



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2024

AGRIBISNIS PERBENIHAN TANAMAN

**Abdul Jabir
Neny Rukmiati
Sistiana Windyariani**

SMK/MAK KELAS XI-XII

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

Penulis

Abdul Jabir
Neny Rukmiati
Sistiana Windyariani

Penelaah

Ana Ratna Wulan
Reny Sukmawani

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno
Wijanarko Adi Nugroho
Sistya Devi Apriliana
Putri Fuji Wijayanti

Kontributor

Elfi Herawati Sitompul
Taufik

Ilustrator

Khairin Nisa

Editor

Rudi Norman Permana
Sistya Devi Apriliana

Editor Visual

M. Nashir Setiawan

Desainer

Handini Noorkasih

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan Pertama, 2024

ISBN 978-602-358-839-8 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10/16 pt, Steve Matteson.
xvi, 288 hlm.: 21 x 27 cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas mengembangkan buku pendidikan di tingkat Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah. Penyusunan Buku Teks Utama ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum tersebut memberikan keleluasaan kepada satuan pendidikan dalam melaksanakan pembelajaran sesuai dengan prinsip diversifikasi, memperhatikan kondisi masing-masing satuan pendidikan, potensi daerah, dan kebutuhan peserta didik.

Dalam mendukung implementasi Kurikulum Merdeka, pemerintah, melalui Pusat Perbukuan, mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai sumber bahan pembelajaran. Buku-buku ini dapat dijadikan referensi atau inspirasi yang dapat dimodifikasi atau digunakan sebagai contoh, maupun rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Buku ini disusun untuk mendukung siswa SMK agar memiliki pengetahuan, keterampilan, dan karakter yang relevan dan siap menghadapi tantangan dunia kerja. Buku ini berisi muatan/materi yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan industri, sehingga peserta didik tidak hanya mendapatkan pengetahuan teori, tetapi juga mampu mengaplikasikan keterampilan secara langsung dalam kehidupan.

Sebagai dokumen yang terus berkembang, buku ini dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat diharapkan untuk pengembangan buku ini di masa mendatang. Buku ini diharapkan dapat memberikan inspirasi dan motivasi bagi seluruh pembaca untuk bersama-sama membangun pendidikan kejuruan yang berkualitas dan relevan dengan kebutuhan zaman. Pusat Perbukuan mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, dan semoga buku ini bermanfaat, khususnya bagi peserta didik dan guru, dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Agustus 2024

Kepala Pusat,

Supriyatno

NIP 196804051988121001

Prakata

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Kami panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kami, sehingga kami, tim penulis, dapat menyelesaikan penulisan buku *Agribisnis Perbenihan Tanaman untuk SMK/MAK Kelas XI-XII* ini dengan baik.

Buku ini disusun secara khusus berdasarkan Kurikulum Merdeka untuk memperkuat kompetensi peserta didik dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh, yang disesuaikan dengan kebutuhan dunia kerja atau dunia industri. Proses pencapaian kompetensi dilakukan melalui sejumlah materi pembelajaran yang dirangkai sebagai satu kesatuan yang saling mendukung.

Buku ini memuat sejumlah kompetensi yang diperlukan pada satuan pendidikan SMK/MAK, bidang keahlian agribisnis perbenihan tanaman yang diberikan pada kelas XI dan XII. Buku ini membahas sejumlah materi pembelajaran tentang proses budi daya tanaman, produksi benih generatif, pengolahan dan pengujian benih, perbanyakan benih secara vegetatif, pengelolaan limbah pertanian, serta pendistribusian dan pemasaran benih.

Ucapan terima kasih tim penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Penulis berharap, semoga buku ini dapat memberikan banyak manfaat dan berkontribusi bagi perkembangan dan kemajuan pendidikan vokasi di Indonesia. Perbaikan dan revisi akan dilakukan jika diperlukan untuk masa yang akan datang.

Jakarta, 27 Oktober 2024

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xii
Petunjuk Penggunaan Buku	xiii



Bab I	Proses Budi Daya Tanaman.....	1
	Tujuan Pembelajaran	2
	Kata Kunci	2
	<i>Soft Skills</i>	2
	Peta Materi	3
	A. Penyemaian Benih.....	7
	B. Penyiapan Lahan	12
	C. Penanaman	18
	D. Pengelolaan Tanaman	27
	E. Panen dan Pascapanen	46
	Uji Kompetensi	57
	Pengayaan	61
	Refleksi	62





Bab II	Produksi Benih Generatif.....	63
	Tujuan Pembelajaran	64
	Kata Kunci	64
	<i>Soft Skills</i>	64
	Peta Materi	65
	A. Proses Produksi Benih Generatif.....	67
	B. <i>Roguing</i> Tanaman	71
	C. Produksi Benih Hibrida	75
	D. Produksi Benih Inbrida.....	83
	E. Penyerbukan (Polinasi).....	89
	Uji Kompetensi	97
	Pengayaan	99
	Refleksi	100



Bab III	Pengolahan dan Pengujian Benih	101
	Tujuan Pembelajaran	102
	Kata Kunci	102
	<i>Soft Skills</i>	102
	Peta Materi	103
	A. Pengolahan Benih.....	105
	B. Pengujian Benih	114
	Uji Kompetensi	147
	Pengayaan	151
	Refleksi	151



Bab IV Perbanyak Benih secara Vegetatif 153

Tujuan Pembelajaran	154
Kata Kunci	154
<i>Soft Skills</i>	154
Peta Materi	155
A. Perbanyak Benih secara Vegetatif Alami.....	161
B. Perbanyak Benih secara Vegetatif Buatan	162
C. Perbanyak Benih dengan Kultur Jaringan (In Vitro)	185
Uji Kompetensi	196
Pengayaan	199
Refleksi	199

Bab V Pengelolaan Limbah Hasil Pertanian 201

Tujuan Pembelajaran	202
Kata Kunci	202
<i>Soft Skills</i>	202
Peta Materi	203
A. Memahami Konsep Limbah Pertanian dan Dampaknya terhadap Lingkungan	206
B. Jenis Limbah Pertanian.....	208
C. Proses Pengolahan Limbah dan Alternatif Pengolahan Limbah Berdasarkan Hasil Penelitian dan Teknologi	214
D. Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pengelolaan Limbah Pertanian.....	228
E. Etika Profesi dalam Pengolahan Limbah Pertanian.....	231
Uji Kompetensi	233
Pengayaan	236
Refleksi	236





Bab VI Pendistribusian dan Pemasaran Benih Bersertifikat 237

Tujuan Pembelajaran	238
Kata Kunci	238
<i>Soft Skills</i>	238
Peta Materi	239
A. Pendistribusian Benih	241
B. Pemasaran Benih	254
Uji Kompetensi	261
Pengayaan	263
Refleksi	263

Glosarium	265
Daftar Pustaka	268
Daftar Kredit Gambar	273
Indeks.....	276
Profil Pelaku Perbukuan	278

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Benih Jagung Hibrida	4	Gambar 1.22 Teknik Pengendalian OPT secara Fisik	41
Gambar 1.2 Benih Jagung Nonhibrida	4	Gambar 1.23 Perangkap Kuning Biru	42
Gambar 1.3 Pola Pengolahan Tanah Pertama	13	Gambar 1.24 Teknik Panen	48
Gambar 1.4 Tahapan Pembuatan Bedeng dan Pemasangan Mulsa	14	Gambar 1.25 Proses Ekstraksi	50
Gambar 1.5 Bibit yang siap dipindahkan	18	Gambar 1.26 Metode Sortasi	54
Gambar 1.6 Pembuatan Lubang Tanam	21	Gambar 2.1 Benih Kedelai Unggul	66
Gambar 1.7 Ilustrasi Penanaman Benih	21	Gambar 2.2 Benih Kedelai Tidak Unggul.....	66
Gambar 1.8 Ilustrasi Penanaman Bibit.....	22	Gambar 2.3 Tahapan Produksi Benih Bersertifikat.....	67
Gambar 1.9 Ilustrasi Tahapan Pengelolaan Tanaman	27	Gambar 2.4 Produk Benih Kedelai Bersertifikat.....	69
Gambar 1.10 Penyiraman dengan Irigasi Tetes.....	29	Gambar 2.5 Aspek Penting Kegiatan <i>Roguing</i> Tanaman	72
Gambar 1.11 Penyiraman dengan Cara Semprot	29	Gambar 2.6 <i>Roguing</i> pada Tanaman Jagung	72
Gambar 1.12 Penyiraman dengan <i>Sprinkel</i>	30	Gambar 2.7 Tanaman Jagung Manis Hibrida	76
Gambar 1.13 Klasifikasi Pupuk	31	Gambar 2.8 Hibridisasi Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i>)	77
Gambar 1.14 Pemupukan dengan Cara Disebar	35	Gambar 2.9 Bagian-Bagian Bunga Cabai	78
Gambar 1.15 Pemupukan pada Lubang Tanam	35	Gambar 2.10 Bunga Cabai Tetua Jantan dan Betina	79
Gambar 1.16 Pemupukan pada Tajuk Terluar Tanaman	35	Gambar 2.11 Pembuangan polen atau serbuk sari yang ada pada tetua putik bunga.....	79
Gambar 1.17 Pemupukan di Antara Barisan	35	Gambar 2.12 Pemindahan polen dari tetua serbuk sari ke atas tetua putik bunga	79
Gambar 1.18 Pemupukan Daun.....	35	Gambar 2.13 Pelabelan Bunga yang Telah Dipolinasi	80
Gambar 1.19 Kelompok Hama Tanaman	37	Gambar 2.14 Cabai yang Siap Dipanen.....	80
Gambar 1.20 Penyebab dan Contoh Penyakit Tanaman.....	38	Gambar 2.15 Persilangan Bunga Jantan dan Betina	83
Gambar 1.21 Pengelompokan Gulma Berdasarkan Morfologinya	39	Gambar 2.16 Perbedaan genetik hasil penyerbukan sendiri, penyerbukan silang, dan pembiakan generatif-vegetatif.....	84
		Gambar 2.17 Tahapan Produksi Benih Padi Inbrida	85
		Gambar 2.18 Kupu-Kupu sebagai Polinator	89
		Gambar 2.19 Polinasi dengan Perantara Lalat	93

Gambar 2.20 Polinasi dengan Perantara Kupu-Kupu.....	93	Gambar 4.7 Perkembangbiakan Vegetatif dengan Metode Sambung	171
Gambar 2.21 Polinasi dengan Perantara Ngengat.....	93	Gambar 4.8 Teknik Sambung Lengkung	171
Gambar 2.22 Polinasi dengan Perantara Burung.....	94	Gambar 4.9 Teknik Sambung Lidah	172
Gambar 2.23 Polinasi dengan Perantara Lebah.....	94	Gambar 4.10 Teknik Sambung Baji.....	172
Gambar 2.24 Contoh proses kerja penyerbukan yang dilakukan oleh manusia.	95	Gambar 4.11 Teknik Sambung Sambatan....	173
Gambar 3.1 Proses Pascapanen Benih Sumber Kedelai	104	Gambar 4.12 Teknik Sambung Samping	173
Gambar 3.2 Benda asing yang dipisahkan selama pembersihan	106	Gambar 4.13 Teknik Sambung Jembatan....	174
Gambar 3.3 Metode Perlakuan Benih	108	Gambar 4.14 Teknik Sambung Kulit.....	174
Gambar 3.4 Klasifikasi Benih	117	Gambar 4.15 Irisan Okulasi, Pengambilan Mata Tempel, dan Penempelan	178
Gambar 3.5 Diagram Prosedur Analisis Kemurnian Benih.....	130	Gambar 4.16 Cara Okulasi Bentuk T, Tampilan, dan Kepingan	180
Gambar 3.6 Proses Perkecambahan Benih..	134	Gambar 4.17 Teknik Perbanyak Tanaman dengan Cangkok	184
Gambar 3.7 Uji Pada Kertas/UPK (<i>Top of Paper Test</i> /TPT)	134	Gambar 4.18 Teknik Kultur Jaringan	186
Gambar 3.8 Uji Antar Kertas/UAU (<i>Between of Paper Test</i> /BPT)	134	Gambar 4.19 (a) Kultur Jaringan pada Media Cair dan (b) Kultur Jaringan pada Media Padat	188
Gambar 3.9 Uji Pasir	135	Gambar 4.20 Alat-Alat Kultur Jaringan.....	189
Gambar 3.10 Kecambah Normal dan Abnormal pada Jagung dan Padi.....	135	Gambar 4.21 (a) Sterilisasi basah menggunakan autoklaf, (b) Sterilisasi kering menggunakan oven, dan (c) Sterilisasi menggunakan api Bunsen.	192
Gambar 3.11 Hasil Uji Benih pada Larutan Tetrazolium	143	Gambar 4.22 Aklimatisasi dan Komplot	194
Gambar 4.1 Tanaman singkong	156	Gambar 5.1 Sisa Sayuran yang Dibuang	204
Gambar 4.2 Jaringan Meristem pada Ujung Batang, Ujung Akar, dan Jaringan Kambium	158	Gambar 5.2 Dampak Limbah Pertanian.....	207
Gambar 4.3 Kalus	159	Gambar 5.3 Jenis Limbah Pertanian	208
Gambar 4.4 Contoh tanaman yang melakukan perbanyak dengan metode vegetatif alami.	161	Gambar 5.4 (a) Pemanfaatan limbah jerami padi untuk budi daya jamur merang, (b) Pemanfaatan bonggol jagung untuk budi daya jamur janggol.	215
Gambar 4.5 Contoh tanaman yang diperbanyak dengan setek batang.	165	Gambar 5.5 Alur Pembuatan Pupuk Organik Padat	215
Gambar 4.6 Contoh tanaman yang diperbanyak dengan setek daun.	166	Gambar 5.6 Alur Pembuatan Pupuk Organik Cair	216
		Gambar 5.7 Alur Pembuatan Silase	216
		Gambar 5.8 Berbagai macam Kerajinan dari Limbah Pertanian.....	217
		Gambar 5.9 Pemanfaatan Biogas	219

Gambar 5.10 Tahapan Pembentukan Gas Metana (CH_4) dan Karbon Dioksida (CO_2).....	219
Gambar 5.11 Briket	221
Gambar 5.12 Limbah untuk membuat kompos, manfaat pengomposan, dan siklus pengomposan.....	222
Gambar 5.13 Faktor yang memengaruhi pengomposan.	223
Gambar 5.14 Metode Pengomposan dengan Sistem Bedeng Aerasi Pasif	225
Gambar 5.15 Metode Pengomposan dengan Sistem Bedeng Aerasi Aktif	225
Gambar 5.16 Sistem Pengomposan dengan Boks untuk Skala Kecil (<i>Compost Bins</i>)	226
Gambar 5.17 <i>Composting Bag</i>	226
Gambar 5.18 Arduino	229
Gambar 5.19 Proses Pemetaan SIG	230
Gambar 5.20 SIG Analisis Potensi Kekeringan Lahan Pertanian di Kabupaten Bandung	231
Gambar 5.21 Ekoenzim	236
Gambar 6.1 Benih padi Ciherang, Inpari, dan yang lainnya dijual di toko pertanian di Provinsi Aceh.	240
Gambar 6.2 Pedagang Besar dan Pembagiannya	243
Gambar 6.3 Klasifikasi Pedagang Pengecer.	244
Gambar 6.4 Perbandingan <i>Contact Line</i> dengan dan Tanpa Lembaga Pemasaran	245
Gambar 6.5 Struktur Saluran Distribusi dengan Jumlah Lembaga Pemasaran yang Berbeda.....	246
Gambar 6.6 Sebuah perusahaan logistik mengoptimalkan pelayanan logistik melalui udara.	247
Gambar 6.7 Ilustrasi Memantau dengan Teknologi <i>Real Time</i>	248
Gambar 6.8 Truk Pengangkut Barang.....	249
Gambar 6.9 Ilustrasi Industri 4.0.....	250
Gambar 6.10 Fungsi Pemasaran	255
Gambar 6.11 Proses Pergerakan Komoditas dengan Beberapa Pendekatan.....	257

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Lembar Praktik Pengolahan Lahan	16	Tabel 4.2 Refleksi Pembelajaran Bab IV.....	199
Tabel 1.2 Lembar Praktik Pembuatan Bedeng	17	Tabel 5.1 Pengelompokan Limbah Berdasarkan Waktu Panen.....	211
Tabel 1.3 Lembar Praktik Penanaman Bibit	26	Tabel 5.2 Rasio C/N dari Berbagai Limbah...	224
Tabel 1.4 Refleksi Pembelajaran Bab I	62	Tabel 5.3 Refleksi Pembelajaran Bab V	236
Tabel 2.1 Perbedaan Benih Inbrida dan Hibrida pada Proses Produksi Benih.....	86	Tabel 6.1 Refleksi Pembelajaran Bab VI.....	263
Tabel 2.2 Refleksi Pembelajaran Bab II.....	100		
Tabel 3.1 Jenis dan Sifat Bahan Kemasan Benih	110		
Tabel 3.2 Ketentuan Pengambilan Contoh Benih pada Lot Benih yang Berkapasitas 15–100 kg.....	114		
Tabel 3.3 Ketentuan Pengambilan Contoh Benih pada Lot Benih yang Berkapasitas >100 kg.....	115		
Tabel 3.4 Jenis Tanaman yang Menggunakan Metode Oven Suhu Rendah Konstan (103±2) °C	123		
Tabel 3.5 Jenis Tanaman yang Menggunakan Metode Oven Suhu Tinggi Konstan (130–133) °C	124		
Tabel 3.6 Berat Minimum Contoh Kerja untuk Analisis Kemurnian Fisik	129		
Tabel 3.7 Ketentuan Desimal Penimbangan Contoh Kerja Analisis Kemurnian.....	130		
Tabel 3.8 Pengamatan Evaluasi Kecambah pada Berbagai Jenis Benih.....	136		
Tabel 3.9 Refleksi Pembelajaran Bab III	151		
Tabel 4.1 Kelebihan dan Kekurangan dari Kultur Jaringan.....	187		

Petunjuk Penggunaan Buku



Dalam buku ini akan ditemukan fitur-fitur sebagai penanda aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan. Adapun fitur-fitur yang terdapat pada buku ini adalah sebagai berikut.





Tujuan Pembelajaran

Pada bagian ini terdapat uraian kompetensi yang akan dicapai peserta didik setelah mempelajari materi tertentu.



Kata Kunci

Pada bagian ini memuat kata atau konsep yang merujuk pada inti pembahasan materi.



Soft Skills

Pada bagian ini memuat keterampilan nonteknis yang akan dilatihkan kepada peserta didik dalam mempelajari atau mengikuti aktivitas pembelajaran.



Peta Materi

Pada bagian ini terdapat representasi visual yang menggambarkan keseluruhan dan gabungan antarkonsep pada materi di bab tertentu.



Aktivitas

Pada bagian ini memuat kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan peserta didik yang mencakup praktikum, kunjungan industri, observasi, diskusi, mencari informasi, dan menuliskan pengalaman.



Kasus

Pada bagian ini terdapat kasus nyata atau simulasi yang akan menstimulasi peserta didik untuk berperan aktif dalam memecahkan masalah di bidang agribisnis perbenihan tanaman.



Uji Kompetensi

Pada bagian ini terdapat soal dalam berbagai pokok uji (pilihan berganda, uraian, benar-salah, atau menjodohkan) untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran.



Pengayaan

Pada bagian ini berisi informasi untuk menambah wawasan terkait dengan materi tertentu yang dibahas pada setiap bab.



Refleksi

Pada bagian ini terdapat format isian yang akan dilakukan secara mandiri oleh peserta didik untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran dari segi pemahaman ataupun keterampilan pada setiap bab. Refleksi ini juga dapat menjadi tolok ukur peserta didik untuk dapat melanjutkan pembelajaran pada bab berikutnya.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2024

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

Penulis: Abdul Jabir, Neny Rukmiati, Sistiana Windyariani

ISBN: 978-602-358-839-8

Bab I

Proses Budi Daya Tanaman

Apa yang dapat kamu
lakukan pada proses budi daya
tanaman untuk menghasilkan benih
tanaman yang bermutu?





Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu menyemai, menyiapkan lahan, menanam, mengelola tanaman, memanen calon benih, dan melakukan penanganan pascapanen.



Kata Kunci

- penyemaian
- penyiapan lahan
- penanaman
- pengelolaan tanaman
- panen



Soft Skills

Jujur, mandiri, teliti, bertanggung jawab, berpikir kritis, dan peduli lingkungan.



Peta Materi

Proses Budi Daya Tanaman

- Prosedur Penyemaian
- Syarat Persemaian

Penyemaian Benih

Penyiapan Lahan

- Pengolahan Lahan secara Konvensional
- Pengolahan Lahan secara Modern
- Pembuatan Bedeng

- Pemilihan Bibit
- Pengangkutan Bibit
- Pengaturan Jarak Tanam
- Pembuatan Lubang Tanam
- Penanaman Benih dan Bibit
- Penggunaan Alat Bantu Tanam
- Penyulaman

Penanaman

Pengelolaan Tanaman

- Pengelolaan Air
- Pemupukan
- Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)
- Pemangkasan

- Penentuan Waktu Panen
- Tahapan Pascapanen

Panen dan Pascapanen



Gambar 1.1 Benih Jagung Hibrida

Sumber: Kementan/
Gatra (2019)



Gambar 1.2 Benih Jagung Nonhibrida

Sumber: Pak Tani/Corteva
Agriscience (2020)

Kamu pasti pernah melihat berbagai macam tanaman di sekitar kita, baik di taman, kebun, maupun ladang. Coba kamu amati Gambar 1.1 tentang benih jagung hibrida. Bagaimana bentuk bulir jagungnya? Coba bandingkan dengan Gambar 1.2. Adakah perbedaannya? Apakah kamu tahu bahwa untuk menghasilkan benih yang bermutu, ada proses budi daya tanaman yang sangat teliti dan hati-hati?

Kali ini, kita akan mempelajari bagaimana para petani dan ahli pertanian membudidayakan tanaman. Mulai dari pemilihan bibit unggul, perawatan tanaman, hingga pemanenan benih yang berkualitas tinggi. Proses ini sangat penting agar kita mendapatkan benih yang siap untuk ditanam dan dapat tumbuh dengan baik. Mari kita pelajari bersama-sama bagaimana budi daya tanaman dilakukan untuk menghasilkan benih yang bermutu tinggi.



Aktivitas 1.1

Diskusi Kelompok tentang Proses Budi Daya Tanaman Jagung

Untuk memahami proses budi daya tanaman jagung, kamu dapat melakukan studi literatur dan berkolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.

Lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Carilah informasi mengenai proses budi daya tanaman jagung untuk menghasilkan benih hibrida melalui bahan bacaan yang ada di perpustakaan sekolah atau mencari di internet.
2. Jika kesulitan mendapatkan bahan bacaan yang ada di perpustakaan sekolah atau terkendala dalam mengakses internet, kamu dapat mengunjungi petani di sekitar tempat tinggalmu. Lakukan wawancara kepada mereka tentang pemilihan benih, penyiapan lahan, penanaman, pemeliharaan tanaman, serta panen dan pascapanen.
3. Catatlah informasi yang kamu peroleh di buku catatan sebagai tugas individu.
4. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
5. Selanjutnya, bandingkan hasil catatanmu dengan catatan temanmu dalam satu kelompok.
6. Diskusikan dan presentasikan kesamaan tentang proses budi daya tanaman jagung hibrida yang kalian temukan.





Kasus

Pada musim tanam kali ini, banyak petani di Desa Maju Makmur mengalami kegagalan panen yang parah. Setelah diselidiki, ternyata penyebab utamanya ialah penggunaan benih yang tidak bermutu. Benih tersebut tidak tumbuh dengan baik, rentan terhadap penyakit, dan menghasilkan tanaman yang lemah. Akibatnya, hasil panen jauh di bawah harapan, bahkan ada yang tidak bisa dipanen sama sekali. Situasi ini menyebabkan kerugian besar bagi para petani dan mengganggu ketahanan pangan di desa tersebut.



Aktivitas 1.2

Diskusi Kelompok tentang Kasus Petani di Desa Maju Makmur

Setelah mempelajari tentang kasus petani di Desa Maju Makmur di atas, kamu dapat memahami cara menghasilkan benih bermutu.

Lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Diskusikan dengan teman dalam kelompokmu tentang hal-hal berikut.
 - Langkah apa yang harus dilakukan oleh petani di Desa Maju Makmur untuk mengurangi kegagalan panen?
 - Bagaimana prinsip untuk menghasilkan benih bermutu?
 - Apa kriteria benih yang bermutu?
2. Setelah mendapatkan hasil dari diskusi, presentasikan di depan kelas.

Untuk menghasilkan benih bermutu (bersertifikat), minimal memperhatikan dua prinsip penting, yaitu prinsip genetis dan agronomis. Prinsip genetis adalah pengendalian mutu benih internal yang dilaksanakan produsen benih agar tidak terjadi kemunduran genetiknya. Sementara prinsip agronomis adalah tindakan budi daya secara benar agar dapat menghasilkan benih bermutu tinggi, baik kualitas maupun kuantitas (mutu fisik dan fisiologis benih). Benih dikatakan bermutu secara genetis jika berasal dari varietas unggul dan lulus uji kemurnian benih.

Benih bermutu secara fisik dapat dilihat dari warna, bentuk, ukuran, bobot, tekstur, kebersihan, dan keberagaman, yaitu sebagai berikut.

-  Benih sehat, berukuran normal, bernas, dan seragam.
-  Benih bersih dari kotoran, batu, debu, dan lain-lain.
-  Benih murni dan tidak tercampur dengan varietas tanaman lain.
-  Benih mulus, kulit tidak mengelupas, dan tidak terdapat bercak.

Benih bermutu secara fisiologis dapat dilihat dari tingkat perkecambahan benih yang baik dan kadar air. Benih dapat dikatakan bermutu jika persentase perkecambahan lebih dari 80% dan kadar air di bawah 13%. Selain itu, benih dikatakan bermutu secara patologis jika bebas dari serangan patogen tular benih.

Setelah mempelajari uraian tersebut, tentunya kamu masih ingat dengan materi Dasar-Dasar Agribisnis Tanaman yang telah dipelajari di kelas X. Dengan memperhatikan Gambar 1.1 tentang benih jagung hibrida, tahapan apa saja yang dapat dilakukan dalam proses budi daya tanaman? Bagaimana cara memberi perlakuan benih dalam proses penyemaian? Bagaimana cara mengelola tanaman agar pertumbuhannya baik? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, mari kita pelajari materi berikut.

A. Penyemaian Benih

Dalam melakukan penyemaian benih, tentunya harus memperhatikan beberapa hal, antara lain bagaimana memberikan perlakuan benih agar benih dapat berkecambah. Selain itu, tempat persemaian juga sangat berpengaruh terhadap perkecambahan benih.

Coba kamu simak tayangan audiovisual tentang kegiatan penyemaian benih tanaman berikut. Kamu dapat memindai kode QR di bawah untuk melihat tayangannya.



<https://www.youtube.com/watch?v=7Ahh1vtquaM>

Penyemaian Padi Modern



<https://www.youtube.com/watch?v=ke4CDweJY0o>

Cara Semai Benih Kopi



https://www.youtube.com/watch?v=WjxFwf_oCt4

Cara Menyemai Mentimun dari Biji di Polybag hingga Siap Tanam



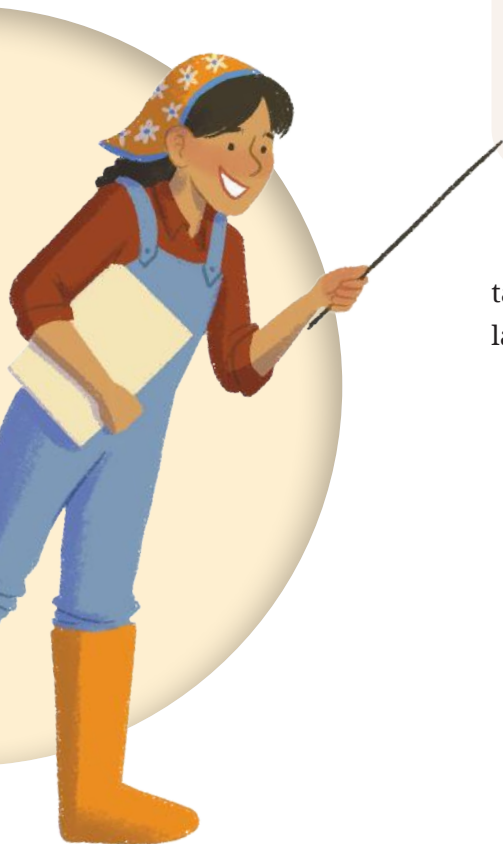
Aktivitas 1.3

Diskusi Kelompok tentang Penyemaian Benih Tanaman

Lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Dari melihat tayangan audiovisual tersebut, buatlah kesimpulan tentang penyemaian di buku catatanmu.
2. Apabila kamu tidak dapat mengakses kode QR atau pranala tersebut, kamu dapat mencari literatur di perpustakaan sekolah tentang cara penyemaian benih padi, benih kopi, dan benih mentimun.
3. Kamu juga dapat melakukan wawancara ke perusahaan benih/petani tentang penyemaian benih.
4. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
5. Kemudian diskusikan hasil catatanmu dengan catatan temanmu dalam satu kelompok.
6. Presentasikan hasil diskusi kelompok.
7. Catatlah masukan dari guru dan teman kelompok lain, kemudian buatlah kesimpulan.

Untuk meningkatkan pemahamanmu tentang prosedur dan tata cara pelaksanaan penyemaian dalam produksi benih tanaman, lakukan aktivitas berikut.





Aktivitas 1.4

Melakukan Praktik Penyemaian Benih

Untuk memperdalam pemahamanmu tentang penyemaian benih, lakukan praktik penyemaian benih secara berkelompok yang beranggotakan 3-4 orang.

Alat dan bahan:

- Air
- Pinset
- Media semai: media tanah, kompos, kokopit, arang sekam, atau menyesuaikan dengan ketersediaan di sekolah
- Benih tanaman: cabai, tomat, terong, melon, semangka, atau menyesuaikan dengan ketersediaan di sekolah
- Bak persemaian/*try pot/polybag*
- Sekop kecil

Keselamatan kerja:

Selama melaksanakan praktik, gunakan baju, topi, dan sepatu lapangan.

Langkah kerja:

1. Bacalah panduan praktik secara teliti.
2. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
3. Masukkan media semai ke dalam bak persemaian.
4. Perlakukan benih dengan perendaman menggunakan air hangat-hangat kuku selama 20-30 menit, menyesuaikan dengan benih yang akan ditanam.
5. Semai benih pada bak persemaian.
6. Lakukan pemeliharaan persemaian dengan melakukan penyiraman.
7. Amati pertumbuhan benih dan catat hasilnya pada tabel pengamatan, seperti contoh berikut.



Nama Benih	Pertumbuhan Benih pada Hari ke- ...						
	1	2	3	4	5	6	7

- Identifikasi permasalahan yang timbul selama proses penyemaian. Diskusikan permasalahan yang muncul dengan anggota kelompokmu.

Setelah melakukan praktik penyemaian benih, apakah kamu tahu pengertian dari penyemaian? Mengapa perlu dilakukan penyemaian benih?

Penyemaian merupakan suatu proses penyiapan bibit tanaman baru sebelum ditanam pada lahan penanaman. Penyemaian ini sangat penting, terutama pada benih tanaman yang halus dan tidak tahan faktor luar yang dapat menghambat proses pertumbuhan benih menjadi bibit. Agar benih yang telah menjadi kecambah dapat tumbuh dengan baik dan menjadi bibit, maka harus dilakukan penyemaian. Berikut adalah alasan mengapa harus dilakukan pembibitan di persemaian.

- Pembibitan dalam persemaian menjamin perkecambahan yang sempurna dari benih tetua.
- Sistem persemaian menghasilkan bibit yang sehat dan kuat untuk pindah tanam (*transplanting*).

Syarat persemaian adalah tanahnya subur, butuh pelindung sehingga bibit dapat memanfaatkan sinar matahari sebaik-baiknya, dekat sumber pengairan, dan mudah untuk diamati.



Aktivitas 1.5

Observasi kepada Petani/Industri Pertanian Terkait Teknik Penyiapan Bibit

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait teknik penyiapan bibit untuk produksi benih.

Langkah kerja:

1. Lakukan observasi secara berkelompok dengan teman sekelasmu yang beranggotakan 3-4 orang.
2. Kunjungi petani, kelompok tani, balai pertanian pemerintah, atau industri pertanian yang ada di sekitar tempat tinggal kalian.
3. Pada saat melakukan observasi, gunakan baju lapangan, topi lapangan, dan masker.
4. Pilih di antara anggota kelompokmu untuk menjadi ketua kelompok dan notulis. Siapkan blangko aktivitas dan pertanyaan untuk memperoleh data observasi.
5. Buatlah minimal 2-3 butir pertanyaan terkait teknik penyiapan bibit.
 - a. Faktor-faktor penting apa yang perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaan penyiapan bibit dalam produksi benih tanaman?
 - b. Aktivitas dan kewaspadaan antisipatif seperti apa yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan penyiapan bibit dalam produksi benih tanaman?
6. Selanjutnya, diskusikan data dan informasi yang terkumpul dengan teman satu kelompok.
7. Hasil diskusi kelompok dipresentasikan di depan guru pembimbing dan juga teman-teman kelas. Data hasil observasi dan hasil diskusi dibuat laporan dan dikumpulkan kepada guru pembimbing.



B. Penyiapan Lahan

Tahukah kamu, apa tujuan pengolahan lahan? Pengolahan lahan dalam proses budi daya tanaman bertujuan menciptakan kondisi lahan yang siap secara fisik, kimia, dan biologi tanah. Kegiatan pengolahan lahan adalah membalik tanah sehingga tanah menjadi gembur. Tanah yang gembur nantinya akan mempermudah penetrasi akar dalam tanah sehingga sistem perakaran dapat berkembang dengan baik.

Sebelum tanah diolah, sebaiknya dilakukan pengamatan dengan tujuan mengetahui kondisi awal tanah yang akan diolah. Contoh hal yang diamati adalah batu-batu, sisa-sisa tanaman dari kegiatan budi daya sebelumnya, rerumputan, dan semak. Jika hal tersebut tidak dilakukan, apa yang akan terjadi?



Aktivitas 1.6

Membedakan Pengolahan Tanah secara Tradisional dan Modern

Dengan melihat tayangan audiovisual berikut, kamu dapat memahami perbedaan cara mengolah tanah secara tradisional dan modern.

Untuk memahami hal tersebut, lakukan langkah-langkah berikut.

1. Lihatlah tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube di bawahnya.
2. Apabila tidak memungkinkan untuk mengakses internet, kamu dapat mencari literatur tentang pengolahan tanah secara tradisional dan modern di perpustakaan sekolah.
3. Buatlah kesimpulan di buku catatanmu tentang perbedaan pengolahan tanah secara tradisional dengan pengolahan tanah secara modern. Selanjutnya, diskusi dan presentasikan hasilnya.



<https://www.youtube.com/watch?v=ThXSvby4Bhc>

Pengolahan Tanah Tradisional



<https://www.youtube.com/watch?v=mtd1JabNeIQ>

Cara Penggemburan Lahan Pertanian Jepang

Setelah mempelajari materi tersebut, tentunya kamu memahami perbedaan pengolahan lahan secara tradisional/konvensional dan modern.

1. Pengolahan Lahan secara Konvensional

Pengolahan secara konvensional pada umumnya dilakukan untuk lahan sempit dan memiliki kemiringan tertentu dengan alat sederhana seperti cangkul, arit, dan garu. Metode ini banyak dilakukan di daerah pedesaan yang sebagian masyarakatnya memanfaatkan lahannya sebagai persawahan, perkebunan, dan tanaman sayuran.

2. Pengolahan Lahan secara Modern

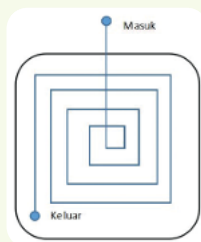
Pengolahan lahan secara modern pada umumnya dilakukan untuk tanaman perkebunan atau pengelolaannya secara besar dan memiliki lahan yang luas. Alat yang digunakan memiliki tenaga mesin, seperti menggunakan *hand tractor* (traktor tangan) atau traktor roda empat. Pengolahan lahan secara modern biasa disebut dengan pengolahan secara mekanis dan dilakukan tahapan sebagai berikut.

a. Pengolahan Pertama (*Primary Tillage*)

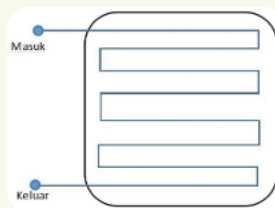
Pengolahan tanah pertama dilakukan menggunakan traktor yang dilengkapi dengan bajak piringan dengan kedalaman pengolahan 30 cm. Pola pengolahan tanah dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 1.3 Pola Pengolahan Tanah Pertama

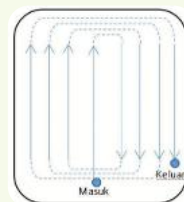
Sumber: Quick (2022)



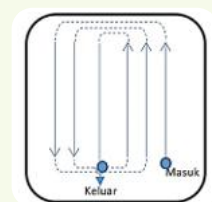
Pola keliling tepi



Pola bolak-balik



Pola tengah



Pola tepi



1



2



3

Gambar 1.4 Tahapan Pembuatan Bedeng dan Pemasangan Mulsa

Sumber: Rukmiati (2023)

b. Pengolahan Kedua (*Secondary Tillage*)

Pengolahan tanah kedua bertujuan menghancurkan bongkahan tanah hasil pengolahan tanah pertama. Selain itu, menghancurkan sisa tanaman dan gulma yang terbenam sehingga akan mempercepat proses pembusukan.

Pengolahan tanah kedua biasanya menggunakan alat garu/perata (*harrow*). Garu dapat dibedakan menjadi beberapa macam, tergantung dari fungsinya. Misalnya, garu bergigi paku digunakan untuk meratakan dan menghaluskan tanah sesudah pengolahan tanah pertama (pembajakan). Alat ini lebih cocok digunakan untuk tanah yang mudah hancur.

Setelah struktur tanah menjadi gembur, pekerjaan selanjutnya ialah pembuatan bedeng. Bedeng dibuat sesuai dengan ukuran yang dikehendaki (sesuai dengan jenis komoditas yang ditanam) serta arah bedeng yang benar (arah bedeng lahan datar mengarah timur-barat dan arah bedeng berbukit tegak lurus kemiringan tanah agar matahari dapat diterima secara merata oleh seluruh tanaman). Pembentukan bedeng dalam budi daya tanaman dipengaruhi oleh sistem irigasi, kelembapan tanah, musim tanam, ketahanan akar tanaman terhadap kondisi jenuh air, serta sifat tanah. Bedeng dibuat pada saat lahan sudah 70% dari tahap penyelesaian. Apabila bedeng diberi mulsa Plastik Hitam Perak (PHP), maka bedeng diratakan permukaannya dan dirapikan pinggirnya, kemudian ditutup dengan mulsa PHP. Bedeng dibuat dengan ukuran: panjang sesuai kebutuhan dan ketersediaan tempat; lebar 100 cm; tinggi 20–25 cm (musim kemarau) dan 30–40 cm (musim hujan); serta lebar parit 30–40 cm (musim kemarau) dan 40–50 cm (musim hujan). Panjang bedeng sebaiknya tidak lebih dari 20 m. Tujuannya untuk mempermudah pemeliharaan tanaman.

Untuk penanaman beberapa jenis tanaman umbi, seperti kentang, wortel, dan ubi jalar, sistem penanamannya dibuat dalam guludan. Guludan secara definisi adalah tanah yang permukaannya ditinggikan. Ukuran guludan antara 70–80 cm untuk satu baris tanaman.



Aktivitas 1.7

Melakukan Praktik Pengolahan Lahan dan Pembuatan Bedeng

Agar memperoleh pengalaman belajar yang nyata, kamu dapat melakukan kegiatan praktik pengolahan lahan dan pembuatan bedeng.

Langkah kerja:

1. Siapkan lembar praktik dan dokumentasikan setiap kegiatan secara berkelompok.
2. Setiap kelompok beranggotakan 3–4 orang.
3. Lakukan praktik pengolahan lahan dan pembuatan bedeng.
4. Selalu perhatikan keselamatan dan kesehatan kerja dengan memakai baju praktik, sepatu lapangan, dan topi lapangan.
5. Setelah kegiatan praktik selesai, cucilah peralatan yang telah digunakan dan kembalikan ke tempat yang telah disediakan.
6. Buatlah laporan hasil praktik.

Berikut contoh lembar praktik yang dapat digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhan.



Tabel 1.1 Lembar Praktik Pengolahan Lahan

LEMBAR KEGIATAN PRAKTIK PENGOLAHAN LAHAN

Aktivitas belajar :

Hari, tanggal :

Kelompok :

Anggota kelompok :

Pelaksanaan Pengolahan Lahan

Alat	Bahan	Langkah Kerja	Dokumentasi (Foto Kegiatan)

Identifikasi masalah/kendala yang ditemukan selama melakukan pengolahan lahan.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tabel 1.2 Lembar Praktik Pembuatan Bedeng

LEMBAR KEGIATAN PRAKTIK PEMBUATAN BEDENG

Aktivitas belajar :

Hari, tanggal :

Kelompok :

Anggota kelompok :

Pelaksanaan Pembuatan Bedeng

Alat	Bahan	Ukuran Bedeng	Langkah Kerja	Dokumentasi (Foto Kegiatan)

Identifikasi masalah/kendala yang ditemukan selama melakukan pembuatan bedeng.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



C. Penanaman

Tahukah kamu, penanaman merupakan langkah awal dalam kegiatan budi daya tanaman? Tahap penanaman perlu diperhatikan secara serius agar nanti memperoleh keberhasilan dalam pertumbuhan dan produksi tanaman. Penanaman yang tidak sesuai dengan prosedur dapat berakibat fatal pada proses pertumbuhan tanaman. Hal-hal penting apa yang perlu diperhatikan dalam penanaman agar menghasilkan tanaman yang baik? Apa saja yang dapat dilakukan pada tahap penanaman? Untuk mengetahuinya, simak penjelasan materi berikut.

1. Pemilihan Bibit

Keberhasilan dalam budi daya tanaman salah satunya ditentukan oleh mutu bibit yang digunakan. Untuk membangun agribisnis bidang hortikultura dalam skala luas, diperlukan bibit yang relatif banyak dengan mutu yang benar-benar baik, yaitu bibit sehat, terbebas dari hama dan penyakit, daun tidak rontok, serta batang utuh. Adapun syarat bibit yang baik dan siap dipindahkan antara lain sebagai berikut.

- Kondisi tanaman sehat, tidak terserang hama dan penyakit.
- Tanaman tumbuh normal (tidak kerdil dan etiolasi).
- Berdaun antara 3–5 helai.
- Batang tanaman lurus dan kokoh.

2. Pengangkutan Bibit

Untuk menjaga agar bibit tetap dalam kondisi baik dan siap tanam, maka pengangkutan bibit memerlukan cara yang tepat. Metode pengangkutan bibit untuk jarak dekat dapat dilakukan dengan cara dipikul atau digotong menggunakan nampan-nampan. Sementara untuk pengangkutan atau pengiriman bibit jarak jauh dan dalam jumlah besar menggunakan rak yang terbuat dari bambu dan dipasang di dalam bak truk.



Gambar 1.5
Bibit yang siap dipindahkan.

Sumber: Rukmiati (2024)

3. Pengaturan Jarak Tanam

Kerapatan penanaman mempunyai hubungan yang erat dengan jumlah produksi dan luasan lahan tertentu. Kerapatan tanaman ini bergantung pada jarak tanam yang dipergunakan. Jarak tanam yang digunakan dalam penanaman biasanya bergantung pada jenis tanaman, kondisi iklim, waktu tanam, dan lokasi kebun.



Aktivitas 1.8

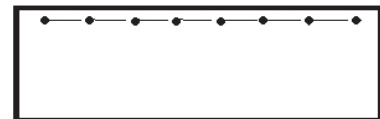
Diskusi tentang Pengaturan Jarak Tanam

Untuk memahami tentang pengaturan jarak tanam, kamu dapat melakukan langkah-langkah sebagai berikut.

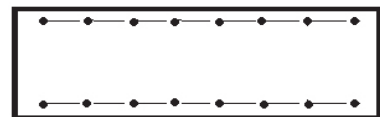
1. Cari dan baca literatur terkait jarak tanam.
2. Diskusikan dengan teman sebangkumu mengenai hal-hal berikut.
 - Apa tujuan dari pengaturan jarak tanam?
 - Faktor-faktor apa saja yang memengaruhi pemilihan dan penggunaan jarak tanam?
3. Buatlah kesimpulan dalam buku catatanmu.

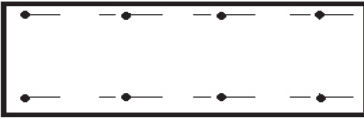
Menurut Setyati (1979), ada beberapa bentuk jarak tanam yang biasa digunakan dalam kegiatan budi daya tanaman.

- a. Jarak tanam dengan baris tunggal (*single row*)

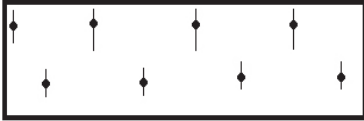


- b. Jarak tanam dengan baris rangkap (*double row*)





c. Jarak tanam dengan bujur sangkar (*on the square*)



d. Jarak tanam sama tegak sisi (equidistant)

4. Pembuatan Lubang Tanam

Tahukah kamu, apa fungsi dari lubang tanam? Apakah ada aturan tertentu dalam membuat lubang tanam? Pembuatan lubang tanam mengikuti sistem/pola tanam yang digunakan. Penentuan sistem/pola tanam disesuaikan dengan jenis komoditas yang ditanam. Pola tanam dan jarak tanam untuk berbagai jenis tanaman berbeda-beda, bergantung pada jenis/spesies, varietas, dan kondisi lahan (ketersediaan air, cuaca/iklim, dan lain-lain).

