanaman benih atau bibit, pupuk yang diberikan harus memiliki prosentase garam yang rendah agar tidak merusak benih biji cara ini cocok/efektif dilakukan untuk pupuk organik dan pupuk yang *slow release* seperti SP 36.

c. Pemupukan dengan Cara Penugalan

Pupuk dimasukkan ke dalam lubang tugal di samping tanaman sedalam 15 cm, lubang dibuat dengan alat tugal baik di samping kanan atau di samping kiri tanaman, setelah pupuk dimasukkan maka lubang ditutup kembali untuk mengurangi/menghindari penguapan.

d. Pemupukan dengan Cara Fertigasi

Pupuk terlebih dahulu dilarutkan ke dalam air kemudian disiramkan kepada tanaman melalui air irigasi dan biasa dilakukan untuk tanaman yang berpengairan dengan menggunakan sprinkle, cara telah banyak diterapkan pada pembibitan tanaman hutan atau juga tanaman industri atau tanaman-tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

e. Pemupukan dengan melalui Daun

Pemupukan ini dilakukan dengan menyemprotkan pupuk baik untuk unsur hara makro maupun mikro melalui daun dengan cara melarutkan lebih dahulu

pupuk ke dalam air, kalau pelarutnya tidak tepat cara ini mempunyai dampak negatif yang cukup berarti bagi pertumbuhan tanaman, yaitu pinggir daun terbakar karena larutan terlalu pekat, unsur N yang berasal dari pupuk urea dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman karena kandungan bauret beracun bagi tanaman.

f. Pemupukan dengan melalui Udara

Pemupukan melalui udara efektif dilakukan pada tanah-tanah yang curam dan sukar untuk dilewati, pemupukan unsur hara mikro untuk tanah yang sangat luas hutan padang rumput dan sebagainya.

g. Pemupukan dengan Injeksi Kedalaman Tanah

Pupuk amonia cair atau gas dengan kadar N tinggi diberikan ke dalam tanah dengan injeksi untuk mengurangi kehilangan N karena penguapan, kedalaman injeksi umumnya 15 cm dari permukaan tanah.

h. Pemupukan dengan Cara Larikan

Setelah dibuat parit kecil disamping barisan tanaman dengan kedalaman 8 cm pupuk ditempatkan di dalam larikan tersebut kemudian ditutup kembali dan hindari memberikan pupuk hanya pada salah satu sisi sebab perkembangan akar akan tidak seimbang.

3. Pengaturan Jarak Tanam yang Tepat

Sebelum perlakuan lain dalam budidaya tanaman yang perlu mendapatkan perhatian adalah penentuan jarak tanam dalam menanam komoditas tersebut sebab jarak tanam akan mempengaruhi populasi tanaman, kompetisi antara tanaman dalam penggunaan air, zat hara, cahaya (Sinar matahari), CO₂ (proses fotosintesa), O₂ (proses respirasi) sehingga ketepatan jarak tanam akan mempe-

ngaruhi produktifitas yang dihasilkan oleh tanaman budidaya tersebut. Jarak tanam yang rapat selama belum mengganggu proses fotosintesa dan respirasi yang perlu diperhatikan adalah persaingan unsur hara sehingga perlu diperhatikan yaitu penambahan populasi berarti penambahan pula pemupukan (penambahan unsur hara), pada umumnya jarak tanam yang sama (*equidistant plant spacing*) lebih efisien dari pada jarak tanam yang lain tetapi pada akhir-akhir ini ditemukan dengan jarak tanam sistem legowo pada tanaman padi juga menunjukkan efisiensi dan produktifitas yang lebih baik.

a. Dosis

Dosis pupuk atau dosis pemupukan ialah berat tiap jenis hara dalam kg atau g yang diperlukan tanaman tiap hektar atau tiap tanaman, tiap jangka waktu tertentu, seperti

1. A.1 Dosis tanaman semusim : kg ha ha⁻¹ tanam⁻¹
2. A.2 Dosis tanaman tahunan : kg ha ha⁻¹ tahun⁻¹
atau g ha tanaman⁻¹ tahun⁻¹

Contoh:

Perkebunan kopi menentukan memakai pupuk campuran curah dari 50 Kg ZA (21% N, 24 % S), 600 Kg ES (20% P₂O₅) dan 100 Kg KCl (60% K₂O) jumlah ketiga macam pupuk di atas 850 Kg.

Data yang dapat dicari dengan perhitungan, rumus:

Dosis pupuk (KG hara) = Kg pupuk x (Kadar : 100)

Kadar hara = (Kg hara : Kg jumlah pupuk) x 100 %

Jawab:

$$a) \text{ Kg hara N} = 150 \times (21 : 100) = 31,5 \text{ Kg}$$

$$\text{Kg hara P}_{205} = 600 \times (20 : 100) = 120 \text{ Kg}$$

$$\text{Kg hara K}_{20} = 100 \times (60 : 100) = 60 \text{ Kg}$$

- b) Kadar hara N pupuk campuran = $(31,5 : 850) \times 100$
 = 3,7 %
 Kadar P2O5 pupuk campuran = $(120 : 850) \times 100$
 = 14,1%
 Kadar K2O pupuk campuran = $(60 : 850) \times 100 = 7,0$
 %.
- c) Komposisi hara pupuk campuran N-P2O5-K2O (%)
 = 3,7 - 14,1 - 70

Contoh

Perhitungan kebutuhan pupuk untuk luas tertentu misalnya 750 m², dengan memakai dosis (120 N + 45 P2O5 + 50K2O) Kg ha⁻¹, kadar urea (45 % N) TSP (46%P2O5) dan ZK (50%K2O).

Cara menghitung:

1. Kg pupuk = (luas : 10.000) X (dosis kadar)X 100
2. Kebutuhan tiap jenis pupuk dalam kg untuk lahan seluas 750 m² = (750: 10.000), caranya adalah:
 Urea : $(750: 10.000) \times (120:45) \times 100 = 20,0$ Kg
 TSP : $(750:10.000) \times (45:46) \times 100 = 7,3$ kg
 K : $(750: 10.000) \times (50: 50) \times 100 = 7,5$ kg

4. Pelaksanaan Pemupukan perlu Menentukan Waktu dan Cara Pemberian Pupuk

Hasil dari pemupukan ditentukan oleh waktu, cara yang benar dan efisien, jenis dan sifat tanaman, jenis dan sifat pupuk, jenis dan sifat tanah dan kondisi iklim.

Contoh:

Pemupukan bentuk cair, dipakai:

- a. Pupuk yang mudah larut.
- b. Kadar dibuat encer supaya tidak merusak tanaman.

- c. Pupuk cair yang disemprotkan harus memakai jenis pupuk yang tidak meracuni daun dengan kadar pupuk sangat encer.

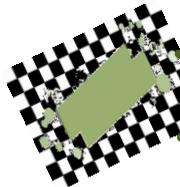
a. Waktu Pemupukan

- 1) Pemupukan Awal (*Pre Dressing*)
Yaitu dikerjakan sebelum bibit biji tanaman, atau bibit benih dipindah tanam.
- 2) Pemupukan Dasar (*Basic Dressing*)
Jika dilarutkan sesaat sebelum atau pada waktu atau segera setelah penanaman.
- 3) Pemupukan Susulan
Jika dilakukan beberapa waktu setelah penanaman, sesudah tanaman tumbuh dapat dikerjakan satu atau beberapa kali.
- 4) Pemupukan Tambahan
Adalah pemupukan susulan yang dilakukan, kalau di-buat perubahan dosis pupuk lebih tinggi setelah tana-man tumbuh.
- 5) Pemupukan Pemeliharaan
Yaitu pada tanaman tahunan setelah tanaman tumbuh dapat dilakukan beberapa kali.

5. Kebutuhan pupuk atau hara terjadi pada waktu tanaman tumbuh aktif, yaitu:

- a. Pembentukan anakan, seperti pada padi dan serelia.
- b. Pembentukan tunas baru, pada teh dan melat.
- c. Pembentukan bunga dan buah polong, pada legume dan buah-buahan.
- d. Pembentukan anakan dan akumulasi gula pada tebu.
- e. Menjelang sadapan awal dan sadapan berat pada karet.

- f. Sehabis berbunga, pada ketimun, nanas, kopi, dan lain-lain.



BAB III

UNSUR HARA

A. UNSUR HARA

Semua unsur kimia yang dibutuhkan oleh tanaman untuk mendukung proses metabolisme tanaman.

Sach dan Knop

Ada 32 unsur kimia dalam tubuh tanaman.

1. Hara Tanaman

- a. Dapat diserap tumbuhan disebut Hara tersedia.
- b. Berupa Ion yang larut dalam air, kecuali C,H dan O yang diserap berupa molekul.
- c. Serapan hara sangat tergantung pada tersedianya hara dalam media tambah, karena jenis dan jumlah hara yang belum tentu sesuai dengan kebutuhan tumbuhan.
- d. Kekurangan hara pada tumbuhan disebut Kahat, kekahatan atau *deficiency*, gejalanya atau symptom berlainan untuk tiap jenis hara pada tiap jenis tumbuhan.

2. Fungsi Unsur Hara

- a. Sebagai penyusun tubuh tanaman.
- b. Sebagai Katalisator.
- c. Sebagai sumber energi.