Lubang tanam dapat dibuat menggunakan tugal. Lubang tanam dibuat dengan panjang, lebar, dan tinggi sekitar 15–20 cm. Setelah selesai, lubang tanam dibiarkan terkena sinar matahari selama 1–3 hari. Pada saat akan ditanami, lubang tanam disiram sampai kapasitas lapang.

Pembuatan lubang tanam yang menggunakan mulsa plastik dapat dilakukan dengan kaleng bekas susu atau cat yang dilubangi bagian bawahnya. Pada saat dipakai, harus diisi dengan bara api, kemudian ditempelkan pada mulsa plastik. Dengan demikian, pada mulsa plastik akan diperoleh lubang tanam yang ukurannya seragam dan rapi. Selanjutnya, tanah bagian bawahnya diambil agar terbentuk lubang tanam yang besarnya sesuai dengan besar media tumbuh bibit yang digunakan. Untuk mempermudah pekerjaan, sebelum penggalian lubang tanam terlebih dahulu dilakukan penyiraman pada area penanaman.



Gambar 1.6 Pembuatan Lubang Tanam

Sumber: Rukmiati (2022)

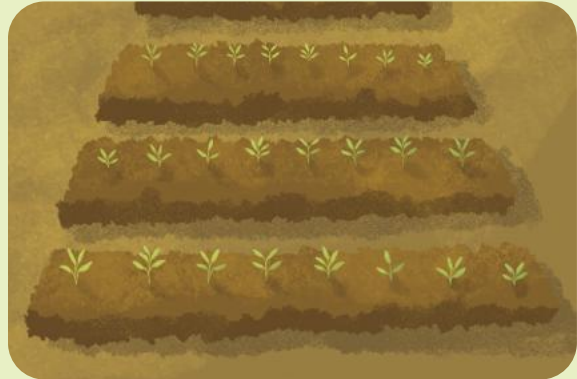
5. Penanaman Benih dan Bibit

Sebelum mempelajari lebih dalam materi ini, coba perhatikan ilustrasi pada gambar berikut.



Gambar 1.7 Ilustrasi Penanaman Benih





Gambar 1.8 Ilustrasi Penanaman Bibit

Setelah mengamati gambar di atas, coba kamu jelaskan perbedaan antara benih dan bibit? Jelaskan perbedaan antara proses penanaman benih dan penanaman bibit?

Sebelum benih ditanam ke lahan, perlu ditentukan jarak tanam yang akan digunakan. Jarak tanam bergantung pada jenis tanaman. Penanaman dilakukan pada kondisi tanah yang cukup lembap. Lubang tanam dibuat menggunakan kayu atau tugal. Kedalaman lubang tanam sekitar 3–5 cm. Pada tanah yang kandungan pasirnya tinggi, tanah akan lebih cepat kering sehingga penanaman benih dapat dilakukan lebih dalam. Pada tiap lubang tanam dimasukkan 1–2 butir benih (tergantung jenis tanaman yang ditanamnya). Setelah benih dimasukkan ke dalam lubang tanam, kemudian ditutup dengan tanah tipis-tipis.

Bibit yang akan ditanam diseleksi terlebih dahulu agar bibit yang dihasilkan benar-benar bibit yang sehat, bebas dari hama dan penyakit. Tahapan penanaman bibit bermutu adalah sebagai berikut.

- a. Media persemaian bibit disiram dengan air bersih atau direndam selama kurang lebih 5 menit dalam larutan fungisida sistemik pada konsentrasi 0,1–0,2%.
- b. Bibit bersama akar dan media semainya dikeluarkan, dengan cara menyobek kantong *polybag* bibit atau membalikkan posisi *polybag* sambil melepaskannya.
- c. Bibit ditanam ke dalam lubang tanam yang sudah disiapkan, sebatas leher akar, dan ditanam dengan posisi tegak. Selanjutnya, tanah di sekeliling pangkal batang/leher akar dipadatkan pelan-pelan agar terjadi hubungan erat antara akar dengan tanah serta mencegah terbentuknya rongga-rongga tanah di sekitar akar karena akar bibit masih rentan kerusakan.
- d. Tanah disiram dengan air hingga cukup basah. Usahakan agar kelembapan tanah tetap terjaga. Saat tanaman masih kecil, sebaiknya penyiraman dilakukan dengan alat bantu gembor.

Pernahkah kamu mengamati orang-orang yang menanam tanaman tertentu? Kapan penanaman tersebut biasa dilakukan? Mengapa dilakukan pada waktu tersebut?

Waktu penanaman bibit sebaiknya dilakukan pada sore hari guna menghindari tanaman menjadi layu karena sengatan terik matahari. Apabila pada waktu menanam kondisinya panas sekali, dianjurkan sesudah bibit ditanam diberi pelindung, seperti pelepah batang pisang, sungkup plastik, dan alang-alang agar terlindung dari sinar matahari langsung.

Berdasarkan bentuk bahan yang ditanam, maka dapat dibedakan sebagai berikut.

- a. Penanaman dalam bentuk benih yang langsung ditanam di lahan atau bedeng yang telah siap, seperti jagung, kacang tanah, dan kedelai.
- b. Penanaman dalam bentuk bibit atau tanaman muda, misalnya tanaman cabai, padi sawah, bayam, dan semangka.
- c. Penanaman dalam bentuk umbi atau rizom, misalnya kentang, bawang merah, bawang putih, jahe, gladiol, dan wortel.
- d. Penanaman dalam bentuk setek (setek batang, setek daun, setek akar, dan setek pucuk), misalnya ubi kayu, ubi jalar, dan violces.



6. Penggunaan Alat Bantu Tanam

Dengan berkembangnya dunia pertanian, pada metode penanaman bibit atau benih dapat menggunakan alat-alat pertanian modern yang pengoperasiannya menggunakan mesin.



Aktivitas 1.9

Diskusi Kelompok tentang Pengoperasian Peralatan Tanam

Dengan melihat tayangan audiovisual berikut, kamu dapat memperoleh informasi tentang jenis, fungsi, dan cara mengoperasikan peralatan tanam modern.

Lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Lihatlah tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube di bawahnya.
2. Jika tidak dapat mengakses tayangan tersebut, kamu dapat mencari gambar tentang alat penanaman padi secara modern menggunakan mesin tanam pada literatur di perpustakaan sekolah.
3. Kamu juga dapat mengunjungi sawah yang sedang melakukan penanaman padi. Jika sudah melewati masa tanamnya, lakukan wawancara dengan petani.
4. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
5. Catatlah di buku catatanmu tentang pengoperasian peralatan tanam pada tayangan tersebut.
6. Diskusikan dengan teman kelompokmu dan buatlah kesimpulan dari hasil diskusi.



<https://www.youtube.com/watch?v=qVi4iEHwvVU>

Mesin Tanam Padi



<https://www.youtube.com/watch?v=VXdgmstBCO4>

Direct Seeding
of Rice

7. Penyulaman

Benih dan bibit yang sudah ditanam perlu diamati dan dikontrol karena semua bibit dan benih yang ditanam tidak semuanya dapat tumbuh dengan baik. Jika di lapangan, tanaman memperlihatkan tanda-tanda tidak normal atau mati, secepatnya tanaman diganti dengan bibit yang sengaja dipersiapkan bersamaan pada waktu melakukan pembibitan. Adapun perlunya dilakukan penyulaman ialah untuk memenuhi jumlah tanaman di lapangan sesuai dengan harapan.



Aktivitas 1.10

Melakukan Praktik Penanaman Bibit

Agar memperoleh pengalaman belajar yang nyata tentang penanaman, kamu dapat melakukan kegiatan praktik penanaman bibit dari hasil penyemaian yang sudah kamu lakukan pada subbab sebelumnya.

Langkah kerja:

1. Siapkan lembar praktik dan dokumentasikan setiap kegiatan secara berkelompok.
2. Setiap kelompok beranggotakan 3–4 orang.
3. Lakukan praktik penanaman bibit.
4. Selalu perhatikan keselamatan dan kesehatan kerja dengan memakai baju praktik, sepatu lapang, dan topi lapang.
5. Setelah kegiatan praktik selesai, cucilah peralatan yang telah digunakan dan kembalikan ke tempatnya dengan rapi.
6. Buatlah laporan hasil praktik.

Berikut contoh lembar praktik yang dapat digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhan.



Tabel 1.3 Lembar Praktik Penanaman Bibit

LEMBAR KEGIATAN PRAKTIK PENANAMAN BIBIT

Aktivitas belajar :

Hari, tanggal :

Kelompok :

Anggota kelompok :

Pelaksanaan Penanaman Bibit

Alat	Bahan	Langkah Kerja	Dokumentasi (Foto Kegiatan)

Identifikasi masalah tentang proses penanaman yang telah kalian lakukan.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D. Pengelolaan Tanaman

Tahukah kamu, bagaimana cara menghasilkan tanaman yang pertumbuhannya baik? Untuk menghasilkan tanaman yang pertumbuhannya baik, perlu memperhatikan faktor pengelolaan pada tanaman. Coba kamu cermati ilustrasi dari gambar berikut tentang pengelolaan tanaman. Tahapan apa saja yang dilakukan pada kegiatan pengelolaan tanaman?

1. Pengelolaan Air

Kebutuhan air tanaman adalah jumlah (kedalaman) air yang diperlukan untuk menggantikan air yang hilang melalui evapotranspirasi. Dengan kata lain, evapotranspirasi tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh berbagai tanaman untuk dapat tumbuh optimal. Kebutuhan air tanaman umumnya dinyatakan dalam mm/hari, mm/bulan, atau mm/musim. Kebutuhan air untuk tanaman dihitung dalam l/det/ha atau m³/hari/ha atau mm/hari. Untuk menghitung kebutuhan air di lapangan dan debit yang diperlukan dari pintu pemasukan air, dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$Q1 = \frac{H \times A}{T} \times 10.000 = \dots \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q2 = \frac{Q1}{86.400} \times \frac{1}{1-L} = \dots \text{ m}^3/\text{detik}$$

Keterangan:

Q1 = kebutuhan harian air di lapangan (m³/hari)

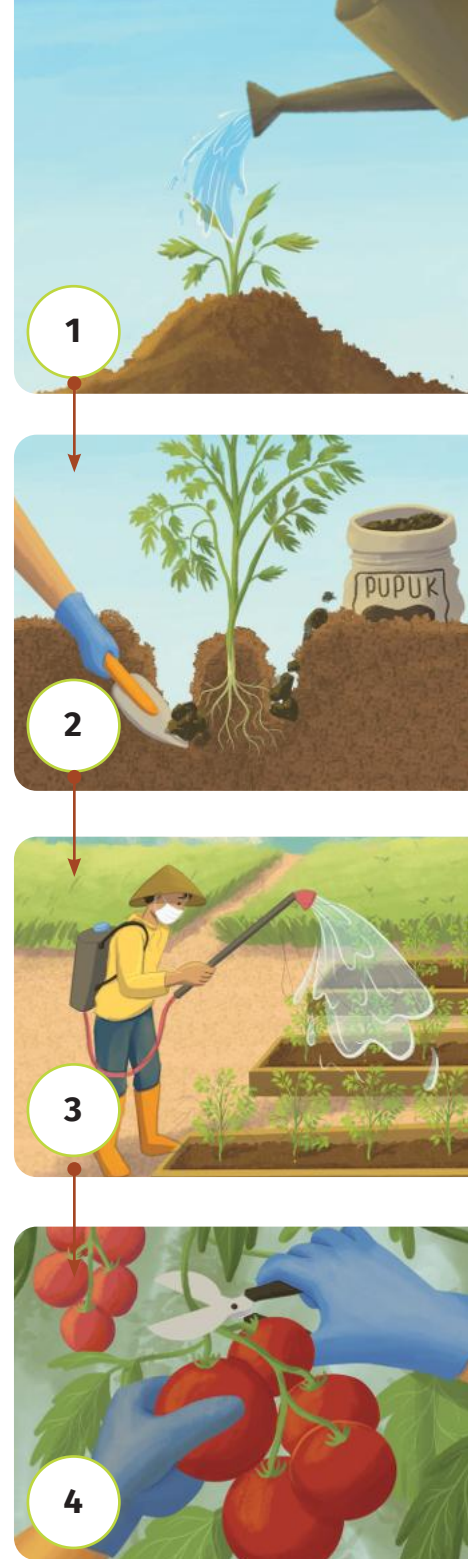
Q2 = kebutuhan air pada pintu pemasukan (m³/detik)

H = tinggi kebutuhan air (m)

A = luas area tanaman (ha)

T = interval pemberian air (hari)

L = kehilangan air di lapangan dan saluran



Gambar 1.9 Ilustrasi Tahapan Pengelolaan Tanaman

Kebutuhan air tanaman selalu merujuk pada satu tanaman yang tumbuh pada kondisi optimal, yaitu tanaman yang seragam, sedang aktif tumbuh, tajuknya menutupi tanah, bebas hama penyakit, dan pada kondisi tanah yang baik (termasuk hara dan air). Beberapa fungsi air bagi tanaman adalah sebagai berikut.

- a. Penyusun/pengisi sel (80–90% terdiri atas air) dan menjaga turgiditas sel.
- b. Sebagai bahan nutrisi, terutama untuk proses fotosintesis.
- c. Mempertahankan suhu tanaman tetap konstan pada saat cahaya penuh.
- d. Sebagai alat transportasi.
- e. Pelarut hara dan senyawa lain.
- f. Aktivator enzim.
- g. Mencuci garam-garam yang dapat meracuni tanaman.

Air yang berada di dalam tanah akan menentukan kondisi tanah. Bentuk-bentuk air di dalam tanah meliputi sebagai berikut.

a. Air Gravitasi

Air gravitasi adalah air yang menempati sebagian besar pori-pori tanah, tetapi akan bergerak ke bawah karena pengaruh gaya gravitasi. Air gravitasi ini menunjukkan bahwa kondisi tanah dalam keadaan tergenang air.

b. Kapasitas Lapang

Kapasitas lapang adalah kemampuan tanah untuk menahan air setelah tidak lagi dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Pada keadaan ini, kondisi air dalam keadaan lembap yang merupakan kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman.

c. Titik Layu Permanen

Titik layu permanen adalah kondisi air dalam tanah pada saat tanaman mengalami layu permanen karena tanaman tidak mampu mengambil air dari dalam tanah. Keadaan yang demikian ditunjukkan oleh tanah yang kering akibat musim kemarau yang berkepanjangan sehingga tanaman menjadi kering.

d. Air Higroskopis

Air higroskopis adalah air yang terikat kuat melapisi partikel tanah. Kondisi air ini sudah tidak dapat digunakan oleh tanaman sehingga tanah di daerah tersebut ditandai dengan tidak adanya vegetasi, seperti daerah gurun pasir yang kering.



Teknik pemberian air pada tanaman bergantung pada jumlah air yang ada, kondisi lahan, jumlah air yang dibutuhkan tanaman, dan teknologi yang digunakan. Oleh karena itu, mengairi tanaman dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

a. Mengairi Tanaman Menggunakan Gayung

Tanaman disiram menggunakan gayung. Air diambil dari sumber air yang telah disediakan, yaitu tempat penampungan air berupa bak atau drum yang terbuat dari besi atau plastik. Air terlebih dahulu ditampung di ember, kemudian disiramkan pada tanaman menggunakan gayung.

b. Mengairi Tanaman dengan *Drip* atau Irigasi Tetes

Cara mengairi tanaman dengan *drip* memerlukan peralatan dan biaya yang besar. Dengan cara ini, area pertanaman dikelilingi dengan pipa-pipa distribusi, di samping pipa utama. Dari pipa distribusi ini dipasang selang kecil yang pada ujungnya dipasang *drip*, kemudian *drip* tersebut ditancapkan di daerah perakaran tanaman. Biasanya satu *drip* untuk satu tanaman sehingga dibutuhkan banyak *drip* pada area pertanaman.

Cara ini akan efektif dilakukan pada budi daya tanaman secara hidroponik karena tanaman menggunakan media dalam pot/*polybag*. Cara ini memiliki keuntungan, yaitu pemberian air efisien dan sesuai yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan cara ini, air dapat diatur keluarannya (debitnya) dengan mengatur *drip* yang digunakan.

c. Mengairi Tanaman dengan Cara Semprot

Mengairi tanaman dengan cara ini ialah tanaman disemprot menggunakan slang yang pada ujungnya dipasang nozel. Untuk mendorong air ke dalam slang digunakan pompa air. Keuntungan cara ini ialah praktis, tidak memerlukan tenaga yang besar. Sementara kerugiannya ialah membutuhkan biaya besar untuk pengadaan peralatan serta air yang digunakan biasanya tidak efektif dan boros karena banyak air yang terbuang.



Gambar 1.10 Penyiraman dengan Irigasi Tetes

Sumber: Rukmiati (2024)



Gambar 1.11 Penyiraman dengan Cara Semprot

Sumber: Atika Mayasari (2022)



Gambar 1.12
Penyiraman dengan
Sprinkel
Sumber: DPUPKP (2020)

d. Mengairi Tanaman dengan *Sprinkler*

Mengairi tanaman dengan cara ini ialah dengan memancarkan air menggunakan *sprinkler* yang dipasang di area pertanaman. *Sprinkler* ini dihubungkan dengan slang, kemudian air didorong dengan pompa sehingga air dapat memancar di seluruh area pertanaman. Cara ini akan menghemat tenaga kerja, tetapi memerlukan biaya pengadaan peralatan yang besar, seperti pengadaan pipa utama, slang air, *sprinkler*, dan pompa air.

Kebutuhan air tanaman dapat dipenuhi bila air dalam keadaan tersedia. Ketersediaan air salah satunya dapat disuplai dari air irigasi. Adanya sistem irigasi yang baik dapat membantu memenuhi kebutuhan air, terutama pada musim kemarau. Sistem irigasi dapat berfungsi apabila komponen-komponen dari sistem irigasi berfungsi dengan baik. Beberapa komponen penting dalam sistem irigasi ialah pompa, pipa saluran/slang, bendungan, keran, dan lain-lain.



Aktivitas 1.11

Studi Kasus

Untuk lebih memahami materi tentang kebutuhan air tanaman, dalam aktivitas ini kamu diminta untuk menganalisis studi kasus dengan cara menentukan kebutuhan air sawah petani di Desa Suka Maju.

Langkah-langkahnya sebagai berikut.

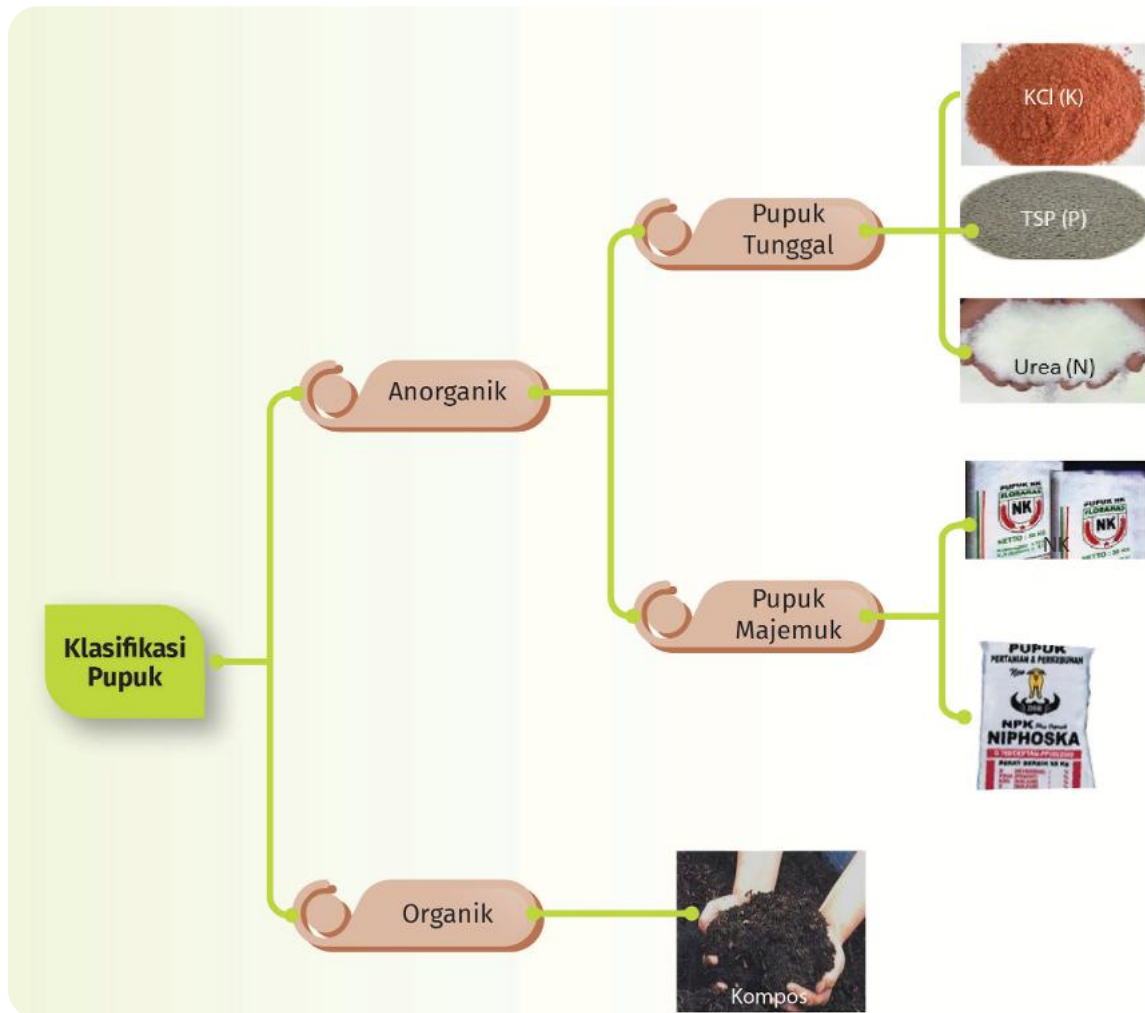
1. Pahami kasus berikut.

Area pertanian untuk penanaman padi di Desa Suka Maju membutuhkan air untuk mengairi sawahnya. Luas area tanaman yang akan diairi seluas 100 ha, interval rotasi adalah 5 hari, evaporasi dan perkolasi tanaman berumur sampai dengan 30 hari adalah 10 mm/hari, evapotranspirasi dan perkolasi tanaman setelah berumur 30 hari adalah 12 mm/hari, serta kehilangan air di lapangan dan saluran adalah 20% atau 0,2. Dari data tersebut, berapakah kebutuhan air yang diperlukan oleh petani di lapangan dan pintu pemasukan?

2. Kerjakan pada buku catatanmu. Jika ada yang belum jelas, kamu dapat mendiskusikannya dengan teman dan gurumu.

2. Pemupukan

Apa yang dimaksud dengan pemupukan? Faktor apa saja yang perlu diperhatikan dalam pemupukan? Pemupukan merupakan kegiatan penyediaan hara secara optimal sesuai kebutuhan. Pemupukan yang baik dan benar harus memperhatikan beberapa faktor, seperti jenis pupuk, dosis pupuk, waktu pemupukan, dan cara/teknik pemberian pupuk.



Gambar 1.13 Klasifikasi Pupuk

Sumber: Rukmiati (2024)

Berikut adalah contoh cara menghitung kebutuhan pupuk.

a. Kebutuhan Pupuk per Hektar

$$\text{Kebutuhan pupuk} = \frac{\text{Dosis pupuk}}{\text{Kadar pupuk}} \times 100$$

Contoh:

Lahan Pak Samid yang ditanami jagung membutuhkan unsur hara N, P, dan K. Berdasarkan percobaan, terbukti bahwa untuk mencapai hasil yang optimal, direkomendasikan untuk diberikan pupuk dengan dosis 60 kg N, 30 kg P_2O_5 , dan 40 kg K_2O . Apabila pupuk yang tersedia adalah ZA (21% N), ES (18% P_2O_5), dan KCl (60% K_2O), berapa kebutuhan pupuk ZA, ES, dan KCl?

Jawab:

$$\text{Kebutuhan pupuk ZA} = \frac{60}{21} \times 100 = 286 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk ES} = \frac{30}{18} \times 100 = 167 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk KCl} = \frac{40}{60} \times 100 = 67 \text{ kg/ha}$$

b. Kebutuhan Pupuk Berdasarkan Luasan Tertentu

$$\text{Kebutuhan pupuk} = \frac{\text{LA}}{10.000} \times \frac{\text{Dosis pupuk}}{\text{Kadar pupuk}} \times 100$$

Contoh:

Sebidang lahan pertanian cabai milik Pak Darjo seluas 750 m² akan dipupuk dengan dosis 120 kg N, 45 kg P_2O_5 , dan 50 kg K_2O . Pupuk yang tersedia adalah urea (45% N), TSP (46% P_2O_5), dan ZK (50% K_2O). Hitung berapa kebutuhan pupuk urea, TSP, dan ZA?

Jawab:

$$\text{Kebutuhan pupuk urea} = \frac{750}{10.000} \times \frac{120}{45} \times 100 = 20 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk TSP} = \frac{750}{10.000} \times \frac{45}{46} \times 100 = 7,3 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk ZA} = \frac{750}{10.000} \times \frac{50}{50} \times 100 = 7,5 \text{ kg}$$

c. Kebutuhan Pupuk Majemuk dan Pupuk Tunggal

Contoh:

Pada suatu daerah ditetapkan dosis pemupukan 90 kg N dan 20 kg P_2O_5 . Pupuk yang tersedia adalah Pupuk Majemuk X 20-20-0 dan urea. Hitung masing-masing pupuk yang harus disediakan.

Jawab:

Dosis per hektar 90 kg N + 20 P_2O_5

Pupuk Majemuk X 20-20-0 memenuhi kebutuhan 20 kg N dan 20 kg P_2O_5 , sisanya sebanyak 70 kg N dengan urea.

Kadar N dalam pupuk urea adalah 45%, maka dibutuhkan pupuk urea sebanyak

$$\frac{70}{45} \times 100 = 155 \text{ kg.}$$

d. Persentase Unsur Hara jika Diketahui Kebutuhan Pupuknya

Contoh:

Misalnya akan dianalisis campuran pupuk yang terdiri atas 150 kg ZA (21% N), 600 kg ES (20% P_2O_5), dan 100 kg KCl (60% K_2O).

Untuk menghitung jumlah N, P_2O_5 , dan K_2O yang tersedia dalam campuran pupuk tersebut adalah sebagai berikut.

$$N = 150 \times \frac{21}{100} \text{ kg} = 31,5 \text{ kg}$$

$$P_2O_5 = 600 \times \frac{20}{100} \text{ kg} = 120 \text{ kg}$$

$$K_2O = 100 \times \frac{60}{100} \text{ kg} = 60 \text{ kg}$$

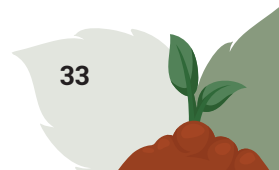
Untuk menghitung persentase N, P_2O_5 , dan K_2O dalam campuran adalah membagi setiap jumlah unsur hara tersebut dengan berat total dikalikan 100%. Jadi, dalam pupuk tersebut terdapat sebagai berikut.

$$\frac{31,5}{850} \times 100\% = 3,7\% \text{ N}$$

$$\frac{120}{850} \times 100\% = 14,1\% P_2O_5$$

$$\frac{60}{850} \times 100\% = 7,0\% K_2O$$

Dengan demikian, komposisi N- P_2O_5 - K_2O dari pupuk campuran itu adalah 3,7-14 dan 7-0.





Aktivitas 1.12

Melakukan Praktik Pemupukan

Kegiatan ini bertujuan agar kamu mampu melakukan pemupukan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang telah dipelajari.

Alat dan bahan:

- Pupuk
- Tempat/wadah pupuk
- Timbangan
- Alat tugal/cangkul
- Prosedur pemupukan atau jadwal pemupukan
- Air
- Kayu pengaduk
- Jenis tanaman (sayuran, buah, atau perkebunan)
- ATK saat menghitung pupuk

Keselamatan kerja:

Selama melaksanakan praktik, gunakan baju, topi, dan sepatu lapangan, serta ikuti tata tertib praktik.

Langkah kerja:

1. Buatlah rencana pemupukan sesuai ketentuan-ketentuan yang telah kamu pelajari, yang mencakup sebagai berikut.
 - Menghitung kebutuhan pupuk berdasarkan aturan yang sesuai.
 - Menentukan metode sesuai ketentuan yang berlaku.
 - Melakukan pemupukan sesuai metode dan waktunya.
2. Lakukan pemupukan sesuai rencana.

Pemupukan pada tanaman dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu sebagai berikut.



Gambar 1.14 Pemupukan dengan Cara Disebar

Sumber: Rukmiati (2024)



Gambar 1.15 Pemupukan pada Lubang Tanam

Sumber: Lisa (2018)



Gambar 1.16 Pemupukan pada Tajuk Terluar Tanaman

Sumber: Fadilah (2022)



Gambar 1.17 Pemupukan di Antara Barisan

Sumber: Lisa (2018)



Gambar 1.18
Pemupukan Daun

Sumber: Fadilah (2022)



Aktivitas 1.13

Observasi kepada Petani Terkait Metode Pemupukan

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait metode pemupukan.

Langkah kerja:

1. Bacalah dengan teliti buku referensi yang menjelaskan tentang metode pemupukan.
2. Buatlah rangkuman tentang metode pemupukan dalam buku catatanmu.
3. Lakukan observasi kepada petani atau pengusaha tani. Cari informasi tentang hal-hal sebagai berikut.
 - a. Jenis tanaman yang dipupuk (tanaman tahunan dan semusim).
 - b. Jenis pupuk yang digunakan.
 - c. Metode/cara melakukan pemupukannya.
 - d. Perlakuan-perlakuan yang disiapkan dalam melakukan metode tersebut.
4. Catat hasil kegiatan tersebut. Kalau perlu, gambarlah dengan benar. Selanjutnya, hasil observasi disimpulkan dan didiskusikan dengan teman dan guru pembimbing.

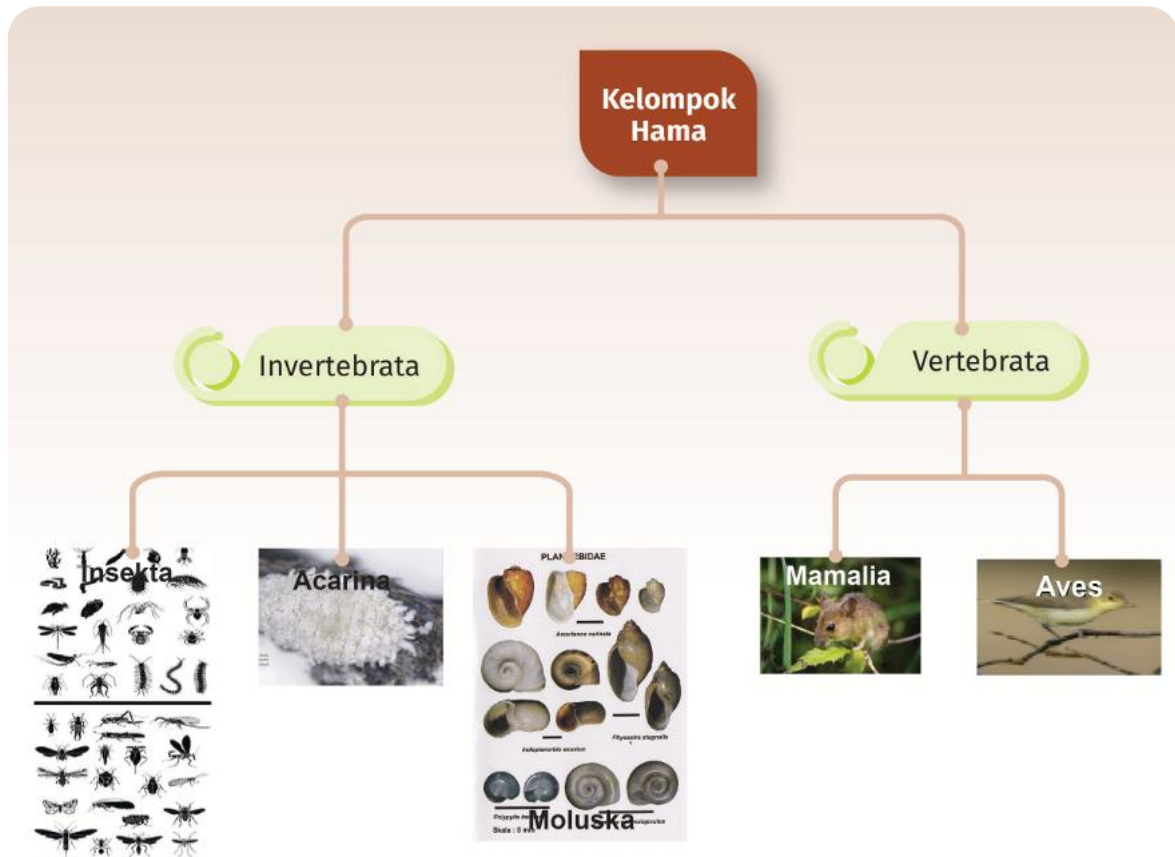
3. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Kegiatan pengendalian OPT dirasa penting karena dapat berdampak gagal panen kalau tidak dilakukan. Apa yang dimaksud dengan OPT? Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah hewan atau tanaman, baik berukuran mikro maupun makro, yang mengganggu, menghambat, bahkan mematikan tanaman yang dibudidayakan. Berdasarkan jenis serangannya, OPT dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu hama, penyakit, dan gulma (Novani dan Rukmiati, 2021).

a. Hama Tanaman

Hama tanaman adalah semua organisme (terutama makroorganisme) yang dalam aktivitas hidupnya selalu merusak hasil tanaman atau bagian-bagian tertentu tanaman. Hama menurunkan kuantitas ataupun kualitas tanaman sehingga menimbulkan kerugian ekonomis bagi yang mengusahakannya.

Contoh organisme yang berpotensi menjadi hama tanaman adalah serangga, golongan mamalia (tikus, musang, babi landak, dan lain-lain), golongan aves (burung), Acarina (tungau), moluska (kelompok siput-siputan), dan nematoda (cacing kecil). Pengelompokan hama disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1.19 Kelompok Hama Tanaman

Sumber: Trubus (2011)

b. Penyakit Tanaman

Penyakit tanaman adalah suatu rangkaian proses fisiologis yang merugikan, yang berakibat pada pertumbuhan yang abnormal. Penyakit tanaman dapat juga diartikan sebagai penyimpangan pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tertentu tanaman, yang disebabkan oleh rangsangan terus-menerus pada tanaman oleh suatu penyebab biotik primer. Penyebab penyakit tanaman disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1.20 Penyebab dan Contoh Penyakit Tanaman

Sumber: Trubus (2011)

c. Gulma

Gulma adalah tumbuhan yang hidupnya berasosiasi dengan tanaman yang dibudidayakan dan memberikan persaingan yang negatif terhadap tanaman tersebut. Contoh gulma berdaun lebar adalah meniran, sirih, dan senduduk bulu; sedangkan contoh gulma berdaun sempit adalah rumput teki, alang-alang, dan rumput belulang. Pengelompokan gulma disajikan dalam gambar berikut.

Pengelompokan Gulma

Golongan Rumput (grasses: Famili Graminae)

Eleusine indica L



Cynodon dactylon L



Imperata cylindrica L



Echinochloa crusgalli L



Golongan Teki (sedges: Famili Cyperaceae)

Cyperus iria L.



Cyperus difformis



Cyperus rotundus L



Golongan Berdaun Lebar

Ageratum conyzoides L



Amaranthus viridis L



Portulaca oleracea L



Gambar 1.21 Pengelompokan Gulma Berdasarkan Morfologinya

Sumber: Rukmiati (2024)



Aktivitas 1.14

Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman

Untuk memahami tentang jenis dan gejala serangan hama dan penyakit yang menyerang tanaman, kamu dapat melakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Buat kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Siapkan alat dan bahan yang terdiri atas: tanaman yang diamati, kantong plastik, alat tulis, dan buku referensi.
3. Selalu perhatikan keselamatan dan kesehatan kerja, yaitu dengan memakai baju, topi, dan sepatu lapangan; memakai masker; serta mengikuti tata tertib praktik.
4. Identifikasi jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman sesuai format berikut.

No.	Jenis Hama/Penyakit	Jenis Tanaman Terserang	Gejala Serangan	Cara Pengendalian

Menurut Novani, dkk. (2021), metode pengendalian OPT meliputi sebagai berikut.

a. Pengendalian secara Fisik

Pengendalian secara fisik adalah pengendalian dengan cara mengubah faktor lingkungan fisik, seperti suhu dan kelembapan. Beberapa contoh teknik pengendalian OPT secara fisik dapat kamu amati pada gambar di bawah ini: (1) penggunaan *Trap Barrier System* (TBS) untuk mengendalikan hama tikus, (2) penggunaan lampu perangkap untuk mengendalikan penggerek batang padi, (3) penggunaan kepingan CD/DVD dan lembaran plastik mengilap sehingga memantulkan sinar matahari yang silau bagi burung untuk

mendekati sawah, (4) aplikasi sistem air curah untuk mengendalikan hama kutu kebul, (5) penggunaan mulsa plastik untuk mengendalikan hama yang bertelur dalam tanah, serta (6) pembungkusan buah untuk mengatasi serangan lalat buah.



1



2



3



4



5



6

Gambar 1.22 Teknik Pengendalian OPT secara Fisik

Sumber: Politani Kupang (2023)

b. Pengendalian secara Mekanik

Pengendalian secara mekanik adalah tindakan yang dilakukan dengan tujuan mematikan atau memindahkan hama secara langsung, baik dengan tangan maupun dengan bantuan alat dan bahan lain. Berikut adalah beberapa tindakan yang termasuk dalam pengendalian mekanik.

1) Pengambilan dengan tangan

Teknik pengambilan hama dengan tangan dapat dilakukan dengan cara menangkap hama yang telah menginfeksi tanaman secara langsung menggunakan tangan. Contohnya dalam pengumpulan fase hidup hama yang mudah ditemukan, seperti telur, larva, atau pupa, juga terhadap bagian-bagian tanaman yang terserang.

2) *Gropyokan*

Gropyokan pada umumnya dilakukan untuk mengendalikan hama tikus, yaitu dengan membunuh tikus, baik yang berada di liang maupun yang sedang berada di luar sarang. Tikus dibunuh secara langsung menggunakan alat bantu seperti cangkul atau alat pemukul.

3) Memasang perangkap

Serangga hama dapat diperangkap dengan berbagai jenis alat perangkap yang dibuat sesuai dengan jenis hama dan fase hama yang akan ditangkap. Alat perangkap dibuat sedemikian rupa untuk menarik, meletakkan, atau membunuh hama. Contoh pemasangan penarik dan perangkap hama: (a) *sex pheromone* yang dipasang dalam botol air mineral bekas, digunakan sebagai perangkap ngengat jantan *Spodoptera* sp.; (b) bahan yang mengandung zat metil eugenol digunakan untuk menarik dan menangkap lalat buah bila dipasang dalam botol air mineral bekas atau alat perangkap lainnya; (c) lembaran kertas berwarna kuning yang diberi lem khusus, seperti *Insect Adhesive Trap Paper (IATP)*, digunakan sebagai perangkap kutu daun thrips, misalnya perangkap kuning biru.



Gambar 1.23
Perangkap Kuning Biru

Sumber: Polítani Kupang (2023)

4) Pengusiran

Teknik pengusiran adalah mengusir hama yang sedang berada di pertanaman atau yang sedang menuju ke pertanaman. Contohnya, pemasangan bebegig (orang-orangan sawah) di tengah sawah untuk mengusir hama burung dari pertanaman padi.

c. Pengendalian secara Kultur Teknis

Pengendalian secara kultur teknis disebut pula sebagai pengendalian agronomik, yaitu pengendalian OPT dengan cara mengelola lingkungan tanaman sedemikian rupa sehingga kurang cocok bagi kehidupan dan perkembangbiakan OPT. Usaha pengendalian ini bersifat preventif, dilakukan sebelum serangan OPT terjadi. Pelaksanaan pengendaliannya mudah dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Kegiatan pengendalian secara kultur teknis, antara lain sanitasi, pengolahan tanah, pengelolaan air, rotasi tanaman, penanaman serempak, pengaturan jarak tanam, tumpang sari, penanaman tanaman perangkap, dan menanam varietas unggul.

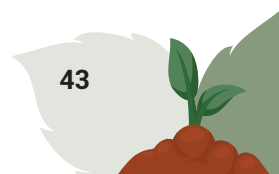
d. Pengendalian secara Biologi

Pengendalian hayati atau biologi pada dasarnya memanfaatkan dan menggunakan musuh alami atau agens pengendali hayati (*biological control agents*). Agens Pengendali Hayati (APH) adalah setiap organisme yang meliputi subspecies, spesies, varietas, semua jenis protozoa, serangga, bakteri, dan organisme lainnya yang dalam tahap perkembangannya dapat dipergunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau OPT dalam proses produksi.

e. Pengendalian secara Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi adalah pengendalian menggunakan senyawa kimia seperti pestisida. Cara ini dianjurkan sebagai alternatif pengendalian terakhir karena meskipun ampuh membunuh sasaran, pestisida mempunyai efek samping yang berbahaya bagi kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia. Pengendalian OPT menggunakan pencampuran pestisida bertujuan memperluas spektrum pengendalian OPT sekaligus meningkatkan efikasinya, serta untuk mencegah atau memperlambat terjadinya resistansi.

Penggunaan pestisida harus memperhatikan tiga prinsip penting, yaitu tidak bertentangan dengan semua peraturan yang berlaku di Indonesia, sesuai dengan metode aplikasinya, dan penggunaan pestisida secara bijaksana. Sebagai pedoman dalam teknik pencampuran pestisida, perlu memperhatikan hal berikut.



- 1) Masukkan formulasi padat (WG/*Wettable Granule*, WP/*Wettable Powder*).
- 2) Masukkan formulasi *water based* (SL/*Soluble Liquid*, SC/*Soluble Concentrat*, EW/*Emulsion Water*).
- 3) Masukkan formulasi *oil based* (EC/*Emulsible Concentrat*).
- 4) Masukkan perata perekat dan pupuk cair.



Aktivitas 1.15

Melakukan Praktik Pengendalian OPT

Kegiatan ini bertujuan agar kamu mendapatkan pengalaman belajar secara nyata tentang pengendalian OPT. Lakukan aktivitas berikut sesuai dengan prosedur yang benar.

Alat dan bahan:

- Timbangan
- Alat semprot gendong (*knapsack sprayer*)
- Gelas ukur
- Insektisida
- Sarung tangan karet
- Air bersih
- Masker
- Tanaman
- Alat pengaduk
- Sabun
- Ember

Keselamatan kerja:

Gunakan jas laboratorium, masker, dan sarung tangan dalam setiap tahapan pengendalian tanaman. Jangan lupa untuk selalu menerapkan K-3, terutama yang menggunakan alat, mesin, dan zat kimia yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja.

Langkah kerja:

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam membuat larutan pestisida.
2. Lakukan hal-hal yang berkaitan dengan pembuatan larutan pestisida, yaitu sebagai berikut.
 - Ambil pestisida yang telah disediakan.
 - Perhatikan dosis penggunaan pestisida tersebut.
 - Hitung kebutuhan cairan semprot untuk luasan yang telah ditentukan.
 - Hitung kebutuhan pestisida per alat semprot atau tangki.
 - Timbang pestisida sesuai dengan kebutuhan area yang akan disemprot. Lalu, masukkan ke dalam ember. Selanjutnya, tambahkan air dan aduk sampai rata.
 - Masukkan larutan ke dalam tangki.
 - Semprotkan secara merata ke tanaman dengan memperhatikan arah angin.
3. Simpan alat yang sudah digunakan pada tempatnya.

4. Pemangkasan

Pemangkasan (*pruning*) adalah pemotongan bagian-bagian tanaman yang tidak dikehendaki dengan harapan nantinya tanaman tersebut akan tumbuh dan berkembang lebih baik serta sesuai dengan keinginan. Tahukah kamu, apa tujuan dari pemangkasan? Untuk memahami tentang teknik pemangkasan, kamu dapat melihat tayangan audiovisual berikut.



<https://www.youtube.com/watch?v=8LsqJcVY0Q>

Cara Pemangkasan Cabang pada Tanaman Melon dan Seleksi Bakal Buah



https://www.youtube.com/watch?v=lxZ_TGywn-A

Cara Pemangkasan Cabai Rawit



<https://www.youtube.com/watch?v=acDgp9luiCE>

Cara Pemangkasan Tanaman Tomat agar Berbuah Maksimal

Apabila kesulitan dalam mengakses internet, kamu dapat melakukan aktivitas sebagai berikut.



Aktivitas 1.16

Observasi kepada Petani Terkait Proses Pemangkasan

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi terkait proses pemangkasan.