3. Unsur Hara Essensial

Adalah unsur hara yang selalu dibutuhkan tanaman, kekurangan salah satu unsur ini tanaman akan terganggu pertumbuhannya. Unsur hara essensial sebagian besar tumbuhan berjumlah 16 macam, untuk beberapa jenis tumbuhan perlu 20 macam. C, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl (Co, Na, V, Si).

a. Unsur hara disebut essensial untuk pertumbuhan apabila:

- 1) Kekurangan unsur ini tumbuhan tidak dapat melaksanakan daur hidupnya secara lengkap.
- 2) Gejala kekurangannya adalah khas setiap jenis hara.
- 3) Peranan dari tiap hara atau gabungannya adalah beda-beda.
- 4) Peranan dari tiap hara ini, tidak dapat diganti oleh unsur lain.
- 5) Terlibat langsung dalam nutrisi tumbuhan antara lain dalam kegiatan atau proses metabolik dan proses enzimatik.

b. Unsur Hara tumbuhan essensial dapat dibagi menjadi 4 macam

- 1) Hara khusus C,H,O → cara serapannya berbeda dengan hara lain.
- 2) Hara makro primer atau hara primer, meliputi hara N,P,K,S.
- 3) Hara makrosekunder atau hara sekunder, meliputi hara Ca dan Mg.
- 4) Hara mikro, yaitu Fe, Zn,Cu, Mn,Mo,B dan Cl (Ca, Na, U,Si).

4. Hara Khusus

- a. Unsur C,H dan O diambil oleh tumbuhan dalam bentuk molekul.
- b. CO₂ dari udara.
- c. H₂O dari dalam tanah dan media tumbuh.
- d. Hara N,P,K, dan S dinamakan makro primer, dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah paling banyak.
- e. Hara S dulu makro sekunder, sekarang makro primer.
- f. Hara Ca dan Mg dinamakan makro sekunder, dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah sedang.
- g. Hara Fe, Zn, Mn, Cu, mo, B, Ci, (Co,Na, V,S) hara mikro, dibutuhkan dalam jumlah sedikit, tetapi harus ada, apabila kebanyakan dapat bersifat racun.
- h. Hara Co,Na, V dan Si tidak dibutuhkan oleh semua jenis tumbuhan, hanya tertentu dan dapat bersifat essensial.

Menurut (Davideseu dan Davideseu, 1988)

- a. Batas perbedaan unsur hara makro dan mikro 0,02%.
- b. Kadar unsur hara makro lebih dari 0,02 %, bila kurang disebut unsur hara mikro.
- c. Dalam praktik di lapangan, tumbuhan tertentu dan hidup pada jenis tanah tertentu, angka di atas tidak tepat.
- d. Contoh tanaman jagung hidup ditanah latosal kadar Fe lebih dari 0,025.

Kandungan hara dalam tumbuhan berbeda-beda, tergantung pada jenis hara, tanaman, kesuburan tanah, jenis tanah dan pengelolaan tanaman.

Peranan fungsi atau manfaat tiap hara dan gabungannya dalam tumbuhan cukup banyak dan belainan, tetapi pada garis besarnya ada 2 macam, yaitu:

- a. Peranan struktural, yaitu penyusunan bagian atau organ dari tumbuhan.
- b. Peranan fungsional, yaitu untuk kegiatan yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan (faal tumbuhan).

5. Sumber Penyerapan Unsur Hara

a. Dari Udara

Unsur C berasal dari CO₂.

Unsur O berasal dari O₂.

Unsur S berasal dari SO₂.

CO₂ diasimilasi dengan proses karboksilat terbentuk kar-boksilat bersama penyerapan O₂ dan H₂O.

Unsur H diserap dalam bentuk H₂O direduksi menjadi H⁺ kemudian ditransfer ke dalam senyawa nikoti-namide adenosine dinukleotida (NADP⁺) menjadi NADPH, menjadi senyawa penting bagi tanaman sebagai koenzym dasar dalam proses oksidasi reduksi.

Unsur N dari udara dan dari tanah diasimilasi dalam proses reduksi dan aminasi. (N) udara diserap dari N₂ bebas lewat bakteri bintil akar dan NH₃ diserap lewat stomata tanaman.

Penyerapan S dari udara (SO₂) dan dari tanah berupa ion SO₄⁼ digabung dengan senyawa organik lain yang ada menjadi senyawa organik yang mengandung S seperti protein.

b. Dari Tanah

- 1) Dilakukan oleh akar dan diambil dari kompleks jerapan tanah atau dari larutan tanah berupa kation atau anion.
- 2) Diserap dalam bentuk khelat (*chelation*), yaitu ikatan kation logam dengan senyawa organik.

- 3) Kebanyakan unsur hara mikro diberikan lewat daun (pupuk daun).

6. Harkat Hara dalam Tanah dan Tanaman

- a. Untuk mengetahui hara tanaman di dalam tanah perlu dilakukan analisis tanah dan tanaman.
- b. Dapat berupa uji cepat (*quick test*) dan analisis laboratorium.

Quick Test

Merupakan analisis untuk mengetahui ada tidaknya hara tanaman dan harkatnya.

Analisis laboratorium

Hasilnya secara kuantitatif dinyatakan dalam % (persen), ppm (*part per million*), *miliequivalent* dan sebagainya, secara pasti jumlah hara yang tersedia dalam satu hektar dapat di-hitung.

Hasil dari analisis tanah, keadaan hara dalam tanah dapat diharkatkan sebagai berikut:

- a. Sangat Rendah (SR)
 - 1) Tanaman menderita gejala kekurangan hara
 - 2) Masing-masing menampakkan gejala tertentu.
 - 3) Produksi tanaman sangat rendah, apabila dipupuk tana-man menunjukkan tanggap yang nyata.
 - 4) Produksi meningkat sedangkan gejala menghilang.
- b. Rendah (R)
 - 1) Tanaman tidak menampakkan gejala kekurangan tetapi produksi rendah.
 - 2) Bila dipupuk dengan pupuk yang mengandung hara tersebut, produksi naik cukup memadai atau menunjukkan tanggap terhadap pemupukan.

- c. Cukup, sedang, medium (S)
 - 1) Keadaan hara dalam tanah cukup tersedia.
 - 2) Produksi cukup memadai, bila dipupuk dengan pupuk yang mengandung hara tersebut, sedikit menunjukkan kenaikan produksi atau masih tanggap terhadap pemupukan.
- d. Tinggi (T)
 - 1) Tanaman umumnya menampilkan gejala pertumbuhan normal.
 - 2) Produksi dalam keadaan optimal.
 - 3) Pemupukan tidak nyata menunjukkan kenaikan produksi.
 - 4) Tanaman kurang tanggap terhadap pemupukan.
- e. Sangat Tinggi (ST)
 - 1) Kadarnya melampaui ambang batas toleransi, sebagian tanaman akan menunjukkan gejala penyimpangan pertumbuhan.
 - 2) Penyimpangan pertumbuhan berupa gejala keracunan, gejalanya berbeda antara tanaman satu dengan yang lainnya.
 - 3) Produksi menunjukkan penurunan secara nyata.

Kegunaan Analisis (pada tanah dan tanaman) adalah:

- a. Untuk mengetahui status hara dalam tanah dan tanaman
- b. Untuk kelestarian kesuburan tanah dan produktivitas lahan dengan mengetahui kadar hara dalam tanah dan produksi tanaman, maka kehilangan hara dari dalam tanah karena panen dapat dihitung atau diduga.
- c. Menduga produksi tanaman dan menghitung keuntungan apabila dilakukan pemupukan.

- d. Untuk mengetahui hara yang menjadi faktor pembatas yang harus diperbaiki dan membuat rekomendasi pemupukan.
- e. Untuk menilai lahan secara ekonomis, misalnya harga tanah, pajak dan sebagainya.

Contoh : Untuk mengetahui status hara dalam tanaman dapat dilakukan analisis tanaman, berupa jaringan daun atau tangkai kecukupan hara N pada berbagai tanaman pada tabel.

Tabel 1. Harkat Hara N pada Daun Indikator berbagai Tanaman (%)

Harkat	Jagung	Kedelai	Jeruk	Apel
Sangat tinggi	> 3.75	7.00	> 3.50	> 3.80
Tinggi	3.51 – 3.75	5.51 – 7.00	2.80 – 3.50	3.00 - 3.80
Sedang	2.76 – 3.50	4.51 – 5.50	2.10 – 2.70	2.00 – 3.00
Rendah	2.46 – 2.75	4.00 – 4.50	1.50 – 2.00	1.50 – 2.00
Sangat rendah	< 2.45	< 4.00	< 1.50	< 1.50

Unsur hara

Semua unsur kimia yang dibutuhkan oleh tanaman untuk mendukung proses metabolisme tanaman.

Sach dan Knop

Ada 32 unsur kimia dalam tubuh tanaman.

Fungsi

- 1. Sebagai penyusun tubuh tanaman.
- 2. Sebagai katalisator.
- 3. Sebagai sumber energi.

Unsur Hara esensial

Adalah unsur hara yang selalu dibutuhkan, kekurangan salah satu unsur ini tanaman akan terganggu pertumbuhannya.

→ C, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl, (Na, Si, Co).