Langkah kerja:

1. Lakukan observasi kepada petani. Cari informasi tentang hal-hal sebagai berikut.
 - a. Alat yang digunakan.
 - b. Cara menajamkan alat.
 - c. Jenis pemangkasan yang dilakukan.
 - d. Cara memangkasnya.
 - e. Perlakuan terhadap luka pangkasan.
 - f. Cara menangani batang dan cabang sisa pangkasan.
2. Catat hasil kegiatan tersebut, kemudian diskusikan dengan teman dan gurumu. Simpulkan hasil diskusi tersebut.
3. Hasil resume dan observasi didokumentasikan dalam portofolio hasil belajarmu.

E. Panen dan Pascapanen

Setelah melalui serangkaian tahapan proses produksi tanaman, saat yang paling dinanti ialah panen dan dilanjutkan dengan pascapanen. Apakah kamu pernah melakukan pemanenan? Bagaimana kamu memperlakukan hasil panen? Pemanenan dan penanganan pascapanen calon benih meliputi sebagai berikut.

1. Panen

Menurut Rai (2018), panen adalah pemungutan hasil pertanian yang telah cukup umur. Panen merupakan pekerjaan akhir dari proses produksi tanaman, tetapi merupakan awal dari pekerjaan pascapanen. Hal paling penting yang harus diperhatikan dalam tahap pemanenan ini ialah menentukan waktu panen yang tepat. Panen yang tepat adalah pada saat masak fisiologis. Pada biji-bijian dan buah-buahan, panen yang tepat ialah saat matang atau pengisian organ penyimpanan telah selesai.

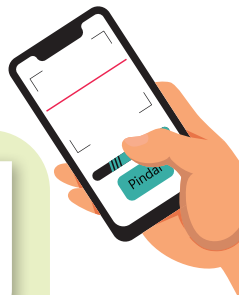
Menentukan waktu panen yang tepat dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu sebagai berikut.

- a. Cara visual atau penampakan, yaitu dengan melihat warna kulit, bentuk buah, ukuran, perubahan bagian tanaman seperti daun mengering, dan lain-lain.
- b. Cara fisik, yaitu dengan perabaan, misalnya buah lunak, umbi keras, dan buah mudah dipetik.
- c. Cara kimia, yaitu dengan melakukan pengukuran atau analisis kandungan zat atau senyawa tertentu yang ada dalam tanaman, misalnya kadar gula, kadar tepung, kadar asam, dan aroma.
- d. Cara komputasi, yaitu menghitung umur tanaman dari sejak tanam atau umur buah dari mulai bunga mekar.

Untuk memahami teknik panen yang bisa menghasilkan benih bermutu, kamu dapat melihat tayangan audiovisual tentang teknik panen pada tautan berikut.

Kamu juga dapat melakukan eksplorasi tentang teknik pemanenan untuk menghasilkan benih dengan mencari sumber referensi di internet, dengan kata kunci “pemanenan benih bermutu”.

Untuk melindungi produk hasil panen tetap terjaga, maka pemberian perlakuan penanganan hasil panen dapat dilakukan dengan beberapa teknik.



<https://www.youtube.com/watch?v=C8ISaNGL28>

Cara Memanen Biji Kacang Panjang untuk Dijadikan Benih





Gambar 1.24 Teknik Panen



Aktivitas 1.17

Melakukan Wawancara dengan Petani

Agar memperoleh informasi atau data terkait cara menentukan waktu panen, kamu dapat melakukan wawancara dengan petani pangan, hortikultura, atau industri buah-buahan.

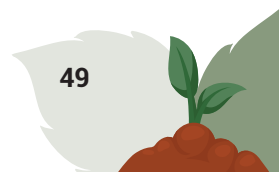
Langkah kerja:

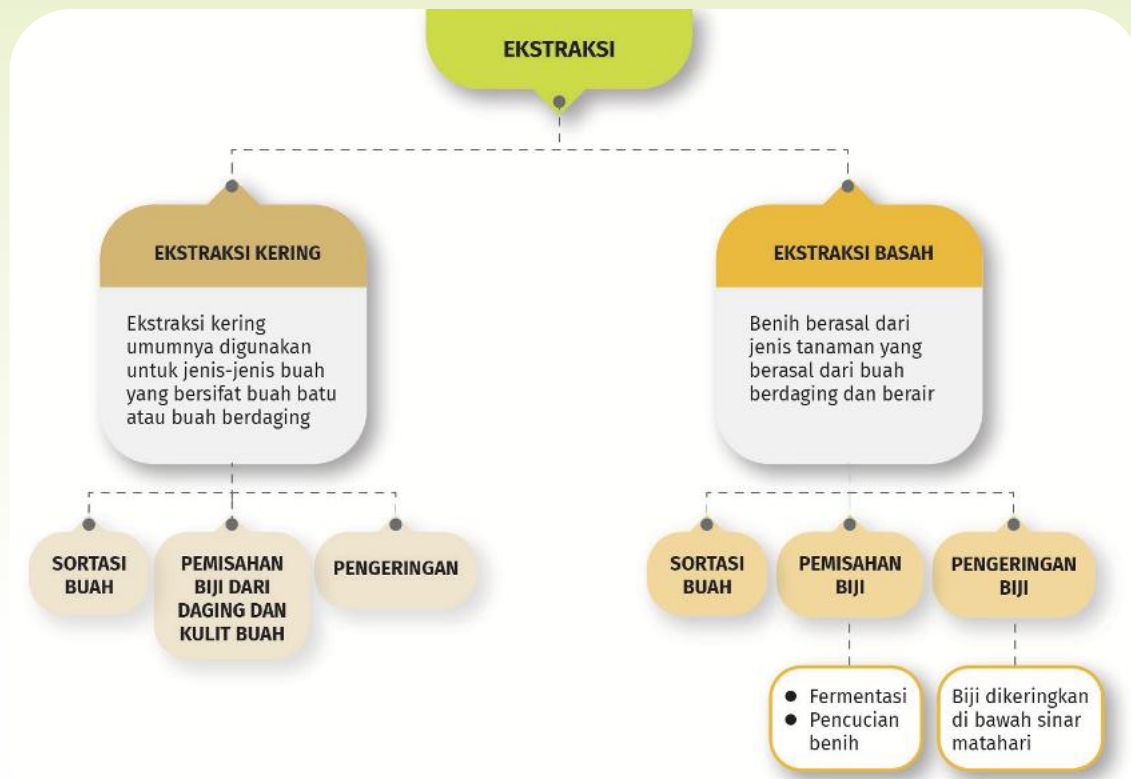
1. Kamu dapat mengajukan beberapa pertanyaan sebagai berikut.
 - Apa jenis tanaman yang sedang dibudidayakan?
 - Kapan tanaman itu ditanam?
 - Apa tujuan tanaman itu dibudidayakan?
 - Kapan tanaman yang sedang dibudidayakan tersebut akan dipanen? Apa alasan/pertimbangannya?
 - Adakah rumusan/perhitungan khusus yang dianut petani dalam menentukan kapan tanamannya akan dipanen? Bila ada, bagaimana caranya?
2. Catat hasil kegiatan tersebut, kemudian diskusikan dengan teman dan gurumu. Simpulkan hasil diskusi tersebut.
3. Hasil resume dan wawancara didokumentasikan dalam portofolio hasil belajarmu.

2. Pascapanen

a. Ekstraksi Biji Calon Benih

Pengertian ekstraksi menurut Ekawati (2009) adalah memisahkan biji dari bagian tanaman, yaitu daging buah, kulit buah, dan tangkai malai.





Gambar 1.25 Proses Ekstraksi



Aktivitas 1.18

Melakukan Praktik Ekstraksi Benih

Agar memperoleh pengalaman belajar yang nyata, kamu dapat melakukan kegiatan praktik ekstraksi benih.

Alat dan bahan:

- Pisau
- Ember
- Talenan
- Saringan
- Kain kasa
- Buah masak fisiologis (seperti tomat, cabai, mentimun, semangka, dan peria)

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Lakukan aktivitas praktik dengan memperhatikan K-3, yaitu menggunakan baju, topi, dan sepatu lapangan; memakai masker; berhati-hati dalam menggunakan peralatan yang berbahaya; serta cuci dan simpan kembali peralatan setelah digunakan.
3. Lakukan ekstraksi secara kering.
 - Biji dari buah *Solanaceae* (cabai) diekstraksi secara kering sesuai dengan prosedur ekstraksi kering benih cabai.
 - Biji cabai yang telah diekstraksi dikeringkan sesuai prosedur hingga kadar air sesuai standar minimal.
4. Lakukan ekstraksi secara basah.
 - Biji dari buah *Cucurbitaceae* (semangka, mentimun, peria) diekstraksi secara basah sesuai dengan prosedur ekstraksi basah *Cucurbitaceae*.
 - Biji dari buah *Solanaceae* (tomat) diekstraksi secara basah sesuai dengan prosedur ekstraksi basah benih tomat.
 - Fermentasi pada proses ekstraksi dilakukan sesuai dengan prosedur.
 - Benih yang telah diekstraksi dikeringkan sesuai prosedur hingga kadar air sesuai standar minimal.
5. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

b. Melakukan Pengeringan

Menurut Agung (2009), pengeringan merupakan suatu cara untuk menghilangkan sebagian air dari suatu bahan menggunakan energi panas. Rekomendasi pengeringan harus disesuaikan dengan kadar air benih yang dikeringkan.

- 1) Jika kadar air benih yang akan dikeringkan 18%, suhu pengeringan maksimal 32°C.
- 2) Jika kadar air benih yang akan dikeringkan antara 10–18%, suhu pengeringan maksimal 37°C.



- 3) Jika kadar air benih yang akan dikeringkan kurang dari 10%, suhu pengeringan maksimal 43°C.
- 4) Untuk benih sayuran tertentu, berapa pun kadar air benih yang diinginkan, suhu untuk pengeringan harus kurang dari 27°C.

Perhitungan kadar air benih dapat dilakukan dengan dua cara.

- Perhitungan kadar air benih berdasarkan berat kering benih.

$$KA = w/W \times 100\%$$

KA = kadar air benih

W = berat kering benih

w = jumlah air yang diuapkan

(nilai w = berat basah benih – berat kering benih)

- Perhitungan kadar air benih berdasarkan berat basah benih.

$$KA = m/M \times 100\%$$

M = berat benih sebelum dikeringkan

m = jumlah air yang diuapkan

(nilai m = berat benih sebelum dikeringkan – berat benih setelah dikeringkan)



Aktivitas 1.19

Melakukan Praktik Pengeringan Benih

Setelah melakukan proses ekstraksi biji, kamu dapat melakukan kegiatan praktik pengeringan benih.

Alat dan bahan:

- Benih hasil ekstraksi
- Neraca digital
- Plastik dengan ketebalan 0,5 cm

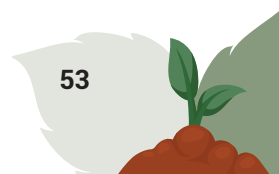
- Nyiru/penampi
- Wadah plastik kedap udara (lengkap dengan tutupnya)
- ATK

Langkah kerja:

1. Lakukan kegiatan praktik berdasarkan kelompok yang telah terbentuk.
2. Selalu perhatikan K-3, yaitu menggunakan sarung tangan, topi lapangan, masker, dan baju lapangan; berhati-hati dalam menggunakan peralatan yang berbahaya; serta cuci dan simpan kembali peralatan setelah digunakan.
3. Benih hasil ekstraksi/perontokan disimpan pada wadah yang layak.
4. Benih hasil ekstraksi ditimbang dengan prosedur yang benar.
5. Waktu mulai dan akhir pengeringan ditetapkan dan dicatat.
6. Benih dihamparkan di bawah sinar matahari langsung.
7. Benih dijemur menggunakan alas hamparan (plastik/nyiru/tampi) dengan ketebalan $\pm 0,5$ cm selama 2 x 10 jam.
8. Pembalikan benih dilakukan beberapa kali sehingga pengeringan benih merata.
9. Penjemuran benih lanjutan menggunakan alas hamparan (plastik/nyiru/penampi) dengan ketebalan 2–5 cm selama 2 x 10 jam.
10. Penetapan kadar air dilakukan untuk mengetahui apakah kadar air sudah sesuai atau belum.
11. Benih yang telah kering dengan kadar air sesuai ketentuan diangkat dan dimasukkan ke dalam wadah yang bersih.
12. Benih disimpan di tempat yang memenuhi syarat penyimpanan.
13. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

c. Sortasi dan *Grading*

Benih yang telah diekstraksi dan dikeringkan, selanjutnya dilakukan sortasi. Tahukah kamu, apa yang dimaksud dengan sortasi benih? Sortasi dapat diartikan sebagai kegiatan pemisahan benih berdasarkan tingkat kerusakan/kecacatan/keutuhan benih.



Metode Sortasi

Sortasi menggunakan tangan atau kuas kecil yang berfungsi membantu memisahkan benih di atas meja sortasi atau menggunakan alat *seed neatness workbench*.



Sortasi menggunakan alat sederhana, seperti nyiru/ penampi, kipas angin, dan ayakan.



Sortasi menggunakan mesin: *winnower machine, air screen cleaner, gravity separator*



Gambar 1.26 Metode Sortasi

Sumber: Rukmiati (2024)

Setelah dilakukan sortasi benih, langkah selanjutnya dalam proses pascapanen benih ialah *grading* atau pengklasifikasian. Tahap *grading* benih biasanya menggunakan mesin yang dapat memisahkan materi/kotoran berdasarkan warna, berat jenis benih, dan ukuran benih.

Faktor-faktor yang digunakan untuk menentukan pengklasifikasian adalah sebagai berikut.



Adapun kriteria mutu yang dapat digunakan dalam proses *grading* meliputi sebagai berikut.





Aktivitas 1.20

Melakukan Sortasi Benih

Aktivitas ini bertujuan agar kamu mampu melakukan sortasi benih. Kerjakan aktivitas ini dengan memperhatikan langkah-langkah berikut.

1. Bekerjalah sesuai dengan kelompok yang terbentuk pada aktivitas sebelumnya.
2. Lakukan dengan memperhatikan K-3, yaitu menggunakan baju praktik, masker, sarung tangan, dan penutup kepala.
3. Lakukan sortasi benih menggunakan tangan.
4. Lakukan sortasi benih menggunakan penampi.
5. Benih yang telah disortasi disimpan dalam wadah yang tertutup.
6. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.



Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

1. Tujuan utama dari penyemaian tanaman adalah
 - a. mengurangi penggunaan pupuk
 - b. memperbanyak jumlah benih yang ditanam
 - c. menyiapkan bibit yang kuat dan sehat sebelum dipindahkan ke lahan
 - d. meningkatkan kadar air dalam tanah
 - e. menambah jumlah tanaman
2. Manfaat dari penggunaan mulsa dalam pengolahan lahan adalah
 - a. meningkatkan penguapan air dari tanah
 - b. menjaga kelembapan tanah dan mengurangi pertumbuhan gulma
 - c. meningkatkan jumlah pupuk yang diperlukan
 - d. menurunkan suhu tanah
 - e. meningkatkan perawatan tanaman
3. Manakah dari pernyataan berikut yang *bukan* manfaat dari pemangkasan tanaman?
 - a. Meningkatkan sirkulasi udara di dalam tajuk tanaman.
 - b. Mengurangi risiko penyakit tanaman.
 - c. Menurunkan kualitas buah.
 - d. Meningkatkan penetrasi cahaya matahari ke bagian dalam tanaman.
 - e. Mempertahankan bentuk/dimensi tanaman.
4. Pengairan tanaman merupakan faktor penting dalam pertanian, karena
 - a. mencegah serangan hama dan penyakit
 - b. mempercepat pertumbuhan daun dan batang tanaman
 - c. memastikan tanaman mendapatkan cukup air untuk fotosintesis dan metabolisme
 - d. mengurangi kebutuhan pupuk tanaman
 - e. melarutkan unsur hara tanah



5. Proses yang dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan biji rusak dari hasil panen benih adalah
- pengeringan
 - penjemuran
 - penyortiran
 - pembakaran
 - pengklasifikasian

B. Soal Benar atau Salah

No.	Soal	Jawaban	
		Benar	Salah
1.	Pemupukan merupakan proses untuk memberikan tanaman zat-zat makanan yang diperlukan.		
2.	Pengolahan lahan bertujuan mempersiapkan tanah agar siap ditanami.		
3.	Proses penyemaian hanya diperlukan untuk tanaman sayuran, bukan untuk tanaman pangan seperti padi.		

C. Soal Memasangkan

1. Pasangkan jenis sistem pengairan dengan deskripsi yang tepat.

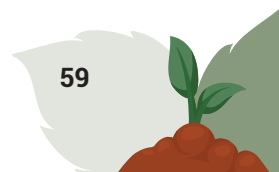
a. Irigasi tetes	(1) Air disemprotkan ke tanaman dalam bentuk tetesan kecil.
b. Irigasi <i>sprinkle</i>	(2) Air dialirkan melalui saluran terbuka di sekitar tanaman.
c. Irigasi permukaan	(3) Air dialirkan melalui pipa-pipa kecil dekat akar tanaman.

2. Pasangkan jenis pupuk dengan deskripsi yang tepat.

a. Pupuk nitrogen	(1) Membantu pertumbuhan akar tanaman.
b. Pupuk fosfor	(2) Meningkatkan resistansi terhadap penyakit.
c. Pupuk kalium	(3) Mendorong pertumbuhan daun dan batang.

D. Soal Uraian

- Desa Sejahtera dikenal sebagai desa yang sebagian besar penduduknya adalah petani. Salah satu komoditas utama yang ditanam adalah tomat. Untuk meningkatkan hasil panen dan kualitas tomat, kelompok tani di desa ini memutuskan untuk menerapkan teknik penyemaian yang lebih modern dan efisien. Berikut adalah langkah-langkah yang mereka rencanakan.
 - Pemilihan benih unggul dari sumber terpercaya.
 - Perendaman benih dalam larutan nutrisi selama 12 jam.
 - Penggunaan bedeng plastik untuk persemaian.
 - Pengairan dengan sistem *drip irrigation*.
 - Pemantauan dan pengendalian hama secara biologis.
 - Pemberian pupuk organik secara berkala.
 - Pemindahan bibit ke lahan tanam setelah 25 hari.
 - Mengapa kelompok tani memilih untuk merendam benih dalam larutan nutrisi sebelum disemai?
 - Apa keuntungan penggunaan bedeng plastik dalam penyemaian benih tomat?
 - Jelaskan proses pemindahan bibit tomat yang baik agar bibit tidak stres dan tetap tumbuh dengan baik.
- Seorang petani mengalami masalah dengan benih yang tidak berkecambah dengan baik di persemaian. Analisislah kemungkinan penyebab dari masalah ini dan berikan rekomendasi solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan tingkat perkecambahan.



3. Seorang petani di daerah dataran tinggi menghadapi masalah erosi tanah yang parah setiap musim hujan. Buatlah strategi pengolahan lahan yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ini. Jelaskan bagaimana strategi tersebut dapat mengurangi erosi tanah.
4. Mengapa sebelum melakukan pengendalian hama dan penyakit secara kimia, perlu dilakukan kegiatan mengidentifikasi jenis pestisida, bentuk atau formulasi pestisida, dan cara kerja pestisida yang akan digunakan?
5. Buatlah alternatif rencana kegiatan mengendalikan hama dan penyakit secara kimia, rencana kerja membuat metode pengendalian hama dan penyakit yang akan dilakukan, kriteria keberhasilan, waktu pencapaian, dan jadwal kegiatan.
6. Pada percobaan dosis pemupukan pada lahan seluas 400 m^2 yang ditanami mentimun dengan jarak tanam $40 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$, akan dipupuk dengan dosis 120 kg N , $45 \text{ kg P}_2\text{O}_5$, dan $50 \text{ kg K}_2\text{O}$. Pupuk yang tersedia urea ($45\% \text{ N}$), TSP ($46\% \text{ P}_2\text{O}_5$), dan KCl ($60\% \text{ K}_2\text{O}$). Hitung kebutuhan masing-masing pupuk pertanaman dan aplikasi ke tanaman.



Pengayaan

Untuk menambah wawasanmu tentang proses ekstraksi biji calon benih, silakan pelajari secara mandiri dengan memindai kode QR berikut.



Jika terkendala dengan jaringan internet, kamu dapat melakukan diskusi dengan temanmu.

Ekstraksi biji adalah proses yang sangat penting dalam produksi benih. Dengan memahami prinsip-prinsip dasar ekstraksi biji, kita dapat menghasilkan benih berkualitas tinggi yang siap tanam.

Pertanyaan untuk diskusi:

1. Apa perbedaan utama antara ekstraksi biji secara kering dan basah?
2. Faktor apa saja yang perlu diperhatikan dalam memilih metode ekstraksi biji?
3. Apa pentingnya menguji viabilitas benih setelah proses ekstraksi?
4. Bagaimana cara menjaga kualitas benih setelah dipanen dan diekstraksi?





Refleksi

Setelah mempelajari semua materi pada bab ini, saatnya kamu merefleksikan hasil belajar dengan mencentang pada kolom pemahaman. Centang kolom “Ya” apabila kamu telah memahami materi yang telah dipelajari. Sebaliknya, centang kolom “Belum” apabila kamu belum memahami materi dan perlu mengulanginya dengan meminta kepada gurumu untuk mendampingi.

Tabel 1.4 Refleksi Pembelajaran Bab I

Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Penyemaian Benih		
Penyiapan Lahan		
Penanaman Tanaman		
Pengelolaan Tanaman		
Panen dan Pascapanen		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2024

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

Penulis: Abdul Jabir, Neny Rukmiati, Sistiana Windyariani

ISBN: 978-602-358-839-8

Bab II

Produksi Benih Generatif

Produksi benih generatif merupakan salah satu metode dalam penangkaran benih tanaman bersertifikat. Bagaimanakah prosesnya?





Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu memahami proses produksi benih generatif, melakukan seleksi (*roguing*) dan hibridisasi, memahami proses pembentukan benih inbrida, serta melakukan penyerbukan pada tanaman produksi benih bersertifikat.



Kata Kunci

- benih unggul
- hibrida
- inbrida
- penyerbukan
- sertifikasi



Soft Skills

Jujur, mandiri, bertanggung jawab, berpikir kritis, kecerdasan emosional, kreatif, inovatif, dan peduli lingkungan.



Peta Materi

Produksi Benih Generatif

- Tahapan Produksi Benih Generatif Bersertifikat
- Penangkaran Benih

Proses Produksi Benih Generatif

Roguing Tanaman

- Definisi *Roguing*
- Pelaksanaan *Roguing*

- Definisi Benih Hibrida
- Proses Produksi Benih Hibrida
- Praktik Hibridisasi Tanaman

Produksi Benih Hibrida

Produksi Benih Inbrida

- Pembentukan Benih Inbrida
- Tahapan Produksi Benih Inbrida
- Perbedaan Benih Inbrida dan Hibrida

- Definisi Penyerbukan
- Ragam Proses Penyerbukan

Penyerbukan (Polinasi)

Perhatikan dua gambar berikut dengan saksama.



Gambar 2.1 Benih Kedelai Unggul

Sumber: pnmralex/Pixabay (2022)



Gambar 2.2 Benih Kedelai Tidak Unggul

Sumber: Sukoco/Kompas (2022)

Setelah kamu mencermati gambar di atas, yaitu benih kedelai unggul dan benih kedelai tidak unggul, apakah bisa jika kedua benih tersebut dibudidayakan secara langsung? Kira-kira bagaimana hasil kedua benih yang dibudidayakan tersebut? Jelaskan ciri-ciri benih unggul dan tidak unggul dari gambar tersebut.

Benih unggul diperoleh dari varietas yang unggul dan bersertifikat. Ciri-ciri benih unggul antara lain sebagai berikut.

- Memiliki ukuran polong besar.
- Warna polong kuning mengilat.
- Berumur pendek.
- Tahan terhadap serangan hama/penyakit.
- Memiliki tingkat produktivitas tinggi, berkisar antara 2,0–2,5 ton/ha.

Agar kamu dapat memahami materi produksi benih generatif secara lebih mendalam, pelajailah materi berikut.

A. Proses Produksi Benih Generatif

1. Tahapan Produksi Benih Generatif Bersertifikat

Produksi benih generatif diartikan sebagai serangkaian kegiatan memperbanyak benih dengan cara kawin atau seksual dari varietas unggul bersertifikat sehingga menjadi benih dengan kuantitas dan kualitas sesuai dengan kebutuhan.

Berikut adalah tahapan produksi benih generatif untuk menghasilkan benih yang bermutu dan bersertifikat.



Gambar 2.3 Tahapan Produksi Benih Bersertifikat

Dalam Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992, yang dimaksud dengan benih tanaman adalah bagian yang digunakan untuk memperbanyak tanaman, baik benih yang berwujud biji maupun bahan tanaman lainnya, seperti setek, cangkokan, sambungan, semai, siungan, rimpang, dan planet pada pembiakan mikro.

Proses produksi benih bermutu dan bersertifikat ditentukan oleh dua faktor, yaitu faktor genetik dan faktor fisik. Faktor genetik seperti produksinya baik, tahan terhadap serangan hama dan penyakit, serta responsif terhadap kondisi pertumbuhan yang optimal. Adapun faktor fisik adalah faktor yang memengaruhi benih bermutu tinggi, mencakup kemurnian benih, persentase perkecambahan benih tinggi, bebas dari campuran benih rerumputan, bebas dari kotoran, bebas dari insek (serangga), dan kadar air biji rendah.

2. Penangkaran Benih

Tahukah kamu penangkar benih tanaman? Penangkar benih adalah seorang petani yang melakukan budi daya tanaman dengan menerapkan penggunaan benih bersertifikat, mengelola tanaman dengan baik, serta melaksanakan panen dan pascapanen dengan baik. Selanjutnya, melaporkan kegiatan budi daya tanaman tersebut kepada pihak Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) terdekat untuk dilakukan pengawasan dan sertifikasi benih hasil produksi.

Berikut merupakan jenis kelas benih tanaman yang disertifikasi oleh BPSB berdasarkan tingkat benih yang diproduksi.

- a. Benih Dasar (BD), yaitu benih yang bersumber dari Benih Penjenis (BS).
- b. Benih Pokok (BP), yaitu benih yang bersumber dari Benih Dasar (BD) atau Benih Penjenis (BS).
- c. Benih Sebar (BR), yaitu benih yang bersumber dari Benih Pokok (BP), Benih Dasar (BD), atau Benih Penjenis (BS).

Sertifikasi benih tersebut dilakukan untuk semua jenis tanaman, baik tanaman pangan, hortikultura, maupun perkebunan. Berikut contoh benih kedelai yang disertifikasi oleh BPSB.





No. SK Kementan:
537/Kpts/
TP.240/10/2001

Jenis:
Kedelai Pangan
(Bahan Baku
Tempe)

Bobot per 100 Biji:
14,8–15,3 Gram

Umur Panen (HST):
82–92 HST

Potensi Hasil:
2,03–2,25 Ton per
Hektare

Sumber: Tjap Bukitmas (2024)



Jenis Produk:
Benih Kedelai Varietas
Grobogan 0141100000-BKL-
025310651

No. Produk Penyedia:
002-BK-CVATJ

Kode KBKI:
0141100000

Kelas Benih Bersertifikat:
Benih Sebar (BR)

Berat Kemasan:
25 kg

Kemurnian Benih:
97%

Kadar Air Benih:
11%

Sumber: e-catalogue/LKPP (2022))



Jenis Produk:
Benih Kedelai Varietas Gepok
Kuning 0141100000-BKL-
123219575

No. Produk Penyedia:
03/BKK/MMS/2023

Kode KBKI:
0141100000

Kelas Benih Bersertifikat:
Benih Sebar (BR)

Berat Kemasan:
25 kg

Kemurnian Benih:
97%

Kadar Air Benih:
11%

Sumber: e-catalogue/LKPP (2022))

Gambar 2.4 Produk Benih Kedelai Bersertifikat

Gambar tersebut menunjukkan benih kedelai unggul hasil penangkaran yang telah disertifikasi oleh BPSB dan ditetapkan sebagai varietas unggul berdasarkan Surat Keputusan (SK) dari Kementerian Pertanian. Ini berarti benih tersebut siap untuk dijual kepada konsumen atau petani pemakai benih.



Kasus 2.1

Pak Jabir melakukan penyemaian benih pinang unggul betara yang diperoleh dari seorang penangkar benih resmi. Benih tersebut akan dijual kepada kelompok tani setelah benih siap tanam pada umur 8–12 bulan. Benih yang sudah berkecambah disemai sebanyak 10.000 benih dalam *polybag* berukuran 15 x 15 cm yang telah disiapkan.

Seiring waktu berjalan, Pak Jabir melaporkan kepada pihak BPSB Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi untuk dilakukan pengawasan dan sertifikasi benih. Benih tersebut terlihat tumbuh subur dan menghijau di bawah naungan dengan pemeliharaan benih yang dilakukan secara baik dan intensif.

Pada umur tanaman 7 bulan, Pak Jabir menghitung jumlah benihnya. Ternyata jumlah benih tersebut hanya 82% saja. Ada benih yang gagal tumbuh sebesar 18%.

Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor benih tidak tumbuh dipengaruhi oleh jarak tanam benih terlalu rapat dan terdapat tanaman lain yang akarnya ikut menyerap unsur hara dalam media *polybag*. Akibatnya, benih pinang tidak tumbuh normal dan tidak mendapatkan cahaya matahari.

Dari permasalahan di atas, Pak Jabir tidak dapat mengajukan sertifikasi benih pinang unggul karena tidak sesuai jumlah benih sebagaimana perjanjian kontrak dengan pihak kelompok tani (konsumen).



Aktivitas 2.1

Diskusi Kelompok tentang Penangkaran Benih Generatif

Untuk memahami proses penangkaran benih generatif, kamu dapat melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut dan berkolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
2. Lihatlah tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube di bawahnya.
3. Perhatikan tahapan proses kegiatannya. Analisis dan diskusikan setiap kegiatan penangkaran benih yang dilakukan.
4. Isilah tabel seperti contoh berikut.



<https://www.youtube.com/watch?v=vOpPM9sflaA>

Penangkaran Benih
Sorgum Bioguma
Bersertifikat

Jenis Tanaman Produksi	Tahapan Proses Kegiatan	Uraian Kegiatan yang Dilakukan
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	

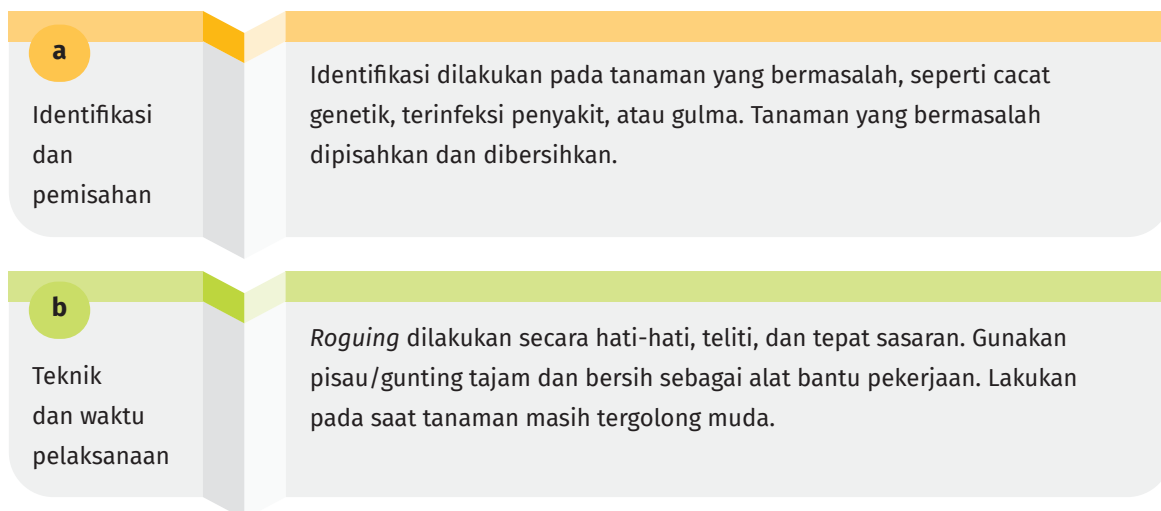
- Refleksikan pembelajaran yang telah dilakukan secara bersama-sama.

B. Roguing Tanaman

1. Definisi Roguing

Roguing adalah suatu kegiatan dalam budi daya tanaman dengan mengidentifikasi dan menghilangkan tanaman yang bukan tujuan atau menyimpang. Tujuan *roguing* adalah untuk menjaga kemurnian dan mutu genetik suatu varietas tanaman. Selain itu, untuk memisahkan tanaman yang terkena serangan patogen yang berpotensi untuk menyebar ke seluruh tanaman karena pengaruh angin kencang atau terbawa oleh benih sendiri ke tempat penanaman.

Tahukah kamu, apa saja yang dilakukan pada kegiatan *roguing* itu? Ada beberapa aspek penting kegiatan *roguing* dalam memproduksi benih generatif, yaitu sebagai berikut.



c Peran petani dan tenaga kerja	Untuk kegiatan <i>roguing</i> diperlukan petani/pekerja yang terampil, terlatih, dan memiliki pengetahuan yang cukup tentang <i>roguing</i> tanaman.
d Manfaat dan dampak <i>roguing</i>	Manfaat <i>roguing</i> adalah meningkatkan keseragaman tanaman, mengurangi kompetisi tanaman akan cahaya matahari dan unsur hara dari dalam tanah, serta mencegah penyebaran penyakit dan gulma pengganggu tanaman.
e Pengawasan dan evaluasi	Pengawasan dan evaluasi diperlukan untuk memastikan proses <i>roguing</i> dilakukan secara efektif dan efisien. Selain itu, dapat mengidentifikasi persoalan yang muncul sehingga dapat mengambil langkah-langkah pencegahan dan perbaikan secara tepat.

Gambar 2.5 Aspek Penting Kegiatan *Roguing* Tanaman

Gambar berikut merupakan kegiatan *roguing* pada budi daya tanaman jagung dalam rangka produksi benih yang dilakukan oleh seorang petani. *Roguing* dilakukan dengan memotong tanaman jagung yang tumbuh tidak dalam barisan.



Gambar 2.6 *Roguing* pada Tanaman Jagung

Sumber: Rizal Dwi Fathoni (2018)

2. Pelaksanaan *Roguing*

Berikut adalah contoh pelaksanaan kegiatan *roguing* pada budi daya tanaman jagung untuk memproduksi benih bersertifikat.

a. Alat dan bahan yang digunakan:

- Gunting pangkas dahan
- Pisau
- Area budi daya tanaman jagung

b. Langkah kerja *roguing*:

- 1) *Roguing* dilakukan pada fase tanaman membentuk anakan maksimum (50 hari setelah tanam).
 - Mencabut dan membuang tanaman yang tumbuh di luar jalur barisan.
 - Mencabut dan membuang tanaman yang bentuk dan ukuran daunnya berbeda.
 - Mencabut dan membuang tanaman yang mempunyai ketinggian berbeda.
- 2) *Roguing* dilakukan pada fase berbunga (80–90 hari setelah tanam).
 - Mencabut dan membuang tanaman yang terlalu cepat dan lambat berbunga.
 - Mencabut dan membuang tanaman yang ukuran bijinya berbeda.
- 3) *Roguing* dilakukan pada fase biji masak (110–115 hari setelah tanam), dapat disesuaikan dengan spesifikasi varietas produksi benih.
 - Mencabut dan membuang tanaman yang memiliki tongkol dengan jumlah biji tidak normal.
 - Membuang dengan mencabut tanaman yang memiliki bentuk, warna, dan ukuran berbeda.



Kasus 2.2

Anggota Kelompok Tani Marsudi Among Tani Desa Dawuhan, Kecamatan Banyumas, Kabupaten Banyumas, melakukan kegiatan *roguing* tanaman padi varietas Mentik Susu. Kegiatan ini diikuti pula oleh petugas penyuluh pertanian sebagai pembina kelompok tani. Pada awalnya, petani enggan melakukan *roguing* untuk membuang padi varietas lain yang tumbuh bersama di lahan. Namun, pada akhirnya para petani mau melakukan kegiatan *roguing* dengan sangat antusias.



Kegiatan *roguing* ini dilakukan pada fase generatif awal. Bersamaan dengan itu, selama kegiatan dilakukan transfer pengetahuan dan pemahaman tentang campuran varietas lain yang perlu dihilangkan pada lahan budi daya tanaman padi Mentik Susu. Tanaman yang dihilangkan pada saat *roguing* fase generatif akhir memiliki ciri-ciri: (1) tipe benihnya menyimpang, (2) bentuk dan ukuran daun benderanya berbeda, (3) berbunga terlalu cepat atau melambat, (4) terlalu cepat matang, (5) memiliki eksersi malai berbeda, serta (6) ukuran, warna, dan ujung gabah berbeda.

Pelaksanaan *roguing* pada fase generatif akhir hanya sedikit menemukan campuran varietas lain. Hal ini disebabkan oleh *roguing* pada fase vegetatif dan generatif awal dilakukan dengan baik. Budi daya pertanaman padi Mentik Susu yang telah dilakukan *roguing* dan dipelihara sampai panen dapat digunakan untuk musim tanam selanjutnya.

Tahukah kamu, mengapa benih padi Mentik Susu tidak dapat dijual atau dipublikasikan sebagai benih bermutu dan bersertifikat?

Pada kasus ini, keengganan petani membuang campuran varietas lain menjadi kendala dalam *roguing*. Akibatnya, petani tidak dapat melaporkan perkembangan pertumbuhan padi Mentik Susu ke pihak BPSB terdekat untuk proses sertifikasi. Karena tidak disertifikasi, maka benih padi Mentik Susu hanya dapat digunakan oleh anggota Kelompok Tani Marsudi Among Tani dan tidak dapat diperjualbelikan. Namun, proses *roguing* dapat diselesaikan dengan cara memindahkan campuran varietas lain ke lahan sawah yang tidak digunakan untuk produksi benih.



Aktivitas 2.2

Melakukan Praktik *Roguing* pada Tanaman

Agar memperoleh pengalaman belajar yang nyata tentang *roguing*, kamu mampu melakukan kegiatan praktik *roguing* pada tanaman dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Pastikan tempat praktik telah disiapkan atau tersedia.
2. Sampaikan kepada orang tua/wali tentang rencana praktik yang akan dilaksanakan.

3. Menjaga nama baik diri sendiri, orang tua, dan sekolah. Bersikap sopan dan santun saat melakukan praktik.
4. Lakukan kegiatan praktik secara berkelompok. Setiap kelompok beranggotakan 3–4 orang.
5. Pastikan kalian menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap, seperti topi kerja, sepatu bot, pakaian praktik, sarung tangan, dan masker.
6. Lakukanlah kegiatan *roguing* pada area budi daya tanaman pangan yang ada di sekitar sekolah atau tempat tinggal kalian. Tuliskan jenis tanaman, umur tanaman pada saat praktik, dan luas lahan.
7. Catat jenis kegiatan *roguing* yang akan dilakukan, seperti tanaman tidak dalam barisan, tidak tumbuh seragam, cepat atau lambat berbunga, kerdil, dan lain-lain.

Roguing pada Budi Daya Tanaman Produksi Benih Generatif			
Varietas	Umur	Karakteristik	Jenis Kegiatan <i>Roguing</i> yang Dilakukan
			1.
			2.
			3.
			4.
			5.

C. Produksi Benih Hibrida

1. Definisi Benih Hibrida

Benih hibrida adalah benih hasil persilangan dari kedua tetua jantan dan betina yang masing-masing telah memiliki sifat unggul. Selanjutnya akan menghasilkan keturunan F1 (filial 1) yang melebihi sifat tetuanya. Keunggulan sifat dari tanaman hibrida ini diperoleh hanya pada keturunan yang pertama. Benih setelahnya tidak dapat ditanam lagi karena bukan benih unggul lagi. Apabila ingin menanam kembali, maka harus menggunakan benih hibrida yang baru.





Gambar 2.7
Tanaman Jagung
Manis Hibrida

Sumber: East West
Seed Indonesia/Kompas
(2023)

2. Proses Produksi Benih Hibrida

Produksi benih hibrida sudah sangat akrab dengan petani di Indonesia. Gambar berikut menunjukkan jenis tanaman jagung manis yang tumbuh subur, sehat, dan berproduksi tinggi.

Perbedaan benih hibrida dan inbrida ialah pada proses penyerbukan antara bunga jantan dan bunga betina.

Penyerbukan benih hibrida berlangsung melalui proses persilangan antara dua galur murni yang berbeda susunan genetiknya. Penyerbukan dapat berlangsung secara alami (oleh angin dan/atau serangga) atau dengan bantuan manusia. Benih hibrida mempunyai keragaman genetik dan dapat mewarisi karakteristik tertentu dari induknya, seperti tahan terhadap serangan penyakit, warna, rasa, dan ukuran.

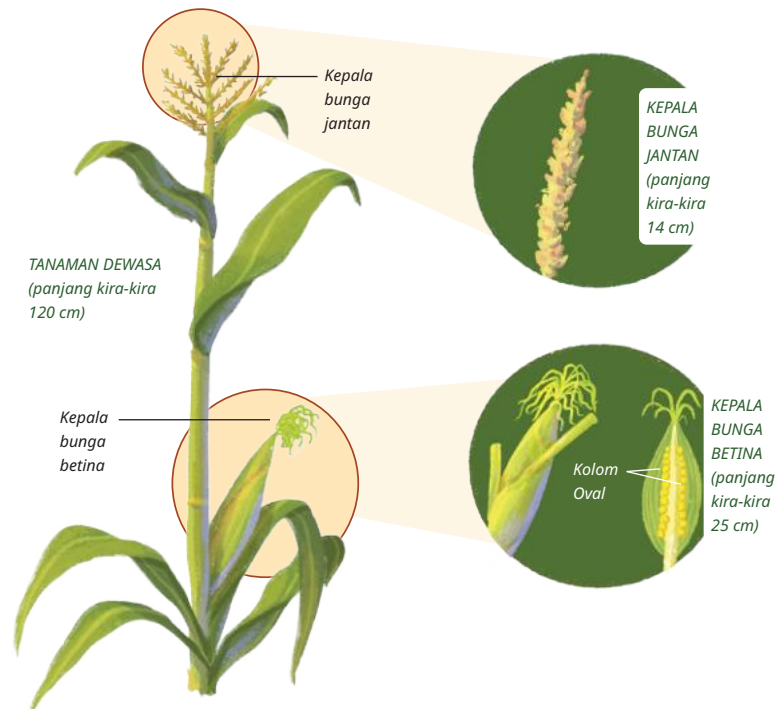
Adapun penyerbukan benih inbrida terjadi melalui proses serbuk sari (polen) dari kepala sari (antera) yang terdapat pada bulir jatuh ke kepala putik (stigma) di bulir yang sama. Benih inbrida dihasilkan dari proses penyerbukan sendiri oleh satu varietas. Benih inbrida memiliki sifat turunan yang sama persis seperti sifat induknya.

Agar proses penyerbukan benih hibrida berlangsung secara sempurna, maka peran manusia sangat penting untuk menghindari terjadi penyerbukan secara bebas. Usaha untuk mengantisipasi hal itu perlu dilakukan dengan isolasi waktu atau jarak bila terdapat tanaman yang sejenis. Isolasi waktu dapat dilakukan dengan penanaman yang perbedaan waktunya sekitar 2–3 minggu. Sementara isolasi jarak dengan melakukan penanaman yang sejenis berjarak sekitar 500 meter.

Kegiatan lain yang perlu dilakukan dalam produksi benih hibrida ialah pemeliharaan tanaman dari awal sampai pemeliharaan lanjutan. Pemeliharaan tersebut meliputi pemupukan lanjutan; penyiangan; pengairan; drainase; pengendalian gulma, hama, dan penyakit tanaman; pembumbunan; sanitasi; dan lain-lain.

Tanaman pangan hibrida, seperti padi dan jagung diperoleh dari hasil seleksi kombinasi (hibridisasi). Hibridisasi adalah proses penyerbukan silang antara tetua putik bunga dengan tetua serbuk sari yang diinginkan. Hibridisasi disebut juga sebagai perkawinan

silang dari dua tanaman yang berbeda varietas dalam satu spesies untuk memperoleh sifat-sifat yang lebih unggul. Contoh hibridisasi tanaman dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.8 Hibridisasi Tanaman Jagung (*Zea mays*)

3. Praktik Hibridisasi Tanaman

Berikut adalah praktik persilangan yang dilakukan pada budi daya tanaman cabai untuk memperoleh benih hibrida.

- Alat yang digunakan, antara lain: sekop kecil, pinset, gunting, kuas, dan baki perkecambahan.
- Bahan yang digunakan, antara lain: benih cabai (dua varietas morfologi berbeda), *polybag* ukuran 60 x 40 cm, *headband magnifier*, label, dan benang.
- Prosedur kerja:

Penyemaian benih:

- Gunakan media tanam berupa tanah atau kokopit.
- Masukkan media tanam ke dalam baki perkecambahan hingga $\frac{3}{4}$ tinggi baki.
- Siram media tanam hingga kondisi lembap.

- 4) Tanam 15 benih dengan jarak teratur, posisi benih tidak dibenamkan.
- 5) Tutup benih dengan lapisan tipis media tanam.
- 6) Letakkan baki perkecambahan di tempat teduh. Kemudian, pelihara benih tanaman hingga tumbuh menjadi tanaman muda.