Sumber

- a. Udara
- b. Tanah
 - 1) Mineral-mineral tanah
 - 2) Bahan organik
- c. Air
 - 1) Nutrisi
 - 2) Pelarut UH

Klasifikasi

- a. Berdasarkan Jumlah Kebutuhan Tanaman
 - 1) Unsur Hara Makro : C, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg
 - 2) Unsur Hara mikro : Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl
- b. Berdasarkan Fungsi Fisiologisnya

No	Kelompok	Unsur	Bentuk Diserap	Fungsi Fisiologis
1.	Group I	C, H, O, N, S	CO ₂ , HCO ₃ , H ₂ O, NH ₄ , SO ₄ , SO ₂ , N ₂	Pembentuk bahan organik (tubuh tanaman)
2.	Group II	P, B (Si)	H ₂ PO ₄ , HPO ₄ ²⁻ , H ₃ BO ₃ , H ₂ BO ₃ , B(OH) ₄	Transfer energi
3.	Group III	K, Mg, Ca, Mn, Cl, (Na)	K ⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Mn ²⁺ , Cl ⁻	Potensial osmose, penyangga, permeabilitas,

				membran sel, elektro potensial
4.	Group IV	Fe, Cu, Zn, Mn	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Cu ²⁺ , Zn ²⁺ , Mn ²⁺	Transport Elektron

7. Peranan Umum Unsur Hara

- a. Sebagai bagian dari tubuh tanaman: S dalam protein, P dalam nukleon protein & adenosin, Mg dalam khlo-rophil.
- b. Mengatur permeabilitas membran Sitoplasma: Ca atau unsur-unsur bervalensi 2 atau 3 dapat menurunkan permeabilitas.
- c. Sebagai penyangga Reaksi Metabolisme: Kation-kation basa.
- d. Dapat berperan sebagai racun: Al, Mn, Mo, Zn dan lain-lain.
- e. Sebagai ion Antagonis, menetralsir pengaruh unsur hara yang berlebihan: NaCl meningkatkan permeabilitas sel dapat dinetralsir dengan pemberian CaCl₂.
- f. Sebagai Katalisator/Aktivator dalam reaksi-reaksi metabolisme.

8. Nitrogen

Sumber

- a. udara /Atmosfir (78%)
- b. bahan organik (2-4%)

N Atmosfir dan bahan organik menjadi tersedia

a. Fiksasi Biologis → mikro organisme

Non simbiotik:

mati

Jasad renik (Azotobacter) → Dekomposisi →

N terlepas (Azofikasi)

→ 10 - 90 kg N/ha/th.

Simbiotik: Actinomycetes

Rhizobium

} 150kg N/ha/th

b. Fiksasi kimiawi

Alam: $N_2 + H_2O \rightarrow NH_4$

$N_2 + O_2 \rightarrow NO_3$

10 kg N/ha/th.

Laboratorium

$N_2 + H_2 \rightleftharpoons NH_3$

B. FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHI TANAMAN

Lingkungan adalah sistem kompleks yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dan merupakan ruang tiga dimensi, di mana makhluk hidupnya sendiri merupakan salah satu bagiannya. Lingkungan bersifat dinamis berubah setiap saat. Perubahan yang terjadi dari faktor lingkungan akan mempengaruhi makhluk hidup dan respon makhluk hidup terhadap faktor tersebut yang akan berbeda-beda menurut skala ruang dan waktu, serta kondisi makhluk hidup.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dibedakan menjadi dua, yaitu faktor biotik dan abiotik:

1. Faktor Abiotik

Faktor abiotik yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yaitu iklim (unsur-unsur iklim seperti cahaya, angin, kelembaban dan suhu), tanah, air, nutrisi dan ruang.

a. Iklim

Faktor iklim sangat menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman. Apabila tanaman ditanam di luar daerah iklimnya, maka produktivitasnya sering kali tidak sesuai dengan yang diharapkan. Dalam usaha pertanian, umumnya disesuaikan dengan kondisi iklim setempat. Junghuhn mengklasifikasi daerah iklim di Pulau Jawa secara vertikal sesuai dengan kehidupan tumbuh-tumbuhan. Pembagian daerah iklim tersebut adalah:

1) Daerah panas/tropis

Tinggi tempat : 0 – 600 m dari permukaan laut.

Suhu : 26,3° C – 22° C.

Tanaman : padi, jagung, kopi, tembakau, tebu, karet, kelapa, coklat.

2) Daerah sedang

Tinggi tempat : 600 m – 1500 m dari permukaan laut.

Suhu : 22° C – 17,1° C.

Tanaman : padi, tembakau, teh, kopi, coklat, kina, sayur-sayuran.

3) Daerah sejuk

Tinggi tempat : 1500 – 2500 m dari permukaan laut.

Suhu : 17,1 °C – 11,1 °C.

Tanaman : kopi, teh, kina, sayur-sayuran.

4) Daerah dingin

Tinggi tempat : lebih dari 2500 m dari permukaan laut.

Suhu : 11,1 °C – 6,2 °C.

Tanaman : Tidak ada tanaman budidaya.

Unsur-unsur iklim yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yaitu suhu, cahaya, angin, dan kelembaban udara.

1) Cahaya

Cahaya merupakan faktor utama sebagai energi dalam fotosintesis, untuk menghasilkan energi. Kekurangan cahaya akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tumbuhan. Kekurangan cahaya pada saat pertumbuhan berlangsung akan menimbulkan gejala etiolasi, di mana batang kecambah akan tumbuh lebih cepat namun lemah dan daunnya berukuran lebih kecil, tipis, pucat.

Pengaruh cahaya bukan hanya tergantung kepada fotosintesis (kuat penyinaran) saja, namun ada faktor lain yang terdapat pada cahaya, yaitu berkaitan dengan panjang gelombangnya. Penelitian yang dilakukan oleh Hendrick & Berthwick pada tahun 1984, menunjukkan cahaya yang berpengaruh terhadap pertumbuhan adalah pada spektrum merah dengan panjang gelombang 660nm.

Percobaan dengan menggunakan spektrum infra merah dengan panjang gelombang 730nm memberikan pengaruh yang berlawanan. Substansi yang merespon spektrum cahaya adalah fitokrom suatu protein warna pada tumbuhan yang mengandung susunan atom khusus yang mengabsorpsi cahaya.

2) Suhu

Suhu berpengaruh terhadap fisiologi tumbuhan antara lain bukaan stomata, laju transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis, dan respirasi. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghambat proses pertumbuhan. Fotosintesis pada tumbuhan biasanya terjadi di daun, batang, atau bagian lain tanaman. Suhu optimum (15°C hingga 30°C) merupakan suhu yang paling baik untuk pertumbuhan. Suhu minimum ($\pm 10^\circ\text{C}$) merupakan suhu terendah di mana tumbuhan masih dapat tumbuh. Suhu maksimum (30°C hingga 38°C) merupakan suhu tertinggi di mana tumbuhan masih dapat tumbuh. Peningkatan suhu sampai titik optimum akan diikuti oleh peningkatan proses di atas.

Setelah melewati titik optimum, proses tersebut mulai dihambat: baik secara fisik maupun kimia, menurunnya aktifitas enzim (enzim terdegradasi). Peningkatan suhu disekitar iklim mikro tanaman akan menyebabkan cepat hilangnya kandungan lengas tanah. Peranan suhu kaitannya dengan kehilangan lengas tanah melewati mekanisme transpirasi dan evaporasi.

Peningkatan suhu terutama suhu tanah dan iklim mikro di sekitar tajuk tanaman akan mempercepat kehilangan lengas tanah terutama pada musim kemarau. Pada musim kemarau, peningkatan suhu iklim mikro tanaman berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama pada daerah yang lengas tanahnya terbatas.

Meningkatnya konsentrasi CO₂ di atmosfer sebenarnya berdampak positif terhadap proses fisiologis tanaman, tetapi pengaruh positif CO₂ dihilangkan oleh peningkatan suhu atmosfer yang cenderung berdampak negatif terhadap proses fisiologis tersebut.

Pengaruh positif peningkatan CO₂ atmosfer merangsang proses fotosintesis, meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktivitas pertanian tanpa diikuti oleh peningkatan kebutuhan air (transpirasi).

Pengaruh negatif peningkatan CO₂: meningkatnya suhu iklim global, berdampak pada peningkatan respirasi, menurunkan produktivitas tanaman. Peningkatan suhu menghilangkan pengaruh positif dari peningkatan CO₂.

3) Angin

Angin merupakan unsur penting bagi tanaman, karena angin dapat mengatur penguapan atau temperatur, membantu penyerbukan (lebih-lebih penyerbukan silang), membawa uap air sehingga udara panas menjadi sejuk, dan membawa gas-gas yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Hal-hal tersebut ditinjau dari keuntungannya, tetapi dari

segi kerugiannya adalah tanaman bisa terbakar karena angin, penyerbukan karena angin bijinya tidak bisa menjadi murni sehingga tanaman perlu diisolasi, dapat menyebarkan gulma, membawa serangga tertentu kemana mana, dan angin yang kencang dapat merebahkan tanaman. Salah satu jalan untuk mengatasi pengaruh buruk angin, ialah dengan jalan menanam pohon penahan angin yang dapat menjamin perlindungan sejauh 15-20 kali tinggi pohon pelindung. Misalnya tinggi pohon 10 meter, tanaman sejauh 150-200 meter dapat dilindungi sehingga memperlambat kecepatan angin. Angin dengan kecepatan 4-5 sampai 6-7 m/sec sudah tidak mampu untuk merobohkan tanaman. Angin mempengaruhi transpirasi dengan bergeraknya uap air disekitar tanaman, sehingga memberikan kesempatan terjadinya penguapan lebih lanjut. Situasi ini merupakan tekanan yang kuat bagi keseimbangan air, meskipun jumlah air dalam tanah cukup banyak. Pertumbuhan vertikal akan terbatas sesuai dengan kemampuan mengisap dan mentrans-formasikan air ke atas untuk mengimbangi trans-pirasi yang cepat, hasilnya mungkin akan mem-bentuk tanaman yang kerdil.