Pemeliharaan benih dan penanaman:

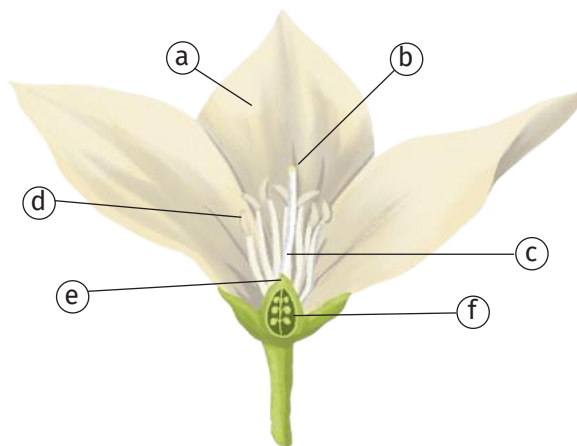
- 1) Benih yang telah tumbuh ditanam dalam *polybag*. Komposisi media tanah dan kompos 1 : 1.
- 2) Lakukan penyiraman dua hari sekali secara teratur (sesuaikan dengan kondisi media tanam).
- 3) Lakukan pengendalian hama dan penyakit pada umur tiga minggu setelah semai.
- 4) Lakukan pemeliharaan hingga satu bulan setelah penyemaian.
- 5) Setelah benih berumur satu bulan, pindahkan ke *polybag*. Gunakan media tanam yang sama.
- 6) Lakukan penanaman 2 benih pada setiap *polybag*.

Persilangan:

- 1) Lakukan identifikasi bunga yang akan disilangkan.

Keterangan:

- a) mahkota
- b) kepala putik
- c) tangkai putik
- d) benang sari
- e) bakal buah
- f) kelopak



Gambar 2.9 Bagian-Bagian Bunga Cabai



Bunga pada tetua jantan



Bunga pada tetua betina

Gambar 2.10 Bunga Cabai Tetua Jantan dan Betina

- 2) Tentukan waktu penyerbukan.
- 3) Lakukan emaskulasi, yaitu membuang polen atau serbuk sari pada kuncup bunga dari tetua putik bunga agar tidak terjadi penyerbukan sendiri.



Gambar 2.11 Pembuangan polen atau serbuk sari yang ada pada tetua putik bunga.

- 4) Lindungi bunga setelah diemaskulasi dari penyerbukan alami.
- 5) Lakukan pengumpulan dan simpan serbuk sari dari tetua serbuk sari yang telah mekar.



Gambar 2.12 Pemindahan polen dari tetua serbuk sari ke atas tetua putik bunga.

- 6) Polinasi (penyerbukan), yaitu memindahkan polen atau serbuk sari dari tetua serbuk sari ke atas tetua putik bunga.

- 7) Tutup bunga dari tetua putik bunga setelah 21 hari diserbuki secara buatan, dengan memanfaatkan plastik penutup.
- 8) Pelabelan, yaitu menggantung label pada tangkai tetua putik bunga yang telah dipolinasi.



Gambar 2.13 Pelabelan Bunga yang Telah Dipolinasi

- 9) Lakukan pemanenan cabai pada saat buah sudah berwarna merah penuh, tidak ada belang hitam, dan ukurannya tepat (tergantung varietas).



Gambar 2.14 Cabai yang Siap Dipanen

Sumber: Adesumitro/DPKP Kabupaten Brebes (2021)



Kasus 2.3

Kelompok Tani Sentosa yang diketuai Soyatno di Desa Paron, Kecamatan Paron, Kabupaten Ngawi, telah mengembangkan produksi benih padi hibrida dengan varietas Hipa 21 seluas 9 hektare. Tanaman padi hibrida dari awal tanam sampai panen dalam kondisi baik dan selalu didampingi petugas dari Pengawas Benih Tanaman Kabupaten Ngawi dalam proses sertifikasi benih.

Pemanenan padi dilakukan pada minggu ketiga Agustus 2021 dan hasil calon benih F1 + 6.610 kg. Walaupun hasilnya belum optimal, Kelompok Tani Sentosa tetap berminat dan bersemangat mengembangkan produksi benih padi hibrida secara swadaya yang bekerja sama dengan produsen benih.

Apa yang perlu dilakukan oleh Kelompok Tani Sentosa untuk meningkatkan hasil panen padi hibrida selanjutnya?



Aktivitas 2.3

Diskusi Kelompok tentang Teknik Produksi Benih Hibrida

Untuk memahami teknik produksi benih hibrida, kamu dapat mencari informasi dari internet, jurnal penelitian, atau dengan melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut. Lakukan kolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
2. Lakukan penelusuran informasi mengenai teknik produksi benih hibrida melalui internet, buku, jurnal penelitian, dan lain-lain.
3. Kalian juga dapat melihat tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube di bawahnya.
4. Selanjutnya, diskusikan informasi yang diperoleh dan sajikan hasilnya dalam bentuk tabel berikut.



<https://www.youtube.com/watch?v=8-uXQAQb9C0>

Tutorial Teknis
Dasar Pembuatan
Benih Jagung
Hibrida buat
Pemula

Jenis Tanaman	Alat dan Bahan	Tahapan Kegiatan	Foto Kegiatan
		1.	
		2.	
		3.	
		4.	
		5.	



Aktivitas 2.4

Melakukan Praktik Persilangan Tanaman Jagung

Agar memperoleh pengalaman belajar yang nyata, kamu mampu melakukan kegiatan praktik persilangan tanaman jagung.

Langkah kerja:

A. Persiapan sebelum melaksanakan praktik persilangan:

1. Sampaikan dan meminta izin kepada orang tua/wali tentang rencana praktik yang akan dilaksanakan.
2. Menjaga nama baik diri sendiri, orang tua, dan sekolah. Bersikap sopan, santun, tekun, dan teliti saat melakukan kegiatan praktik.
3. Pastikan menggunakan alat pelindung diri lengkap, seperti pakaian praktik, topi kerja, sepatu bot, sarung tangan, dan masker.
4. Menyiapkan alat yang akan digunakan: pinset, gunting, dan kuas.
5. Menyiapkan juga alat tulis, buku catatan, dan kamera untuk mencatat dan mendokumentasi gambar setiap kegiatan.

B. Praktik persilangan tanaman jagung:

1. Identifikasi bunga tanaman jagung yang akan disilangkan.
2. Tentukan waktu penyerbukan.
3. Buang polen atau serbuk sari dari tetua putik bunga.
4. Lindungi bunga setelah diemaskulasi dari penyerbukan alami.
5. Lakukan pengumpulan dan simpan serbuk sari dari tetua serbuk sari yang telah mekar.
6. Pindahan polen dari tetua serbuk sari ke atas tetua putik bunga.
7. Tutup bunga dari tetua kepala putik setelah diserbuki secara buatan dengan memanfaatkan plastik penutup.

8. Beri label dengan menggantungkan pada tangkai tetua putik bunga yang telah dipolinasi.
9. Dokumentasikan setiap tahap kegiatan untuk pembuatan laporan kegiatan praktik.
10. Bersihkan semua alat yang telah digunakan dan simpan pada tempatnya.
11. Buatlah laporan kegiatan praktik persilangan dan kumpulkan kepada guru.

D. Produksi Benih Inbrida

1. Pembentukan Benih Inbrida

Proses terbentuknya benih inbrida pada bunga tanaman adalah serbuk sari (polen) dari kepala sari (antera) dalam satu bulir (misalnya padi) jatuh ke kepala putik (stigma) pada bulir padi yang sama. Benih inbrida dihasilkan dari proses penyerbukan sendiri dalam satu varietas. Benih inbrida mempunyai sifat turunan yang sama persis seperti induknya. Gambar berikut merupakan proses persilangan bunga jantan dan betina pada pembentukan benih inbrida yang berlangsung dengan penyerbukan sendiri.



Gambar 2.15
Persilangan Bunga
Jantan dan Betina

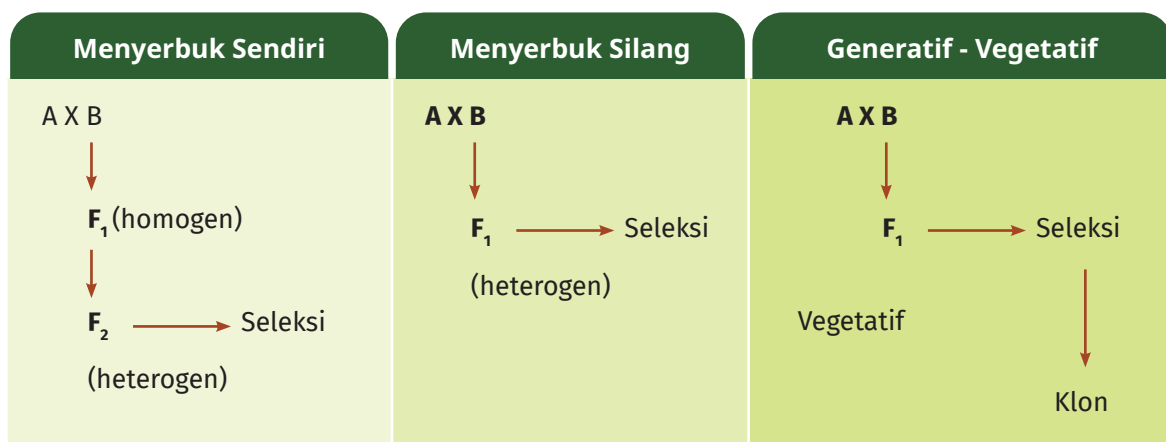
Pembentukan benih inbrida dari varietas bersari bebas pada prinsipnya ialah dengan melakukan seleksi tanaman dan tongkol selama *selfing* (penyerbukan sendiri). Seleksi dilaksanakan dengan memilih tanaman yang baik serta memiliki ketahanan terhadap hama dan penyakit utama.

Sementara pembentukan inbrida dari inbrida lain dilakukan dengan cara menyilangkan dua inbrida yang disebut dengan seleksi kumulatif. Seleksi selama pembentukan galur selanjutnya akan lebih terbatas, yaitu dalam batas-batas genotip tanaman yang diserbuki sendiri.

Inbrida (galur murni) diperoleh dari persilangan benih yang lebih tinggi, diproduksi dari persilangan jenis sesamanya dalam petakan yang terisolasi untuk memperoleh benih generasi F1. Kemudian, generasi F1 dijadikan sebagai benih tetua bagi pengembangan benih selanjutnya.

Persilangan dalam petakan yang terisolasi dilakukan untuk menjaga tingkat kemurnian genetik tanaman tetua dan benih yang diproduksi di masa-masa selanjutnya. Sebagai upaya untuk menjaga galur kemurnian tanaman dan kemurnian genetiknya, maka penyerbukan sendiri dilakukan secara bergantian dengan persilangan antartanaman inbrida.

Pada produksi benih inbrida, hendaknya perlu diperhatikan sumber benih yang dijadikan sebagai tetuanya. Sumber benih diperoleh dari kelas benih dengan tingkat kemurnian lebih tinggi dari benih yang akan diproduksi nantinya. Demikian juga dalam proses produksi benih, perlu memperhatikan faktor genetik tetua dan pengaruh faktor lingkungan terhadap produksi benih. Berikut adalah proses pembiakan tanaman secara generatif melalui penyerbukan sendiri, penyerbukan silang, dan pembiakan generatif-vegetatif.



Gambar 2.16 Perbedaan genetik hasil penyerbukan sendiri, penyerbukan silang, dan pembiakan generatif-vegetatif.

2. Tahapan Produksi Benih Inbrida



Gambar 2.17 Tahapan Produksi Benih Padi Inbrida

3. Perbedaan Benih Inbrida dan Hibrida

Berikut adalah beberapa perbedaan identik pada proses produksi benih inbrida dan benih hibrida yang disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Benih Inbrida dan Hibrida pada Proses Produksi Benih

No.	Varietas Inbrida	Varietas Hibrida
1.	Teknik persilangan lebih sederhana sehingga dapat dilakukan sendiri oleh petani.	Teknik persilangan dilakukan secara berulang-ulang untuk mendapatkan tetua terbaik.
2.	Melibatkan teknik persarian bebas dari tetua yang sudah ada.	Perkawinan melibatkan tanaman dari galur tidak mampu menghasilkan serbuk sari, galur pemulih kesuburan, dan pelestari.
3.	Produksi rata-rata mencapai 5 sampai 7 ton/ha.	Potensi hasil benih hibrida lebih unggul dari varietas unggul inbrida.
4.	Dikembangkan sejak awal tahun 1960-an.	Dikembangkan sejak tahun 2000-an.
5.	Benih diperoleh dari hasil panen sebelumnya, sedangkan kemampuan hasil tidak terlalu menurun sehingga tidak tergantung dari produsen benih.	Ketergantungan benih pada produsen di setiap musim, karena benih hanya dapat diproduksi atau diperbanyak oleh para ahli (peneliti) saja.
6.	Kebutuhan benih lebih banyak, sedangkan penggunaan pupuk lebih sedikit.	Benih digunakan lebih sedikit, sedangkan penggunaan pupuk cenderung lebih banyak.
7.	Lebih tahan terhadap serangan hama dan cekaman lingkungan, seperti kekeringan dan terendam banjir.	Mudah terserang hama dan penyakit atau cekaman lingkungan, disebabkan oleh beragam asal genetik tetua.
8.	Benih dapat diperoleh dengan harga yang lebih murah.	Harga benih cenderung lebih mahal.
9.	Apabila benih dari penanaman F1 ditanam kembali, maka kemungkinan besar terjadi penurunan produksi.	Karena benih berasal dari persarian bebas, maka tidak dapat dipastikan adanya kenaikan atau penurunan hasil produksi.



Kasus 2.4

Pada tahun 2023, kondisi iklim sedikit berbeda dibandingkan tahun 2022. Musim kemarau diperkirakan lebih panjang dibanding tahun sebelumnya. Terjadinya perubahan iklim yang ekstrem berupa musim kemarau yang cukup panjang, disebut juga dengan istilah El Nino. El Nino adalah pemanasan Suhu Muka Laut (SML) di atas kondisi normalnya yang terjadi di Samudra Pasifik bagian tengah hingga timur. Peristiwa SML ini meningkatkan potensi pertumbuhan awan di Samudra Pasifik tengah dan mengurangi curah hujan di wilayah sekitarnya, termasuk di Indonesia.

Dampak El Nino di sektor pertanian adalah kekeringan, gangguan musim tanam, penyakit dan hama, penurunan kualitas tanaman, dan ketidakstabilan pasar.

Bagaimana cara mengantisipasi perubahan iklim ekstrem tersebut agar penanaman padi inbrida dapat dilakukan sebagaimana biasanya?

Salah satu upaya untuk mengantisipasi dampak El Nino ialah melakukan suatu gerakan percepatan tanam padi. Pemerintah melalui Kementerian Pertanian, memberikan fasilitas bantuan pemerintah berupa bantuan benih padi.



Aktivitas 2.5

Diskusi Kelompok tentang Teknik Produksi Benih Inbrida

Untuk memahami teknik produksi benih inbrida, kamu dapat melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut dan berkolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.



Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
2. Lihatlah tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube yang tercantum.



<https://www.youtube.com/watch?v=IBpS9xdTXCk>

Produksi Benih Padi Inbrida

3. Bersama anggota kelompok, catat kegiatan apa saja yang dilakukan oleh petugas BPSB atau produsen benih. Selanjutnya, tuliskan dalam bentuk tabel berikut.

No.	Tahapan Kegiatan Pemeliharaan Produksi Benih Padi Inbrida	Rincian Kegiatan Pengelolaan Produksi Benih Padi Inbrida
1.		
2.		
3.		
4.		
....		

4. Bandingkan dengan budi daya tanaman padi yang dilakukan oleh petani untuk konsumsi.
5. Presentasikan di depan kelas oleh masing-masing kelompok secara bergantian.

E. Penyerbukan (Polinasi)

1. Definisi Penyerbukan

Penyerbukan dapat diartikan sebagai proses jatuhnya serbuk sari di kepala putik. Serbuk sari yang jatuh dapat berasal dari bunga sendiri atau dari bunga lain pada tumbuhan yang sama. Penyerbukan merupakan proses penting dari reproduksi tumbuhan berbiji. Penyerbukan yang berhasil ditandai dengan tumbuhnya buluh serbuk yang masuk ke dalam saluran putik menuju bakal biji. Selanjutnya, suatu proses penting akan terjadi di dalam bakal biji, yaitu pembuahan. Pembuahan adalah proses peleburan gamet betina dan gamet jantan.

Sampainya serbuk sari ke kepala putik dapat terjadi secara alami atau dengan bantuan manusia. Secara alami, penyerbukan dapat terjadi dengan perantaraan angin, hewan, dan air. Perantara yang menyebabkan terjadinya penyerbukan disebut polinator. Gambar berikut menunjukkan kupu-kupu sebagai polinator.



Gambar 2.18 Kupu-Kupu sebagai Polinator

Sumber: PavanPrasad_IND/
Pixabay (2022)

2. Ragam Proses Penyerbukan

a. Penyerbukan Berdasarkan Asal Serbuk Sari

1) Penyerbukan Sendiri (Autogami)

Autogami adalah proses berpindahnya serbuk sari dari kepala sari menuju kepala putik yang terjadi pada bunga yang sama atau bunga yang berbeda, tetapi masih dalam satu tumbuhan. Penyerbukan antarbunga atau antartumbuhan yang berasal dari jenis yang sama akan mendapatkan hasil yang sama dengan proses penyerbukan antarbunga dalam satu tumbuhan.

Tumbuhan dengan penyerbukan sendiri biasanya terjadi pada saat bunga belum mulai mekar atau kondisi tertutup. Kondisi ini disebut juga dengan penyerbukan tertutup (kleistogami), contohnya pada bunga telang dan bunga turi.

◆ **Keuntungan penyerbukan sendiri antara lain sebagai berikut.**

- Tumbuhan tidak bergantung pada faktor eksternal untuk proses penyerbukan.
- Kemurnian ras dapat dipertahankan karena tidak terdapat keragaman di dalam gen.
- Tanaman jenis biji-bijian memiliki tingkat keberhasilan lebih baik dalam proses penyerbukan.
- Karakter resesif dapat dihilangkan.

◆ **Kerugian penyerbukan sendiri antara lain sebagai berikut.**

- Tidak terjadinya pencampuran gen sehingga tidak ada karakter baru yang dapat diturunkan ke keturunan berikutnya.
- Dapat mengurangi vitalitas dan kekuatan karena tidak ada fitur baru yang dikenalkan.
- Tingkat kekebalan keturunan tidak dapat membantu dalam menangkal serangan penyakit karena tidak ada karakter baru yang dihasilkan.

Pada beberapa jenis tumbuhan, penyerbukan sendiri tidak selalu terjadi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut.

- Berumah dua, artinya serbuk sari dan putik terletak pada individu yang berbeda, misalnya tanaman melinjo dan salak.
- Apabila putik dan serbuk sari dari suatu bunga tidak matang secara bersamaan (dikogami). Dikogami terbagi menjadi dua, yaitu (1) protandri, jika serbuk sari matang terlebih dahulu dibandingkan dengan kepala putiknya, contohnya bawang bombai, seledri, dan jagung; (2) protogini, jika kepala putik matang terlebih dahulu dibandingkan dengan serbuk sarinya, contohnya kubis, bunga cokelat, dan alpukat.
- Jika serbuk sari dari suatu bunga tidak dapat jatuh di kepala putiknya, kecuali menggunakan bantuan hewan atau manusia (herkogami).
- Jenis bunga yang mempunyai benang sari dan tangkai putik dengan bentuk tidak sama panjang (heterostili), misalnya kina, kacapiring, dan kopi.

2) Penyerbukan Tetangga (Geitonogami)

Geitonogami, penyerbukan bebas, atau penyerbukan terbuka dapat diartikan sebagai proses penyerbukan pada bunga yang sudah mekar oleh serbuk sari dari berbagai macam jenis bunga secara bebas atau terbuka. Pembuahan yang dilakukan melalui penyerbukan terbuka disebut kasmogami. Penyerbukan secara terbuka biasanya terjadi pada saat putik dan serbuk sari masak secara bersamaan setelah bunga mekar. Penyerbukan terbuka dapat terjadi antara serbuk sari dan putik dari bunga yang sama atau bunga yang berbeda.

Kebanyakan penyerbukan terbuka mempunyai efek samping atau berakibat pada penyerbukan silang. Karena pada proses ini, serbuk sari dari sebuah bunga berpindah ke putik bunga lain. Misalnya penyerbukan bunga gandum. Kepala sari pecah sebelum bunga mekar sehingga serbuk sari yang beterbangan kemungkinan akan sangat kecil jumlahnya. Bunga tanaman gandum secara morfologi termasuk ke dalam kategori kasmogami. Namun, karena adanya karakteristik yang terdapat pada benang sarinya, maka penyerbukan secara tertutup lebih sering terjadi antara serbuk sari dan putik dalam satu bunga.

3) Penyerbukan Silang (Alogami)

Penyerbukan silang adalah proses berpindahnya serbuk sari dari kepala sari menuju kepala putik bunga pada tumbuhan lain dalam satu spesies atau kerabat. Proses penyerbukan dapat berlangsung dengan bantuan angin, serangga, keong, dan juga hewan kecil lainnya. Proses penyerbukan secara silang akan menghasilkan kombinasi keturunan yang lebih bervariasi dari kedua tumbuhan tersebut. Dampak dari penyerbukan silang ialah tumbuhan semakin banyak spesies dari produksi biji yang memiliki sifat lebih kuat dari induknya.

Proses penyerbukan silang pada tanaman atau dikenal dengan penyerbukan buatan dapat membuat spesies hibrida. Pada saat tanaman mengalami proses penyerbukan silang, maka biji yang dihasilkan memiliki karakteristik dari kedua tanaman tersebut atau kedua tetuanya. Penyerbukan silang ini tidak dapat memengaruhi sayuran atau buah yang diproduksi. Namun, lain halnya dengan tanaman jagung. Biji yang dihasilkan kebanyakan mengandung aspek dari kedua tanaman yang mengalami penyerbukan silang tersebut.



◆ **Keuntungan penyerbukan silang antara lain sebagai berikut.**

- Penyerbukan silang dapat memperkenalkan gen baru bagi garis keturunannya karena merupakan hasil pembuahan antara gamet yang memiliki genetik berbeda. Penyerbukan silang sangat bermanfaat bagi ras tanaman.
- Penyerbukan silang dapat meningkatkan resistansi keturunan terhadap berbagai macam penyakit dan faktor lingkungan lainnya.
- Penyerbukan silang diperkirakan dapat menghasilkan biji yang memiliki kekuatan serta vitalitas yang kuat.
- Apabila terdapat karakter resesif di dalam garis keturunan, maka akan mudah dihilangkan. Hal ini disebabkan oleh adanya hasil dari rekomendasi genetik.
- Penyerbukan silang merupakan satu-satunya cara bagi tanaman yang memiliki tanaman tunggal untuk melakukan reproduksi.

◆ **Kerugian penyerbukan silang antara lain sebagai berikut.**

- Kemungkinan adanya pemborosan dalam reproduksi serbuk sari untuk memastikan terjadinya pembuahan.
- Kemungkinan besar kualitas tanaman yang baik bisa hilang. Begitu juga sebaliknya, karakteristik yang tidak dibutuhkan akan bertambah karena adanya rekomendasi gen.

4) Penyerbukan Bastar (Hibridogami)

Bagaimana penyerbukan bastar terjadi? Penyerbukan bastar terjadi apabila serbuk sari jatuh di atas kepala putik dari bunga tumbuhan lain yang memiliki jenis dan sifat yang berbeda. Contohnya, serbuk sari yang berasal dari bunga jambu biji berdaging merah kemudian jatuh ke kepala putik bunga jambu biji yang berdaging putih.

Jadi, penyerbukan bastar didefinisikan sebagai proses menempelnya serbuk sari dari satu bunga ke bunga lain dari tumbuhan yang berbeda. Hal ini bisa terjadi pada setiap tumbuhan yang masih memiliki kedekatan hubungan kekerabatannya.

b. Penyerbukan Biotik

Penyerbukan biotik adalah penyerbukan yang membutuhkan organisme atau media penyerbuk yang dapat membawa dan memindahkan serbuk sari dari kepala sari ke bagian kepala putik. Penyerbukan yang dilakukan oleh serangga biasa terjadi pada saat tanaman sudah mulai berkembang, memiliki kelopak berwarna, dan aroma yang cukup kuat. Serangga yang menjadi media penyerbuk antara lain lebah, tawon, kumbang, semut, lalat, dan kupu-kupu.

Pada penyerbukan bunga yang dilakukan oleh lalat, lalat tertarik pada bunga yang berwarna putih, kuning, kuning kehijauan, dan berbau manis. Di samping itu, lalat tertarik pada bunga yang berbau, yang disebabkan oleh pembusukan bahan organik, serta berwarna hijau, ungu, dan merah muda. Pada bunga kubis sigung, lalat bangkai jenis Syrphid (*Allograpta obliqua*) akan meluncur ke bawah tandan bunga sehingga terperangkap di *spathe* (seludang bunga). Kemudian, lalat keluar setelah sehari dengan membawa serbuk sari matang.

Gambar 2.20 menunjukkan polinasi dengan perantara kupu-kupu. Kupu-kupu membawa serbuk sari melalui bagian lidah dan kepala. Kupu-kupu sangat tertarik pada bunga yang manis, beraroma, berwarna merah muda, biru, kuning kemerahan, dan ungu.

Gambar 2.21 menunjukkan penyerbukan yang dilakukan oleh ngengat. Hewan ini menyukai bunga yang beraroma tinggi, berwarna hijau, putih, dan kuning. Ngengat termasuk serangga nokturnal, akan menyerbuki bunga yang mekar pada malam hari. Ngengat memiliki mulut tabung sangat panjang sehingga dapat menjangkau nektar bunga di dasar tabung kelopak bunga.



Gambar 2.19 Polinasi dengan Perantara Lalat

Sumber: Ton Rulkens/
Wikimedia Commons (2011)



Gambar 2.20 Polinasi dengan Perantara Kupu-Kupu

Sumber: Krishna Varun Moleyard/
Wikimedia Commons (2020)



Gambar 2.21 Polinasi dengan Perantara Ngengat

Sumber: MechaOwl/Pixabay (2023)



Gambar 2.22 Polinasi dengan Perantara Burung

Sumber: *fprose/Pixabay (2020)*



Gambar 2.23 Polinasi dengan Perantara Lebah

Sumber: *akbarnemati/Pixabay (2023)*

Tumbuhan yang mengalami penyerbukan dengan bantuan burung cenderung mempunyai kelopak berwarna merah dan jarang menghasilkan aroma. Namun, ada juga burung yang bergantung pada indra penciuman untuk menemukan makanan nabati.

Bunga yang penyerbukannya dilakukan oleh burung cenderung mempunyai kelopak berwarna oranye dan merah cerah, tidak terlihat oleh serangga, mempunyai nektar yang melimpah, serta tidak berbau. Burung menyerbuki bunga dengan bertengger di dekat bunga. Ada juga burung yang memilih bunga yang berayun bebas dengan posisi melayang, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.22.

Gambar 2.23 menunjukkan bunga yang diserbuki oleh lebah. Polinator lebah sangat efisien karena lebah akan mengunjungi bunga dalam kumpulan tanaman sampai nektar habis. Lebah menyukai setiap bunga yang memantulkan cahaya kuning kehijauan, ultraviolet, biru kehijauan, dan biru keunguan.

c. Penyerbukan oleh Air

Penyerbukan seperti ini terjadi pada bunga yang terendam di air, misalnya tanaman *Hydrilla*. Penyerbukan terjadi ketika serbuk sari terbawa oleh air, kemudian masuk ke dalam kepala putik bunga tersebut.

d. Penyerbukan oleh Manusia

Manusia juga dapat membantu proses penyerbukan pada bunga tanaman secara manual. Contoh tanaman yang diserbuki oleh manusia adalah tanaman salak dan vanili. Mengapa demikian? Karena benang sari dan kepala putik terbungkus oleh *labellum* (bibir bunga). Penyerbukan dilakukan dengan cara memetik bunga jantan yang sudah dipenuhi oleh serbuk sari, lalu ditempelkan pada bunga betina yang telah matang.

Berikut contoh proses kerja penyerbukan pada bunga tanaman secara manual yang dilakukan oleh manusia.

- 1 Sehari sebelum penyerbukan, cari bunga yang akan mekar, lalu beri label untuk mengenali bunga saat diserbuki.
- 2 Lakukan penyerbukan pada pagi hari, pada saat bunga baru saja mekar.
- 3 Mengenali serbuk sari, lalu menyerbukinya ke kepala putik. Penyerbukan dilakukan dengan serbuk sari yang berasal dari bunga lain (silang).
- 4 Lakukan penyerbukan sebanyak 5 kali sebagai ulangan dengan tempat yang berbeda.
- 5 Petik bunga hasil penyerbukan.
- 6 Lakukan pembuatan preparat ovarium bunga.
- 7 Lakukan pengamatan ovarium bunga menggunakan mikroskop.

Gambar 2.24 Contoh proses kerja penyerbukan yang dilakukan oleh manusia.



Kasus 2.5

Pada tahun 2006, publik di Amerika Serikat dihebohkan dengan berbagai laporan tentang menghilangnya lebah madu sebagai polinator dalam penyerbukan bunga-bunga tanaman. Koloni lebah yang tidak mampu bertahan pada musim dingin tahun 2011 di Amerika Serikat naik 30–35%. Hal yang sama juga terjadi di Amerika Latin. Di Jerman, jumlah populasi lebah madu menurun hingga 25%. Begitu juga di beberapa negara lain, lebah menghilang tanpa bekas.

Lalu, ke mana hilangnya lebah madu itu?

Habitat yang menyusut, penyakit jamur, infestasi tungau, dan pemakaian bahan pestisida diprediksi menjadi penyebab hilangnya koloni-koloni lebah madu ini.



Aktivitas 2.6

Diskusi Kelompok tentang Ragam Proses Penyerbukan Tanaman

Untuk memahami ragam proses penyerbukan tanaman, lakukan diskusi dengan teman dalam kelompokmu tentang ragam penyerbukan, jenis polinator, dan proses penyerbukannya.

Langkah kerja:

1. Pelajari dan dalami tentang ragam penyerbukan, jenis polinator, dan proses penyerbukan melalui kelompok yang telah dibagikan.
2. Diskusikan bersama anggota kelompok, catat hasilnya, dan tuliskan di tabel yang telah disediakan.

No.	Jenis Polinator	Ciri-ciri Bunga yang Diserbuki	Gambar/Foto
1.	Kupu-kupu	Bunga yang manis, beraroma, berwarna merah muda, biru, dan ungu.	 Sumber: Krishna Varun Moleyard/Wikimedia Commons (2020)
2.			
3.			
4.			
....			

3. Presentasikan di depan kelas secara bergantian. Masing-masing kelompok menyimpulkan hasil presentasi dari diskusi kelompoknya.
4. Refleksikan hasil pembelajaran yang telah dilakukan secara bersama-sama.



Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

1. Terdapat beberapa kegiatan pada pemeliharaan tanaman produksi benih bersertifikat yang dilakukan oleh seorang penangkar benih. Kegiatan tersebut meliputi pendangiran, penyiangan, penyulaman, pemupukan, pengairan, pemberantasan hama dan penyakit, serta
 - a. penyiapan lahan
 - b. penyemaian
 - c. penanaman
 - d. *roguing*
 - e. panen
2. Kegiatan *roguing* dilakukan oleh penangkar benih tanaman jagung dengan mencabut dan membuang tanaman yang terlalu cepat dan lambat berbuah. Kegiatan ini dilakukan pada fase
 - a. pembentukan anakan maksimum
 - b. berbunga
 - c. pembentukan biji
 - d. pembentukan buah
 - e. biji masak
3. Pak Ali adalah seorang penangkar benih yang berhasil melakukan budi daya tanaman padi untuk produksi benih hibrida kelas benih sebar (BR). Setelah semua proses persiapan sertifikasi selesai dilakukan bersama pihak BPSB, maka benih tersebut akan diberi label
 - a. putih
 - b. ungu
 - c. biru
 - d. jingga
 - e. merah



4. Perlakuan memindahkan polen dari bunga tetua jantan ke atas putik dari bunga tetua betina, disebut dengan
 - a. kombinasi
 - b. polinasi
 - c. hibridisasi
 - d. polinator
 - e. sertifikasi
5. Jenis bunga yang memantulkan cahaya kuning kehijauan, ultraviolet, biru kehijauan, dan biru keunguan disukai oleh polinator
 - a. lebah
 - b. burung
 - c. kupu-kupu
 - d. ngengat
 - e. lalat

B. Soal Uraian

1. Seorang penangkar benih tanaman ingin membuat benih bersertifikat. Tahapan apa saja yang harus dilakukan?
2. *Roguing* pada budi daya tanaman produksi benih inbrida dilakukan dalam tiga fase. Jelaskan fase-fase tersebut.
3. Mengapa benih hibrida tidak dapat ditanam kembali?
4. Apa yang akan kamu lakukan agar proses penyerbukan tidak bercampur dengan varietas lain?
5. Mengapa dalam proses penyerbukan tanaman salak dan vanili harus dibantu oleh manusia agar pembuahan berlangsung dengan sempurna?



C. Soal Benar atau Salah

No.	Soal	Jawaban	
		Benar	Salah
1.	<i>Hydrilla</i> merupakan contoh tumbuhan yang penyerbukannya dibantu air. Dalam proses penyerbukannya, serbuk sari terbawa oleh air, kemudian masuk ke dalam kepala putik bunga.		
2.	Seorang penangkar benih memiliki benih padi hibrida untuk ditanam kembali. Benih tersebut memiliki ciri-ciri ukuran benih seragam, bersih dari kotoran, kadar air tepat, daya kecambah dan vigor benih baik, serta berlabel.		
3.	Dalam mengatur proses penyerbukan tanaman, perlu mengatur isolasi waktu dan isolasi jarak. Idealnya isolasi waktu sekitar 2-3 hari, sedangkan isolasi jarak sekitar 2 meter.		
4.	Benih dasar (BD) berasal dari kelas benih penjenis (BS), sedangkan benih sebar (BR) berasal dari benih penjenis (BS).		
5.	Seorang penangkar benih tanaman kedelai memiliki kelas benih sebar (BR) untuk diberikan label. Label tersebut berwarna biru.		



Pengayaan

Setelah kamu mempelajari materi Bab II tentang produksi benih generatif, maka untuk meningkatkan wawasan dan keilmuan, kamu dapat melakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Mempelajari secara mandiri melalui internet dengan memindai kode QR berikut.



<https://www.youtube.com/watch?v=OVaxrzutz4o&t=267s>

Teknologi Produksi Benih Jagung Hibrida



<https://www.youtube.com/watch?v=1kTjvMOY6Lo>

Analisis Usaha Budidaya Padi Hibrida (Varietas Mapan P-05)



<https://www.youtube.com/watch?v=y3-aezm4-JQ>

Tutorial Penyilangan Anggrek



2. Melakukan observasi ke perusahaan atau industri yang bergerak di bidang produksi benih generatif.



Refleksi

Setelah mempelajari semua materi pada bab ini, saatnya kamu merefleksikan hasil belajar dengan mencentang pada kolom pemahaman. Centang kolom “Ya” apabila kamu telah memahami materi yang telah dipelajari. Sebaliknya, centang kolom “Belum” apabila kamu belum memahami materi dan perlu mengulanginya dengan meminta kepada gurumu untuk mendampingi.

Tabel 2.2 Refleksi Pembelajaran Bab II

Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Proses Produksi Benih Generatif		
<i>Roguing</i> Tanaman		
Produksi Benih Hibrida		
Produksi Benih Inbrida		
Penyerbukan (Polinasi)		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2024

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

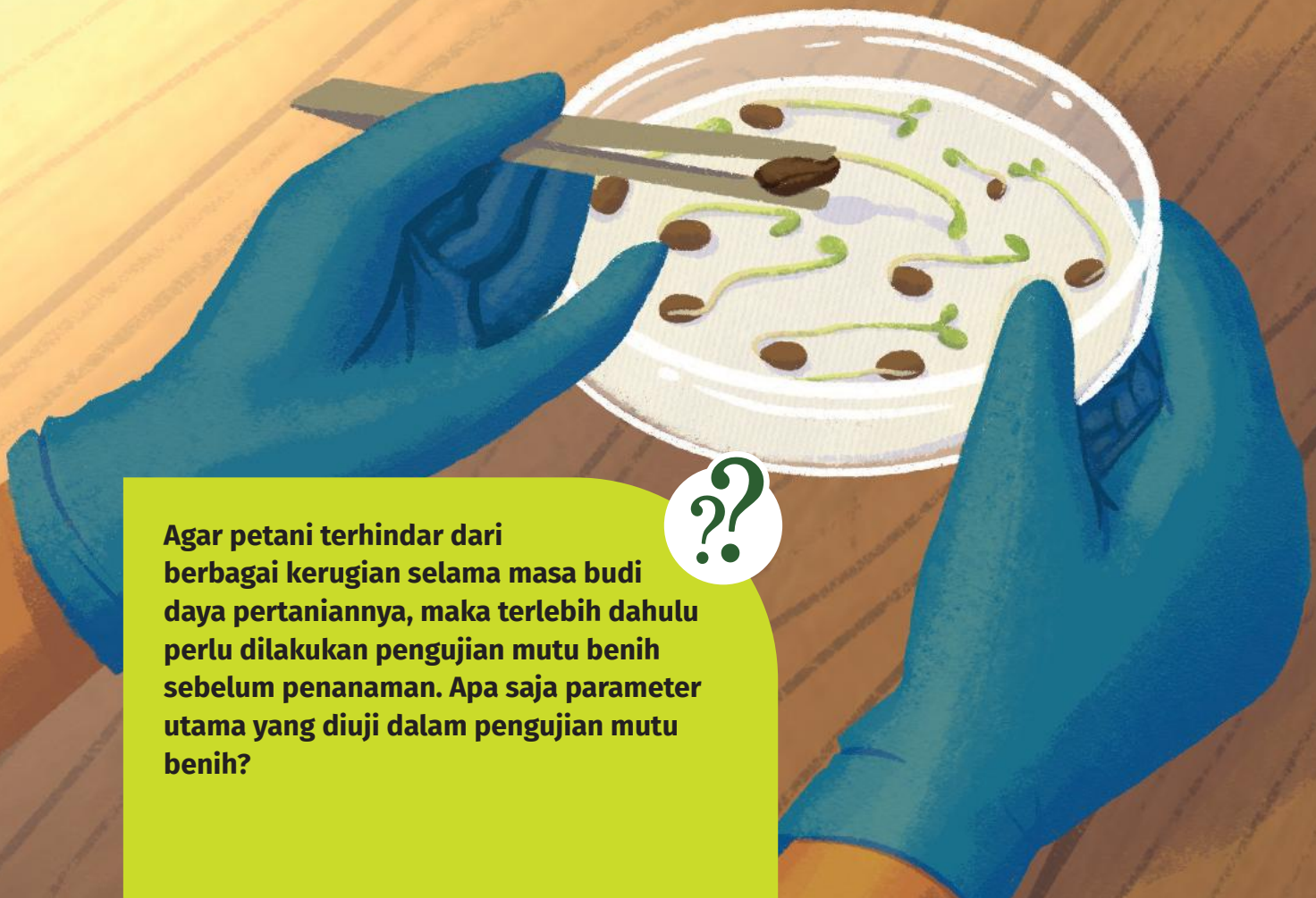
Penulis: Abdul Jabir, Neny Rukmiati, Sistiana Windyariani

ISBN: 978-602-358-839-8

Bab III

Pengolahan dan Pengujian Benih

Agar petani terhindar dari berbagai kerugian selama masa budi daya pertaniannya, maka terlebih dahulu perlu dilakukan pengujian mutu benih sebelum penanaman. Apa saja parameter utama yang diuji dalam pengujian mutu benih?





Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu melakukan pengolahan dan pengujian benih.



Kata Kunci

- kadar air
- kemurnian fisik
- uji daya kecambah
- viabilitas
- sertifikasi

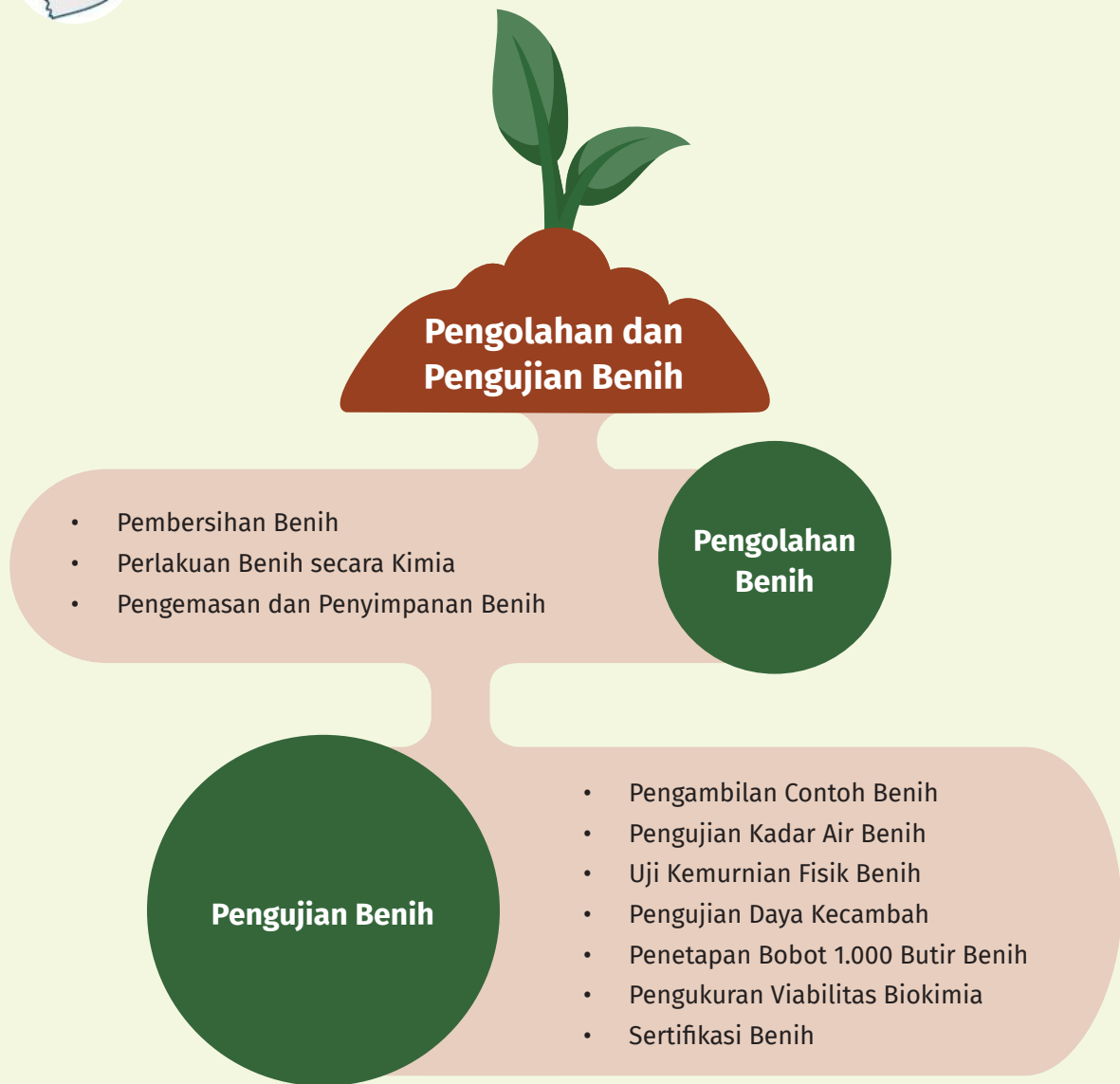


Soft Skills

Bernalar kritis, disiplin, mandiri, teliti, kerja sama, dan bertanggung jawab



Peta Materi





Gambar 3.1 Proses Pascapanen Benih Sumber Kedelai

Sumber: FPP Umko (2022)

Sebelum kita membahas lebih lanjut tentang pentingnya pengolahan dan pengujian benih, mari kita bayangkan bagaimana rasanya menanam benih yang tidak diuji dan menghadapi kegagalan panen. Tanpa pengujian yang tepat, risiko ini menjadi lebih besar dan berdampak pada keberlanjutan usaha pertanian kita. Bagaimana proses pengujian mutu benih dapat memengaruhi hasil panen dan kualitas produk pertanian? Apa saja parameter utama yang diuji dalam pengujian mutu benih? Mengapa penting untuk memeriksanya? Bagaimana teknologi terbaru dalam pengujian mutu benih dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi hasil pengujian? Apa dampak dari penggunaan benih bermutu rendah terhadap keberlanjutan pertanian dan ekonomi petani? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, mari kita pelajari materi tentang pengolahan dan pengujian benih berikut.

A. Pengolahan Benih

1. Pembersihan Benih

Tahukah kamu, apa penyebab benih tercampur dengan benda lain? Benih yang tercampur dengan benda lain bisa berasal dari bagian buah tanaman biji dari varietas lain, gulma dan benda asing lain yang terbawa pada waktu panen, perontokan benih yang rusak, serta benih yang tidak sesuai dengan deskripsi pada proses pengeringan benih.



Aktivitas 3.1

Diskusi Kelompok tentang Proses Pembersihan Benih

Untuk memahami proses pembersihan benih, kamu dapat melakukan studi literatur dan berkolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Carilah informasi dari bahan bacaan yang ada di perpustakaan sekolah atau di internet mengenai proses pembersihan benih berikut peralatan yang digunakan.
3. Catatlah informasi yang kamu peroleh di buku catatan.
4. Bandingkan hasil catatanmu dengan catatan temanmu dalam satu kelompok.
5. Selanjutnya, diskusikan hasil catatan tersebut dengan teman dan gurumu.
6. Buatlah kesimpulan dari hasil diskusi.

Berikut adalah tahapan proses pemisahan benih dari benda asing.

a. *Precleaning* (pembersihan awal)

Precleaning adalah membersihkan benih dari kotoran-kotoran kasar dan relatif besar dari ukuran benih. Proses ini biasanya disebut sebagai *scalping*. Dengan demikian, apabila berdasarkan pengamatan tidak tampak adanya materi/benda asing yang relatif lebih besar, maka proses ini tidak perlu dilakukan.



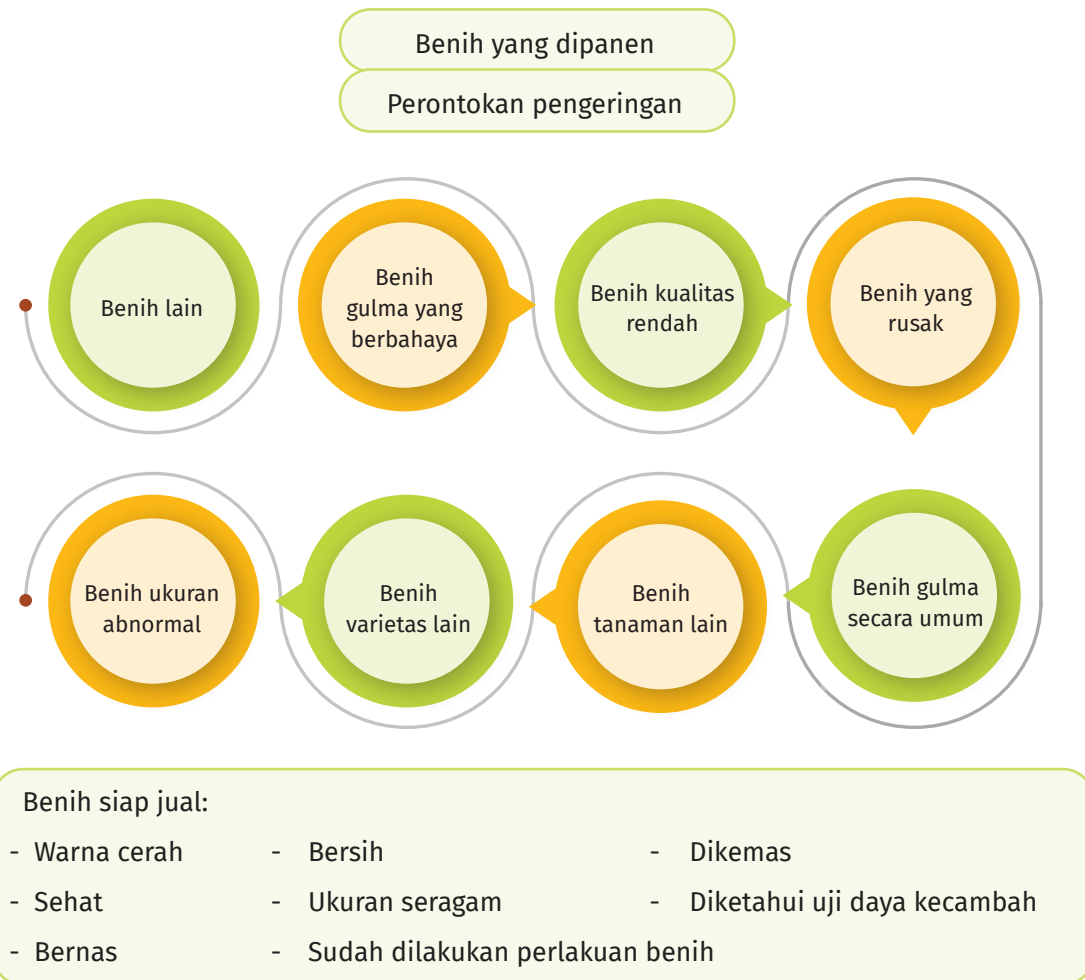
b. *Basic cleaning* (pembersihan lanjutan)

Basic cleaning adalah memisahkan benda yang masih tercampur dengan benih setelah proses *precleaning*.

c. *Postcleaning* (pembersihan akhir)

Tahapan ini dilakukan apabila setelah proses *basic cleaning* masih terdapat benda asing yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama dengan benih. Proses ini biasa disebut sebagai proses sortasi dan *grading*.

Adapun beberapa benda asing yang dipisahkan selama pembersihan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Benda asing yang dipisahkan selama pembersihan



Aktivitas 3.2

Melakukan Praktik Pembersihan Benih

Setelah melakukan pembelajaran, lakukan kegiatan praktik pembersihan benih secara tradisional.

Langkah kerja:

1. Persiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan.
 - Tampah/penampi
 - Timbangan
 - Pinset
 - Benih yang akan dibersihkan
 - Wadah penyimpanan benih
2. Selalu perhatikan keselamatan, kesehatan kerja, dan prosedur pembersihan benih dengan memakai masker dan baju praktik.
3. Bersihkan benda ringan, benda asing, dan benih yang tidak dikehendaki.
4. Simpanlah benih yang telah bersih pada wadah yang tertutup.
5. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

2. Perlakuan Benih secara Kimia

Tahukah kamu, apa manfaat perlakuan benih? Perlakuan benih memberikan perlindungan terhadap benih dan mengendalikan beberapa serangan hama penyakit tertentu. Tujuan perlakuan benih adalah untuk memperbaiki kesehatan dan vigor tanaman serta memberikan perlindungan keselamatan kerja kepada para petani.

Perlakuan benih dideskripsikan sebagai produk dan proses yang menggunakan bahan spesifik dan teknik yang dapat memperbaiki pertumbuhan lingkungan bagi benih dan tanaman muda. Perhatikan gambar berikut tentang contoh metode perlakuan benih.





Seed dressing

Seed dressing merupakan cara perlakuan benih yang paling umum ditemukan. Dilakukan dengan melumuri benih menggunakan fungisida sehingga melapisi bagian benih.



Seed coating

Seed coating dilakukan dengan memberikan lapisan yang melindungi benih tanpa banyak mengubah bentuk fisik benih. Dalam *seed coating*, benih dilapisi pestisida dan bahan campuran lain dengan memberikan lapisan tipis polimer.



Seed pelleting

Seed pelleting merupakan cara perlakuan benih yang tidak beraturan bentuknya dilapisi dengan formula berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran. Cara ini mengubah penampilan fisik benih untuk memudahkan penanaman dan penanganan.

Gambar 3.3 Metode Perlakuan Benih

Sumber: Vedca (2019)



Aktivitas 3.3

Melakukan Praktik Memberi Perlakuan Benih secara Kimia

Setelah mendapatkan pengalaman belajar secara nyata melalui kegiatan praktik, kamu mampu melakukan metode perlakuan benih secara kimia (metode *seed dressing*).

Alat dan bahan:

- Benih jagung 1 kg
- Labu ukur
- Air 10 mL
- Kantong plastik kapasitas 10 kg
- Fungisida
- Timbangan analitik

Keselamatan kerja:

- Perhatikan prosedur praktik.
- Penggunaan baju praktik, sarung tangan, dan masker.

Langkah kerja:

1. Timbang 1 g pestisida, lalu masukkan ke dalam 10 mL air dan aduk merata.
2. Timbang 1 kg benih jagung.
3. Tuangkan larutan ke dalam kantong plastik dan ratakan.
4. Masukkan benih ke dalam kantong plastik, kemudian ikat kantong plastik dengan posisi kantong menggelembung.
5. Aduk benih dalam kantong plastik dengan posisi memutar hingga benih tercampur homogen.
6. Tuangkan benih ke dalam wadah.
7. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

3. Pengemasan dan Penyimpanan Benih

Pengemasan benih adalah upaya untuk mempertahankan kualitas benih selama dalam penyimpanan dan/atau pemasaran sehingga tetap terjamin daya tumbuh dan daya kecambahnya secara normal. Tahukah kamu, apa macam-macam bahan kemasan benih? Perhatikan tabel berikut tentang macam-macam bahan kemasan benih. Lakukan identifikasi terkait bahan kemasan sebagaimana tertera dalam Aktivitas 3.4.





Aktivitas 3.4

Identifikasi Jenis dan Sifat Bahan Kemasan Benih

Lengkapi tabel berikut tentang beberapa jenis dan sifat dari bahan kemasan benih.

Tabel 3.1 Jenis dan Sifat Bahan Kemasan Benih

No.	Gambar	Nama Bahan Kemasan Benih	Jenis Bahan Kemasan	Sifat Bahan Kemasan
1.				
2.				
3.				

No.	Gambar	Nama Bahan Kemasan Benih	Jenis Bahan Kemasan	Sifat Bahan Kemasan
4.				
5.				
6.				

Pengemasan benih harus dilakukan dengan cara yang benar agar kualitas benih selama penyimpanan terjamin. Dengan cara pengemasan benih yang benar, diharapkan tetap terjamin mutu daya tumbuh atau daya kecambahnya secara normal. Teknik pengemasan benih meliputi identitas jenis dan jumlah benih, penentuan jenis bahan kemasan, penimbangan benih, pengisian benih, penutupan kemasan, pelabelan benih, tanggal produksi, dan masa berlakunya benih.





Aktivitas 3.5

Melakukan Praktik Pengemasan Benih

Untuk mendapatkan pengalaman belajar secara nyata, kamu dapat melakukan praktik pengemasan benih menggunakan peralatan dan bahan yang tersedia di sekolah masing-masing.

Alat dan bahan:

Alat	Bahan
- Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg - Timbangan analitik dengan ketelitian 10 mg - <i>Sealer</i> - Wadah - Sendok	- Benih tanaman pangan (jagung, kacang hijau, kedelai) - Benih tanaman hortikultura (bayam, sawi, tomat, cabai) - Bahan pengemas (plastik, polietilena, aluminium foil, kertas kraft/sulfit) - Kertas label

Keselamatan kerja:

- Gunakan pakaian/jas laboratorium, masker, dan sarung tangan selama melakukan aktivitas praktik.
- Hindari penggunaan alat-alat atau bahan yang dapat membahayakan.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dengan memperhatikan prosedur praktik dan keselamatan kerja.
2. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
3. Timbanglah benih yang akan dikemas dengan berat bersih masing-masing: 5 dan 10 gram untuk benih tanaman hortikultura, 250 dan 500 gram untuk benih tanaman pangan.
4. Masukkan benih ke dalam kemasan yang akan digunakan.
5. Lakukan penutupan benih dengan merekatkan menggunakan *sealer*.

6. Berilah label pada kemasan yang berisi informasi, seperti nama spesies benih, nomor kelompok benih, berat bersih benih, tanggal selesai pengujian, tanggal kedaluwarsa, kadar air benih, dan daya kecambah.
7. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

Setelah melakukan pengemasan benih, langkah selanjutnya ialah penyimpanan benih. Penyimpanan benih merupakan upaya mempertahankan daya kecambah dan daya tumbuh benih. Tempat penyimpanan benih harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain ruang penyimpanan benih harus kedap air dan uap air, mampu menahan aliran panas udara (insulasi), dapat memberikan pendinginan (refrigerasi), serta dapat memberikan pengeringan udara (dehumidifikasi).



Aktivitas 3.6

Observasi ke Industri Benih Terkait Teknik Penyimpanan Benih

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait teknik penyimpanan benih.

Langkah kerja:

1. Bacalah dengan teliti buku referensi yang menjelaskan tentang penyimpanan benih dan buatlah rangkumannya.
2. Lakukan observasi ke industri benih. Jangan lupa selalu memakai masker, topi, dan baju lapangan. Cari informasi tentang hal-hal sebagai berikut.
 - a. Faktor-faktor yang berpengaruh pada penyimpanan benih.
 - b. Persyaratan ruang penyimpanan benih.
 - c. Pengaturan lingkungan ruang penyimpanan benih.
3. Catat hasil kegiatan tersebut. Jika perlu, gambarlah dengan benar. Selanjutnya, hasil observasi disimpulkan dan didiskusikan dengan teman dan guru pembimbing.



B. Pengujian Benih

1. Pengambilan Contoh Benih

Tahukah kamu, bagaimana langkah pengujian benih dan apa tujuan pengambilan contoh benih? Langkah pertama dalam pelaksanaan pengujian benih ialah menyediakan benih yang akan diuji. Adapun tujuan pengambilan contoh benih ialah menyediakan atau mendapatkan suatu contoh benih yang sesuai untuk pengujian dan mempunyai komposisi komponen yang sama dengan kelompok benihnya.

Kelompok benih yang diambil contohnya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- Volume kelompok benih harus memenuhi aturan Asosiasi Pengujian Benih Internasional atau International Seed Testing Association (*ISTA Rules*) sebagaimana terurai pada Tabel 3.2 dengan toleransi 5%, kecuali benih tanaman semak dan benih tanaman hias.
- Keseragaman benih. Kelompok benih harus diseragamkan sehingga tidak ada catatan ketidakseragaman pada benih.
- Wadah harus ditutup rapat/disegel dan diberi label untuk memudahkan kelompok benih.
- Penandaan dan penutupan wadah. Pada saat pengambilan contoh benih, semua wadah diberi label untuk menunjukkan identitas kelompok benih.

a. Intensitas Pengambilan Contoh Benih

Intensitas pengambilan contoh benih harus memenuhi aturan ISTA.

- 1) Isi wadah 15–100 kg, intensitas pengambilan contoh benih harus memenuhi persyaratan minimum sebagaimana terurai pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Ketentuan Pengambilan Contoh Benih pada Lot Benih yang Berkapasitas 15–100 kg

Jumlah Wadah	Jumlah Contoh yang Diambil
1–4 wadah	3 contoh primer dari setiap wadah
5–8 wadah	2 contoh primer dari setiap wadah
9–15 wadah	1 contoh primer dari setiap wadah

Jumlah Wadah	Jumlah Contoh yang Diambil
16–30 wadah	15 contoh primer dari kelompok benih
31–59 wadah	20 contoh primer dari kelompok benih
≥ 60 wadah	30 contoh primer dari kelompok benih

Sumber: ISTA Rules (2024)

- 2) Isi wadah <15 kg seperti kaleng, karton, atau wadah lain yang biasa digunakan oleh pedagang eceran, cara pengambilan contohnya ialah beberapa wadah digabung menjadi satu unit yang beratnya tidak lebih dari 100 kg per unit yang dianggap sebagai wadah. Contoh kaleng 1 kg, dianggap sebagai 1 wadah sehingga diambil 3 contoh primer (masing-masing 1 kg).
- 3) Isi wadah >100 kg, cara pengambilan contohnya harus memenuhi persyaratan sebagaimana terurai dalam Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Ketentuan Pengambilan Contoh Benih pada Lot Benih yang Berkapasitas >100 kg

Volume Lot	Jumlah Contoh Primer
101–500 kg	Minimal 5 contoh primer
501–3.000 kg	1 contoh primer setiap wadah 300 kg, minimal 5 contoh primer
3.001–20.000 kg	1 contoh primer setiap wadah 500 kg, minimal 10 contoh primer
≥20.001 kg	1 contoh primer setiap wadah 700 kg, minimal 40 contoh primer

Sumber: ISTA Rules (2024)





Aktivitas 3.7

Observasi ke Balai Pengembangan Sertifikasi Benih Terkait Metode Pengambilan Contoh Benih

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait metode pengambilan contoh benih.

Langkah kerja:

1. Lakukan observasi ke Balai Pengembangan Sertifikasi Benih (BPSB) atau perusahaan benih terdekat. Jangan lupa selalu memakai masker, topi, baju, dan sepatu lapangan.
2. Lakukan observasi secara berkelompok yang beranggotakan 3–4 orang. Cari informasi tentang hal-hal sebagai berikut.
 - a. Mengidentifikasi Lot benih.
 - b. Menentukan metode pengambilan contoh benih.
 - c. Klasifikasi contoh benih (sampel).
3. Catat hasil kegiatan tersebut. Selanjutnya, hasil observasi disimpulkan dan didiskusikan dengan teman dan guru pembimbing.

b. Macam Contoh Benih

Tahukah kamu, bagaimana cara pengambilan contoh benih? Coba kamu pelajari klasifikasi contoh benih pada infografik berikut.

Klasifikasi Contoh Benih dalam Peraturan ISTA

1

Contoh primer (*primary sample*): benih yang diambil dalam jumlah besar dari berbagai tempat penyimpanan.

Contoh campuran (*composit sample*): semua contoh primer yang dicampur menjadi satu dalam sebuah wadah.

2

3

Contoh yang dikirim ke laboratorium (*submitted sample*): contoh campuran yang telah dikurangi sampai jumlah berat tertentu yang telah ditetapkan dan dikirim ke laboratorium.

Contoh kerja (*working sample*): contoh benih yang diambil dari *submitted sample* dan digunakan sebagai bahan uji benih di laboratorium.

4

Gambar 3.4 Klasifikasi Benih

Sumber: Rukmiati (2024)

c. Pengambilan Contoh Kerja

Pengambilan contoh kerja bertujuan mendapatkan suatu contoh benih yang sesuai untuk pengujian dan mempunyai komposisi komponen yang sama dengan kelompok benihnya.



Aktivitas 3.8

Diskusi Kelompok tentang Pengambilan Contoh Kerja Benih

Dengan melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut, kamu dapat memperoleh informasi tentang cara pengambilan contoh kerja benih.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Lihatlah tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube di bawahnya.



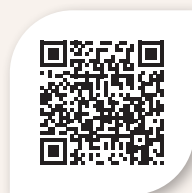
<https://www.youtube.com/watch?v=A1gj1WNdMjc>

Pengambilan
Contoh Benih



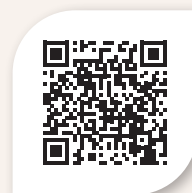
<https://www.youtube.com/watch?v=MQzactiUvg>

ISTA Centrifugal
Divider



<https://www.youtube.com/watch?v=90kkVhdBUko>

ISTA Spoon Method



<https://www.youtube.com/watch?v=OMevCxMp9FM>

ISTA Hand Halving

3. Buatlah kesimpulan pada buku catatanmu tentang cara melakukan pengambilan contoh benih.
4. Diskusikan dengan teman kelompokmu dan buatlah kesimpulan dari hasil diskusi.
5. Apabila kamu kesulitan mengakses internet, silakan mencari literatur tentang metode pengambilan contoh benih di perpustakaan sekolah atau melakukan observasi ke balai besar benih terdekat.

Cara pengambilan contoh kerja adalah sebagai berikut.

- 1) Metode mekanik, yaitu menggunakan *seed divider* (alat pembagi benih).
- 2) Metode sendok, yaitu menggunakan sendok/spatula dan baki.
- 3) Metode paruhan yang dimodifikasi, yaitu menggunakan sebuah baki dan sebuah kotak yang terbagi atas beberapa bagian berbentuk kubus dengan ukuran yang sama.



Aktivitas 3.9

Melakukan Praktik Mengambil Contoh Kerja secara Mekanik

Setelah mendapatkan pengalaman belajar secara nyata melalui kegiatan praktik, kamu dapat melakukan pengambilan contoh kerja benih secara mekanik.

Alat dan bahan:

- *Seed divider*
- Wadah penampung 4 buah
- Sikat pembersih sekat
- Sekop datar penyekat corong pembagi benih
- Timbangan digital
- Benih contoh kirim

Keselamatan kerja:

- Gunakan pakaian praktik (jas laboratorium).
- Telitilah label contoh benih.
- Hati-hati pada saat menuang benih contoh kirim agar tidak berserakan.
- Kembalikan peralatan praktik pada tempatnya dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Lakukan kegiatan praktik pengambilan contoh benih menggunakan peralatan dan bahan yang tersedia di sekolah masing-masing.
2. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dengan memperhatikan prosedur praktik dan keselamatan kerja.
3. Siapkan alat dan bahan secara teliti.
4. Bersihkan *seed divider*, sekop datar penyekat corong pembagi benih, penampung benih, dan peralatan lain yang akan digunakan.
5. Tempatkan sekop datar penyekat pada corong pembagi benih.
6. Tuangkan sebanyak daya tampung corong pembagi benih sepanjang saluran. Pencampuran diusahakan sama rata dengan menuangkan benih sehingga setiap celah lubang menerima benih yang sama.



7. Tariklah secara perlahan sekop datar penyekat corong pembagi benih hingga benih tercurah melewati lubang pembagi benih.
8. Lakukan langkah ke-6 secara berulang hingga benih contoh kirim tertuang habis.
9. Dua penampung benih yang telah berisi benih tersebut diambil dan digantikan dengan dua penampung benih lain yang kosong.
10. Benih yang tercurah dalam dua penampung benih dituangkan kembali ke *divider* secara bersamaan seperti langkah ke-4, 5, dan 6.
11. Ulangi langkah ke-8 sebanyak dua kali hingga kira-kira diperoleh jumlah sebanyak contoh kerja.
12. Bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan yang telah digunakan.
13. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.



Aktivitas 3.10

Melakukan Praktik Mengambil Contoh Kerja Menggunakan Tangan

Setelah mendapatkan pengalaman belajar secara nyata melalui kegiatan praktik, kamu dapat melakukan pengambilan contoh kerja benih menggunakan tangan.

Kegiatan praktik ini sebagai alternatif apabila di sekolahmu belum mempunyai peralatan pengambil contoh benih secara mekanik.

Alat dan bahan:

- Nampan plastik dengan permukaan bersih dan halus
- Spatula
- Penggaris mika
- Wadah penampung benih contoh kirim
- Benih contoh kirim

Keselamatan kerja:

- Gunakan pakaian praktik (jas laboratorium, masker, dan sarung tangan).
- Telitilah kebersihan wadah tempat kerja dan wadah penampung benih contoh kerja.
- Hati-hati pada saat menuang benih contoh kirim agar tidak berserakan.
- Kembalikan peralatan praktik pada tempatnya dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dengan memperhatikan prosedur praktik dan keselamatan kerja.
2. Benih disebar secara merata di atas permukaan yang bersih dan halus.
3. Campurkan benih ke dalam wadah menggunakan spatula.
4. Tempat dibagi setengah, kemudian yang setengahnya lagi dibagi menjadi dua, kemudian dibagi lagi menjadi empat bagian. Dari empat bagian, dibagi lagi menjadi dua sehingga menjadi delapan bagian. Bagian-bagian ini disusun dalam dua ulangan empat baris.
5. Pilih dan gabungkan bagian-bagian tersebut bergantian contohnya. Gabungkan bagian yang pertama dan ketiga dalam barisan pertama, serta bagian yang kedua dengan keempat di dalam barisan kedua. Pindahkan empat bagian yang tersisa.
6. Tahap kedua, ketiga, dan keempat diulangi menggunakan bagian yang ada dari tahap ke empat sampai berat contoh benih yang dibutuhkan tercapai.
7. Bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan ke tempat semula dalam kondisi bersih.
8. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.



2. Pengujian Kadar Air Benih

Penetapan kadar air benih selain digunakan sebagai tolok ukur dalam menentukan saat panen, juga mempunyai arti sangat penting terhadap benih yang diorientasikan untuk disimpan. Peralatan apa saja yang digunakan untuk mengetahui jenis dan spesifikasi penetapan kadar air benih?

Kadar air benih adalah berat yang dikandung kemudian hilang karena pemanasan sesuai dengan aturan yang ditetapkan, yang dinyatakan dalam persentase terhadap awal contoh benih.

Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian kadar air benih, antara lain *grinding mill* (alat penggilingan benih), oven dan perlengkapannya (oven, cawan porselen, penjepit asbes, dan sarung tangan), desikator, timbangan analitik, timbangan contoh kirim, *moisture tester*, *homogenizer* (alat pencampur benih), meja pengujian kemurnian benih, serta saringan yang berukuran *mesh* 0,50 mm, 1,00 mm, dan 4,00 mm.



Aktivitas 3.11

Diskusi Kelompok tentang Jenis, Spesifikasi, dan Fungsi Peralatan Penetapan Kadar Air Benih

Untuk memahami jenis, spesifikasi, dan fungsi peralatan penetapan kadar air benih, kamu dapat melakukan studi literatur dan berkolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Carilah informasi dari bahan bacaan yang ada di perpustakaan sekolah atau di internet mengenai jenis, spesifikasi, dan fungsi peralatan penetapan kadar air benih.
3. Catatlah informasi yang kamu peroleh di buku catatan. Sebagai panduan dalam mengerjakannya, silakan isi tabel berikut.

No.	Nama dan Gambar Alat	Spesifikasi Alat	Fungsi Alat

- Diskusikan hasil catatan tersebut dengan teman dan gurumu.
- Buatlah kesimpulan dari hasil diskusi.

a. Metode Penetapan Kadar Air

Penentuan metode yang akan diterapkan dalam penetapan kadar air benih sangat tergantung jenis komoditasnya, yaitu sebagai berikut.

- Metode oven dengan suhu rendah konstan (103 ± 2) °C, dilakukan untuk benih-benih jenis tanaman sebagaimana diuraikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Jenis Tanaman yang Menggunakan Metode Oven Suhu Rendah Konstan (103 ± 2) °C

No.	Nama Latin	Nama Indonesia	Waktu (Jam)
1.	<i>Allium</i> spp.	Bawang	17
2.	<i>Arachis hypogea</i> *)	Kacang tanah	17
3.	<i>Brassica</i> spp.	Kol, petsai, sawi	17
4.	<i>Capsicum</i> spp.	Cabai	17
5.	<i>Glycine max</i> *)	Kedelai	17
6.	<i>Gossypium</i> spp. *)	Kapas	17
7.	<i>Solanum melongena</i>	Terung	17
8.	<i>Sesamum indicum</i>	Wijen	17
9.	<i>Rephanus sativus</i>	Lobak	17
10.	<i>Richinus communis</i> *)	Jarak	17
11.	<i>All tree species</i>	Semua tanaman pohon	17

Sumber: ISTA Rules (1999)

*) benih harus dihancurkan



2) Metode oven dengan suhu tinggi konstan (130–133) °C

Tabel 3.5 Jenis Tanaman yang Menggunakan Metode Oven Suhu Tinggi Konstan (130–133) °C

No.	Nama Latin	Nama Indonesia	Waktu (jam)
1.	<i>Apium graveolens</i>	Seledri	0,1
2.	<i>Asparagus officinalis</i>	Asparagus	0,1
3.	<i>Beta vulgaris</i>	Bit gula	0,1
4.	<i>Citrus lanatus</i>	Semangka	0,1
5.	<i>Cucumis spp.</i>	Mentimun	0,1
6.	<i>Cucurbita spp.</i>	Waluh	0,1
7.	<i>Daucus carota</i>	Wortel	0,1
8.	<i>Coix lacrima-jobi</i>	Jelai	2
9.	<i>Lactuca sativa</i>	Selada	1
10.	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomat	1
11.	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tembakau	1
12.	<i>Oryza sativa</i> *)	Padi	2
13.	<i>Pisum sativum</i> *)	Kacang kapri	1
14.	<i>Phaseolus spp.</i> *)	Kacang hijau, buncis	1
15.	<i>Panicum spp.</i>	Rumput gajah	1
16.	<i>Sorghum spp.</i> *)	Sorgum	2
17.	<i>Spinacia oleracea</i>	Bayam Jepang	1
18.	<i>Triticum spp.</i> *)	Gandum	2
19.	<i>Vigna spp.</i> *)	Kacang panjang	1
20.	<i>Zea mays</i> *)	Jagung	4

Sumber: ISTA Rules (2006)

*) benih harus dihancurkan

3) Metode menggunakan *moisture tester* (alat pengukur kadar air).

b. Perhitungan Kadar Air

- 1) Kadar air benih dinyatakan dalam persen terhadap berat semula dengan ketelitian satu desimal. Apabila menggunakan metode oven, rumus yang digunakan adalah:

$$\frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100\%$$

M_1 = berat wadah (cawan porselen) + tutup dalam gram

M_2 = berat wadah (cawan porselen) + isi dalam gram sebelum dipanaskan

M_3 = berat wadah + tutup + isi dalam gram setelah dipanaskan

- 2) Apabila memerlukan pengeringan pendahuluan, maka perhitungan kadar air menggunakan rumus sebagai berikut.

$$S_1 + S_2 - \frac{S_1 \times S_2}{100}$$

$$S_1 = \frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100\%$$

$$S_2 = \frac{(M_3 - M_4)}{(M_2 - M_1)} \times 100\%$$

S_1 = kadar air pada pengeringan pendahuluan

S_2 = kadar air pada pengeringan suhu konstan tinggi/rendah

M_1 = berat wadah yang telah dipanaskan terlebih dahulu

M_2 = berat wadah + contoh benih

M_3 = berat wadah + contoh benih yang telah dipanaskan selama 50 menit dengan suhu 130 °C kemudian didinginkan dalam desikator selama 30–45 menit

M_4 = berat wadah + contoh benih yang telah dipanaskan kembali selama 10 menit dengan suhu 130 °C kemudian didinginkan dalam desikator selama 30–45 menit

Toleransi antara kedua contoh kerja tersebut maksimum 0,2%. Apabila lebih dari 0,2%, maka penetapan kadar air harus diulangi menggunakan contoh kerja yang baru dari contoh kirim yang sama.



Aktivitas 3.12

Menetapkan Kadar Air Benih Menggunakan Metode Oven dengan Suhu Tinggi Konstan

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu mampu menetapkan kadar air benih menggunakan oven.

Alat dan bahan:

- Oven listrik
- Cawan porselen atau cawan petri
- Penjepit asbes atau sarung tangan
- Timbangan analitik
- Desikator
- Benih mentimun

Keselamatan kerja:

- Selama pelaksanaan praktik, kenakan jas laboratorium, masker, dan sarung tangan.
- Pahami cara kerja dan prosedur penggunaan peralatan sesuai instruksi kerja alat.
- Setelah praktik, bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan ke tempat semula dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dengan memperhatikan prosedur praktik dan keselamatan kerja.
2. Nyalakan oven dan atur suhunya hingga mencapai (130–133) °C.
3. Pastikan saat mengerjakan penetapan kadar air benih, kelembapan udara nisbi di laboratorium harus kurang dari 70%.
4. Bersihkan alat dan cawan sebelum dipakai. Jika cawan dan tutup basah, maka cawan dan tutup (diberi kode yang sama) dipanaskan dengan oven suhu 130 °C selama satu jam. Penetapan cawan dan tutup diletakkan berdampingan dalam keadaan terbuka.
5. Cawan beserta tutup pasangannya diangkat dari oven, kemudian didinginkan dalam desikator selama ± 45 menit dalam keadaan tertutup.

6. Timbang cawan dan tutup sebelum digunakan (M_1).
7. Timbang contoh kerja sesuai diameter wadah.
8. Masukkan contoh kerja ke dalam cawan dan timbang beserta tutupnya (M_2).
9. Masukkan cawan berisi contoh kerja dan tutup tersebut ke dalam oven.
10. Buka tutup cawan dan letakkan masing-masing tutup cawan di sampingnya.
11. Keringkan pada suhu (130–133) °C selama satu jam.
12. Bila sudah selesai, cawan **dalam keadaan tertutup** dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 45 menit (**dalam keadaan tertutup**).
13. Timbang cawan, isi, dan tutup (M_3).
14. Hitung kadar air benih dan buatlah rekomendasi hasil kerja kalian.
15. Bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan ke tempat semula dalam kondisi bersih.
16. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.



Aktivitas 3.13

Menetapkan Kadar Air Benih Menggunakan Metode Cepat

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu mampu menetapkan kadar air benih dengan metode cepat.

Alat dan bahan:

- *Moisture tester*
- Benih padi atau jagung

Keselamatan kerja:

- Selama pelaksanaan praktik, kenakan jas laboratorium.
- Pahami cara kerja dan prosedur penggunaan peralatan sesuai instruksi kerja alat.
- Setelah selesai praktik, bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan ke tempat semula dalam kondisi bersih.



Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dengan memperhatikan prosedur praktik dan keselamatan kerja.
2. Pasanglah baterai pada alat ukur kadar benih cara cepat (*moisture tester*) dan pastikan alat berfungsi dengan baik.
3. Pastikan saat mengerjakan penetapan kadar air, kelembapan udara laboratorium kurang 70%.
4. Bersihkan alat dan *seed container* (wadah penyimpanan benih) sebelum dipakai.
5. Koyak/pecahkan benih contoh kerja menggunakan alat yang tersedia.
6. Tempatkan benih contoh kerja sesuai ukuran pada *seed container* yang telah dibersihkan.
7. Putarlah tuas/kunci penekan benih contoh kerja hingga dipastikan benih telah pecah dan remuk.
8. Tekan tombol sesuai dengan jenis benih yang diukur kadar airnya.
9. Besar kadar air benih akan tampak pada *moisture tester*.
10. Ulangi pekerjaan sebanyak dua kali.
11. Catat hasil pengukuran.
12. Bersihkan tempat praktik dan kembalikan alat ke tempat semula dalam kondisi bersih.
13. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

3. Uji Kemurnian Fisik Benih

Analisis kemurnian benih di laboratorium adalah memisahkan contoh benih menjadi tiga komponen, yaitu benih murni, benih tanaman lain (benih spesies lain, benih varietas lain, dan biji gulma), dan kotoran benih. Selanjutnya, ketiga komponen benih tersebut dipersentasekan berdasarkan beratnya.

Adapun tujuan analisis kemurnian benih ialah untuk melindungi konsumen, mengetahui komposisi benih dalam lot, mengetahui macam spesies/varietas lain yang tercampur dalam lot benih, dan mengetahui macam kotoran dalam benih.

Berikut adalah prosedur analisis kemurnian fisik benih.

a. Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan antara lain sendok, pinset, spatula, kuas kecil, meja kerja kemurnian, kaca pembesar, timbangan analitik, dan kursi analisis.

b. Contoh Kerja

Contoh kerja diambil dari contoh kirim menggunakan alat pembagi benih. Jika akan dilakukan analisis simplo, maka pengambilan contoh kerja dilakukan satu kali. Namun, jika akan dilakukan analisis duplo, maka pengambilan contoh kerja dilakukan dua kali setengah berat contoh kerja. Berat minimum contoh kerja untuk analisis kemurnian fisik benih tertuang pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Berat Minimum Contoh Kerja untuk Analisis Kemurnian Fisik

No.	Komoditas	Berat Contoh Kerja (Gram)
1.	Jagung	900
2.	Padi	70
3.	Kacang tanah	1.000
4.	Kacang hijau	1.000
5.	Kedelai	500
6.	Kacang panjang	400
7.	Buncis	700
8.	Bayam	2
9.	Sawi	4
10.	Selada	3
11.	Cabai besar	15
12.	Cabai rawit	15
13.	Terung	15
14.	Semangka	250
15.	Mentimun	70
16.	Kangkung	100
17.	Tomat	7
18.	Kecipir	1.000
19.	Wortel	3



c. Penimbangan Contoh Kerja

Penimbangan contoh kerja menggunakan timbangan analitik yang mempunyai tingkat ketelitian 3–4 desimal dalam satuan gram (Tabel 3.7).

Tabel 3.7 Ketentuan Desimal Penimbangan Contoh Kerja Analisis Kemurnian

Berat Contoh Kerja (Gram)	Desimal Penimbangan	Contoh (Gram)
<1	4	0,8036
1,000–9,999	3	8,036
10,00–99,99	2	80,36
100,0–999,9	1	803,6
≥1.000	0	8.036

d. Prosedur Analisis Kemurnian Benih



Gambar 3.5 Diagram Prosedur Analisis Kemurnian Benih

e. Perhitungan Persentase Kemurnian Benih

$$FK = \frac{CK - (BM + BTL + KB)}{CK} \times 100\%$$

FK = Faktor Koreksi

BTL = Benih Tanaman Lain

CK = Contoh Kerja

KB = Kotoran Benih

BM = Benih Murni

Faktor koreksi yang diperbolehkan dalam perhitungan analisis kemurnian adalah $\leq 5\%$ atau maksimum 5%. Apabila hasil perhitungan yang diterima bernilai $> 5\%$, berarti dalam pemisahan terdapat kehilangan/penambahan berat $> 5\%$ dari berat contoh kerja awal, maka analisis kemurnian harus dilakukan pengulangan.

Masing-masing persentase komponen analisis kemurnian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% BM = \frac{BM}{BM + BTL + KB} \times 100\%$$

$$\% BTL = \frac{BTL}{BM + BTL + KB} \times 100\%$$

$$\% KB = \frac{KB}{BM + BTL + KB} \times 100\%$$

BM = Benih Murni

BTL = Benih Tanaman Lain

KB = Kotoran Benih

Jumlah ketiga komponen harus 100%. Jika jumlah tersebut tidak 100% (misal 100,1% atau 99,1%), harus dilakukan pengurangan atau penambahan pada persentase komponen yang tertinggi (fraksi benih murni). Jika lebih dari 0,1%, perlu dilakukan pengecekan terhadap kesalahan.





Aktivitas 3.14

Melakukan Praktik Analisis Kemurnian Fisik Benih secara Simplo

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu mampu menerapkan prosedur analisis kemurnian fisik benih.

Alat dan bahan:

- | | |
|---|----------------------|
| - Contoh kirim | - Lup |
| - Label | - Bak plastik pendek |
| - Alat pembagi benih (<i>seed divider</i>) | - Cawan petri |
| - Meja pemurnian (<i>seed neatness workbench</i>) atau papan tripleks putih | - Timbangan analitik |
| - Penggaris, kuas kecil, pinset | - Alat tulis |
| | - Kalkulator |

Keselamatan kerja:

- Selama pelaksanaan praktik, kenakan jas laboratorium.
- Pahami cara kerja dan prosedur penggunaan peralatan sesuai instruksi kerja alat.
- Setelah selesai praktik, bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan ke tempat semula dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dengan memperhatikan prosedur praktik dan keselamatan kerja.
2. Siapkan contoh kirim yang akan digunakan untuk contoh kerja analisis kemurnian.
3. Tentukan contoh kerja yang akan digunakan.
4. Pengambilan contoh kerja dari contoh kirim menggunakan alat pembagi benih.
5. Timbanglah contoh kerja menggunakan timbangan analitik.
6. Catatlah hasil penimbangan dengan teliti sebagai berat contoh kerja.
7. Apabila menggunakan papan tripleks putih yang difungsikan sebagai meja pemurnian, letakkan papan tripleks di atas bak plastik untuk mempermudah pekerjaan.

8. Tebarkan contoh kerja yang telah ditimbang ke meja pemurnian/papan tripleks putih yang difungsikan sebagai meja pemurnian.
9. Lakukan identifikasi benih murni, benih tanaman lain, dan kotoran benih yang tercampur pada contoh kerja tersebut.
10. Pisahkan komponen benih murni, benih tanaman lain, dan kotoran benih menggunakan pinset/penggaris/kuas kecil yang disediakan.
11. Timbanglah masing-masing komponen tersebut.
12. Jumlahkan berat ketiga komponen tersebut.
13. Hitunglah faktor koreksi analisis kemurnian.
14. Jika faktor koreksi analisis kemurnian $\leq 5\%$, lanjutkan langkah kerja ke nomor 13. Jika faktor koreksi analisis kemurnian $> 5\%$, lakukan lagi langkah kerja nomor 2–13.
15. Hitunglah persentase masing-masing komponen benih.
16. Jumlahkan persentase ketiga komponen benih.
17. Jika jumlah ketiga komponen benih tidak 100%, lakukan penambahan atau pengurangan pada persentase komponen benih tertinggi.
18. Bersihkan tempat kerja kalian serta kembalikan alat dan bahan pada tempatnya.
19. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.



4. Pengujian Daya Kecambah Benih

Bagaimana benih dinyatakan telah berkecambah? Bagaimana persentase penentuan daya kecambah benih?

Untuk menentukan metode pengujian daya kecambah, dapat dikembangkan berdasarkan substrat yang digunakan, yaitu substrat kertas, substrat pasir, serta substrat tanah dan kompos.



Gambar 3.6 Proses Perkecambahan Benih



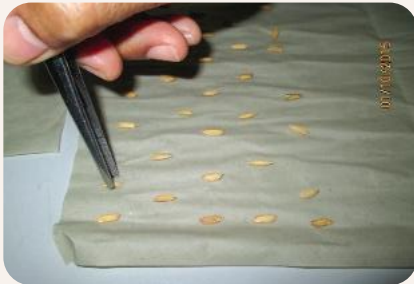
Aktivitas 3.15

Diskusi Kelompok tentang Pengujian Daya Kecambah Benih

Untuk memahami tentang pengujian daya kecambah benih, kamu dapat melakukan studi literatur dan berkolaborasi dengan temanmu untuk mendiskusikan hasilnya.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
2. Amati metode pengujian daya kecambah benih pada gambar berikut.



Gambar 3.7 Uji Pada Kertas/UPK
(Top of Paper Test/TPT)

Sumber: BPSB (2015)



Gambar 3.8 Uji Antar Kertas/UAK
(Between of Paper Test/BPT)

Sumber: BPSB (2015)



Gambar 3.9 Uji Pasir

Sumber: BPSB (2015)

3. Lakukan studi literatur di perpustakaan sekolah atau jelajah internet tentang metode pengujian daya kecambah sesuai dengan gambar-gambar di atas.
4. Catatlah informasi yang kamu peroleh di buku catatan. Kemudian, diskusikan dengan teman dan gurumu tentang masing-masing metode pengujian daya kecambah.
5. Buatlah kesimpulan dari hasil diskusi.

Coba kamu tentukan bagaimana cara mengevaluasi kecambah benih? Jika kecambah telah mencapai fase perkembangan tertentu, benih yang diuji akan dievaluasi berdasarkan struktur penting kecambah. Evaluasi kecambah dilakukan terhadap kecambah yang tumbuh dengan kondisi optimal. Kecambah yang dievaluasi terbagi ke dalam lima kategori, yaitu kecambah normal, kecambah abnormal, benih keras, benih segar tidak tumbuh, dan benih mati.



Gambar 3.10 Kecambah Normal dan Abnormal pada Jagung dan Padi

Evaluasi kecambah dilakukan dua kali pada waktu yang berbeda, tergantung jenis benihnya. Evaluasi dilakukan dengan cara mengamati dan mengidentifikasi kecambah normal. Pada pengamatan pertama, kecambah normal diambil, dihitung, dan langsung dibuang. Kemudian, sisanya dibungkus lagi dan diamati pada pengamatan kedua. Total kecambah normal, abnormal, benih mati, benih segar tidak tumbuh, dan benih keras direkap setelah pengamatan kedua.



Tabel 3.7 Pengamatan Evaluasi Kecambah pada Berbagai Jenis Benih

No.	Komoditas	Evaluasi/Pengamatan	
		I	II
1.	Cabai	Hari ke-7	Hari ke-14
2.	Tomat	Hari ke-5	Hari ke-14
3.	Terung	Hari ke-7	Hari ke-14
4.	Kentang	Hari ke-3	Hari ke-14
5.	Sawi/caisim	Hari ke-5	Hari ke-7
6.	Kacang panjang	Hari ke-5	Hari ke-8
7.	Buncis	Hari ke-5	Hari ke-9
8.	Semangka	Hari ke-5	Hari ke-14
9.	Kangkung	Hari ke-4	Hari ke-10
10.	Mentimun	Hari ke-4	Hari ke-8
11.	Padi	Hari ke-5	Hari ke-14
12.	Jagung	Hari ke-4	Hari ke-7
13.	Kacang tanah	Hari ke-5	Hari ke-14
14.	Kedelai	Hari ke-5	Hari ke-8
15.	Pepaya	Hari ke-14	Hari ke-21
16.	Kapas	Hari ke 4	Hari ke-12
17.	Jati	Hari ke-14	Hari ke-28
18.	Lamtoro	Hari ke-4	Hari ke-10

Sumber: Susilowati (2008)

Perhitungan hasil daya kecambah benih dapat ditentukan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Daya Kecambah} = \frac{\Sigma \text{kecambah normal}}{\Sigma \text{benih dikecambahkan}} \times 100\%$$



Aktivitas 3.16

Menguji Daya Kecambah Benih dengan Metode BPT (*Between of Paper Test*)

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu mampu melakukan uji daya kecambah benih.

Alat dan bahan:

- *Germinator cabinet*
- Plastik transparan
- Kertas merang dan kertas stensil (substrat)
- *Sprayer* plastik
- Bak perkecambahan
- Air bersih
- Alkohol 70%
- Benih besar (semangka, mentimun, buncis, kacang panjang, padi, jagung)

Keselamatan kerja:

- Telitilah jumlah benih yang akan disemai, jangan lebih dan jangan kurang dari ketentuan.
- Pakailah jas laboratorium dan masker.
- Berhati-hatilah dalam menggunakan peralatan dan lakukan sesuai petunjuk pengoperasiannya.
- Setelah selesai menggunakan peralatan, kembalikan pada tempatnya dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Pasangkan substrat dengan cara setiap pasang terdiri atas satu lembar kertas merang dan satu lembar kertas stensil. Lipat ujung tiap pasangan untuk memudahkan pengambilan/pemisahan antarpasangan substrat.
2. Rendamlah tumpukan-tumpukan pasangan substrat dengan air bersih dan biarkan hingga basah merata, kemudian ditiriskan hingga tidak ada lagi sisa air yang menetes.