4) Kelembaban

Kelembapan ada kaitannya dengan laju transpirasi melalui daun karena transpirasi akan terkait dengan laju pengangkutan air dan unsur hara terlarut. Bila kondisi lembap dapat dipertahankan maka banyak air yang diserap tumbuhan dan lebih sedikit yang diuapkan. Kondisi ini mendukung

aktivitas pemanjangan sel sehingga sel-sel lebih cepat mencapai ukuran maksimum dan tumbuh bertambah besar. Pada kondisi ini, faktor kehilangan air sangat kecil karena transpirasi yang kurang. Adapun untuk mengatasi kelebihan air, tumbuhan beradaptasi dengan memiliki permukaan helaian daun yang lebar. Untuk pemecahan senyawa bermolekul besar (saat respirasi) agar menghasilkan energi yang diperlukan pada proses pertumbuhan dan perkembangannya.

b. 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.

Terdapat 3 fungsi tanah yang primer terhadap tanaman, yaitu

- 1) Melayani tanaman sebagai tempat berpegang dan bertumpu untuk tegak.
- 2) Memberikan unsur-unsur mineral, melayaninya baik sebagai medium pertukaran maupun sebagai tempat persediaan.
- 3) Memberikan air dan melayaninya sebagai reservoir.

Pembentukan tanah merupakan proses yang terus-menerus. Ini dapat dilihat dari potongan vertical melalui tanah yang dangkal, di mana 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-horizon 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 di bawahnya, biasanya dari batuan induk.

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 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 merupakan sumber utama zat hara untuk tanaman dan tempat sejumlah perubahan penting dalam siklus pangan. Susunan anorganik dalam tanah yang dibentuk dari pelapukan padas dan pengkristalan mineral-mineral. Dapat digolongkan pada liat, debu,

pasir dan kerikil. Komponen tambahan yang sangat penting adalah bahan organik yang disebut humus. Kaitan hubungan tekstur dan struktur tanah terhadap pertumbuhan tanaman sangat erat. Ada hubungan timbal balik antara komponen satu dengan komponen yang lainnya.

Pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah. Dalam keadaan tanah yang memiliki tekstur yang dominan pasir, maka daya ikat tanah terhadap air serta bahan organik lainnya kecil. Tanah dengan tekstur dominan pasir ini cenderung mudah melepas unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Dalam keadaan tanah seperti ini, pertumbuhan akar tanaman akan berkembang dengan baik. Akar mudah untuk melakukan penetrasi ke dalam tanah. Drainase dan aerasi pada tekstur tanah dominan berpasir ini cukup baik, namun tekstur tanah ini cenderung mudah melepas unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Tanaman akan sulit mendapatkan unsur hara, dan pertumbuhan tanaman akan terganggu. Dalam keadaan tanah yang dominan liat, akar pada tanaman akan sulit untuk melakukan penetrasi karena keadaan lingkungan tanah yang lengket pada saat basah dan mengeras pada saat kering. Air pada tanah dominan liat ini tidak mudah hilang. Tanaman dapat mengalami kematian, karena kurangnya unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman untuk melakukan proses-proses fisiologis yang semestinya. Untuk pertumbuhan tanaman yang baik, tanah dengan aerasi, drainase, serta kemampuan menyimpan air maupun unsur hara yang baik harus memiliki komponen pasir, debu, dan

liat yang seimbang. Sehingga tanaman mampu tumbuh dalam keadaan yang optimal.

c. Air

Air sangat penting bagi tanaman karena berfungsi sebagai:

- 1) Bahan baku (sumber hydrogen) dalam proses fotosintesis.
- 2) Penyusun protoplasma.
- 3) Memelihara tekanan turgor.
- 4) Bahan atau media dalam proses transpirasi, dan
- 5) Pelarut unsure hara dalam tanah dan tubuh tanaman.
- 6) Sebagai media translokasi unsur 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 permanen 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.

Pemanfaatan air dari udara oleh tanaman bisa terjadi pada daerah kering, di mana air dalam tanah tidak pernah tersedia bagi tanaman. Bentuk air yang

dapat dimanfaatkan adalah embun dan kabut yang diserap tanaman melalui proses transpirasi negatif.

Dalam Buckman and Brady (1982) disebutkan bahwa keberadaan air berdasarkan klasifikasi biologi air di dalam tanah ada tiga bentuk yaitu air kelebihan, air tersedia dan air tidak tersedia. Pada umumnya kelebihan air yang terikat pada kapasitas lapangan tidak menguntungkan tanaman tingkat tinggi. Bila terlalu banyak air, keadaannya merugikan pertumbuhan dan menjadi lebih buruk ketika mencapai titik jenuh. Pengaruh buruk yang lain dari kelebihan air adalah terlindinya unsur hara bersama gerakan air tersebut ke bawah. Pada tanah yang bertekstur halus, hal ini mungkin hanya perpindahan unsur hara ke lapisan yang lebih bawah dan tidak terlalu dalam sehingga masih dapat diserap oleh akar tanaman.

Air merupakan pembatas pertumbuhan tanaman karena jika jumlahnya terlalu banyak menimbulkan genangan dan menyebabkan cekaman aerasi sedangkan jika jumlahnya sedikit sering menimbulkan cekaman kekeringan.

d. Ruang

Hasil analisis statistika pengujian pengaturan jarak tanam, populasi dan pengolahan tanah memperlihatkan bahwa perlakuan pengolahan tanah berpengaruh sangat nyata terhadap parameter pertumbuhan dan produksi tanaman. Salah satu bentuk interaksi antara satu populasi dengan populasi lain atau antara satu individu dengan individu lain adalah bersifat persaingan (kompetisi). Persaingan terjadi bila kedua individu mempunyai kebutuhan sarana pertumbuhan yang

sama sedangkan lingkungan tidak menyediakan kebutuhan tersebut dalam jumlah yang cukup. Persaingan ini akan berakibat negatif atau menghambat pertumbuhan individu-individu yang terlibat.

Persaingan dapat terjadi di antara sesama jenis atau antar spesies yang sama (*intraspecific competition*), dan dapat pula terjadi di antara jenis-jenis yang berbeda (*interspecific competition*). Persaingan sesama jenis pada umumnya terjadi lebih awal dan menimbulkan pengaruh yang lebih buruk dibandingkan persaingan yang terjadi antar jenis yang berbeda. Sarana pertumbuhan yang sering menjadi pembatas dan menyebabkan terjadinya persaingan di antaranya air, cahaya, nutrisi dan ruang.

Ruang merupakan faktor yang penting dalam persaingan antar spesies karena ruang sebagai tempat hidup dan sumber nutrisi bagi tumbuhan. Ruang yang besar dapat menyebabkan tingginya tingkat persaingan. Faktor utama yang memengaruhi persaingan antar jenis tanaman yang sama di antaranya adalah kerapatan.

Pengaruh kerapatan tanaman terhadap diameter dan tinggi tanaman yaitu semakin besar kerapatan tanaman maka semakin kecil diameter dan tinggi tanaman dan semakin kecil kerapatan tanaman maka semakin besar diameter dan tinggi tanaman yang ada. Hal ini disebabkan karena kerapatan yang besar berarti jumlah tanaman sejenis banyak tumbuh di ruang sempit, saling berkompetisi untuk mendapatkan air, dan nutrisi yang jumlahnya terbatas.

e. Nutrisi

Nutrisi terdiri atas unsur-unsur atau senyawa-senyawa kimia sebagai sumber energi dan sumber materi untuk sintesis berbagai komponen sel yang diperlukan selama pertumbuhan. Nutrisi umumnya diambil dari dalam tanah dalam bentuk ion dan kation, sebagian lagi diambil dari udara. Unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak disebut unsur makro (C, H, O, N, P, K, S, Ca, Fe, Mg). Adapun unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit disebut unsur mikro (B, Mn, Mo, Zn, Cu, Cl). Jika salah satu kebutuhan unsur-unsur tersebut tidak terpenuhi, akan mengakibatkan kekurangan unsur yang disebut defisiensi. Defisiensi mengakibatkan pertumbuhan menjadi terhambat.

2. Faktor Biotik

Faktor biotik adalah faktor yang berpengaruh menguntungkan atau merugikan yang disebabkan oleh tanaman lain dan hewan pada tanaman pertanian seperti 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. Di daerah 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.

a. Hama

Hama tanaman dapat didefinisikan sebagai binatang yang memakan tanaman dan secara ekonomis merugikan. Dari keseluruhan hama tanaman, kelas 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.

b. Penyakit Tanaman

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 di antara 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 vektor serta resistensi genetik 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.
- 3) Propilaktik dengan cara pencegahan (proteksi), legislasi dan eradikasi.

c. Gulma

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 penya-

kit. Di lain pihak, gulma dapat saja mengun-tungkan karena dapat sebagai penahan erosi pada tanah miring dan bergelombang serta sebagai penyum-bang 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, efisi-ensi serta aman bagi manusia, hewan dan lingku-ngan. Cara pengendalian gulma tersebut adalah dengan pencabutan, rotasi tanaman, pengolahan tanah dan secara kimiawi.

C. PENGERTIAN PERTUMBUHAN TANAMAN

Pertumbuhan adalah proses penambahan volume dan jumlah sel yang menyebabkan bertambah besarnya ukuran organisme dan bersifat irreversibel. (tidak akan kembali keukuran semula) karena adanya pembelahan mitosis atau pembesaran sel ,dapat pula disebabkan oleh keduanya.

Pertumbuhan dapat diukur dan dinyatakan secara kuantitatif, misalnya pengukuran penambahan panjang, lebar atau luas dan dapat pula diukur penambahan volume, masa, berat. Setiap parameter ini menggambarkan sesuatu yang berbeda dan jarang adanya hubungan sederhana antara mereka dalam organisme yang sedang tumbuh. Hal ini di sebabkan pertumbuhan seering terjadi dalam arah dan kadar cepat yang berbeda yakni satu sama lain tidak ada keter-kaitan, sehingga perbandingan linier antara luas dan volume tidak terjadi pada waktu yang bersamaan.