3. Sterilkan plastik dengan alkohol 70% dengan cara disemprot lalu dilap dengan tisu.
4. Aturlah substrat dengan posisi plastik di bagian paling bawah, kertas merang di bagian tengah, dan kertas stensil di bagian atas.
5. Tata dan aturlah benih pada substrat dengan jumlah 50 butir per substrat dengan posisi selang-seling.
6. Tutuplah benih yang telah tertata dengan substrat lain dengan posisi kertas merang di bagian atas dan kertas stensil di bagian bawah hingga posisi benih di antara kertas stensil.
7. Lipatlah bagian samping yang memanjang ke arah dalam kurang lebih 2-3 cm, kemudian gulung dengan padat.
8. Agar gulungan tidak terbuka, ikatlah dengan karet gelang atau lekatkan ujung gulungan terakhir dengan kertas label yang telah diberi tulisan identitas benih dan tanggal penyemaian.
9. Letakkan gulungan-gulungan substrat tersebut pada *germinator cabinet* yang ada di ruang perkecambahan dengan posisi berdiri. Bagian lipatan berada di bagian bawah.
10. Lakukan evaluasi terhadap perkecambahan benih dengan dua kali pengamatan sesuai dengan ketentuan waktunya.
11. Hitung persentase daya berkecambah.
12. Tuliskan hasil pengujian ke dalam kartu pengujian daya berkecambah benih.
13. Bersihkan tempat praktik dan kembalikan peralatan ke tempat semula dalam kondisi bersih.
14. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

5. Penetapan Bobot 1.000 Butir Benih

Apa yang kamu pahami dalam penetapan bobot 1.000 butir benih? Bagaimana cara agar penetapan bobot 1.000 butir benih dapat dilakukan? Penentuan berat 1.000 butir benih terutama dilakukan pada benih-benih yang berukuran besar, seperti kedelai, kacang tanah, kopi, dan kacang hijau. Penentuan berat untuk 1.000 butir benih dilakukan karena karakter



ini merupakan salah satu ciri dari suatu jenis benih yang tercantum dalam deskripsi varietas. Benih dapat dihitung secara manual menggunakan spatula dan diletakkan pada tempat dengan warna permukaan kontras terhadap warna benih, lalu jumlah benih tersebut ditimbang.

Penentuan berat 1.000 butir benih dapat dilakukan dengan prosedur 1 x 1.000 butir, yaitu dengan menghitung sejumlah 1.000 butir benih, kemudian ditimbang beratnya. Prosedur lainnya khusus untuk penentuan berat 1.000 butir benih adalah dengan cara 8 x 100 butir, yaitu menghitung sejumlah 100 benih dengan 8 ulangan secara acak dari contoh kerja, lalu ditimbang.

Cara menghitung berat 1.000 butir benih adalah sebagai berikut.

a. Berdasarkan 8 x 100 butir benih

Perhitungan berat 1.000 butir benih dengan ulangan dapat dilakukan melalui perhitungan nilai varian (ragam), standar deviasi, dan koefisien variasi dengan rumus sebagai berikut.

Varian (ragam):

$$v = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

v = varian (ragam)

x = berat masing-masing ulangan (gram)

n = jumlah ulangan

Standar deviasi:

$$S = \sqrt{v}$$

S = standar deviasi

v = varian (ragam)

Koefisien variasi:

$$KF = \frac{S}{x} \times 100$$

KF = koefisien variasi

S = standar deviasi

x = berat rata-rata 100 butir

b. Berdasarkan 1 x 1.000 butir benih

Penetapan 1.000 butir benih yang menggunakan perhitungan jumlah 1.000 butir benih, maka penetapan berat 1.000 butir langsung dari penimbangan seluruh contoh kerja 1.000 butir.



Aktivitas 3.17

Melakukan Praktik Menentukan Berat 1.000 Butir Benih

Setelah kegiatan praktik, kamu mampu melakukan penetapan 1.000 butir benih dari contoh kirim dengan benar dan sesuai prosedur.

Alat dan bahan:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| - Benih | - Timbangan analitik |
| - Wadah kedap udara | - Papan kemurnian |
| - Cawan petri | - Nampan |
| - Pinset | - Kertas label |
| - Penggaris | - Kalkulator |
| - Kuas | - Alat tulis |

Keselamatan kerja:

- Pakailah jas laboratorium
- Gunakan peralatan dengan hati-hati.
- Siapkan alat dan bahan sesuai kebutuhan.
- Kembalikan peralatan ke tempatnya dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Siapkan contoh kerja pada wadah kedap udara.
2. Ambillah secara acak contoh kerja dan hitung sejumlah 100 butir benih sebanyak 8 kali ulangan.
3. Timbanglah tiap-tiap ulangan dalam gram dengan ketelitian seperti menimbang contoh kerja dalam analisis kemurnian.

4. Catatlah berat masing-masing ulangan dari 100 butir benih.
5. Hitung variasi (ragam), standar deviasi, dan koefisien variasi.
6. Hitung berat 1.000 butir benih.
7. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

6. Pengukuran Viabilitas Biokimia

Apa yang dapat kamu lakukan dalam pengukuran viabilitas biokimia benih? Pengukuran viabilitas biokimia benih dapat dilakukan dengan uji tetrazolium, yang dipandang sebagai pengganti uji perkecambahan secara langsung.

Pengujian tetrazolium menggunakan senyawa kimia indikator 2,3,5 trifenil tetrazolium klorida sehingga disebut juga dengan uji biokhemis. Tujuan uji tetrazolium ialah mendeteksi adanya proses biokimia yang berlangsung di dalam sel-sel benih, khususnya sel-sel embrio.

Cara pengujian tetrazolium berfokus pada pola pewarnaan embrio. Jika indikator diimbibisi oleh benih ke dalam sel-sel benih yang hidup dengan bantuan enzim dehidrogenase, akan terjadi proses reduksi sehingga terbentuk endapan formazan yang berwarna merah. Pada sel-sel yang mati tidak terjadi reduksi sehingga warnanya tetap. Adanya pola-pola warna merah pada bagian-bagian penting dari embrio benih mengindikasikan benih mampu menumbuhkan embrio menjadi kecambah yang normal.





Aktivitas 3.18

Diskusi tentang Cara Mengukur Viabilitas Benih

Setelah melakukan aktivitas ini, kamu mampu memahami cara mengukur viabilitas benih.

Langkah kerja:

1. Untuk memahami bagaimana cara mengukur viabilitas benih secara biokimia, kamu dapat melihat tayangan audiovisual dengan memindai kode QR berikut.
2. Buatlah kesimpulan pada buku catatanmu tentang cara melakukan uji viabilitas benih dengan tetrazolium.
3. Diskusikan hasil catatanmu dengan teman dan gurumu.
4. Buatlah kesimpulan dari hasil diskusi.
5. Apabila kesulitan mengakses internet, silakan mencari literatur tentang cara mengukur viabilitas benih di perpustakaan sekolah atau melakukan observasi pada balai besar benih terdekat.



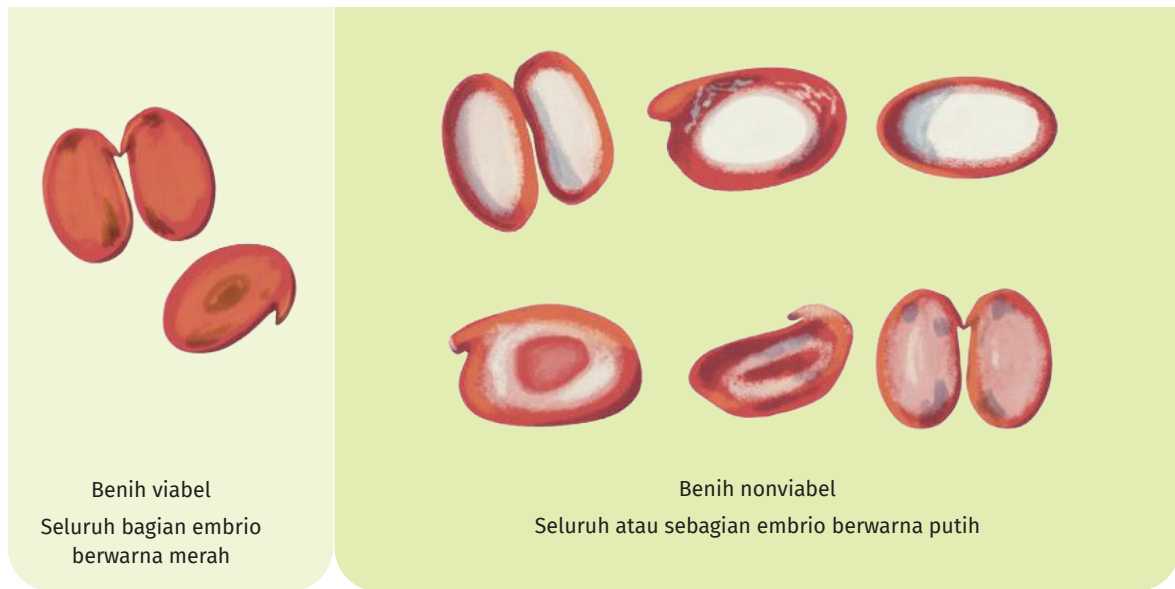
<https://www.youtube.com/watch?v=uHEQkdmU-sk>

Uji Viabilitas Benih
dengan Tetrazolium

Menurut Sutopo (2004), kelebihan dari uji tetrazolium ialah akan memberikan keterangan lebih cepat (1–2 hari) daripada uji perkecambahan secara langsung, serta membantu perkecambahan untuk benih-benih yang dorman dan lambat berkecambah. Metode uji tetrazolium ini dapat dilakukan untuk kelompok benih yang gagal berkecambah yang disebabkan oleh tipe dormansi *after ripening*.

Uji tetrazolium dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu sebagai berikut.

- a. Tahap 1: pengaktifan enzim dan/atau reaksi dehidrogenasi dengan penyerapan air.
- b. Tahap 2: persiapan benih untuk membiarkan daerah embrionik mudah dimasuki oleh larutan tetrazolium pada proses imbibisi selanjutnya.
- c. Tahap 3: evaluasi benih.



Gambar 3.11 Hasil Uji Benih pada Larutan Tetrazolium



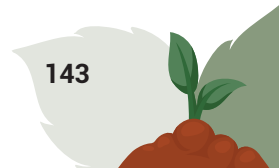
Aktivitas 3.19

Pengujian Viabilitas Benih secara Biokimia terhadap Benih Monokotil dan Dikotil

Setelah kegiatan praktik, kamu mampu melakukan pengujian viabilitas benih secara biokimia sesuai standar.

Alat dan bahan:

- Benih jagung dan benih kedelai yang telah dilembapkan ± 18 jam
- Larutan 2,3,5, trifenil tetrazolium klorida 1,0%
- Larutan *buffer*
- Cawan petri
- Pisau *scalpel* (pisau bedah)
- Pinset
- Kaca pembesar
- Kertas stensil



- Nampan plastik
- Kartu hasil pengujian contoh benih (viabilitas benih)
- Kalkulator

Keselamatan kerja:

- Gunakan baju praktik.
- Hati-hatilah dalam menggunakan peralatan.
- Setelah selesai kegiatan praktik, simpanlah peralatan ke tempatnya dalam kondisi bersih.

Langkah kerja:

1. Benih monokotil

- a. Menyiapkan benih jagung yang sudah direndam air selama 10 jam.
- b. Belah benih secara longitudinal dan belahan diusahakan tidak pisah sehingga embrio terlihat jelas.
- c. Merendam benih jagung yang telah dibelah sebanyak 25 benih ke dalam larutan tetrazolium 0,1% selama 1-2 jam dalam cawan petri. Langkah ini diulang sampai empat kali.
- d. Cawan petri ditutup dengan kertas karbon agar tidak terkena sinar.
- e. Benih diambil dan dicuci 2-3 kali dengan air suling.

2. Benih dikotil

- a. Menyiapkan benih kedelai yang sudah direndam air selama 10 jam, kemudian kupas kulitnya.
- b. Benih kedelai sebanyak 25 direndam dalam larutan tetrazolium 1% dalam cawan petri selama 1-2 jam. Langkah ini diulang sampai empat kali.
- c. Cawan petri ditutup dengan kertas karbon agar tidak terkena sinar.
- d. Benih diambil dan dicuci 2-3 kali dengan air suling.

3. Lakukan pengamatan viabilitas benih berdasarkan pola pewarnaan merah di daerah embrio. Amati pada embrio benih jagung dan benih kedelai.



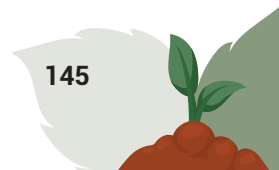
4. Hitung jumlah benih yang embrionya berwarna merah secara penuh menggunakan kaca pembesar. Gunakan buku petunjuk tetrazolium untuk melihat benih yang mampu berkecambah (*germinable*) berdasarkan pola pewarnaan merah di daerah embrio.
5. Hitung persentase benih yang mampu berkecambah berdasarkan pola pewarnaan merah.
6. Buatlah laporan hasil kegiatan praktik.

7. Sertifikasi Benih

Sertifikasi benih adalah suatu cara pemberian sertifikat atas cara perbanyakan, produksi, dan penyaluran benih melalui proses pemeriksaan, pengujian, dan telah memenuhi standar mutu benih untuk diedarkan. Tahukah kamu, bagaimana proses pengajuan sertifikasi benih?

Sesuai dengan urutan keturunan dan tingkat mutunya, kelas benih bersertifikat dibagi ke dalam empat kelas benih, yaitu sebagai berikut.

- a. Benih Penjenis (BS), yaitu benih yang dihasilkan oleh atau di bawah pengawasan pemulia tanaman atau instansinya. Benih ini merupakan sumber untuk perbanyakan benih dasar.
- b. Benih Dasar (BD atau FS), yaitu benih keturunan pertama dari benih penjenis yang dihasilkan oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Balai Benih Induk (BBI), atau instansi lain yang ditunjuk. Benih ini merupakan sumber untuk perbanyakan benih pokok.
- c. Benih Pokok (BP atau SS), yaitu benih keturunan kedua dari benih penjenis atau keturunan pertama dari benih dasar yang dihasilkan oleh BBI, Balai Benih Utama (BBU), atau badan usaha lainnya yang memenuhi syarat. Benih ini merupakan sumber untuk perbanyakan benih sebar.
- d. Benih Sebar (BR atau ES), yaitu benih keturunan dari benih penjenis, benih dasar, dan benih pokok yang dihasilkan oleh BBU dan penangkar benih. Benih ini merupakan benih yang dianjurkan untuk dipergunakan oleh para petani konsumen benih.





Aktivitas 3.20

Observasi ke Perusahaan Benih Terkait Proses Sertifikasi Benih

Setelah melakukan kegiatan observasi, kamu mampu memahami prosedur sertifikasi benih.

Langkah kerja:

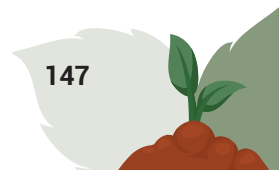
1. Lakukan observasi ke perusahaan terdekat yang bergerak di bidang produksi dan distribusi benih. Ajukan beberapa pertanyaan sebagai berikut.
 - a. Standar kualitas apa yang digunakan perusahaan dalam produksi benih?
 - b. Bagaimana proses sertifikasi benih dilakukan di perusahaan ini?
 - c. Apakah perusahaan pernah mengalami kendala dalam mendapatkan sertifikasi benih? Jika ya, bagaimana cara mengatasinya?
 - d. Bagaimana perusahaan memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan standar nasional/internasional?
 - e. Apa saja dokumen dan data yang diperlukan untuk proses sertifikasi benih?
2. Buatlah kesimpulan dari hasil observasi pada buku catatanmu.



Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

1. Tujuan utama pengambilan contoh benih adalah
 - a. mengetahui jumlah benih yang ada
 - b. mengetahui jenis tanaman
 - c. mendapatkan sampel yang representatif dari keseluruhan lot benih
 - d. mengetahui umur benih
 - e. mengetahui identitas benih
2. Menurut ISTA, jumlah contoh primer yang harus diambil dari setiap ton benih adalah
 - a. 1 contoh
 - b. 2 contoh
 - c. 5 contoh
 - d. 10 contoh
 - e. 15 contoh
3. Persentase daya kecambah yang menunjukkan kualitas benih yang baik adalah
 - a. kurang dari 50%
 - b. 50–70%
 - c. lebih dari 80%
 - d. 25–50%
 - e. tidak ada batasan yang pasti
4. Seorang petani menemukan bahwa daya kecambah benih jagungnya sangat rendah. Faktor-faktor apa saja yang mungkin menyebabkan hal tersebut?
 - a. Kelebihan air saat penyimpanan.
 - b. Serangan hama atau penyakit.
 - c. Suhu penyimpanan yang terlalu tinggi.
 - d. Kerusakan benih.
 - e. Semua jawaban di atas benar.



5. Misalkan kamu sebagai seorang petugas laboratorium benih. Kamu diminta untuk merancang sebuah eksperimen untuk menguji pengaruh perlakuan perendaman benih dalam larutan zat pengatur tumbuh terhadap peningkatan daya kecambah. Variabel apa saja yang perlu kamu kontrol dalam eksperimen tersebut?
 - a. Jenis benih, konsentrasi larutan, durasi perendaman, dan suhu.
 - b. Hanya jenis benih dan konsentrasi larutan.
 - c. Hanya durasi perendaman dan suhu.
 - d. Hanya jenis benih.
 - e. Lamanya perendaman benih.
6. Seorang petani ingin meningkatkan hasil panen cabainya. Selain menggunakan pupuk, ia juga ingin melakukan perlakuan benih. Perlakuan kimia apa yang sebaiknya dilakukan?
 - a. Perendaman dalam larutan garam.
 - b. Pelapisan benih dengan fungisida.
 - c. Perendaman dalam air panas.
 - d. Perendaman dalam larutan asam sulfat.
 - e. Perendaman dalam ZPT.
7. Apabila hasil pengujian kadar air benih padi menunjukkan kadar air sebesar 18%, langkah yang sebaiknya dilakukan sebelum penyimpanan adalah ...
 - a. segera menyimpan benih di gudang
 - b. mengurangi kelembapan ruangan penyimpanan
 - c. mengeringkan benih hingga kadar air mencapai 12-14%
 - d. menyimpan benih di tempat yang gelap dan dingin
 - e. menyimpan benih dalam germinator
8. Apabila hasil penimbangan menunjukkan bobot 1.000 butir benih sebesar 50 gram, rata-rata bobot satu butir benih adalah ...
 - a. 0,05 gram
 - b. 0,5 gram
 - c. 5 gram
 - d. 50 gram
 - e. 0,005 gram



9. Setelah penetapan bobot 1.000 butir benih, hasilnya menunjukkan variasi yang besar antara sampel yang satu dengan yang lain. Apa yang dapat disimpulkan dari hasil ini?
 - a. Benih memiliki keseragaman yang tinggi.
 - b. Benih memiliki variasi ukuran dan berat yang besar.
 - c. Benih dalam kondisi yang sangat kering.
 - d. Semua benih memiliki kadar air yang sama.
 - e. Benih memiliki ukuran yang sama.

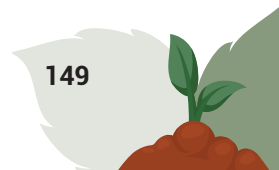
B. Soal Memasangkan

Pasangkan pernyataan di kolom kiri dengan definisi atau penjelasan di kolom kanan.

Pernyataan	Definisi atau Penjelasan
1. Komponen benih murni	a. Proses untuk menentukan persentase benih dari spesies yang diinginkan dalam sampel.
2. Benih varietas lain	b. Benih dari tanaman yang bukan target atau bukan spesies utama dalam sampel.
3. Kotoran benih	c. Bagian dari uji kemurnian fisik yang mencakup tanah, pasir, daun, dan material organik lainnya.
4. Uji kemurnian fisik	d. Benih yang berasal dari tanaman gulma yang tidak diinginkan dan dapat berpotensi menurunkan kualitas lahan.
5. Benih gulma	e. Bagian dari sampel yang terdiri atas benih dari varietas yang diuji dan bebas dari kontaminan.

C. Soal Uraian

1. PT Agro Padi Sejahtera (APS) adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan distribusi benih padi. Untuk menjamin kualitas produk mereka dan memenuhi persyaratan pasar, APS mengajukan sertifikasi benih kepada BPSB.
 - a. Jelaskan proses sertifikasi benih yang dilakukan oleh BPSB.
 - b. Hasil dan dampak apa saja yang diperoleh APS setelah mendapatkan sertifikat benih padi dari BPSB?



2. Seorang petugas dari Badan Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) ditugaskan untuk mengambil sampel benih dari sebuah perusahaan benih. Jelaskan prosedur pengambilan sampel benih yang dilakukan, mulai dari persiapan hingga pengiriman sampel ke laboratorium untuk pengujian.
3. Seorang analis di laboratorium benih ditugaskan untuk melakukan uji kemurnian fisik pada sampel benih padi. Sampel yang diterima mengandung 95% benih murni, 3% benih gulma, dan 2% material *inert*. Jelaskan prosedur yang dilakukan untuk mencapai hasil ini dan interpretasikan apa arti hasil ini bagi kualitas benih.
4. Sebuah sampel benih jagung diuji daya kecambahnya di laboratorium. Dari 100 benih yang diuji, 80 benih berkecambah dalam 7 hari. Hitung persentase daya kecambah benih tersebut dan jelaskan apa artinya bagi kualitas benih.

D. Soal Uji Praktik

Lakukan pengujian daya berkecambah benih dengan metode TPT (*Top of Paper Test*).

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dengan teliti.
2. Lakukan langkah kerja sesuai dengan urutan pengujian daya kecambah benih.
3. Lakukan pengamatan terhadap perkecambahan benih.
4. Hitung persentase daya kecambah benih.





Pengayaan

Untuk menambah wawasan dan pengalaman dalam memahami materi di Bab III, kamu dapat melakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Mempelajari secara mandiri melalui internet dengan memidai kode QR berikut.



<https://www.youtube.com/watch?v=vRW0MylcQQU>

Prosedur Pengujian Daya Kecambah



<https://www.youtube.com/watch?v=c0wnaKhdcto>

Prosedur Penetapan Kadar Air Benih



<https://www.youtube.com/watch?v=gjK6Nk6q09U>

Prosedur Analisis Kemurnian Benih



2. Melakukan observasi ke perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan distribusi benih.



Refleksi

Setelah mempelajari semua materi pada bab ini, saatnya kamu merefleksikan hasil belajar dengan mencentang pada kolom pemahaman. Centang kolom “Ya” apabila kamu telah memahami materi yang telah dipelajari. Sebaliknya, centang kolom “Belum” apabila kamu belum memahami materi dan perlu mengulanginya dengan meminta kepada gurumu untuk mendampingi.

Tabel 3.9 Refleksi Pembelajaran Bab III

Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Pembersihan Benih		
Perlakuan Benih secara Kimia		
Pengemasan dan Penyimpanan Benih		



Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Pengambilan Contoh Benih		
Pengujian Kadar Air Benih		
Uji Kemurnian Fisik Benih		
Pengujian Daya Kecambah Benih		
Penetapan Bobot 1.000 Butir Benih		
Pengukuran Viabilitas Biokimia		
Sertifikasi Benih		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2024

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

Penulis: Abdul Jabir, Neny Rukmiati, Sistiana Windyariani

ISBN: 978-602-358-839-8

Bab IV

Perbanyakan Benih secara Vegetatif

Mengapa perbanyakan tanaman dengan metode setek, sambung, okulasi, dan cangkok lebih sering dilakukan dibandingkan dengan perbanyakan tanaman dari biji?





Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu melakukan perbanyakan benih tanaman secara vegetatif konvensional dan kultur jaringan (in vitro).



Kata Kunci

- vegetatif
- setek
- okulasi
- cangkok
- kultur jaringan

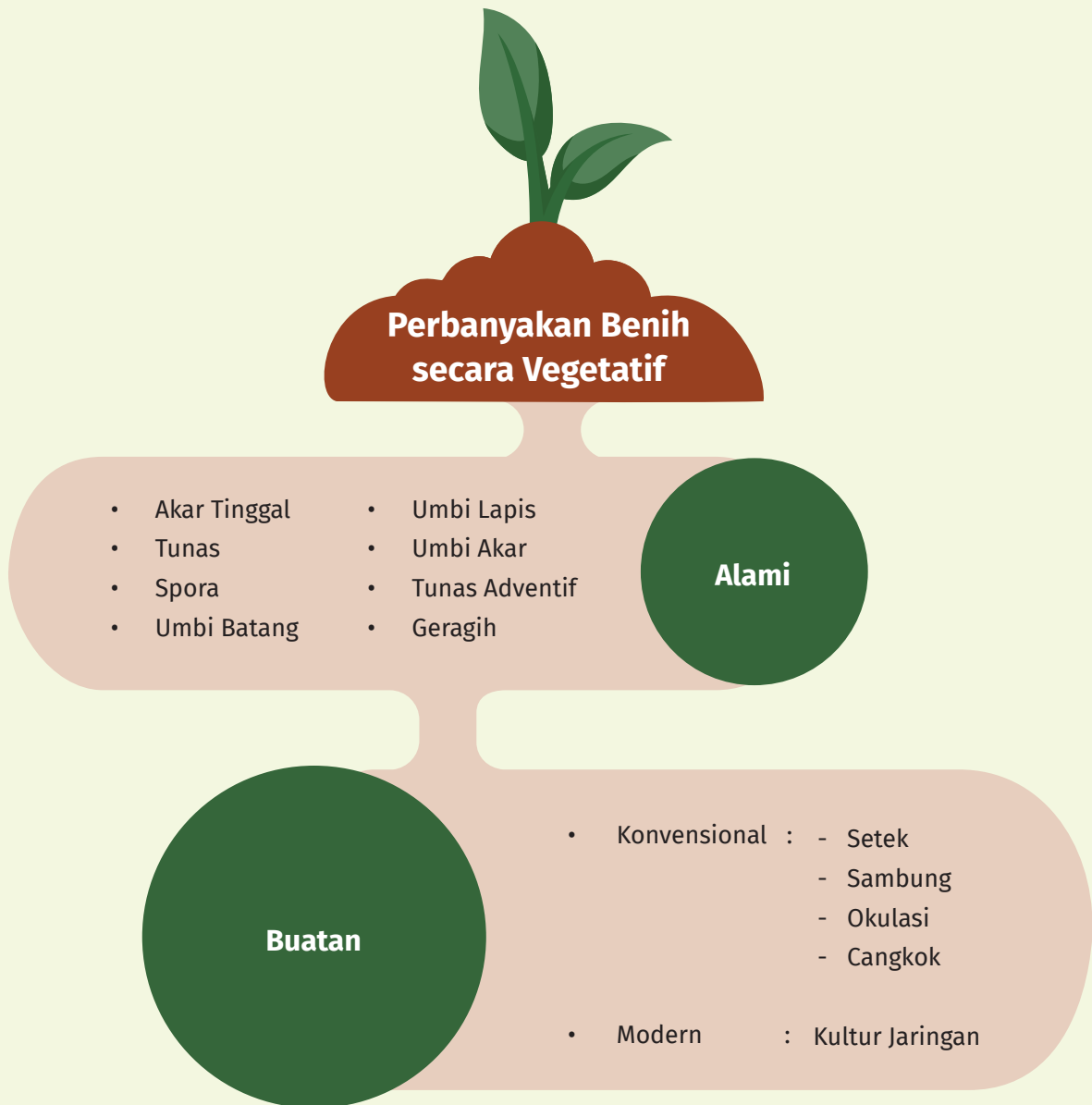


Soft Skills

Jujur, mandiri, teliti, bertanggung jawab, berpikir kritis, dan peduli lingkungan.



Peta Materi





Gambar 4.1 Tanaman singkong

Sumber: Prihatman (2017)

Kamu pasti pernah melihat tanaman yang terdapat pada gambar di atas. Tahukah kamu, bagaimana cara menanam singkong? Apakah singkong ditanam dari biji? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, mari kita pelajari bersama bagaimana tanaman dapat diperbanyak atau dikembangkan secara vegetatif.

Untuk mengawali bab ini, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas 4.1

Observasi dan Diskusi Terkait Cara Perbanyak Singkong

Setelah melakukan observasi dan melihat tayangan audiovisual, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait cara perbanyak tanaman singkong.

Langkah kerja:

1. Lakukan observasi secara berkelompok dengan teman sekelasmu yang beranggotakan 3-4 orang.
2. Pergilah ke kebun singkong yang ada di dekat rumah atau sekolahmu.
3. Lakukan wawancara dengan pemilik kebun tentang bagaimana cara menanam singkongnya.
4. Mintalah izin kepada pemilik kebun untuk mencabut salah satu tanaman singkongnya. Setelah dicabut, amatilah bagaimana umbi singkong tersebut. Kaitkan dengan informasi yang kamu peroleh mengenai cara perbanyakannya.
5. Jika tidak menemukan kebun singkong, coba perhatikan tayangan audiovisual berikut dengan cara memindai kode QR atau dengan mengakses pranala YouTube di bawahnya.
6. Setelah melihat tayangan tersebut, informasi apa saja yang kamu peroleh? Bagaimana tanaman singkong dapat diperbanyak?
7. Tuliskan hasil pengamatanmu dan diskusikan bersama teman-temanmu.



<https://www.youtube.com/shorts/Dnu0lrm8MUU>

Cara Tanam
Singkong yang
Benar

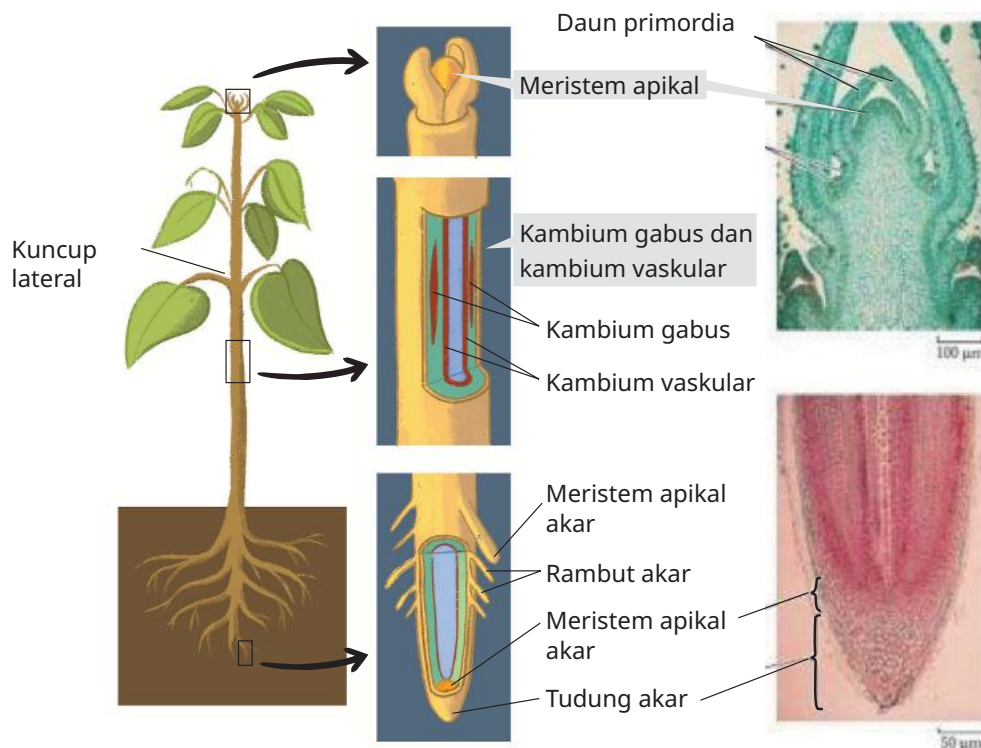
Setelah melakukan aktivitas di atas, apakah perbanyak tanaman singkong sama dengan tanaman lain yang ditanam dari biji? Ternyata, menanam singkong tidak dilakukan dari biji, melainkan dengan cara menanam bagian batangnya yang dikenal dengan setek batang. Setek batang merupakan salah satu cara perbanyak tanaman secara vegetatif.



Pada bab ini, kita akan mempelajari bagaimana beberapa tumbuhan dapat diperbanyak tanpa menggunakan biji atau yang dikenal dengan memperbanyak benih secara vegetatif. Vegetatif merupakan perkembangbiakan yang di dalamnya tidak ada fertilisasi antara sel kelamin jantan dengan sel telur, seperti halnya pada perkembangbiakan generatif. Tumbuhan dapat melakukan perbanyakan secara vegetatif atau aseksual dengan cara menggunakan bagian vegetatif dari tanaman untuk membesarkan tanaman baru.

Perkembangbiakan vegetatif dapat terjadi karena pada setiap sel memiliki sifat totipotensi, yaitu kemampuan sel untuk tumbuh menjadi tanaman yang baru jika lingkungan tempat tumbuhnya sesuai dan mendukung. Kemampuan tumbuh tersebut berasal dari pembelahan mitosis. Pembelahan mitosis merupakan pembelahan yang terjadi pada sel yang menghasilkan dua sel anak dengan jumlah kromosom yang sama dengan induknya.

Pembelahan mitosis pada tanaman dapat terjadi pada jaringan meristem, yaitu jaringan yang memiliki sel-sel yang mampu membelah diri secara terus-menerus. Jaringan meristem disebut juga daerah pertumbuhan yang terletak pada ujung batang, ujung akar, dan jaringan kambium (Gambar 4.2). Selain itu, mitosis dapat terjadi pada jaringan parenkim yang mampu membentuk jaringan kalus jika bagian tanaman dilukai. Kalus selanjutnya akan membentuk sistem perakaran.



Gambar 4.2 Jaringan Meristem pada Ujung Batang, Ujung Akar, dan Jaringan Kambium



Gambar 4.3 Kalus

Sumber: Vasilii/Dreamstime (2021)

Selanjutnya, untuk lebih memahami kelebihan dan kekurangan perkembangbiakan vegetatif, kerjakanlah Aktivitas 4.2 berikut.



Aktivitas 4.2

Observasi dan Studi Literatur untuk Mencari Kelebihan dan Kekurangan Perbenihan secara Vegetatif

Setelah melakukan aktivitas ini, kamu mampu membandingkan kelebihan dan kekurangan perbenihan tanaman secara vegetatif serta menganalisis penyebab perbenihan tanaman secara vegetatif lebih banyak dilakukan dibandingkan secara generatif.

Langkah kerja:

1. Bersama teman kelompokmu (3–4 orang), lakukanlah wawancara kepada petani untuk menanyakan bagaimana kelebihan dan kekurangan dari menanam tanaman dengan metode setek atau cangkok.
2. Jika tidak ada ada petani di sekitar rumah atau sekolahmu, carilah kelebihan dan kekurangan perbenihan tanaman secara vegetatif dari berbagai sumber literatur buku atau internet.
3. Tuliskan hasil dari studi literatur yang telah ditemukan pada tabel berikut beserta sumber informasinya.



No.	Perbenihan Tanaman	Kelebihan	Kekurangan

4. Berdasarkan hasil studi literatur mengenai kelebihan dan kekurangan perbenihan tanaman secara vegetatif, analisis olehmu mengapa perbenihan tanaman secara vegetatif banyak direkomendasikan dalam industri pertanian.

Apakah yang kamu peroleh setelah mengerjakan Aktivitas 4.2? Apa sajakah kelebihan dan kekurangan perbenihan tanaman secara vegetatif? Mari kita bahas kembali.

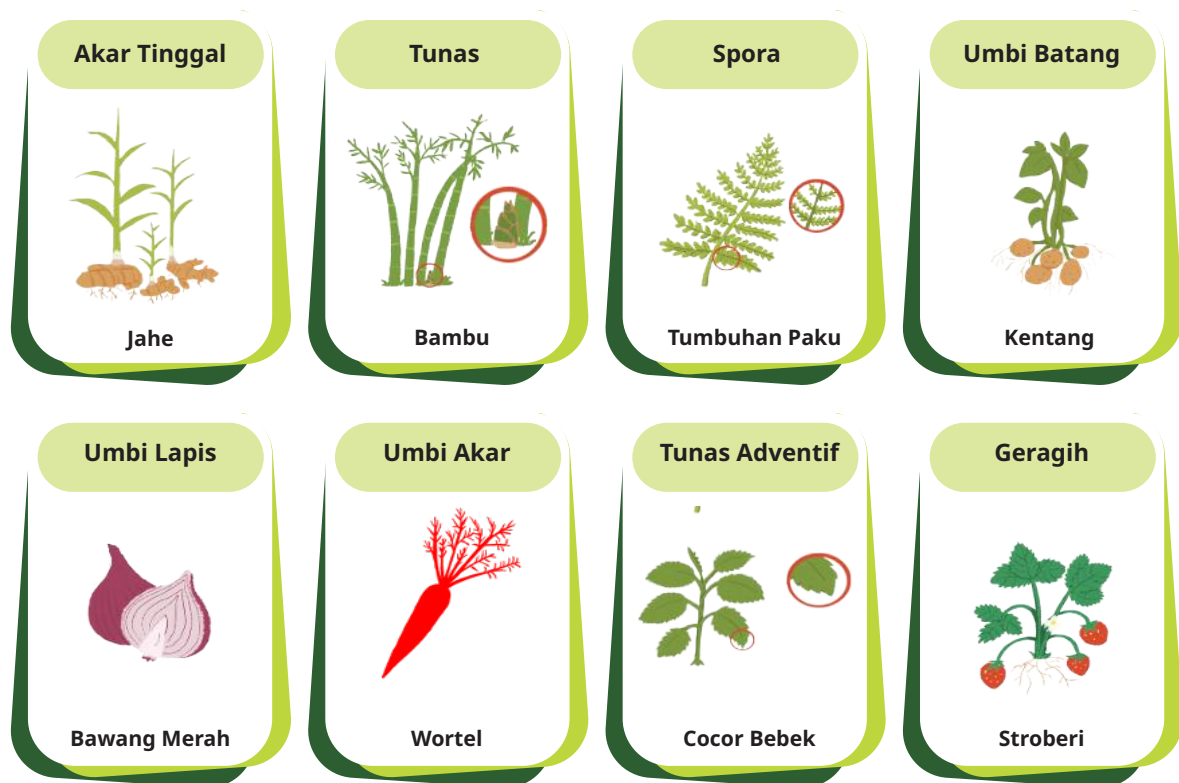
Perbenihan tanaman secara vegetatif memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki anakan yang secara genetik sama dengan induknya, tingkat kematangannya seragam, memberikan hasil yang berkualitas, pada tanaman yang sudah tua dan memiliki produktivitas yang rendah dapat diubah menjadi unggul menggunakan tunas dan okulasi, efisiensi pemupukan dan panennya mudah, serta jika menggunakan batang, semua bagian bisa dimanfaatkan (bagian atas, tengah, dan bawah).

Selain memiliki kelebihan, perbenihan tanaman secara vegetatif tentu memiliki kekurangan. Adapun kekurangan dari perbenihan tanaman secara vegetatif, antara lain perbanyakan secara vegetatif tidak memungkinkan perbanyakan varietas baru, memerlukan keahlian khusus, umur tanaman biasanya pendek dibandingkan tanaman yang diperbanyak dengan cara generatif, serta tanaman biasanya lebih rentan terhadap hama dan tekanan dari lingkungan sekitar.

A. Perbanyak Benih secara Vegetatif Alami

Perkembangbiakan vegetatif dapat dilakukan secara alami dan buatan. Perkembangbiakan vegetatif alami merupakan metode reproduksi secara aseksual yang terjadi tanpa melibatkan manusia. Pada proses vegetatif alami, tanaman menghasilkan individu baru melalui bagian tumbuhan yang meliputi pucuk, daun, akar, dan batang yang berkembang menjadi tanaman baru.

Secara alami, tanaman memperbanyak diri dan menyebar di lingkungan sekitarnya. Contoh tanaman yang melakukan vegetatif alami ialah rizom atau akar tinggal pada jahe, tunas pada bambu, spora pada tumbuhan paku, umbi batang pada kentang, umbi lapis pada bawang, umbi akar pada wortel, tunas adventif pada cocor bebek, dan geragih atau stolon pada stroberi. Adapun gambar perbanyak benih secara vegetatif alami dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Contoh tanaman yang melakukan perbanyak dengan metode vegetatif alami.

Setelah membahas perkembangbiakan vegetatif alami, selanjutnya kita akan membahas mengenai perkembangbiakan vegetatif buatan.

B. Perbanyak Benih secara Vegetatif Buatan

Pernahkah kamu melihat tanaman buah-buahan (misalnya mangga) yang serupa dengan induknya di halaman rumah atau kebun? Bagaimana menurutmu hal itu bisa terjadi? Jika kamu ingin mendapatkan tanaman mangga yang buahnya manis, ukurannya besar, dan daging buahnya tebal, apa yang seharusnya kamu lakukan?

Untuk dapat menghasilkan tanaman yang mirip dengan induknya, kita dapat memperbanyaknya dengan vegetatif buatan. Kalau begitu, apakah yang dimaksud dengan perkembangbiakan vegetatif buatan?

Perkembangbiakan vegetatif buatan merupakan metode reproduksi secara aseksual yang dilakukan dengan bantuan manusia untuk menghasilkan tanaman baru. Perkembangbiakan vegetatif buatan memanfaatkan teknik-teknik tertentu untuk memperbanyak tanaman dengan cepat yang bertujuan untuk mempertahankan sifat-sifat unggul dari tanaman induknya.

Perkembangbiakan vegetatif buatan telah banyak digunakan dalam industri pertanian karena dianggap lebih menguntungkan dari segi waktu, biaya, dan menghasilkan tanaman yang identik dengan induknya. Menurut Santoso (2019), terdapat beberapa alasan mengapa perkembangbiakan vegetatif banyak digunakan dalam bidang pertanian.

1. Banyak tanaman yang tumbuh tidak menyerupai induknya jika ditanam melalui biji (secara generatif).
2. Beberapa tanaman menghasilkan anakan yang lebih baik jika dikembangkan secara vegetatif, misalnya kentang dan pisang.
3. Beberapa tanaman tidak memiliki atau memiliki sedikit biji, misalnya pisang, nanas dan apel.
4. Terdapat tanaman berbiji, tetapi sulit dikecambahkan, misalnya mawar.
5. Beberapa tanaman dapat hidup pada kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung.

Jenis perbanyak benih secara vegetatif buatan memiliki beberapa teknik, antara lain setek, sambung (*grafting*), okulasi, dan cangkok. Berikut akan dijelaskan satu per satu teknik perbanyak benih secara vegetatif buatan.



1. Setek



Aktivitas 4.3

Menjelaskan Metode Setek

Setelah melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut, kamu dapat menjelaskan metode setek batang.

Langkah kerja:

1. Lihat dan pelajari tayangan singkat yang dapat diakses melalui kode QR berikut.
2. Setelah melihat tayangan video, apa yang dapat kamu ceritakan dari video tersebut? Dapatkah kamu menjelaskan pengertian setek dan bagaimana cara melakukan setek?



<https://youtube.com/shorts/n2bTBWtpKcI?si=evs-GZwW2sZ1U5ck>

Setek Cabai dari Batang

Setek merupakan salah satu perkembangbiakan vegetatif buatan dengan cara memotong organ vegetatif tanaman, seperti akar, batang, dan daun. Bagian tumbuhan yang dipotong dan dinamakan setek itu kemudian ditanam pada medium tumbuh. Setek merupakan metode perbenihan vegetatif yang mudah dan cepat. Tanaman baru dapat diproduksi dalam jumlah besar dengan sedikit tanaman induk. Setek dapat dilakukan pada batang, akar, dan daun. Berikut akan dijelaskan masing-masing jenis setek, prosedur, dan contoh tanaman setek.



Setek Batang

- Setek kayu keras: anggur, delima, dan bugenvil.
- Setek kayu setengah keras: puring dan *Cestrum* (arum dalu).
- Setek kayu lunak: *Alternanthera* (kremah), *Coleus* (jawan kotok), *Duranta* (sinyo nakal), dan *Clerodendrum*.
- Setek herba: krisan, *Iresine* (bayam merah; sambang colok), *Pilea*, dahlia, dan anyelir.

Prosedur:

- Pilih cabang yang sehat.
- Potong cabang menjadi setek sepanjang 10–15 cm. Setiap potongan setidaknya memiliki 4–5 tunas vegetatif yang tidak aktif. Jika ada daun dan duri, hilangkan untuk mencegah kehilangan penguapan.
- Pada pangkal setek dilakukan sayatan secara miring yang bertujuan agar sebagian besar setek bersentuhan dengan media perakaran. Sementara di atas potongannya lurus untuk mencegah penguapan yang banyak.
- Setek ditanam di lahan persemaian atau *polybag*.

Setek Akar

Setek dengan akar: stroberi, jambu biji, cemara, apel, dan sukun.

Prosedur:

- Potongan akar dipisahkan dari tanaman induknya dan ditumbuhkan pada media tanam.
- Akar yang disetek akan membentuk akar adventif dan selanjutnya membentuk tunas.

Setek Daun

- Setek dengan tangkai daun: *Coleus* (jawan kotok) dan *African violet* (violces).
- Setek tanpa tangkai daun: *Bryophyllum* (cocor bebek) dan begonia.
- Setek potongan daun: sansevieria (lidah mertua).

Prosedur:

- Pilih daun yang sehat. Potong menjadi beberapa bagian.
- Tanam potongan daun pada media tanam. Pastikan posisi daun yang dipotong berada pada bagian bawah.



Puring Walet

Sumber: Sulistiana (2016)



Alternanthera

Sumber: Peterson/USDA Plant Database (2016)



Duranta

Sumber: CABI Digital Library (2015)



Iresine (bayam merah)

Sumber: Lahanas (2021)



Cestrum (Arum Dalu)

Sumber: Cicegi/Top Tropical (2015)



Coleus

Sumber: Suva (2015)



Clerodendrum fragrans

Sumber: Kalonio (2022)



Anyelir

Sumber: Nurwijayo (2023)

Gambar 4.5 Contoh tanaman yang diperbanyak dengan setek batang.