Pada perkecambahan biji terdapat pertumbuhan yang signifikan, pada awalnya terjadi penyerapan air yang dapat di

ikuti oleh pertumbuhan yang nyata, selanjutnya terjadi penambahan volume dan berat basah, tetapi tidak demikian dengan berat keringnya. Bersamaan dengan itu kecambah bertambah mencolok dalam panjang (tumbuh), tetapi terjadi pengurangan dalam berat keringnya. Pertambahan ukuran dapat terjadi karena adanya penyerapan air yang bersifat permanen atau sementara.

Produksi suatu tanaman ditentukan oleh kegiatan yang berlangsung dalam sel dan jaringan tanaman. Bahan kering adalah penumpukan fotosintat pada sel dan jaringan. Fotosintat atau hasil bersih fotosintesis adalah hasil dari produksi energi dengan penurunan energi akibat pemanasan. Penumpukan fotosintat dapat berupa buah, biji, daun dan batang.

1. Proses Fotosintesis

Fotosintesis merupakan suatu proses biokimia pembentukan zat makanan seperti karbohidrat yang dilakukan oleh tanaman, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau daun atau klorofil. Selain tumbuhan berkalori tinggi, makhluk hidup non-klorofil lain yang berfotosintesis adalah alga dan beberapa jenis bakteri. Organisme ini berfotosintesis dengan menggunakan zat hara, karbon dioksida, dan air serta bantuan energi cahaya matahari

Organisme fotosintesis disebut *fotoautotrof* karena mereka dapat membuat makanannya sendiri. Pada tanaman, alga, dan cyanobacteria, fotosintesis dilakukan dengan memanfaatkan karbondioksida dan air serta menghasilkan produk buangan oksigen. Fotosintesis sangat penting bagi semua kehidupan aerobik di bumi karena selain untuk menjaga tingkat normal oksigen di atmosfer, fotosintesis juga merupakan sumber energi bagi hampir semua kehidupan di bumi baik secara langsung (melalui

produksi primer) maupun tidak langsung (sebagai sumber utama energi dalam makanan mereka), kecuali pada organisme kemoautotrof yang hidup di bebatuan atau di lubang angin hidrotermal di laut yang dalam. Tingkat penyerapan energi oleh fotosintesis sangat tinggi, yaitu sekitar 100 terawatt, atau kira-kira enam kali lebih besar daripada konsumsi energi peradaban manusia. Selain energi, fotosintesis juga menjadi sumber karbon bagi semua senyawa organik dalam tubuh organisme. Fotosintesis mengubah sekitar 100–115 petagram karbon menjadi bio-massa setiap tahunnya.

Meskipun fotosintesis dapat berlangsung dalam berbagai cara pada berbagai spesies, beberapa cirinya selalu sama. Misalnya, prosesnya selalu dimulai dengan energi cahaya diserap oleh protein berklorofil yang disebut pusat reaksi fotosintesis. Pada tumbuhan, protein ini tersimpan di dalam organel yang disebut kloroplas, sedangkan pada bak-teri, protein ini tersimpan pada membran plasma. Sebagian dari energi cahaya yang dikumpulkan oleh klorofil disimpan dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP). Sisa energinya digunakan untuk memisahkan elektron dari zat seperti air. Elektron ini digunakan dalam reaksi yang mengubah karbon-dioksia menjadi senyawa organik.

Pada tumbuhan, alga, dan cyanobacteria, dilakukan dalam suatu rangkaian reaksi yang disebut siklus Calvin, namun rangkaian reaksi yang berbeda ditemukan pada beberapa bakteri, misalnya siklus Krebs terbalik pada *Chlorobium*. Banyak organisme fotosintesis memiliki adaptasi yang mengonsentrasikan atau menyimpan karbondioksida. Ini membantu mengurangi proses boros yang disebut fotorespirasi yang dapat menghabiskan sebagian dari gula yang dihasilkan selama fotosintesis.

Organisme fotosintesis pertama kemungkinan berevolusi sekitar 3.500 juta tahun silam, pada masa awal sejarah evolusi kehidupan ketika semua bentuk kehidupan di bumi merupakan mikroorganisme dan atmosfer memiliki sejumlah besar karbondioksida. Makhluk hidup ketika itu sangat mungkin memanfaatkan hidrogen atau hidrogen sulfida bukan air sebagai sumber elektron. *Cyanobacteria* muncul kemudian, sekitar 3.000 juta tahun silam, dan secara drastis mengubah Bumi ketika mereka mulai mengoksigenkan atmosfer pada sekitar 2.400 juta tahun silam. Atmosfer baru ini memungkinkan evolusi kehidupan kompleks seperti protista. Pada akhirnya, tidak kurang dari satu miliar tahun silam, salah satu protista membentuk hubungan simbiosis dengan satu *cyanobacteria* dan menghasilkan nenek moyang dari seluruh tumbuhan dan alga. Kloroplas pada tumbuhan modern merupakan keturunan dari *cyanobacteria* yang bersimbiosis ini.

a. Reaksi tergantung cahaya (terang)

Tahap pertama fotosintesis adalah reaksi tergantung cahaya. Reaksi ini berlangsung pada membran tilakoid di dalam kloroplas. Selama ini energi cahaya pangsung diubah menjadi ATP (energi kimia) dan NADPH (mengu-rangi daya).

Cahaya diserap oleh dua fotosistem yang disebut fotosistem I dan fotosistem II. Protein kompleks ini mengandung molekul cahaya klorofil dan pigmen aksesori yang disebut antena kompleks. Fotosistem juga dilengkapi dengan reaksi pusat. Ini adalah protein kompleks dan pigmen yang bertanggung jawab dalam konversi energi. Klorofil a pada molekul fotosistem I menyerap cahaya dengan panjang gelombang puncak 700 nm dan

disebut molekul P700. Klorofil a molekul fotosistem II menyerap cahaya dengan panjang gelombang puncak 680 nm dan disebut molekul P680.

Reaksi tergantung cahaya dimulai pada fotosistem II. Ketika sebuah foton cahaya yang diserap oleh molekul klorofil a (P680) di pusat reaksi fotosistem II, sebuah elektron dalam molekul P680 menjadi lebih tinggi dari energi. Elektron menjadi tidak stabil dan dilepaskan lalu ditransfer dari satu molekul P680 ke yang lain dalam rantai pembawa elektron disebut rantai transpor elektron (ETC). Molekul P680 menjadi bermuatan positif pada kehilangan elektron.

Elektron yang hilang diganti dengan cara pemisahan air dengan cahaya dalam proses tersebut yang disebut fotolisis. Air digunakan sebagai donor elektron dalam fotosintesis oksigenik dan dibagi menjadi elektron (e^-), ion hidrogen (H^+ , proton) dan oksigen (O_2). Ion hidrogen dibawa ke ATP dan digunakan untuk menyediakan energi yang dibutuhkan untuk menggabungkan ADP untuk menghasilkan ATP. Oksigen dilepaskan ke udara sebagai produk sampingan dari fotosintesis.

Proses di mana ATP dibuat menggunakan energi matahari disebut Fotofosforilasi. Jenis fotofosforilasi digunakan oleh tanaman dan *Cyanobacteria* disebut fotofosforilasi nonsiklik. Ini tidak hanya fotosistem II, tetapi juga fotosistem I.

Elektron dari fotosistem II diteruskan ke sitokrom b6-f kompleks dan untuk fotosistem I. Lagi, menerima energi dari foton cahaya yang diserap oleh klorofil molekul (P700). Elektron dibawa oleh rantai transpor elektron (ETC) ke NADP reduktase, yang

merupakan akseptor elek-tron terakhir. Pada titik ini energi yang digunakan untuk menghasilkan NADPH.

b. Reaksi tidak tergantung cahaya (gelap)

Tahap kedua dari fotosintesis adalah reaksi tidak tergantung cahaya. Nama lain yang sering diberikan untuk reaksi ini adalah siklus Calvin-Benson. Hal ini terjadi di stroma dari kloroplas. Selama ini energi reaksi dari ATP dan NADPH digunakan untuk mengubah karbondioksida menjadi karbohidrat seperti glukosa.

Satu molekul karbon dioksida bereaksi dengan gula 5-karbon yang disebut ribulosa bifosfat (RuBP). Reaksi ini menghasilkan gula 6 karbon stabil yang segera dipecah untuk membentuk dua gula 3-karbon yang dikenal sebagai 3 phosphoglycerate (3PGA).

Tiga gula phosphoglycerate diubah menjadi gliserol-dehida 3 fosfat (G3P) menggunakan energi dari ATP dan kekuatan mengurangi dari NADPH. Sebagian besar G3P yang dihasilkan digunakan untuk membuat RuBP yang kemudian digunakan untuk memulai siklus Calvin-Benson lagi. Beberapa G3P, bagaimanapun, digunakan untuk membuat glukosa pada tanaman yang digunakan sebagai sumber energi.

2. Respirasi

Respirasi dalam biologi adalah proses mobilisasi energi yang dilakukan jasad hidup melalui pemecahan senyawa berenergi tinggi (SET) untuk digunakan dalam menjalankan fungsi hidup. Dalam pengertian kegiatan kehidupan sehari-hari, respirasi dapat disamakan dengan pernapasan. Namun, istilah respirasi mencakup proses-proses yang juga tidak tercakup pada istilah pernapasan. Respi-

rasi terjadi pada semua tingkatan organisme hidup, mulai dari individu hingga satuan terkecil, sel. Apabila pernapasan biasanya diasosiasikan dengan penggunaan oksigen sebagai senyawa pemecah, respirasi tidak selalu melibatkan oksigen.