Viola

Sumber: Setyobudi (2012)



Begonia

Sumber: Hartutiningsih (2018)



Bryophyllum

Sumber: Sari (2023)



Sansevieria

Sumber: Ruswanti (2022)

Gambar 4.6 Contoh tanaman yang diperbanyak dengan setek daun.

Setelah kamu memahami mengenai jenis-jenis setek dan prosedurnya, untuk melatih keterampilanmu dalam melakukan setek, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas 4.4

Melakukan Praktik Perbanyakan Tanaman dengan Setek Batang

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu dapat memahami dan menerapkan teknik perbanyakan tanaman vegetatif dengan setek batang serta mengamati pertumbuhan akar dan tunas pada setek batang tanaman.

Alat:

- Gunting tanaman atau pisau tajam
- *Polybag* atau pot kecil
- Sekop kecil
- Alat tulis
- Sarung tangan

Bahan:

- Tanaman induk yang sehat (dapat dipilih antara singkong, tomat, cabai, atau tanaman lain yang tersedia untuk setek batang)
- Media tanam (campuran tanah, pasir, dan kompos)
- Air
- Kertas label dan alat tulis

Keselamatan kerja:

Persiapkan pisau yang tajam dan bersih. Gunakan pisau secara hati-hati.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Siapkan *polybag* yang sudah diisi dengan media tanam.
3. Potong batang yang sehat dengan ukuran 10–15 cm.
4. Buat potongan miring pada bagian bawah setek.
5. Tanam bagian bawah setek kurang lebih 5 cm ke dalam tanah.
6. Siram media tanam sampai lembap.
7. Letakan *polybag* atau pot yang berisi setek di tempat teduh dan tidak terkena sinar matahari langsung.
8. Siram secara rutin.
9. Amati setiap tiga hari sekali. Fokuskan pengamatan pada akar dan tunas yang tumbuh pada setek. Buatlah dokumentasi foto setiap pengamatan.
10. Selanjutnya, catat hasil pengamatan pada tabel berikut.



No.	Tanggal Pengamatan	Kondisi Akar (Bentuk dan Ukuran)	Kondisi Tunas (Bentuk dan Ukuran)

Pertanyaan:

- Mengapa pada potongan bagian bawah setek harus dilakukan secara miring atau menyerong?
- Pada hari ke berapa akar dan daun mulai tumbuh? Bagaimana bentuk di akhir pengamatan?

Setelah kamu melakukan perbanyakan dengan setek batang, dapatkah kamu menemukan faktor apa saja yang memengaruhi keberhasilan setek?

Keberhasilan proses setek dalam membentuk akar, kemudian membentuk tunas, dipengaruhi oleh faktor tanaman (faktor dalam), faktor setelah lingkungan (faktor luar), serta faktor pelaksanaan penyetekan. Menurut Santoso (2021), keberhasilan tanaman setek perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

- Media tanam tempat setek. Media tanam akan mendukung pertumbuhan akar, memberi kelembapan, dan memberikan penetrasi udara pada pangkal setek.
- Suhu akan mengendalikan laju perkembangan akar dan tunas setek. Pastikan suhu medium tanah lebih hangat atau lebih tinggi dari suhu udara.
- Cahaya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar setek.
- Faktor pelaksanaan yang harus diperhatikan adalah perlakuan sebelum bahan setek diambil, pemotongan setek, perlakuan atau penggunaan zat pengatur tumbuh, serta cara penanaman atau penyemaian.

Faktor keberhasilan setek menurut Harjadi (1993) dipengaruhi juga oleh hal-hal sebagai berikut.

- a. Pemilihan bahan setek yang baik, yaitu asal setek (posisi setek pada tanaman induk) dan panjang setek.
- b. Lingkungan yang meliputi media, pengakaran, suhu, dan kelembapan cahaya.

2. Sambung (*Grafting*)



Aktivitas 4.5

Mencermati Kasus Punahnya Tanaman Merbau

Setelah mencermati narasi berikut, kamu dapat menganalisis kasus punahnya tanaman merbau dan mencari solusi untuk permasalahan tersebut melalui metode perbanyakan vegetatif buatan.

Langkah kerja:

1. Bacalah narasi berikut yang dikutip dari artikel penelitian Sukendro, Mansur, dan Trisnawati (2010).

Dewasa ini, beberapa tanaman kehutanan telah dieksploitasi sehingga ketersediaan tanaman tersebut di alam semakin menurun, bahkan terancam punah. Salah satu jenis tanaman yang menjadi perhatian saat ini adalah merbau (Intsia bijuga [Colebr.] O.K.). Populasi tanaman merbau semakin terbatas di alam karena adanya eksploitasi dan kesulitan dalam perbanyakan generatif di alam. Tanaman jenis ini memiliki banyak kegunaan, yaitu sebagai bahan bangunan, lantai, alat-alat rumah tangga, papan, bantal, tiang listrik dan telepon, serta perkapalan dan jembatan. Melihat banyaknya manfaat dan kegunaan yang diberikan tanaman merbau dan semakin kompleksnya kebutuhan manusia, bukan tidak mungkin untuk tahun-tahun ke depan, permintaan akan kayu merbau akan semakin meningkat juga.

Rekomendasi dari kasus kepunahan tanaman merbau tersebut ialah menggunakan teknik perbenihan tanaman dengan metode sambung (*grafting*).

2. Berdasarkan temuan tersebut, mengapa metode sambung yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kepunahan tanaman merbau?



Setelah kamu melakukan kegiatan di atas, marilah kita bahas terlebih dahulu pengertian dari teknik sambung. Sambung atau *grafting* adalah menggabungkan dua tanaman yang masing-masing memiliki sifat baik. Misalnya, satu tanaman memiliki buah dengan rasa yang manis, tetapi memiliki akar yang kurang kuat, disambungkan dengan buah yang rasanya masam, tetapi memiliki perakaran yang kuat.

Tanaman yang diperbanyak dengan *grafting* merupakan tanaman sejenis, misalnya jeruk. Tanaman jeruk yang memiliki perakaran kuat akan digunakan sebagai batang bawah (batang pokok/*rootstock*). Sementara tanaman jeruk yang berbuah manis akan disambungkan batangnya pada jeruk yang berakar kuat.

Keunggulan dari perbanyak benih dengan menyambung ialah dapat meningkatkan kualitas tanaman, mempercepat masa tanaman untuk bereproduksi sehingga menghasilkan bunga dan buah lebih cepat, meremajakan tanaman yang sudah terlalu tua, serta menghasilkan tampilan tanaman dengan kombinasi bentuk dan warna buah yang diinginkan. Selain itu, jika ada batang pohon yang terluka atau rusak, dapat dengan mudah diperbaiki.

Adapun kelemahan dari sambung ialah memerlukan keahlian khusus dan biaya yang cukup mahal. Tanaman yang dihasilkan dari cara ini memiliki umur yang pendek dibandingkan dengan tanaman yang diperbanyak dengan biji. Selain itu, ketika ada alat yang terkontaminasi, kemungkinan tanaman juga akan terkena infeksi.

Tahukah kamu bahwa teknik sambung dapat diterapkan pada tanaman buah-buahan, seperti manggis, lengkeng, durian, alpukat, dan duku? Selain itu, teknik sambung dapat diterapkan pada tanaman perkebunan, seperti kopi, kakao, lada, vanili; tanaman hias, seperti adenium, melati, lantana, bugenvil; serta tanaman pangan ubi kayu.

Sebelumnya telah dijelaskan bahwa teknik sambung menggabungkan antara dua batang, yaitu batang pokok (*rootstock*) dan batang atas (*scion/entres*). Batang pokok merupakan bagian bawah tanaman yang menyediakan sistem perakaran. Batang pokok biasanya diperoleh dari biji hasil penyemaian (contohnya pada buah mangga atau jeruk) atau dapat juga berasal dari setek (contohnya mawar). Karakteristik batang pokok yang perlu diperhatikan antara lain dapat beradaptasi dengan kondisi iklim setempat, tahan atau toleran terhadap hama dan penyakit, kompatibel dengan batang atas, serta dapat dipropagasi dengan mudah.

Bagian atas untuk sambung dikenal dengan istilah batang atas (*scion/entres*). Batang atas diambil dari tanaman yang diinginkan untuk selanjutnya disambungkan dengan batang bawah. Karakteristik batang atas yang perlu diperhatikan antara lain memiliki tingkat produksi yang tinggi, baik dari segi jumlah maupun kualitas, termasuk memiliki rasa yang enak, warna dan bentuk yang menarik, serta tahan terhadap hama penyakit.

Pada saat pemilihan batang atas juga harus memperhatikan hal-hal berikut, yaitu memiliki tunas vegetatif yang sehat dan berkembang baik, batang atas bukan dari tanaman yang berumur lebih dari satu tahun, menghindari tunas yang baru dipanen, serta mampu membentuk *graft union* (bidang sambung yang sempurna dengan batang bawah).

Teknik menyambung banyak digunakan di bidang pertanian karena teknik ini tidak hanya memperbanyak tanaman, tetapi juga meningkatkan tampilan, peremajaan, dan memperbaiki jaringan floem yang putus sehingga dapat tumbuh kembali. Menyambung memiliki beberapa teknik, antara lain sambung lengkung (*approach grafting*), sambung lidah (*whip and tongue grafting*), sambung baji (*wedge grafting*), sambung sambatan (*splice grafting*), sambung samping (*side grafting*), sambung jembatan (*bridge grafting*), dan sambung kulit (*bark grafting*).



Gambar 4.8 Teknik Sambung Lengkung

Sambung Lengkung (*Approach Grafting*)

Teknik sambung ini dikenal juga dengan sambung pendekatan. Pada teknik ini, batang bawah dan batang atas masih berhubungan dengan perakarannya. Kedua tanaman masing-masing disayat, kemudian ditempelkan. Teknik ini memiliki keberhasilan yang tinggi, bahkan untuk tanaman yang sulit untuk disambung pun dapat berhasil.

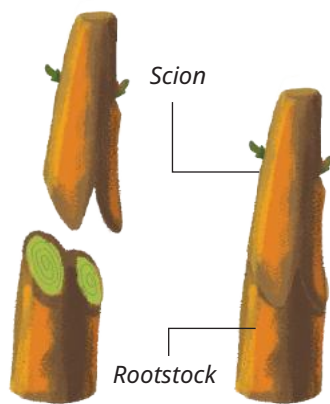
Prosedur:

1. Batang bawah disayat sepanjang 2–3 cm, dengan ukuran kira-kira setengah dari diameter batang.
2. Hal yang sama dilakukan untuk batang atasnya yang belum dipotong dari induk. Pastikan keduanya memiliki ukuran yang sama.
3. Keduanya dilekatkan tepat pada bagian yang disayat, dengan memperhatikan kambium batang atas dan batang bawah saling berimpitan.



Gambar 4.7
Perkembangbiakan Vegetatif dengan Metode Sambung

Sumber: Jabir (2021)



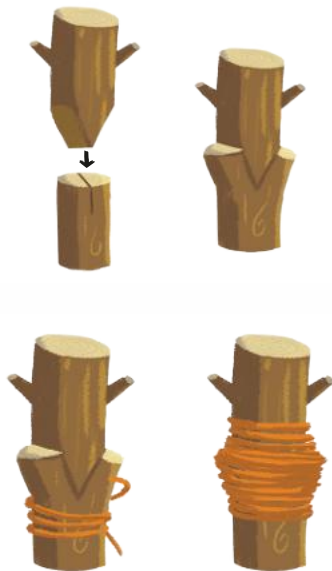
Gambar 4.9 Teknik Sambung Lidah

Sambung Lidah (Whip and Tongue Grafting)

Teknik ini merupakan teknik sambung yang menambahkan potongan berbentuk lidah pada batang atas, yang akan membantu memperkuat posisi sambungan, dan lebih mudah untuk mengikat.

Prosedur:

1. Dilakukan pengirisan pertama. Setelah itu, kira-kira bagian tengah sayatan diiris lagi ke dalam sehingga bertemu dengan ujung pengirisan yang pertama. Dengan demikian, irisan akan berbentuk lidah.
2. Sayatan antara batang bawah dan cabang pohon induk tersebut kemudian ditempelkan hingga kedua bagian kambium batang atas dan batang bawah menyatu dengan erat.
3. Dilakukan pengikatan.



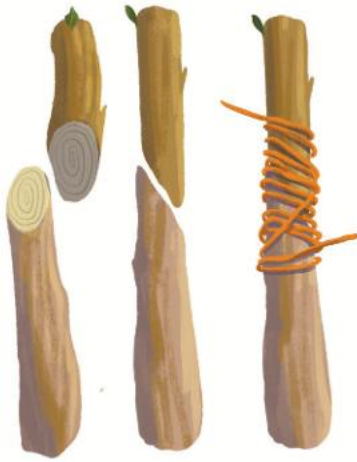
Gambar 4.10 Teknik Sambung Baji

Sambung Baji (Wedge Grafting atau Cleft Grafting)

Teknik sambung ini dikenal juga dengan sambung celah atau sambung sumbing. Pada teknik ini, pemotongannya dibuat sumbing di batang bawah dan baji pada batang atas. Teknik ini lebih mudah dilakukan sehingga sering menjadi pilihan bagi penyambung pemula. Teknik ini juga menjadi alternatif yang baik untuk spesies tanaman yang mudah membentuk kalus.

Prosedur:

1. Batang bawah harus dipotong 2–3 cm di atas perbatasan hijau dan cokelat.
2. Batang atas harus dipotong sepanjang 2–3 ruas (7,5–10 cm) dan pangkalnya harus diiris menyerong di kedua sisinya.
3. Batang atas diiris dengan bentuk mirip dengan mata kapak atau lancip.
4. Selanjutnya, calon batang atas dimasukkan ke celah batang bawah dan diikat.



Gambar 4.11 Teknik Sambung Sambatan

Sambung Sambatan (*Splice Grafting*)

Teknik sambung ini sederhana dan mudah dilakukan, terutama ketika diameter dan ketebalan *entres* cukup besar. Penyambungan ini dilakukan dengan mengikat batang bawah dengan batang atas sampai sambungan selesai.

Prosedur:

1. Pilih bagian batang bawah yang memiliki diameter sama dengan batang atas.
2. Buat potongan miring secara diagonal pada kayu tersebut, setidaknya tiga sampai empat kali diameternya.
3. Buat potongan yang sama pada batang atas sehingga kedua permukaan dan bentuknya sama.



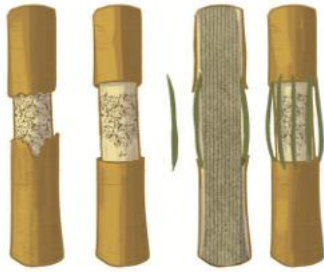
Gambar 4.12 Teknik Sambung Samping

Sambung Samping (*Side Grafting* atau *Veneer Grafting*)

Teknik sambung ini digunakan ketika batang bawah lebih tebal dari batang atasnya. Teknik ini biasanya digunakan oleh tanaman seperti kakao dan tumbuhan runjung, karena mereka tidak menginginkan pemangkasan rendah batang bawah pada posisi yang sesuai dengan ukuran batang atas.

Prosedur:

1. Pilih batang bawah dengan permukaan kulit yang mulus dan lurus.
2. Potong batang bawah sedalam 3–5 mm dengan posisi mendatar dan miring ke bawah sekitar 30 derajat.
3. Potongan kedua dibuat pada jarak 2–5 cm di atas potongan pertama, tetapi tidak terlalu dalam hingga bersentuhan dengan yang pertama. Perhatikan gambar.



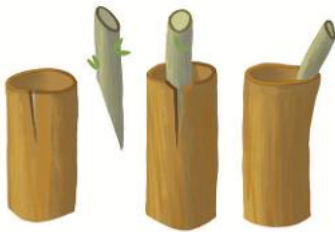
Gambar 4.13 Teknik Sambung Jembatan

Sambung Jembatan (Bridge Grafting)

Teknik sambung ini biasanya digunakan untuk memperbaiki pohon yang rusak oleh tikus, kelinci, hewan pengerat lainnya, atau oleh cedera mekanis. Sambung jembatan terdiri atas hubungan lapisan kambium di atas dan di bawah area *girdled*. Proses ini mengembalikan aliran karbohidrat dari daun ke akar sehingga memungkinkan pohon untuk melanjutkan proses kehidupan normalnya.

Prosedur:

1. Potong kulit kayu yang rusak hingga rata, kemudian bersihkan luka. Bagian ini menjadi batang bawah.
2. Siapkan batang atas dengan ukuran lebih panjang dari batang bawah.
3. Buat potongan irisan di kedua ujung batang atas.
4. Tempatkan beberapa batang atas pada celah batang bawah sehingga mengelilingi bagian batang bawah.



Gambar 4.14 Teknik Sambung Kulit

Sambung Kulit (Bark Grafting)

Teknik sambung ini merupakan teknik alternatif ketika batang bawah jauh lebih besar dari batang atas. Salah satu syaratnya ialah kulit batang bawah harus mudah diangkat dari kayunya.

Prosedur:

1. Potong batang bawah secara mendatar pada tempat yang sesuai.
2. Buat celah kulit kayu vegetatif dari bagian atas batang bawah dengan jarak sekitar empat kali diameter batang atas.
3. Masukkan batang atas dengan hati-hati ke bawah kulit celah. Potongan miring menghadap permukaan kayu batang bawah.
4. Usahakan agar batang atas tidak terlalu banyak menggores kambium batang bawah, karena hal tersebut dapat merusak sel kambium.
5. Hentikan dorongan selagi masih ada sedikit potongan wajah batang atas yang kelihatan di atas permukaan potongan batang bawah.
6. Ikat dan tutup hasil sambungan (lihat gambar).

Setelah mempelajari beberapa teknik penyambungan, selanjutnya kamu akan melakukan praktik teknik penyambungan pada aktivitas berikut.



Aktivitas 4.6

Melakukan Praktik Teknik Penyambungan (*Grafting*)

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu mampu melakukan pembiakan tanaman dengan penyambungan (minimal dua teknik) dan menentukan teknik penyambungan yang paling tepat.

Alat dan bahan:

- Pisau okulasi
- Tali plastik
- Pohon induk dan batang bawah (dapat dipilih antara tanaman mangga, mawar, jeruk, atau menyesuaikan dengan tanaman yang ada di daerah masing-masing)

Keselamatan kerja:

Persiapkan pisau yang tajam dan bersih. Gunakan pisau secara hati-hati.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3-4 orang.
2. Pelajari teknik penyambungan yang terdapat pada halaman sebelumnya.
3. Tentukan teknik *grafting* yang sesuai dengan tanaman yang telah kamu persiapkan. Misalnya, tanaman jeruk menggunakan teknik sambung lengkung (*approach grafting*).
4. Jelaskan alasan menggunakan teknik tersebut (langkah nomor 3).
5. Lakukan teknik penyambungan, minimal dua teknik.
6. Dokumentasikan hasil pekerjaanmu pada setiap tahapnya.
7. Buatlah kesimpulan tentang penyambungan yang paling tepat.



Setelah melakukan Aktivitas 4.6, apakah kamu sudah lebih memahami cara perbenihan tanaman menggunakan metode sambung?

Berikut beberapa hal yang harus diperhatikan saat melakukan metode penyambungan.

- Waktu penyambungan dilakukan pada saat cuaca cerah, tidak di bawah terik matahari dan tidak sedang hujan.
- Perhatikan suhu dan kelembapan yang optimal karena akan mendukung pembentukan jaringan kalus yang diperlukan untuk keberhasilan penyambungan. Temperatur optimal antara 25–30 °C. Jika temperatur kurang, akan menghambat pertumbuhan kalus dan dapat mematikan sel. Selain itu, penyambungan memerlukan kelembapan yang tinggi. Jika kelembapan kurang, akan menyebabkan sambungan menjadi kekeringan dan mati.
- Cahaya matahari akan memengaruhi saat terjadinya proses penyambungan. Cahaya yang terlalu panas akan menjadikan daya tahan batang atas menjadi berkurang dan cenderung mengalami kekeringan. Selain itu, dapat merusak kambium pada sambungan.
- Faktor tanaman juga harus diperhatikan, yaitu kompatibilitas dan inkompatibilitas. Pada umumnya, jika batang atas dan bawah dari varietas yang sama, akan menghasilkan sambungan yang kompatibel dan gabungan dari kedua tanaman tersebut akan hidup lama sambungannya. Inkompatibilitas dapat disebabkan karena beda ukuran batang bawah dan batang atas.
- Perhatikan juga peralatan yang dipakai, terutama ketajaman, kebersihan, serta tali yang tipis dan lentur.

3. Okulasi

Pada bagian ini, kita akan membahas teknik okulasi. Untuk memahami teknik okulasi, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas 4.7

Menjelaskan Metode Okulasi

Setelah melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut, kamu dapat menjelaskan metode okulasi.

Langkah kerja:

1. Lihat dan pelajari tayangan video yang dapat diakses melalui kode QR berikut.
2. Jika video tidak dapat diakses, kamu dapat mencari bahan bacaan mengenai okulasi ke perpustakaan.
3. Setelah menonton video atau membaca buku mengenai okulasi, dapatkan kamu menjelaskan bagaimana tahapan okulasi?
4. Tuliskan tahapan proses okulasi pada kotak yang tersedia di bawah ini.



<https://www.youtube.com/watch?v=i7-VjcAfA9E>

Cara Mudah
Okulasi Tanaman

1.	→	2.	→	3.
↓				
4.	→	5.	→	6.

Okulasi dikenal juga dengan menempel, berasal dari bahasa Belanda *oculatie* yang artinya mata, dalam bahasa Inggris *budding* yang artinya tunas, dan dalam bahasa Indonesia dikenal dengan mata tunas. Okulasi memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan setek dan cangkok. Okulasi menggabungkan dua tanaman yang masing-masing memiliki keunggulan yang berbeda sehingga menyebabkan lebih unggul dari tanaman induknya. Sebagai contoh, tanaman dengan perakaran baik digunakan sebagai batang pokok (batang bawah), sedangkan tanaman (batang atas) dengan buah yang lezat diambil mata tunasnya untuk menempel pada batang bawah.

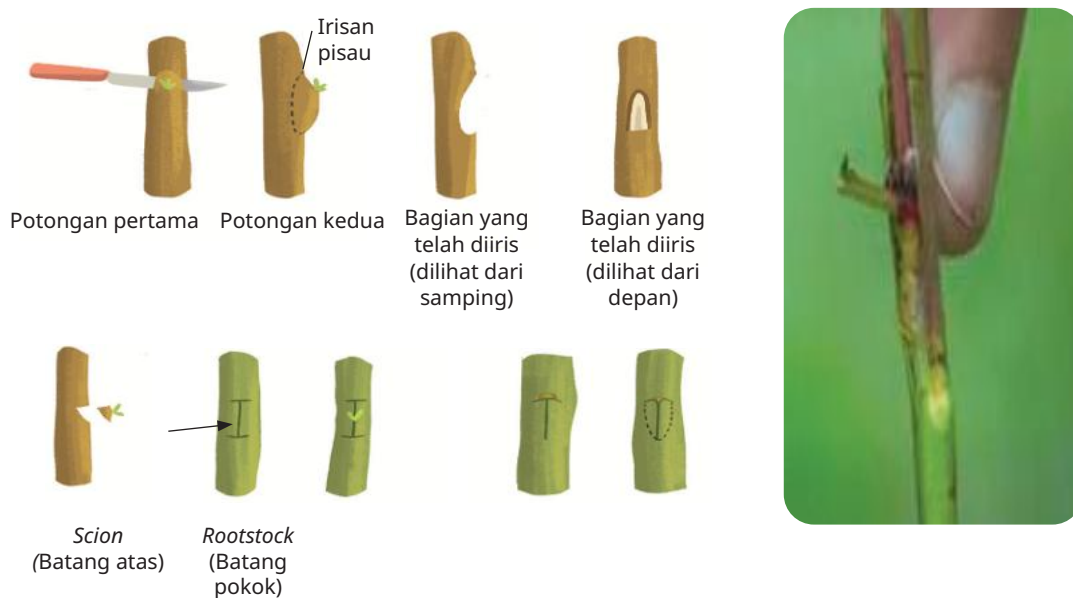
Dalam teknisnya, biasanya okulasi menggunakan batang bawah dan atas dari satu spesies atau satu varietas, sama seperti penyambungan. Jika dilakukan antarspesies, sering kali didapatkan permasalahan yang disebabkan oleh perbedaan fisiologis antara batang atas



dan batang bawah. Setiap tanaman memiliki waktu pembelahan sel yang berbeda, tetapi waktu terbaik okulasi adalah ketika kulit pohon mudah dikeluarkan dari kayunya. Dengan kata lain, waktu yang tepat untuk okulasi adalah ketika pembelahan sel pada kambium berjalan aktif.

Tahapan okulasi terdiri atas pengirisan batang pokok untuk membuat jendela okulasi, pengambilan dan penyisipan mata tunas, pengikatan tempelan, pelepasan ikatan, serta pemotongan batang bawah. Adapun penjelasan dari setiap tahap adalah sebagai berikut.

- a. Mengiris batang bawah atau membuat jendela okulasi. Bentuk irisan bergantung pada cara okulasi yang dipilih, misalnya irisan berbentuk huruf T. Irisan ini harus dibuat pada bagian kulit yang halus dan tidak terlalu dalam. Okulasi dapat mengalami kegagalan jika irisan terlalu dalam dan melukai bagian kayu.



Gambar 4.15 Irisan Okulasi, Pengambilan Mata Tempel, dan Penempelan

- b. Pengambilan mata tunas. Terdapat tiga cara pengambilan mata tunas, yaitu segi empat, sayatan, dan bulatan.

- 1) Segi empat

Bentuk sayatan segi empat dapat diperoleh dengan mengiris secara horizontal $\pm 1,5$ cm di atas dan di bawah mata tunas. Ujung-ujung irisan dihubungkan sehingga membentuk segi empat. Selanjutnya, mata tunas dilepaskan dengan pisau atau kuku. Cara ini dilakukan apabila kondisi batang atas mudah dikelupas kulit kayunya.

2) Sayatan

Bila cara pengambilan mata tunas bentuk segi empat sulit dilakukan, maka dapat dilakukan dengan bentuk sayatan. Penyayatan dapat dimulai dari atas atau dari bawah mata. Panjang sayatan ± 3 cm dan mata tunas berada di tengah-tengah sayatan.

3) Bulatan

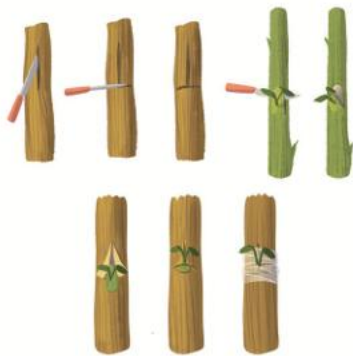
Pengambilan mata tunas yang bulat tidak menggunakan pisau okulasi, tetapi menggunakan pisau khusus yang berbentuk seperti stempel bulat. Pisau ini ditancapkan pada cabang tempat mata tunas, lalu diangkat sehingga mata tunas beserta kulitnya akan menempel pada pisau.

- c. Penyisipan atau penempelan mata tunas. Mata tunas dimasukkan ke dalam jendela okulasi yang dibuat pada batang bawah. Penyisipan ini harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak kambium. Jangan sampai ada kotoran yang menempel pada kambium saat penempelan mata tunas karena dapat mengganggu penyatuan.
- d. Mengikat tempelan. Plastik polivinil klorida dapat digunakan untuk mengikat tempelan. Tali pengikat diikat dari bawah ke atas, atau sistem genteng dengan panjang 20 cm, lebar 1,5 cm, dan tebal 0,1 mm. Perlu diperhatikan bahwa saat melakukan pengikatan ini, mata tunas jangan diikat terlalu erat. Hal tersebut dapat mencegah kerusakan pada mata tunas, atau jika memungkinkan, tidak perlu diikat.
- e. Membuka ikatan. Setelah sekitar satu bulan setelah okulasi, ikatan dibuka sehingga dapat terlihat mata tunasnya. Jika mata tunas masih berwarna hijau muda dan melekat di batang bawah, okulasi ini berhasil. Jika berwarna hijau kemerahan atau hitam, okulasi ini gagal.
- f. Pemotongan bagian bawah. Dilakukan bila okulasi tersebut sudah dipastikan hidup. Pemotongan ini dapat dilakukan dengan vegetatif, yaitu sebagai berikut.
 - 1) Batang bawah langsung dipotong ± 1 cm di atas okulasi/mata tempelan dengan bentuk potongan miring ke belakang sehingga air hujan/siraman dapat jatuh dan tidak mengenai tempelan (Nugroho, 2006).
 - 2) Batang pokok dipotong ± 10 cm di atas mata tempel, dengan tujuan apabila tunas sudah tumbuh tinggi, dapat digunakan untuk mengikat tunas agar tunas dapat tumbuh tegak lurus. Apabila tunas sudah tumbuh mencapai ± 30 cm, batang bawah dipotong dengan ketinggian ± 10 cm di atas tempelan. Tinggi pemotongan batang bawah sangat bergantung pada jenis tanaman. Misal tanaman alpukat, pemotongan batang bawah dilakukan pada ketinggian ± 30 – 40 cm di atas tempelan. Bila pemotongan dilakukan terlalu pendek, tunas okulasi akan mati bersama batang di atasnya.



- 3) Pemotongan tidak dilakukan sekaligus, yaitu batang bawah cukup dipotong $\frac{1}{2}$ batang ± 10 cm di atas tempelan. Kemudian, batang bawah dilengkungkan. Hal ini dimaksudkan agar peredaran makanan masih berlangsung sehingga pertumbuhan tunas lebih cepat dan kuat. Setelah tunas okulasi dirasakan sudah cukup kuat, batang bawah baru dipotong seluruhnya.

Ada tiga cara okulasi yang dapat dilakukan, yaitu okulasi huruf T, okulasi tampalan, dan okulasi kepingan.



Okulasi T

Bentuk torehan pada kulit batang bawah berbentuk T untuk menyiapkan tempat penyisipan tunas batang atas. Teknik ini juga dikenal sebagai *shield budding* karena bentuk potongan kecil yang mengandung tunas yang akan dipindahkan ke batang bawah. Contoh yang dapat diperbanyak ialah bibit jeruk dan mawar.



Okulasi Tampalan

Metodenya ialah dengan mengambil potongan persegi panjang dari kulit batang bawah dan menggunakan satu potongan tunas berukuran sama dari batang atas. Spesies tanaman yang dapat diperbanyak ialah memiliki kulit tebal atau kulit yang mudah dikupas dari batangnya, seperti kenari dan jambu mete, serta tanaman yang menghasilkan lateks, seperti sawo dan nangka.



Okulasi Kepingan

Pada okulasi ini, irisan berupa kepingan dengan mata tunas terletak di tengah-tengah. Ukuran irisan sama dengan irisan pada batang bawah. Okulasi ini dilakukan jika okulasi T tidak dapat digunakan karena kulit batang sulit diangkat yang diakibatkan oleh dormansi atau kondisi pertumbuhan yang tidak sesuai.

Gambar 4.16 Cara Okulasi Bentuk T, Tampalan, dan Kepingan



Aktivitas 4.8

Melakukan Praktik Perbenihan Tanaman dengan Teknik Okulasi

Setelah melakukan kegiatan praktik, kamu mampu melakukan perbenihan tanaman dengan teknik okulasi.

Identifikasi masalah:

Metode okulasi untuk memperbanyak tanaman memiliki keunggulan dibandingkan metode setek dan cangkok. Dalam percobaan ini, lakukanlah metode perbenihan tanaman dengan okulasi untuk menjawab permasalahan tersebut.

Alat dan bahan:

- Pisau okulasi
- Tali plastik
- Batang bawah dan batang atas (*scion/entres*)

Keselamatan kerja:

Persiapkan pisau yang tajam dan bersih. Gunakan pisau secara hati-hati.

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang dan berbagi tugas.
2. Pilih batang bawah yang siap untuk diokulasi.
3. Pilih mata tunas yang sudah menonjol, tetapi masih dorman.
4. Sayatkan jendela okulasi pada ketinggian 10–20 cm.
5. Keluarkan mata tunas dari kayunya atau lebih kecil dari ukuran jendela okulasi.
6. Ikat tempelan atau okulasi menggunakan tali plastik dari bawah ke atas. Jangan ikat bagian mata tunas.



7. Amatilah selama kurang lebih satu bulan. Catatlah perkembangannya pada tabel berikut.

Pengamatan ke-	Tanggal Pengamatan	Hasil Pengamatan

8. Lepaskan ikatannya setelah mata tunas tumbuh.
9. Setelah tunas tumbuh, potong batang bawahnya di atas tempelan okulasi.
10. Dari percobaan yang telah dilakukan, apakah betul metode okulasi untuk memperbanyak tanaman memiliki keunggulan dibandingkan metode setek dan cangkok? Apa keunggulannya?
11. Apa kesimpulan dari kegiatan yang dilakukan?

4. Cangkok

Setelah memahami metode setek, sambung, dan okulasi, selanjutnya kita akan membahas mengenai metode cangkok. Apa saja yang kamu ketahui tentang metode cangkok? Apa perbedaan metode cangkok dengan setek, sambung, dan okulasi? Untuk mengetahui jawabannya, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas 4.9

Menentukan Prosedur Pencangkokan

Setelah melakukan aktivitas ini, kamu mampu menentukan prosedur pembiakan tanaman dengan pencangkokan yang benar.

Langkah kerja:

1. Perhatikan gambar di bawah ini.



2. Berikan penjelasan dari setiap vegetatif yang terdapat pada gambar.

Langkah 1	
Langkah 2	
Langkah 3	
Langkah 4	
Langkah 5	

3. Apa kesimpulan dari kegiatan yang dilakukan?

Setelah melakukan Aktivitas 4.9, dapatkah kamu membedakan metode cangkok dengan metode perbanyakan vegetatif buatan yang lainnya? Mengapa dengan cangkok hasil tanaman yang terbentuk akan memiliki produksi dan kualitas yang sama dengan induknya?

Cangkok merupakan metode perbanyakan melalui perkembangbiakan vegetatif yang dilakukan dengan cara melukai atau mengerat cabang pohon induk, kemudian dibungkus dengan media tanam untuk mendorong pembentukan akar. Mencangkok dimaksudkan untuk memperbanyak tanaman dalam waktu singkat dengan kualitas yang sama dengan induknya dan akan cepat berbuah. Artinya, tanaman yang dicangkok sudah dipastikan memiliki kualitas yang baik. Pada metode cangkok tidak menggunakan istilah batang atas (*scion*) dan batang bawah (*rootstock*). Perhatikan gambar berikut.



Gambar 4.17 Teknik Perbanyakan Tanaman dengan Cangkok

Sumber: Rukmiati (2024)

Tahapan pencangkokan menurut Nugroho (2006) adalah sebagai berikut.

- a. Memilih cabang berkayu yang sehat dan kuat dengan diameter sekitar 0,5–2 cm.
- b. Cabang kemudian disayat dengan pisau secara melingkar dan memanjang sekitar 3,5 cm atau dua kali diameter cabang.
- c. Kulit cabang selanjutnya dikelupas, kambium dihilangkan dengan cara mengerik menggunakan mata pisau sampai bersih dan kering.
- d. Atur lembaran plastik atau sabut kelapa melingkar di bagian bawah keratan (1–2 cm) dengan posisi lembaran plastik menghadap ke bawah. Setelah itu, ikat lembaran plastik dengan tali plastik atau rafia. Pastikan kantong plastik dibalik ke atas sehingga ikatan tali berada di dalam kantong plastik.
- e. Selanjutnya, media cangkok ditempelkan secara merata untuk menutupi luka sayatan sampai melewati luka keratan bagian atas (1–2 cm). Ikat bagian atas dan tengah plastik.

- f. Cangkokan harus disiram secara berkala agar tidak kering. Dapat juga membuat kantong plastik berisi air di atasnya dengan lubang sekecil jarum untuk mengisi tetes air.
- g. Jika berhasil, akar akan keluar pada waktu 2–3 bulan. Tumbuhnya akar di bagian atas keratan karena karbohidrat dan auksin akan mengalir dari bagian atas tanaman melalui kulit kayu dan terhenti pada awal keratan/keratan atas. Hal ini menyebabkan terjadinya penimbunan dan menstimulasi pembentukan akar.

C. Perbanyak Benih dengan Kultur Jaringan (In Vitro)

Saat ini, metode kultur jaringan banyak digunakan di bidang pertanian sebagai alternatif untuk memperbanyak tanaman. Bagaimana metode perbanyak tanaman melalui kultur jaringan? Untuk memberikan gambaran awal mengenai kultur jaringan, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas 4.10

Menjelaskan Metode Kultur Jaringan

Setelah melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut, kamu dapat menjelaskan metode kultur jaringan.

Langkah kerja:

1. Lihat dan pelajari tayangan video yang dapat diakses melalui kode QR berikut.

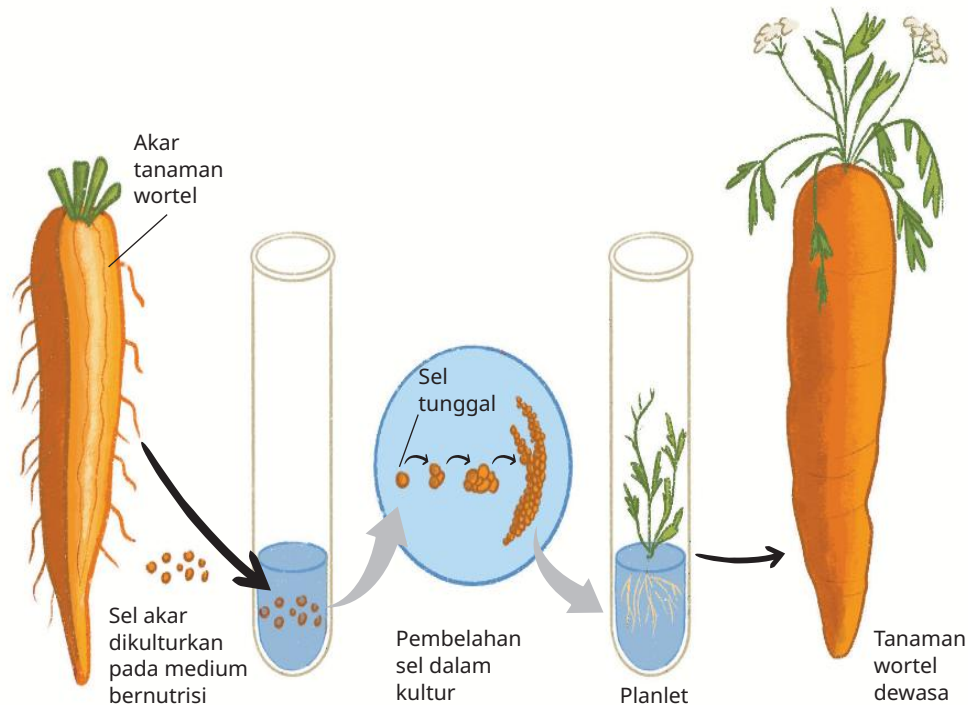


<https://youtu.be/qBB51meS4Cs?si=qgz6yZFFDQfuRKla>

Mengenal Teknik Kultur Jaringan Tanaman

2. Jika video tidak dapat diakses, kamu dapat mencari bahan bacaan mengenai kultur jaringan ke perpustakaan.
3. Setelah menonton video atau membaca buku mengenai kultur jaringan, dapatkan kamu menjelaskan bagaimana metode kultur jaringan?

Kultur jaringan tergolong ke dalam perbanyakan vegetatif karena hanya membutuhkan satu induk tanaman tanpa adanya fertilisasi dari sel kelamin jantan dan sel telur. Lalu tahukah kamu, tanaman apa saja yang dapat diperbanyak dengan teknik kultur jaringan? Bagaimana pula teknik perbanyakannya? Marilah kita pelajari materi berikut secara saksama.



Gambar 4.18 Teknik Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan sistem teknologi modern, yang dikenal sebagai teknik *in vitro*. Mengapa disebut *in vitro*? Karena jaringan yang diperbanyak pada kultur jaringan disimpan dalam botol kultur yang diatur sedemikian rupa menggunakan media dan kondisi tertentu. Secara lebih lanjut, kultur jaringan tanaman diartikan sebagai membiakkan tanaman menggunakan sel, jaringan, ataupun irisan organ tanaman yang diisolasi dari tanaman induknya pada media buatan yang mengandung nutrisi steril (aseptik).

Bagian jaringan tanaman yang akan dikultur disebut eksplan. Eksplan dapat diambil dari akar, pucuk, bunga, meristem, atau serbuk sari. Selanjutnya, eksplan akan disimpan pada media kultur yang kaya nutrisi dan zat pengatur tumbuh. Kondisi harus dipastikan tertutup, tetapi tembus cahaya sehingga eksplan tersebut mampu tumbuh memperbanyak diri dan melakukan pembelahan menjadi tanaman baru dengan sifat yang identik dengan induknya.

Kultur jaringan pada prinsipnya memiliki teori dasar dari kultur in vitro, yaitu totipotensi. Teori tersebut menjelaskan bahwa setiap bagian tanaman dapat dikembangkan. Hal ini disebabkan seluruh bagian tanaman tersebut terdiri atas jaringan-jaringan hidup. Maka dari itu, organisme baru yang berhasil ditumbuhkan dapat mewarisi sifat-sifat induknya. Contoh tanaman yang telah berhasil dikembangkan dengan teknik kultur jaringan adalah anggrek, aglaonema, jati mas, kelapa sawit, pisang, dan padi.

Setiap metode pastinya memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan dan kekurangan dari kultur jaringan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Kelebihan dan Kekurangan dari Kultur Jaringan

Kelebihan	Kekurangan
Dalam waktu yang singkat dapat memproduksi benih dengan jumlah yang banyak.	Membutuhkan biaya yang lebih mahal untuk memperbanyak tanaman.
Benih yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama seperti induknya.	Membutuhkan keahlian khusus untuk memperbanyak tanaman dengan kultur jaringan ini.
Benih yang dihasilkan bebas dari hama dan penyakit.	Harga bibit yang dihasilkan cenderung lebih mahal.
Produksi benih dengan kategori unggul dapat memperbaiki sifat-sifat tanaman melalui fusi protoplas.	
Ketersediaan bibit akan terjaga tanpa harus menunggu musim berbuah serta aman dari situasi cuaca yang tidak terduga.	

1. Metode Kultur Jaringan

a. Metode Cair (*Liquid Method*)

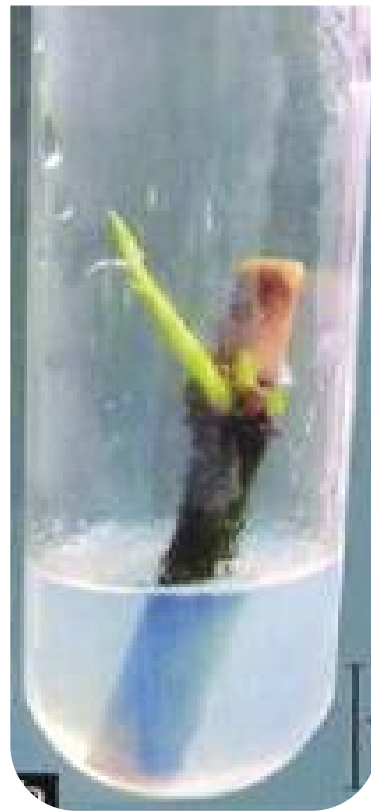
Metode cair adalah metode kultur jaringan menggunakan media cair, berupa larutan nutrisi tanpa harus memerlukan zat pematat. Media cair ini pembuatannya cenderung cepat, tetapi kurang praktis karena apabila terlalu cair, dapat menyulitkan pertumbuhan eksplan menjadi kalus sehingga keberhasilannya sangat sedikit. Pertumbuhan dan perkembangan eksplan tidak akan terjadi karena eksplannya tenggelam dalam media



tersebut. Oleh sebab itu, kultur jaringan menggunakan metode cair ini umumnya digunakan pada eksplan, salah satunya ialah suspensi sel.

b. Metode Padat (*Solid Method*)

Metode padat adalah metode kultur jaringan menggunakan media padat. Media padat ini di dalamnya sudah mengandung semua komponen kimia yang dibutuhkan oleh tanaman, kemudian dipadatkan dengan menambahkan zat pematik. Zat pematik ini dapat berupa agar-agar batangan, bubuk, bahkan sebuah kemasan kaleng yang lazimnya dipakai untuk media padat pada teknik kultur jaringan. Metode padat ini sering digunakan pada teknik kloning, yaitu untuk menumbuhkan protoplasma setelah diisolasi.



Gambar 4.19 (a) Kultur Jaringan pada Media Cair dan (b) Kultur Jaringan pada Media Padat

Sumber: Patel/Researchgate (2015)

2. Tahapan Kultur Jaringan

a. Penyiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam melakukan kultur jaringan jauh berbeda dengan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam perbanyakan tanaman secara vegetatif konvensional. Peralatan yang dibutuhkan dalam kultur jaringan, antara lain timbangan digital, *magnetic stirrer* (pengaduk magnet), autoklaf, *laminar air flow* (alat laboratorium yang mengalirkan udara steril), dan rak kultur jaringan. Selain itu, ada juga peralatan kecil, seperti tabung reaksi, gelas ukur, labu erlenmeyer, *dissecting kit* (alat memotong/mengiris), botol eksplan, pinset, dan spatula berbahan logam. Gambar berikut merupakan contoh alat-alat yang digunakan untuk memperbanyak benih dengan kultur jaringan tanaman (*in vitro*) di laboratorium kultur jaringan.