Pada dasarnya, respirasi adalah proses oksidasi yang dialami SET sebagai unit penyimpan energi kimia pada organisme hidup. SET, seperti molekul gula atau asam lemak, dapat dipecah dengan bantuan enzim dan beberapa molekul sederhana. Karena proses ini adalah reaksi eksoterm (melepaskan energi), energi yang dilepaskan ditangkap oleh ADP atau NADP membentuk ATP atau NADPH. Pada gilirannya, berbagai reaksi biokimia endotermik (memerlukan energi) dipasok kebutuhannya dari kedua kelompok senyawa terakhir ini.

Kebanyakan respirasi yang dapat disaksikan manusia memerlukan oksigen sebagai oksidatornya. Reaksi yang demikian ini disebut sebagai respirasi aerob. Namun, banyak proses respirasi yang tidak melibatkan oksigen, yang disebut respirasi anaerob. Yang paling biasa dikenal orang adalah dalam proses pembuatan alkohol oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Berbagai bakteri anaerob menggunakan belerang (atau senyawanya) atau beberapa logam sebagai oksidator. Respirasi dilakukan pada satuan sel. Proses respirasi pada organisme eukariotik terjadi di dalam mitokondria.

3. Metabolisme

Metabolisme adalah semua reaksi kimia yang terjadi di dalam organisme, termasuk yang terjadi di tingkat seluler. Secara umum, metabolisme memiliki dua arah lintasan reaksi kimia organik,

- a. katabolisme, yaitu reaksi yang mengurai molekul senyawa organik untuk mendapatkan energi.
- b. anabolisme, yaitu reaksi yang merangkai senyawa organik dari molekul-molekul tertentu, untuk diserap oleh sel tubuh.

Kedua arah lintasan metabolisme diperlukan setiap organisme untuk dapat bertahan hidup. Arah lintasan metabolisme ditentukan oleh suatu senyawa yang disebut sebagai hormon, dan dipercepat (dikatalisis) oleh enzim. Pada senyawa organik, penentu arah reaksi kimia disebut pro-moter dan penentu percepatan reaksi kimia disebut katalis.

Pada setiap arah metabolisme, reaksi kimiawi melibatkan sejumlah substrat yang bereaksi dengan dikatalisis enzim pada jenjang-jenjang reaksi guna menghasilkan senyawa intermediat, yang merupakan substrat pada jenjang reaksi berikutnya. Keseluruhan pereaksi kimia yang terlibat pada suatu jenjang reaksi disebut metabolisme. Semua ini dipelajari pada suatu cabang ilmu biologi yang disebut metabolomika.

Peristiwa fotosintesis dan respirasi dalam jaringan tanaman dapat dipandang sebagai bagian dari metabolisme tanaman hijau. Sintesa bahan organik pada fotosintesis yang melibatkan air, hara dan energi cahaya matahari disebut dengan anabolisme. Sedangkan perombakan bahan organik yang terbentuk pada proses fotosintesis disebut katabolisme. Katabolisme berlangsung pada proses respirasi untuk memperoleh energi. Anabolisme dan katabolisme kedua-duanya disebut dengan metabolisme.

Ada dua metabolisme yang harus dibedakan, yaitu metabolisme nitrogen dan metabolisme karbohidrat tana-

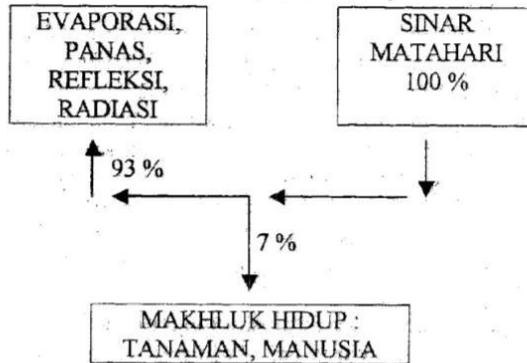
man hijau yaitu autotrop. Metabolisme nitrogen sangat dipengaruhi oleh lingkungan tanaman, seperti kesuburan tanah dan pemupukan. Metabolisme karbohidrat terbatas pada proses pembentukan karbohidrat dan perombakannya. Metabolisme nitrogen, selain dipengaruhi oleh proses di atas juga disertai oleh pengikatan nitrogen dan simbiosenya pada tanaman kacang-kacangan.

Metabolisme karbohidrat dan metabolisme nitrogen berhubungan erat, kedua proses tersebut sangat dipengaruhi oleh perubahan besar pada lingkungan tanaman, seperti pemupukan berat, berkurangnya intensitas cahaya atau kekeringan. Pengaruhnya pada kedua proses itu tercermin pada perubahan pola pertumbuhan dan produksi tanaman.

D. ENERGI DAN PRODUKSI PERTANIAN

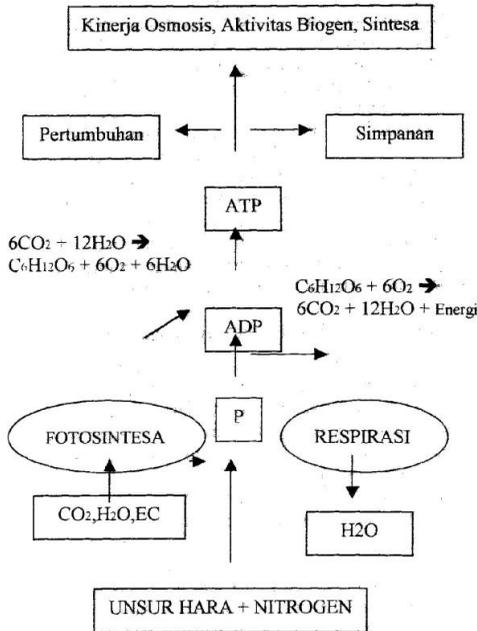
Produksi tanaman pangan: untuk dapat memproduksi tanaman mengadakan fotosintesis dan respirasi dengan kegiatan ini didapatkan pertumbuhan dan perkembangan bagi tanaman. Dalam melaksanakan kegiatannya tanaman mendapat energi dari sinar matahari (1×10^{21}) kal/h.

Di mana tanaman mempunyai kemampuan dan berfungsi untuk: menangkap, mengubah dan menyimpan sinar matahari, walau prosentase penggunaan sinar matahari oleh tanaman hanya 7% (total sistem respirasi) dan yang 5% sebagai bahan kering tanaman sedang yang 93% kembali ke udara dengan menggunakan proses evaporasi.



Proses ini dapat berlangsung dengan pengaturan (CO₂ dan H₂O dengan bantuan klorofil yaitu proses fotosintesa (6CO₂ + 12H₂O → C₆H₁₂O₆ + 6O₂ + 6H₂O) 6 mol karbohidrat ditambah 12 mol air dengan sinergis klorofil dan sinar matahari menjadi satu mol glukosa, 6 mol oksigen, 6 mol air. Dari uraian di atas hal penting yang masih sangat perlu mendapat perhatian para ahli budidaya pertanian adalah masih kecilnya kemampuan tanaman dalam hal penangkapan energi sinar matahari yaitu 7%.

Inti dari pengertian pertumbuhan-pertumbuhan tanaman adalah tanaman bertambah ukuran (panjang, tinggi, lebar, berat) pertumbuhan dari pembelahan sel yang diatur secara biokimia melalui suatu rentetan absorpsi unsur hara penyerapan air dan bergabungnya CO₂ melalui proses fotosintesa dan respirasi atau metabolisme tanaman dan juga translokasi unsur hara atau juga karbohidrat.



Gambar 1.2. Cyclus Energi pada tanaman hijau

1. Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan itu diwujudkan dalam bentuk pertambahan ukuran sedangkan perkembangan fenomenanya ditandai dengan adanya diferensi yang dimulai dari biji, perkecambahan, tumbuh remaja, dewasa, bunga, buah, penuaan, kematian. Dalam organisme bersel banyak sel tertentu memegang peran dalam mengatur pertumbuhan dan diferensiasi pengaturan ini ditunjukkan dengan adanya pengatur pertumbuhan seperti, 1) Hormon Auxin merupakan perangsang pertumbuhan khususnya pada pucuk tanaman dominasi dari hormon ini menimbulkan dominasi pucuk (apical dominan), pada budidaya perlu dikendalikan dengan pemangkasan. 2) Giberelin merupakan hormon tumbuhan yang merangsang pertumbuhan

berbagai tanaman (tanaman kerdil bisa tumbuh biasa, dan juga bisa mengendalikan dormance pada tanaman biji). 3) Kinin kerja, kinin terdapat hubungan dengan auxin di mana bila auxin tinggi kinin rendah dan apabila sama tidak terjadi diferensi.

2. Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan dan perkembangan terdapat fase-fase yaitu, 1) Fase vegetatif diaman pada fase ini terdapat pembelahan sel untuk pertumbuhan (perpanjangan, berat, dan sebagainya), deverensiasi sel sehingga diperlukan karbohidrat yang cukup pada tanaman padi terdapat dua fase vegetatif yaitu vegetatif cepat (mulai dari pertumbuhan bibit sampai jumlah anakan maksimal dan vegetatif lambat mulai dari jumlah anakan maksimal sampai dengan keluar primodia). 2) Fase reproduksi pada fase ini relatif berkurang sehingga penggunaan karbohidrat juga sangat berkurang dan pada fase ini mulai terjadi pembentukan kuncup bunga, biji, buah atau terbentuknya struktur penyimpanan karbohidrat yang sudah mulai berkurangnya penggunaannya. Pada tanaman padi fase ini dimulai dengan keluarnya primodia sampai mulai berbunga dan kemudian lanjut sampai fase pemasakan. Berdasar dari dua fase tersebut tanaman dibedakan menjadi 1) Tanaman vegetatif dominan. 2) Reproduksi dominan. 3) Vegetatif dan reproduktif seimbang dari tiga tipe tanaman ini untuk kepentingan budidaya disesuaikan dengan keperluannya.

3. Pertumbuhan, Perkembangan Tanaman dan Faktor Lingkungan

a. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan menunjukkan pertambahan ukuran dan berat kering yang tidak dapat balik yang mencerminkan pertambahan protoplasma mungkin karena ukuran dan jumlahnya bertambah.

Pertambahan protoplasma melalui reaksi di mana air, CO₂, dan garam-garaman organik dirubah menjadi bahan hidup yang mencakup; pembentukan karbohidrat (proses fotosintesis), pengisapan dan gerakan air dan hara (proses absorpsi dan translokasi), penyusunan perombakan protein dan lemak dari elemen C dari persenyawaan organik (proses metabolisme) dan tenaga kimia yang dibutuhkan didapat dari respirasi.

b. Perkembangan Tanaman

Perkembangan mencakup diferensiasi sel dan ditunjukkan oleh perubahan yang lebih tinggi menyangkut spesialisasi anatomi dan fisiologi. Perkembangan dari tanaman bersel banyak, terlaksana dengan proses mitosis, sel-sel tertentu berperan dalam mengatur diferensiasi, pengaturan ini berlangsung dengan media "utusan kimia" yang ditunjukkan oleh pengatur pertumbuhan.

Pengatur pertumbuhan adalah zat organik yang keaktifannya jauh berlipat seperti hormon yang dikenal adalah auksin, giberelin, dan sitokinin. Perpanjangan sel, contoh dari diferensiasi anatomi yang secara langsung dipengaruhi oleh konsentrasi auksin, fototropisme, pembengkokan ke arah cahaya dari kecambah.

bah akibat penyebaran auxin yang tidak merata dan penghambatan sintesa auxin pada titik tumbuh oleh cahaya. Dominasi pucuk yaitu penghambatan pada pertumbuhan tunas di bawahnya, nampaknya merupakan fungsi dari distribusi auxin.

Giberelin ditemukan dari studi mengenai pertumbuhan yang berlebihan dari padi yang diserang suatu jenis cendawan. Pengaruh pertumbuhan pada banyak tipe tanaman roset. Pemberian sedikit saja mengubah tipe semak ke tipe menjalar, pengaruh proses perkembangan terutama yang dikendalikan oleh suhu dan cahaya termasuk dormansi biji. Sitokinin kelompok zat kimia yang mempengaruhi pembelahan sel. Kebanyakan sitokinin adalah purin. Banyak kinin ditemukan dalam penelitian menyangkut kultur jaringan. Sel-sel yang sudah tidak membelah, bila diberi kinetin dapat membelah lagi. Kinin dan auksin berinteraksi dalam mempengaruhi diferensiasi. Konsentrasi auksin tinggi dan kinin rendah menimbulkan perkembangan tunas. Sitokinin terdapat dalam buah dan biji (misalnya endosperm jagung dan air kelapa).

c. Fase-fase Pertumbuhan dan Karbohidrat

Fase vegetatif, terutama perkembangan akar, batang dan daun. Fase ini berhubungan dengan 3 proses: pembelahan sel, perpanjangan sel dan tahap pertama diferensiasi. Pembelahan sel, memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar, karena dinding sel terbentuk dari selulosa dan protoplasmanya dari gula. Pembelahan sel terjadi dalam jaringan meristematik pada titik tumbuh batang daun ujung akar dan kambium.

Perpanjangan sel terjadi pada pembesaran sel, proses ini membutuhkan: (1) pemberian air; (2) hormon untuk merentangkan dinding sel; (3) tersedianya gula. Fase reproduktif: terjadi pada pembentukan dan perkembangan kuncup bunga, buah dan biji atau pada pembesaran dan pendewasaan struktur penyimpan makanan. Fase ini berhubungan dengan proses: (1) pembelahan sel relatif sedikit; (2) pendewasaan jaringan; (3) penebalan serabut; (4) pembentukan hormon untuk perkembangan kuncup bunga; (5) perkembangan kuncup bunga, buah dan biji serta alat penyimpan; (6) pembentukan koloid hidrofilik. Fase reproduktif ini memerlukan suplai karbohidrat, sehingga karbohidrat yang digunakan untuk perkembangan akar, batang, dan daun sebagian disisakan untuk perkembangan bunga, buah dan biji serta alat penyimpan. Perimbangan rase vegetatif, reproduktif dan tipe pertumbuhan.

Umumnya semua tanaman memerlukan dominansi dari fase vegetatif selama tahap semai. Setelah tahap ini, dapat dibedakan ke dalam 3 kelompok:

- 1) Tanaman berbatang basah yang memerlukan dominansi fase vegetatif selama tahap pertama hidupnya dan dominansi fase reproduktif selama masa akhir hidupnya.
- 2) Tanaman berbatang basah yang tidak memerlukan dominansi dari kedua kedua fase vegetatif maupun reproduktif.
- 3) Tanaman berkayu yang memerlukan dominansi fase vegetatif selama tahap pertama tiap musim dan dominansi fase reproduktif selama bagian akhir musim.

d. Faktor Lingkungan dalam Kehidupan Tanaman

Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman ialah faktor tanah, suhu, dan cahaya. Peranan tanah tergantung pada kondisi mineral organik, bahan organik tanah, organisme tanah, atmosfer tanah dan air tanah. Dalam hal ini tingkat kesuburan tanah (kimiawi, fisik, dan biologis) sangat menentukan pertumbuhan, perkembangan dan produksi tanaman. Peranan suhu sebagai pengendali proses-proses fisik dan kimiawi yang selanjutnya akan mengendalikan reaksi biologi dalam tubuh tanaman. Misalnya suhu menentukan laju difusi dari gas dan zat cair dalam tanaman. Kecepatan reaksi kimia sangat dipengaruhi suhu, suhu makin tinggi dalam batas tertentu reaksi makin cepat. Di samping itu suhu juga berpengaruh pada kestabilan sistem enzim.

Cahaya matahari sebagai sumber energi primer di muka bumi, sangat menentukan kehidupan dan produksi tanaman. Pengaruh cahaya tergantung mutu berdasarkan panjang gelombang (antara panjang gelombang 0,4-0,7 milimikron). Sebagai sumber energi pengaruh cahaya ditentukan oleh intensitas cahaya maupun lama penyinaran (panjang hari). Reaksi cahaya dari tanaman (fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisitas) didasarkan atas reaksi fotokimia yang dilaksanakan oleh sistem pigmen spesifik.

Daftar Pustaka

- Ahmadi. SH., Andersen, M.N., Plauborg, F. Poulsen, R.T., Jensen, C.R., Sepsaskhah, A.R and Hansen, S. 2010. Effects of irrigation strategies and soil on field grown potatoes: Gas exchange and xylem [ABA]. *Agri. Water management*. 97:1486-1494.
- Alexopoulos, C.J., C.W. Mims and M. Balckweel. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons INC. Singapore. 866p
- Ardian, A., Aryawan, G. and Ginting, Y.C., 2016. Evaluasi karakter agronomi beberapa genotipe tetua dan hibrid tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) berpolong merah. *Jurnal Floratek*, 11(1): 36-43.
- Arimbawa, I. and Wayan, P., 2016. *Dasar Dasar Agronomi*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Aryawan, G. and Ginting, Y.C., 2016. Evaluasi Karakter Agronomi Beberapa Genotipe Tetua dan Hibrid Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) Berpolong Merah. *Agrovigor. Jurnal Agroekoteknologi*, 9(1): 11-18.
- Barus, A.S.I.L., 2008. *Agroteknologi Tanaman Buah-buahan*. Medan: USU-Press.
- Darlita, R.D.R., Joy, B. and Sudirja, R., 2017. Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah terhadap Peningkatan Produksi

Kelapa Sawit pada Tanah Pasir di Perkebunan Kelapa Sawit Selangkun. *Agrikultura*, 28(1).

Daryanto, A., Sujiprihati, S. and Syukur, M., 2010. Heterosis dan daya gabung karakter agronomi cabai (*Capsicum annuum* L.) hasil persilangan half diallel. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 38(2).

Djajadirana, S., 2000. *Kamus dasar agronomi*. Rajagrafindo Persada.

Evizal, R., 2014. *Dasar-dasar Produksi Perkebunan*. Yogyakarta: Graha Ilmu. ISBN 978-602-262-135-5.

Evizal, R., 2013. Etno-agronomi pengelolaan perkebunan kopi di Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat. *Agrotrop Journal on Agriculture Science*, 3(1): 1-12.

Ezward, C., Indrawanis, E., Haitami, A. and Wahyudi, W., 2020. Penampakan Karakter Agronomi Pada 26 Genotipe Padi Lokal Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Sains Agro*, 5(2).

Hakim, L., 2010. Keragaman Genetik, Herttabilitas dan Korelasi beberapa Karakter Agronomi pada Galur F2 Hasil Persilangan Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Berita Biologi*, 10(1), 23-32.

Indawan, E., 2006. *Dasar-dasar Agronomi*. Malang: Penerbit Agritek-SOFA Press.

Jumin, H.B., 1991. *Dasar-dasar Agronomi*. Cetakan ke-2. CV. Jakarta: Rajawali.

- Jumin, H.B., 2008. *Dasar-dasar Agronomi*. Jakarta: PT. Radja Grafindo.
- Lakitan, B. and Gofar, N., 2013. Kebijakan inovasi teknologi untuk pengelolaan lahan suboptimal berkelanjutan. In *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal "Intensifikasi Pengelolaan Lahan Suboptimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional"*, Palembang.
- Mutiarawati, T., 2001. Beberapa Aspek Budidaya Dalam Sistem Pertanian Organik. In *Makalah Seminar Forum Komunikasi dan Kerjasama Himpunan Mahasiswa Agronomi Indonesia Koordinasi Tingkat Wilayah IV, Jawa Barat, Jatinangor* (Vol. 11).
- Patmasari, M., Herman, H. and Roslim, D.I., Karakter Agronomi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Galur 3 dan 6 asal Kampar pada Generasi Kelima. *Jurnal Riau Biologia*, 3(1), p.30.
- Pratama, R.A., 2020. Pengaruh Konsentrasi Bakteri *Bradyrhizobium japonicum* dan Giberelin (GA3) terhadap Karakter Agronomi Tanaman Edamame. *Jagros: Jurnal Agroteknologi dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)*, 4(1), pp.144-159.
- Saputra, E., Subiantoro, R. and Gusta, A.R., 2019. Pengaruh Kombinasi Media Lapisan Tanah dan Takaran Cocopeat pada Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, pp.31-39.
- Saragih, R., 2018. *Keragaman Karakter Agronomi Dan Morfologi Sebagai Dasar Menentukan Diversitas Genotipegenotipe Ercis (Pisum Sativum L.)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

- Satari, G., Tati, N., Oih, A.A.M., Aep, W.I. and Agus, W., 2005. *Dasar-dasar Agronomi*. Bandung: *Pustaka Giratuna*.
- Setyowati, M., Irawan, J. and Marlina, L., 2018. Karakter Agronomi Beberapa Padi Lokal Aceh. *Jurnal Agrotek Lestari*, 4(1), pp.36-50.
- Soedradjad, R. and Avivi, S., 2005. Efek aplikasi *Synechococcus* sp. pada daun dan pupuk NPK terhadap parameter agronomis kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 33(3).
- Sudira, P., 2018. *Aspek Dasar Agronomi Berkelanjutan*. Yogyakarta: UGM PRESS.
- Tomy, Z., 2016. *Buku Ajar Dasar-dasar Sains Genetika*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Tubur, H.W., Chozin, M.A., Santosa, E. and Junaedi, A., 2012. Respon agronomi varietas padi terhadap periode kekeringan pada sistem sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 40(3).
- Untung, K., 2010. *Diktat Dasar-dasar Ilmu Hama Tanaman*. Yogyakarta: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UGM.

Tentang Penulis



Fitra Syawal Harahap, lahir di Labuhan Batu, 10 Juli 1985. Pendidikan S1 (SP) pada Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara (USU) tahun 2004-2009. Pendidikan S2 (M.Agr.) Program Pasca Sarjana Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara (USU) Tahun 2015-2017. Sejak tahun 2005-2010 Pengurus Harian Ikatan Mahasiswa Ilmu Tanah (IMILTA) Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Wakil Ketua Pengajian Al-Bayan Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Asisten Konservasi Tanah dan Air, Asisten Teknik Konservasi Tanah dan Tanah Air, Asisten Ilmu Ukur Tanah dan Kartografi. Selain berperan sebagai staf pengajar di Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian (STIPER) Universitas Labuhan Batu, Sekolah Tinggi Penyuluh Pertanian (STPP) Medan, Politeknik Pembangunan Pertanian Medan, Universitas Tjut Nyak Dhien (UTND) Medan, Universitas AL Washliyah (UNIVA) Medan, Universitas Medan Area (UMA) Medan dan narasumber pada berbagai seminar nasional dan internasional, pelatihan,

lokakarya dan pengabdian kepada masyarakat serta permintaan tenaga ahli. Beberapa organisasi profesi yang aktif diikuti oleh penulis di antaranya sebagai Pengurus Pengurus Komisariat Daerah Sumatera Utara Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI), Anggota Forum DAS Wampu Sumatera Utara, Team Analisis Tanah dan Air Komisi Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan (KP3K) Kabupaten Deli Serdang, Ikatan Alumni Universitas Sumatera Utara Wilayah Sumatera Utara (IKA USU SUMUT) Fakultas Pertanian, Ikatan Keluarga Alumni (IKA) Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Departemen Pemberdayaan Almamater Seksi Pengabdian pada Masyarakat dan Dewan Pengurus Daerah Komite Nasional Pemuda Indonesia (KNPI) Kota Medan 2017-2020 Bidang Pertanahan dan Agraria. penulis juga aktif menulis buku teks (ISBN) di antaranya: Optimalisasi Lahan Pertanian Menggunakan Agen Biomassa Tahun 2019.



Hilwa Walida, lahir di Medan, 02 Januari 1991. Pendidikan S1 (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pertanian Universitas Negeri Jakarta (UNJ) Tahun 2008. Pendidikan S2 (M.Si.) Program Pasca Sarjana Biologi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Sumatera Utara (USU) Tahun 2012. Beberapa organisasi profesi yang aktif diikuti oleh penulis di antaranya sebagai Pengurus Komisariat Daerah Sumatera Utara, Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI), dan Menjabat Ketua Lembaga Pengabdian dan Penelitian Masyarakat (LPPM) Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian (STIPER) Yayasan Universitas Labuhan Batu, Ketua Pelaksana Kuliah Kerja Nyata Universitas Labuhanbatu 2018-2019.



Iman Arman, lahir di Jakarta, 5 Desember 1971. Pendidikan S1 (SP) Tahun 1995 pada Program Studi Sosial ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo (UHO) Kendari, Sulawesi Tenggara. Pendidikan S2 (M.M.) Tahun 1998 pada Program Pascasarjana Magister Manajemen Agribisnis- Institut Pertanian Bogor (MMA-IPB) Bogor. Pendidikan S3 (Dr) Tahun 2017 dengan Konsentrasi Pembangunan Per-

tanian, Prodi Ilmu-ilmu Pertanian, Program Pascasarjana Universitas Andalas (UNAND) Padang Sumatera Barat. Pengalaman bekerja tahun 2002-2003 Asisten Lapangan Praktik Akademi Penyuluhan Pertanian Medan. Tahun 2003-2006 menduduki jabatan Ka. Instalasi Sarana Pendidikan pada Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Medan, Ka. Instalasi Asrama Mahasiswa pada Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Medan, Tahun 2006 diangkat menjadi Dosen dan tahun 2017-sekarang dosen sekaligus menjadi ketua Jurusan Perkebunan di Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Medan, Kementerian Pertanian. Beberapa karya ilmiah yang dihasilkan dipublikasikan pada jurnal-jurnal ilmiah antara lain: 1) Analisis Ekonomik Usaha Ternak Ayam Potong, 2004. 2) Tinjauan Jenis Susu Bermerek dan Nilai Gizi Susu yang dijual di Pasar Swalayan Kota Binjai tahun 2003. 3) Potensi dan Strategi Agribisnis Pengolahan Ubikayu Menjadi Mocaf di Desa Bajaronggi Kecamatan Dolok Masihul Kabupaten Serdang Bedagai. 4) Dampak Finansial Usaha tani Marikisa terhadap Pilihan Investasi Masyarakat di Kabupaten Solok. 5) Pemberian Bahan Organik pada Lahan Miring Kelapa Sawit terhadap Analisis Kimia Tanah Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Pisang (*Musa Acuminata Colla.*) di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat. 6) Kajian Adopsi Teknologi Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guennensi*

Jacq) di Kecamatan Talawi Kabupaten Batubara (Prosiding 2016, Judul Prosiding: Lokakarya dan Seminar “Mencari Model Pemberdayaan dan Peremajaan Perkebunan untuk Sawit Indonesia yang Berkelanjutan”. 6) Supply Liquid Organic Fertilizer NASA and Rice Husk Ash To The Chemical Properties Of The Soil On The Tomato Plant. (*International Journal Of Science, Technology & Management*, Vol. 1 No. 3 (2020): September 2020 ISSN: 2722 – 4015.

DASAR-DASAR AGRONOMI PERTANIAN

Buku ini memusatkan perhatian pembaca pada pedoman budidaya tanaman serta pemupukan tanaman pertanian dan perkebunan di beberapa daerah serta peningkatan produksi. Seluk-beluk teknik modern dalam bercocok tanam dibahas secara mendalam, seperti tentang: energi dan produksi pertanian, pangan dan kebutuhan manusia asal-usul, klasifikasi tanaman, faktor lingkungan dalam pertumbuhan tanaman, pembiakan tanaman, serta teknik budidaya.

Dasar-Dasar Agronomi Pertanian merupakan sebuah persiapan teoretis untuk memperdalam pelajaran agronomi selanjutnya. Buku ini sangat membantu mahasiswa jurusan Agroteknologi minat studi: Agronomi Ilmu Tanah, Hama Penyakit, Pemuliaan Tanaman, mahasiswa pertanian, para ahli pertanian, serta semua peminat yang terlibat dalam proses inovasi agrikultural berbasis *sustainable development* di Indonesia.



Penerbit Mitra Cendekia Media
FB: Penerbit Mitra Cendekia
HP/WA: 0822-1048-0085
Website : www.mitracendekiamedia.com



IKAPI
IKATAN PENERBIT INDONESIA