Gambar 4.20 Alat-Alat Kultur Jaringan

Sumber: Kumpulan Artikel Kesehatan

b. Pembuatan Media Pertumbuhan

Salah satu faktor terpenting dalam kultur jaringan ialah menyiapkan media pertumbuhan. Media pertumbuhan terdiri atas lima kelompok, yaitu sebagai berikut.

1) Unsur makro dan mikro

Unsur makro merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah yang banyak, meliputi N, P, K, Ca, Mg, dan S. Unsur mikro diperlukan dalam jumlah yang sedikit, meliputi Fe, Cu, B, Mo, Co, dan Mn.

2) Sumber karbon

Sumber karbon yang cocok digunakan ialah sukrosa atau glukosa 2–4%. Gula pasir dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam media kultur.

3) Vitamin dan bahan organik

Vitamin yang penting dalam kultur jaringan ialah tiamina, piridoksina, dan asam nikotinat.

4) Bahan pematat media

Media kultur dapat berupa zat cair atau padat. Bahan pematat media cair dapat berupa agar-agar, agarosa, atau *gellan gum*.

e) Akuades

Air merupakan zat utama dalam pembuatan media. Oleh karena itu, harus digunakan akuades atau air distilasi sehingga medium berkualitas tinggi.



Aktivitas 4.11

Menjelaskan Pembuatan Media Kultur Jaringan

Setelah melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut, kamu dapat menjelaskan pembuatan media kultur jaringan.

Langkah kerja:

1. Untuk dapat memahami pembuatan media kultur jaringan, simaklah tayangan video yang dapat diakses melalui kode QR berikut.



<https://www.youtube.com/watch?v=ZV2WlLevg2M&t=133s>

Bahan dan Cara Membuat Media Tanam Kultur Jaringan

2. Berdasarkan video yang telah diamati, ceritakan bagaimana pembuatan media kultur jaringan?

Langkah 1	
Langkah 2	
Langkah 3	
Langkah 4	
Langkah 5	

3. Bagaimana kesimpulan dari pembuatan media kultur jaringan?

c. Sterilisasi Alat dan Media Tanam

Sterilisasi alat dan bahan merupakan tahapan penting yang harus dilakukan agar kultur jaringan terhindar dari kontaminasi bakteri atau jamur. Menurut Misra dan Misra (2012), sterilisasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu sterilisasi basah dan sterilisasi kering.

Sterilisasi basah dilakukan dengan autoklaf. Prinsip autoklaf adalah penggunaan uap air di bawah tekanan. Metode sterilisasi basah dapat digunakan untuk alat, cairan, dan media. Alat yang dapat disterilisasi secara basah antara lain jenis plastik yang berkualitas, seperti *polyetra*, *polypropylene*, dan *polymethylpenten*. Sterilisasi ini menggunakan suhu tinggi dengan waktu yang cepat sehingga lebih direkomendasikan untuk digunakan.

Sterilisasi kering dilakukan dengan oven. Sterilisasi kering memerlukan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan sterilisasi basah. Cara kerja oven ialah menggunakan panas yang diawali dari bagian luar ke bagian dalam. Sterilisasi kering dapat dilakukan pada peralatan yang berbahan gelas, seperti cawan petri, pipet, botol kultur, dan tabung reaksi. Selain itu, peralatan yang terbuat dari logam, yaitu pinset, gunting, pisau, dan spatula.

Sterilisasi juga dapat dilakukan dengan api Bunsen, sesaat sebelum peralatan digunakan. Alat yang biasa disterilisasi dengan api Bunsen ialah pinset dan *scalpel*.



Gambar 4.21 (a) Sterilisasi basah menggunakan autoklaf, (b) Sterilisasi kering menggunakan oven, dan (c) Sterilisasi menggunakan api Bunsen.

Sumber: Rukmiati dan Wulandari (2024)

d. Inisiasi

Inisiasi adalah proses pengambilan eksplan dari bagian tanaman yang telah disiapkan untuk dikulturkan. Kriteria eksplan yang baik adalah jelas spesies dan varietasnya, bebas dari hama dan penyakit, serta keunggulan pohon induk perlu untuk diperhatikan. Salah satu bagian tanaman yang sering digunakan ialah tunasnya. Setelah menyiapkan eksplan tersebut, maka kegiatan selanjutnya ialah

dikulturkan dengan harapan dapat menginisiasi pertumbuhan tanaman baru yang memungkinkan memilih salah satu tanaman yang pertumbuhannya paling kuat. Dengan demikian, dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman pada tahap berikutnya.

Eksplan pada memperbanyak kultur jaringan dapat berasal dari akar, batang, daun, pucuk, buah muda, bunga, atau bagian tanaman lainnya. Eksplan ini dibiakkan untuk menjadi tanaman baru. Selanjutnya, ditanam dalam media kultur dalam botol kaca di laboratorium.

Sebelum penanaman atau inisiasi eksplan, maka terlebih dahulu perlu dilakukan sterilisasi alat dan bahan yang akan digunakan. Sterilisasi dapat menggunakan alkohol, antibiotik, atau larutan lainnya yang memiliki sifat antiseptik. Waktu sterilisasi eksplan pada masing-masing komoditas berbeda-beda, begitu juga dengan konsentrasi larutannya. Setelah disterilisasi, eksplan selanjutnya dicuci dengan akuades, kemudian dimasukkan ke dalam *laminar air flow*. Penanaman eksplan kultur jaringan dilakukan di dalam *laminar air flow*.

e. Multiplikasi

Multiplikasi merupakan suatu kegiatan memperbanyak calon tanaman baru dengan cara menanam eksplan yang telah dipilih ke dalam media. Proses multiplikasi dilakukan dalam *laminar air flow* guna mencegah eksplan gagal tumbuh.

f. Pengakaran

Pengakaran merupakan tahapan setelah multiplikasi. Pada fase ini, eksplan membentuk pucuk dan akar tanaman baru yang kuat sehingga mampu untuk bertahan hidup pada saat dipindahkan dari lingkungan *in vitro* ke lingkungan luar. Fase pengakaran yang berlangsung mengindikasikan bahwa proses kultur jaringan berjalan dengan baik.



g. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah tahap memindahkan eksplan dari lingkungan in vitro ke lingkungan luar untuk beradaptasi dengan lingkungan luar. Proses aklimatisasi dilakukan dengan bertahap dan berhati-hati, yaitu dengan cara memberikan sungkup plastik bening. Sungkup tersebut akan dilepaskan apabila tanaman baru hasil kultur tersebut sudah mampu beradaptasi dengan lingkungan luar. Agar tanaman baru tersebut dapat tumbuh dengan baik, maka lakukanlah pemeliharaan tanaman tersebut sebagaimana pemeliharaan pada tanaman generatif.



Gambar 4.22 Aklimatisasi dan Kompot

Sumber: Rukmiati (2024)

Benih tanaman dalam botol kultur yang telah memiliki akar, batang, dan daun disebut planlet. Planlet yang sudah memiliki ukuran tertentu akan diaklimatisasi. Aklimatisasi adalah proses penyesuaian lingkungan dari planlet yang sangat terkendali dalam botol kultur dan biasanya ditanam dalam kompot yang telah disediakan. Adapun kompot adalah penanaman tanaman hasil aklimatisasi dengan jumlah yang banyak pada satu pot. Fungsinya untuk menghindari tanaman stres akibat pengaruh abiotik.

Apabila tanaman sudah berkembang dengan baik, maka tahapan selanjutnya adalah memindahkan masing-masing tanaman tersebut ke dalam pot. Tujuannya untuk memberikan ruang bagi tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang tanpa berkompetisi dengan tanaman lain. Tahapan selanjutnya ialah merawat tanaman dengan melakukan penyiraman, pemupukan, dan pengendalian hama atau penyakit.

Apakah kamu sudah lebih memahami materi mengenai kultur jaringan? Jika di sekolahmu terdapat laboratorium kultur jaringan, praktikkanlah teknik kultur jaringan tersebut dengan dipandu oleh gurumu.





Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

1. Keuntungan dari memperbanyak tanaman secara vegetatif dibandingkan dengan generatif (biji) adalah
 - a. meningkatkan keragaman tanaman
 - b. menghasilkan tanaman yang berbeda dari induknya
 - c. mempercepat waktu produksi tanaman
 - d. mengurangi biaya produksi
 - e. menghasilkan anakan baru
2. Seorang petani ingin menghasilkan varietas mangga baru yang memiliki buah manis dan tahan hama. Metode memperbanyak tanaman apa yang paling tepat digunakan dan mengapa metode itu digunakan?
 - a. Setek, karena mudah dilakukan dan cepat menghasilkan tanaman baru.
 - b. Cangkok, karena dapat mempertahankan sifat induk secara sempurna.
 - c. Sambung, karena dapat menggabungkan sifat unggul dari dua varietas yang berbeda.
 - d. Okulasi, karena dapat menghasilkan tanaman dengan akar yang kuat.
 - e. Ditanam dari biji, agar menghasilkan varietas baru.
3. Dari beberapa teknik sambung (*grafting*) berikut, yang paling banyak digunakan oleh para penangkar bibit serta direkomendasikan oleh para penyambung pemula adalah
 - a. sambung lengkung
 - b. sambung baji
 - c. sambung lidah
 - d. sambung sambatan
 - e. sambung samping
4. Setek yang paling banyak digunakan dalam memperbanyak tanaman hias adalah
 - a. setek daun
 - b. setek batang
 - c. setek akar

- d. setek tunas
 - e. semua benar
5. Tujuan utama dari teknik okulasi dalam memperbanyak tanaman adalah
- a. memperbaiki akar tanaman
 - b. menghasilkan buah yang lebih besar
 - c. memperkuat ketahanan terhadap penyakit
 - d. membuat tanaman lebih tinggi
 - e. menghasilkan anakan yang berbeda
6. Metode memperbanyak tanaman yang dapat mempertahankan sifat unggul adalah
- a. generatif
 - b. melalui biji
 - c. pembenihan alami
 - d. vegetatif
 - e. penyerbukan silang
7. Pada kultur jaringan, bagian tanaman yang digunakan untuk dikultur dan memulai pertumbuhan baru disebut
- a. eksplan
 - b. substrat
 - c. pupuk
 - d. kalus
 - e. media
8. Dua faktor utama yang memengaruhi keberhasilan kultur jaringan adalah
- a. sumber eksplan dan media kultur
 - b. sumber eksplan dan peralatan
 - c. media kultur dan peralatan
 - d. media kultur dan lingkungan
 - e. sumber eksplan dan lingkungan



B. Soal Uraian

1. Perbanyak tanaman secara vegetatif konvensional dapat dilakukan dengan setek, sambung, okulasi, dan cangkok. Menurutmu, metode mana yang paling efektif digunakan dan bagaimana pengaruh faktor lingkungan? Berikan contoh dari penggunaan metode ini pada industri pertanian dan jelaskan bagaimana keempat metode ini dapat berkontribusi pada keberlanjutan pertanian.
2. Seorang petani berkeinginan meningkatkan produksi tanaman buah jeruk manis di kebunnya tanpa mengandalkan biji. Petani tersebut memperoleh informasi bahwa perbanyak benih secara vegetatif dapat menjadi solusi yang efektif, tetapi dirinya merasa tidak yakin dalam menentukan metode mana yang paling sesuai. Sebagai peserta didik SMK Pertanian, bagaimana kamu memberikan saran kepada petani tersebut untuk melakukan perbanyak vegetatif tanaman jeruk manis tersebut? Berikan juga pertimbangan faktor, seperti jenis tanaman, ketersediaan tenaga kerja, biaya, dan peralatan yang diperlukan.
3. Jika kamu diberikan kesempatan untuk mengembangkan produk tanaman baru hasil kultur jaringan yang dapat dijual secara komersial, tanaman apa yang akan kamu perbanyak dan bagaimana proses pembuatannya?





Pengayaan

Setelah kamu mempelajari materi tentang perbanyakan benih secara vegetatif, kamu dapat mencoba beberapa tanaman untuk dikembangkan secara vegetatif buatan dengan metode setek, sambung, okulasi, dan cangkok terhadap berbagai tanaman yang berbeda. Kamu dapat mencari informasi dari internet. Berikut adalah kode QR dan pranala yang dapat memandumu untuk melakukan perbanyakan benih secara vegetatif.



<https://youtube.com/shorts/n2bTBWtpKcI?si=Rqvt3LaELbWij5Sf>

Setek Cabai dari Batang



https://youtu.be/Tfpc-FSupGE?si=grRX0WJ2tw_EsX67

Cangkok dan Okulasi

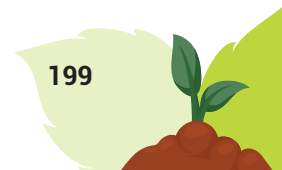


Refleksi

Setelah mempelajari semua materi pada bab ini, saatnya kamu merefleksikan hasil belajar dengan mencentang pada kolom pemahaman. Centang kolom “Ya” apabila kamu telah memahami materi yang telah dipelajari. Sebaliknya, centang kolom “Belum” apabila kamu belum memahami materi dan perlu mengulanginya dengan meminta kepada gurumu untuk mendampingi.

Tabel 4.2 Refleksi Pembelajaran Bab IV

Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Perbanyakan Benih secara Vegetatif Alami		
Perbanyakan Benih dengan Teknik Setek		
Perbanyakan Benih dengan Teknik Sambung		
Perbanyakan Benih dengan Teknik Okulasi		
Perbanyakan Benih dengan Teknik Cangkok		
Perbanyakan Benih dengan Teknik Kultur Jaringan		





KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2024

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

Penulis: Abdul Jabir, Neny Rukmiati, Sistiana Windyariani

ISBN: 978-602-358-839-8

Bab V

Pengelolaan Limbah Hasil Pertanian

Indonesia adalah negara penghasil sampah makanan rumah tangga terbanyak se-Asia Tenggara. Bagaimana caranya agar limbah tersebut dapat dikurangi dan dimanfaatkan potensinya secara optimal?





Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu menentukan pengelolaan limbah hasil pertanian sesuai dengan jenis limbah pertanian, melakukan proses pengolahan limbah pertanian, dan memanfaatkan teknologi dalam pengelolaan limbah pertanian.



Kata Kunci

- pengelolaan
- pemanfaatan teknologi
- limbah pertanian
- pengomposan



Soft Skills

Jujur, mandiri, teliti, bertanggung jawab, berpikir kritis, dan peduli lingkungan.



Peta Materi





Gambar 5.1 Sisa Sayuran yang Dibuang

Sumber: Photka/AdobeStock (2019)

Dalam keseharian, kita sering kali mengonsumsi makanan yang berasal dari pertanian, seperti sayuran, buah-buahan, dan umbi-umbian. Namun, setelah mengonsumsi makanan tersebut, kita sering kali tidak memperhatikan masalah yang timbul, yaitu limbah pertanian. Limbah-limbah ini dihasilkan secara terus-menerus setiap harinya. Dalam jangka waktu yang lama, limbah tersebut dapat mencemari lingkungan sampai mengancam kesehatan. Bagaimana caranya kita dapat mengubah limbah pertanian menjadi sesuatu yang bermanfaat, misalnya pupuk organik berkualitas atau energi alternatif? Mari kita pelajari bersama bagaimana pengolahan limbah pertanian dapat membantu mewujudkan pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.



Aktivitas 5.1

Mencermati Kasus Pembakaran Limbah Jerami

Setelah mencermati kasus pembakaran limbah jerami, kamu dapat mengidentifikasi dampak pembakaran limbah jerami terhadap lingkungan.

Langkah kerja:

1. Cermatilah kasus berikut.

Berdasarkan penelitian para ahli pada tahun 2018, sebanyak 74,16% petani di Kabupaten Klungkung Bali membakar jerami setelah selesai panen untuk mengurangi limbah. Alasan para petani melakukan pembakaran ialah untuk mempercepat pengolahan lahan guna mengejar musim tanam berikutnya dan menghindari penyebaran penyakit. Selain itu, abu pembakaran jerami dipercaya dapat menyuburkan tanah. Namun, sebetulnya ada akibat yang tidak diketahui oleh petani dari pembakaran limbah jerami yang dilakukan setiap selesai panen.

2. Setelah kamu membaca kasus tersebut, jawablah pertanyaan berikut.
 - a. Apakah yang dilakukan petani terhadap limbah jerami sudah tepat? Berikan argumentasimu.
 - b. Apa dampak yang akan terjadi jika petani setiap selesai panen selalu melakukan pembakaran limbah jerami?

Pesan apa yang ingin disampaikan dari kasus tersebut? Ternyata, aktivitas pertanian senantiasa menghasilkan limbah, tetapi limbah yang dihasilkan belum diolah dengan baik. Akibatnya, limbah tersebut malah mencemari lingkungan, seperti pada Aktivitas 5.1. Padahal, jika limbah diolah dengan baik, ternyata memiliki nilai dan dapat dimanfaatkan.



Pada bab ini, kita akan membahas mengenai pengolahan limbah pertanian beserta dampaknya bagi lingkungan. Kita akan memulainya dengan pertanyaan. Apa itu limbah pertanian? Mengapa limbah pertanian perlu diolah? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, mari kita bahas mengenai konsep limbah pertanian dan dampaknya terhadap lingkungan.

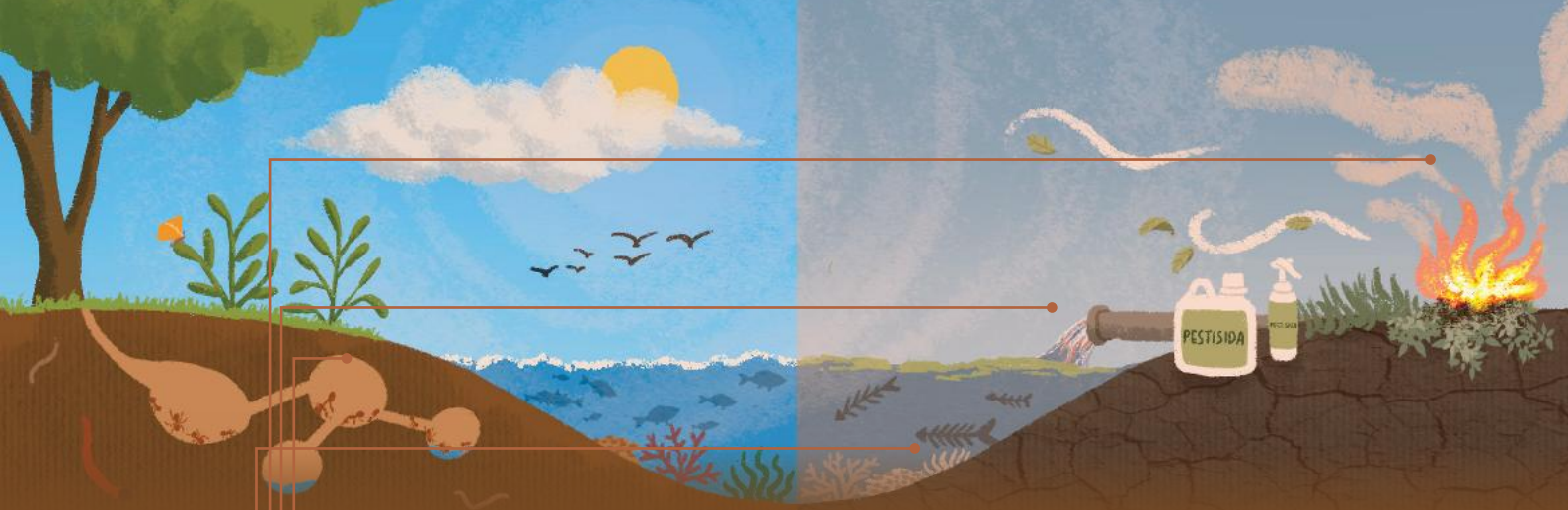
A. Memahami Konsep Limbah Pertanian dan Dampaknya terhadap Lingkungan

Sebelum kita mempelajari konsep limbah pertanian, ada baiknya terlebih dahulu kita pahami pengertian dari limbah. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), limbah diartikan sebagai (1) sisa proses produksi, (2) bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan atau pemakaian, dan (3) barang rusak atau cacat dalam proses produksi. Sementara menurut Sukmawani dan Meilani (2022), limbah adalah hasil buangan atau barang sisa yang tidak berharga dan identik sebagai sampah.

Adapun pertanian adalah kegiatan mengelola sumber daya alam hayati dengan bantuan teknologi, modal, tenaga kerja, dan manajemen untuk menghasilkan komoditas pertanian yang mencakup tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan/atau peternakan dalam suatu agroekosistem (UU RI No. 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani).

Setelah mengetahui pengertian limbah dan pertanian, selanjutnya kita bahas pengertian limbah pertanian. Menurut Irianto (2015), limbah pertanian merupakan bahan yang tidak terpakai dan dibuang dari sisa-sisa kegiatan pertanian, seperti jerami, daun, ranting, sekam, padi, dan sisa buah atau sayuran. Selanjutnya, menurut Simarmata (2022), pertanian memiliki produk yang dinamis dan dapat berubah menjadi limbah atau sampah saat sedang diangkut, dikemas, bahkan diproses. Bayangkan jika dari sekian banyak aktivitas pertanian, semua sisa-sisa ini dibiarkan begitu saja di lahan pertanian atau dibuang sembarangan, apa yang akan terjadi?

Limbah pertanian jika tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius. Berikut dijelaskan lebih lanjut dampak buruk yang ditimbulkan oleh limbah pertanian.



1

Limbah pertanian dapat menyebabkan **pencemaran tanah**. Penggunaan pupuk kimia dengan konsentrasi dan dosis yang tinggi dalam jangka waktu yang lama, akan mengurangi kesuburan tanah karena berkurangnya zat hara dan menurunnya kandungan bahan organik dalam tanah. Selain itu, penumpukan limbah organik yang berlebihan dapat menimbulkan penurunan aerasi tanah sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman.

2

Limbah pertanian juga dapat menyebabkan **pencemaran air**. Pencemaran air dapat disebabkan oleh pestisida yang terbawa air hujan yang mencemari sungai, danau, dan air tanah. Selain itu, penggunaan pupuk yang kaya nitrogen dan fosfor yang berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga yang berlebihan di perairan. Hal ini berakibat pada penurunan kadar oksigen terlarut dan kematian biota air.

3

Limbah pertanian juga dapat menyebabkan **pencemaran udara**. Pembusukan limbah organik pertanian dapat menghasilkan gas metana. Gas ini merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang memiliki dampak terhadap pemanasan global. Selain itu, pengolahan tanah dan pembakaran sisa tanaman dapat menyebabkan polusi udara berupa debu dan partikel gas CO (karbon monoksida).

4

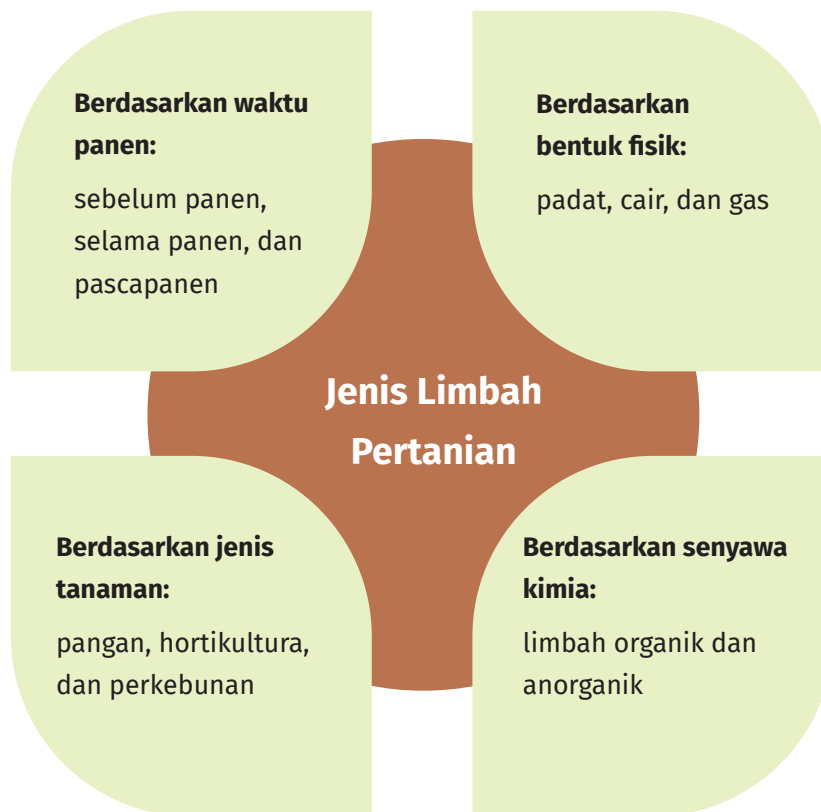
Akibat lain dari limbah pertanian ialah dapat menyebabkan **menurunnya keanekaragaman hayati**. Hal ini disebabkan oleh penggunaan pestisida secara berlebihan yang dapat membunuh organisme tanah atau serangga yang bermanfaat. Selain itu, limbah pertanian yang dibiarkan dapat merusak habitat alami bagi berbagai jenis hewan dan tumbuhan.

Gambar 5.2 Dampak Limbah Pertanian

Mengolah limbah pertanian menjadi aspek yang sangat penting, karena dalam setiap aktivitas termasuk pertanian, kita harus memperhatikan efeknya bagi generasi yang akan datang. Maka lahirlah konsep “pertanian berkelanjutan”. Konsep pertanian berkelanjutan adalah pertanian sebagai bagian dari pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa sekarang tanpa mengorbankan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Menurut Rukmana (2012), pertanian berkelanjutan memberdayakan petani untuk melaksanakan aktivitas pertanian dengan melindungi sumber daya seperti tanah dan air, juga sedikit mungkin dalam menghasilkan dampak dari limbah yang mengotori lingkungan.

B. Jenis Limbah Pertanian

Limbah pertanian dapat dikelompokkan menjadi limbah pertanian berdasarkan bentuk fisiknya, waktu panennya, jenis tanaman pertaniannya, dan senyawa kimianya.



Gambar 5.3 Jenis Limbah Pertanian

1. Limbah Pertanian Berdasarkan Bentuk Fisik

Limbah pertanian berdasarkan bentuk fisik terdiri atas limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Lakukan kegiatan di bawah ini untuk memahami jenis limbah pertanian berdasarkan bentuk fisiknya.



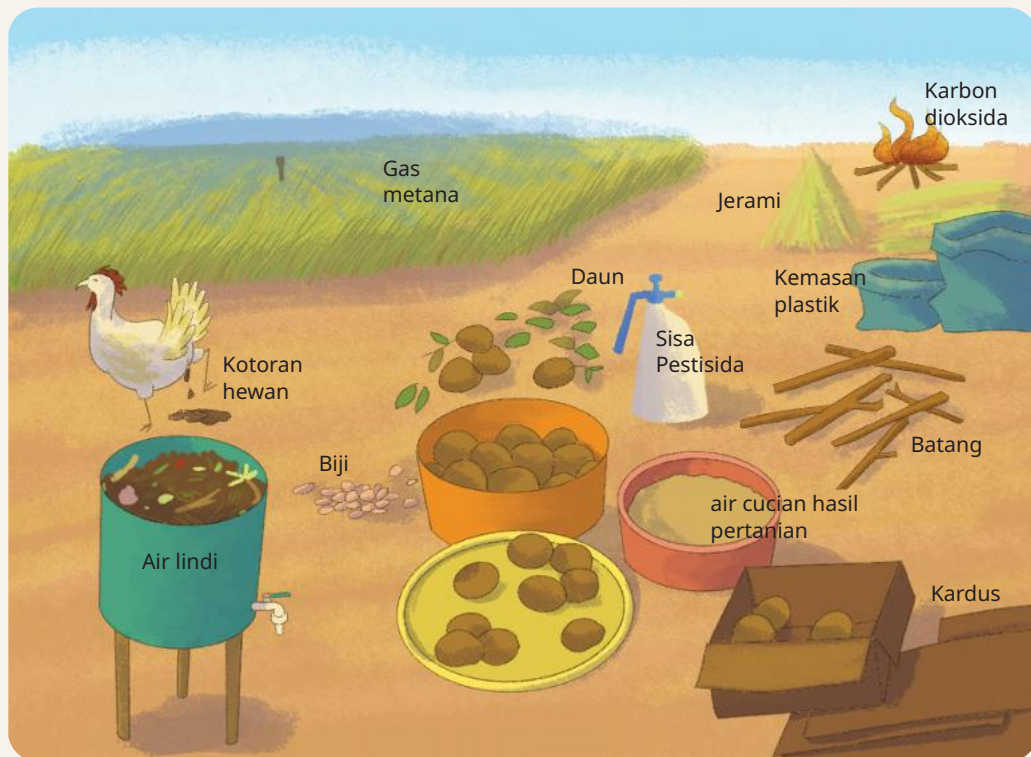
Aktivitas 5.2

Menentukan Limbah Pertanian Berdasarkan Bentuk Fisik

Setelah mencermati gambar-gambar di bawah ini, kamu dapat menentukan limbah pertanian berdasarkan bentuk fisik dan menentukan karakteristik limbahnya.

Langkah kerja:

1. Cermati gambar-gambar berikut.



2. Kelompokkan olehmu limbah pertanian padat, cair, dan gas. Tuliskan pada tabel di bawah ini.

Bentuk Fisik Limbah	Contoh Limbah
Padat	
Cair	
Gas	

3. Selanjutnya, jawablah pertanyaan berikut.

Bagaimana karakteristik setiap limbah?

Padat :

Cair :

Gas :

Setelah kamu melaksanakan Aktivitas 5.2, apakah kamu dapat lebih memahami limbah pertanian berdasarkan bentuk fisiknya? Apa yang kamu peroleh setelah mengerjakan aktivitas tersebut?

2. Limbah Pertanian Berdasarkan Waktu Panen

Limbah pertanian berdasarkan bentuk waktu panen terdiri atas limbah sebelum panen, limbah selama panen, dan limbah pascapanen.

Limbah sebelum panen merupakan bahan biologis yang diperoleh sebelum panen tanaman. Dengan kata lain, limbah sebelum panen merujuk pada sisa tanaman yang bukan produk utama pertanian. Limbah ini meliputi bagian tanaman yang dibuang, sisa-sisa pemangkasan, serta hama dan penyakit tanaman.

Limbah selama panen merupakan limbah yang dihasilkan selama proses panen. Limbah ini berupa bagian tanaman yang tidak dimanfaatkan atau sisa-sisa tanaman yang rusak atau bahan-bahan lain yang dihasilkan dari proses panen.

Adapun limbah pascapanen merupakan sisa-sisa atau bahan buangan yang dihasilkan setelah proses panen selesai. Limbah ini meliputi bagian tanaman yang tidak dimanfaatkan, hasil pertanian yang rusak atau tidak memenuhi standar kualitas, limbah industri pengolahan, serta bahan lain yang dihasilkan dari proses pengolahan setelah panen.

Berikut adalah tabel pengelompokan limbah berdasarkan waktu panen.

Tabel 5.1 Pengelompokan Limbah Berdasarkan Waktu Panen

Limbah	Bagian yang Menjadi Limbah
Limbah sebelum Panen	
Bagian tanaman yang dibuang	Ranting kering, daun yang sudah tua, bunga yang tidak berkembang, dan rumput liar.
Sisa-sisa pemangkasan	Bagian tanaman yang dipotong/dipangkas untuk membentuk tanaman atau menjaga pertumbuhan tanaman.
Hama dan penyakit tanaman	Serangga atau jamur yang menyerang tanaman sebelum panen.
Limbah saat Panen	
Bagian tanaman yang ditinggalkan di lahan	Daun, batang, atau akar yang tidak terambil/tersisa saat panen.
Tanaman yang rusak	Buah atau sayuran yang busuk, pecah, atau terluka selama panen.
Sisa-sisa tanaman yang tertinggal pada alat panen	Daun, ranting, atau bagian lain dari tanaman yang tertinggal pada alat/mesin panen.
Limbah Pascapanen	
Bagian yang tidak dimanfaatkan	Kulit buah, biji, batang, atau daun yang tidak dikonsumsi.
Hasil pertanian yang rusak	Buah atau sayuran yang busuk, cacat, atau terlalu matang.
Kemasan	Plastik, kardus, atau bahan lain yang digunakan untuk mengemas hasil panen.
Limbah industri pengolahan	Air limbah atau sisa-sisa bahan kimia dari proses pengolahan.



Setelah kamu belajar mengenai jenis-jenis limbah berdasarkan waktu panen, selanjutnya lakukan aktivitas berikut.



Aktivitas 5.3

Mengumpulkan Informasi mengenai Pengolahan Limbah Pertanian

Setelah melakukan wawancara dan/atau studi literatur, kamu mampu memperoleh informasi mengenai cara mengolah limbah pertanian.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Pada kegiatan ini, terdapat dua kegiatan (kegiatan a dan kegiatan b) yang dapat dilakukan. Kamu dapat memilih keduanya atau salah satunya.
 - a. Kegiatan a: Melakukan wawancara kepada petani yang dekat dengan rumah untuk menanyakan limbah apa saja yang diperoleh saat bertani dan bagaimana cara untuk mengatasinya. Sebelumnya, buatlah daftar pertanyaan sistematis yang dapat membantu kalian dalam melakukan wawancara.
 - b. Kegiatan b: Melakukan studi literatur mengenai cara mengolah limbah pertanian. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan mencari informasi di internet.
3. Tuliskan hasil wawancara dan/atau hasil studi literatur yang diperoleh pada tabel berikut.

Sumber Informasi	Informasi yang Diperoleh

4. Diskusikan hasil wawancara dan/atau hasil studi literatur yang diperoleh dengan teman-teman dalam kelompokmu.

Setelah kamu melakukan Aktivitas 5.3, informasi apa saja yang kamu peroleh? Jika kamu melakukan wawancara sekaligus studi literatur, apakah ada perbedaan informasi mengenai cara mengatasi limbah pertanian? Bagaimana perbedaannya? Carilah informasi di internet atau ke perpustakaan untuk memperkaya pemahamanmu mengenai limbah pertanian.

3. Limbah Pertanian Berdasarkan Jenis Tanaman

Berdasarkan jenis tanamannya, limbah dapat dibedakan menjadi limbah tanaman pangan, limbah tanaman hortikultura, dan limbah tanaman perkebunan.

- a. Limbah tanaman pangan berasal dari tanaman yang digunakan sebagai bahan pangan. Contohnya limbah dari padi, jagung, ketela pohon, dan kacang tanah. Bagian tanaman yang menjadi limbah dapat berupa jerami padi, dedak dan bekatul, jerami jagung, kelobot dan tongkol jagung, kulit ubi kayu, kulit buah nanas, serta bungkil kacang tanah.
- b. Limbah tanaman hortikultura berasal dari sayuran dan buah-buahan yang rusak, busuk, atau tidak layak jual serta tanaman hias. Contohnya limbah dari tanaman mentimun, tomat, bawang merah, bawang putih, dan cabai.
- c. Limbah tanaman perkebunan berasal dari tanaman keras yang menjadi komoditas utama di Indonesia, antara lain kelapa sawit, tebu, dan kakao.

4. Limbah Pertanian Berdasarkan Senyawa Kimia

Berdasarkan kerangka dasar senyawa kimia penyusunnya, limbah pertanian dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut.

- a. Limbah organik, yaitu limbah yang memiliki kerangka dasar karbon (C) sebagai penyusun utamanya. Limbah organik ini berasal dari makhluk hidup, misalnya sisa makanan, sisa tumbuhan, dan kotoran hewan. Limbah organik memiliki karakteristik dapat diuraikan oleh mikroba atau organisme pengurai sehingga dapat dimanfaatkan menjadi kompos. Pada prosesnya, organisme pengurai memanfaatkan limbah organik sebagai sumber energi dan nutrisi.
- b. Limbah anorganik, yaitu limbah yang memiliki kerangka dasar senyawa nonkarbon atau tidak mengandung senyawa karbon dan sukar untuk melapuk. Limbah organik antara lain kaleng, logam, aluminium, dan kaca.



C. Proses Pengolahan Limbah dan Alternatif Pengolahan Limbah Berdasarkan Hasil Penelitian dan Teknologi

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, limbah selama ini dianggap sebagai barang sisa atau buangan yang mengandung makna bahwa produk limbah tidak memiliki manfaat atau nilai ekonomi lagi. Akibatnya, limbah dapat menimbulkan permasalahan lingkungan karena jika dibiarkan, jumlahnya semakin lama semakin bertambah banyak dan menumpuk. Selama ini, penanganan limbah hanya berfokus pada memindahkan limbah dari satu tempat, misalnya dari pasar atau pemukiman penduduk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah tanpa ada pengelolaan yang memadai. Sampah di TPA semakin menggunung dan menghasilkan bau yang tidak sedap sehingga menimbulkan masalah lingkungan dan sosial (Simarmata, 2005).

Pengolahan limbah pertanian memiliki tujuan utama, yaitu menurunkan kandungan bahan organik dan bahan lainnya, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas sehingga diperoleh konsentrasi yang aman untuk dibuang. Pengolahan limbah juga diharapkan mampu menjaga lingkungan dan menghasilkan sumber daya yang bermanfaat dan bernilai ekonomi.

Prinsip pengelolaan limbah seharusnya ramah lingkungan. Penanganan limbah bukan dibuang, tetapi dikelola secara bijak sehingga dapat memberikan solusi, bahkan dapat menghasilkan barang yang bermanfaat dan bernilai secara ekonomi. Sampah atau limbah yang tadinya menjadi sumber pengeluaran, bisa menjadi sumber pendapatan. Berikut akan dibahas beberapa alternatif pengolahan limbah, baik yang konvensional maupun modern, berdasarkan hasil penelitian dan teknologi.

1. Pemanfaatan Limbah Pertanian

a. Sebagai Media Tumbuh

Limbah pertanian banyak digunakan sebagai media tumbuh dalam produk tertentu atau produksi bahan pangan. Berikut beberapa limbah pertanian yang dimanfaatkan sebagai media tumbuh.

Jerami merupakan limbah pertanian yang dapat digunakan untuk membudidayakan jamur. Jerami digunakan sebagai alternatif media pertumbuhan jamur karena jumlahnya melimpah. Pada jerami terkandung bahan organik dan selulosa yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur. Jerami dianggap lebih baik dari serbuk kayu. Jamur yang ditumbuhkan pada media jerami menunjukkan penyebaran miselium jamur yang lebih cepat dibandingkan dengan media serbuk kayu (Wahidah dan Firman, 2015).



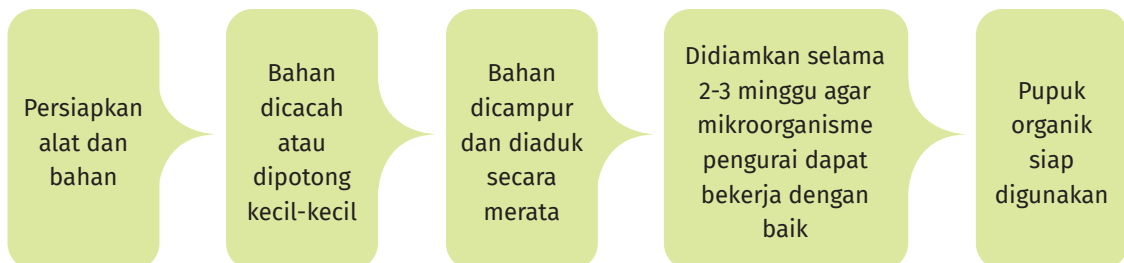
Gambar 5.4 (a) Pemanfaatan limbah jerami padi untuk budi daya jamur merang, (b) Pemanfaatan bonggol jagung untuk budi daya jamur janggél.

Sumber: Ist/Literasi Post (2024) dan Ziadi (2022)

Limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai media tumbuh lainnya ialah sekam padi. Beberapa penelitian membuktikan pemberian sekam padi dapat meningkatkan kandungan fosfor (P), kalium (K), dan karbon (C) dalam tanah. Selain jerami dan sekam padi, bonggol jagung juga dapat digunakan sebagai media tanam. Kandungan yang dimiliki bonggol jagung antara lain selulosa, hemiselulosa, lignin, nitrogen (N), dan fosfor (P) yang baik dalam proses budi daya jamur.

b. Sebagai Pupuk Organik

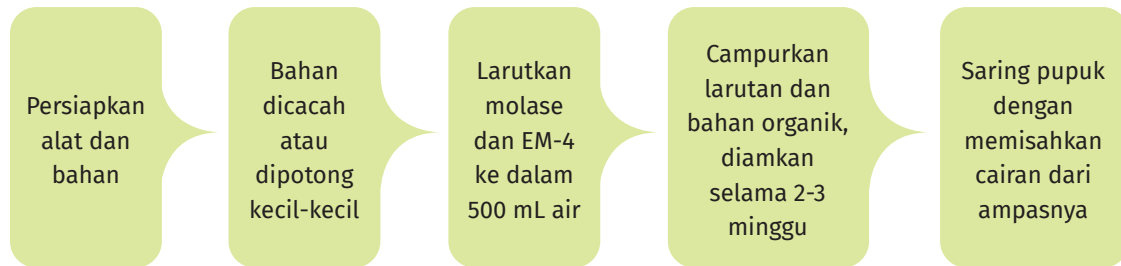
Pada dasarnya, semua limbah pertanian seperti jerami padi dan sisa hasil panen lainnya dapat dikembalikan ke tanah dengan tujuan mempertahankan bahan organik tanah yang mampu meningkatkan produktivitas tanah. Prinsip ini yang digunakan untuk memanfaatkan limbah pertanian menjadi pupuk organik. Pupuk organik terbagi menjadi dua, yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Untuk pembuatan pupuk organik padat cukup mudah, dengan alur pembuatan sebagai berikut.



Gambar 5.5 Alur Pembuatan Pupuk Organik Padat

Sumber: Sukmawati (2022)

Pembuatan pupuk organik cair pada prinsipnya sama dengan pembuatan pupuk organik padat, tetapi terdapat bahan tambahan berupa molase atau tetes tebu dan EM-4. EM (*Effective Microorganism*) 4 merupakan larutan atau cairan yang berwarna kecokelatan dan beraroma segar. EM-4 mengandung bakteri fermentasi (mulai dari genus *Lactobacillus*), jamur fermentasi, *Actinomycetes*, bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan juga ragi. Alur pembuatan pupuk organik cair diuraikan pada gambar berikut.



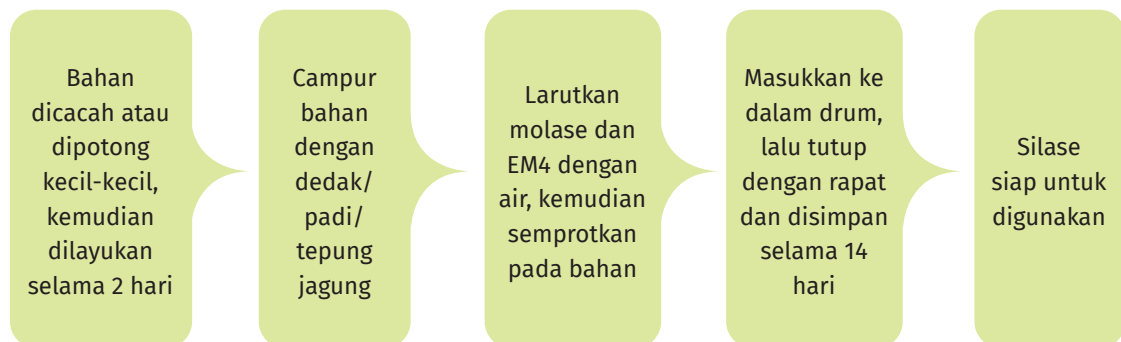
Gambar 5.6 Alur Pembuatan Pupuk Organik Cair

Sumber: Sukmawati (2022)

Pupuk organik dapat memberikan manfaat yang baik, terutama dalam memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Ketika diberikan pada tanah, pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang sangat bermanfaat dalam penyediaan hara tanaman.

c. Sebagai Sumber Pakan Ternak

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak dapat dilakukan melalui metode silase. Silase adalah proses mengawetkan daun-daunan dalam kondisi tanpa oksigen (anaerob) dengan penambahan asam. Adapun cara pembuatan silase dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.7 Alur Pembuatan Silase

Tujuan utama pembuatan silase ialah memaksimalkan kandungan nutrisi pada bahan pakan ternak agar dapat disimpan dalam jangka waktu lama sehingga dapat menjadi alternatif pakan saat musim kemarau atau minim pakan.

d. Sebagai Bahan Kerajinan

Limbah pertanian juga memiliki potensi besar untuk diolah menjadi berbagai macam kerajinan tangan yang unik dan bernilai estetik. Keterampilan yang dipadukan dengan kreativitas mengolah limbah pertanian dapat menjadi produk kerajinan yang menarik dan ramah lingkungan.

Limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan kerajinan antara lain kulit jagung, jerami padi, batang padi, tongkol jagung, tempurung kelapa, rumput-rumputan tertentu, batang pisang, alang-alang, dan berbagai kulit buah-buahan.



Tempat Tisu dari Tongkol Jagung

Sumber: UNY (2022)



Tas dari Rumput

Sumber: Rahmadhani (2017)



Hiasan Kupu-Kupu dari Pelepah Pisang

Sumber: Almadinah (2023)

Gambar 5.8 Berbagai Kerajinan dari Limbah Pertanian

e. Sebagai Bahan Bakar



Aktivitas 5.4

Mengamati Pembuatan Biogas Sederhana

Setelah melihat tayangan audiovisual dari tautan berikut, kamu dapat menuliskan tahapan pembuatan biogas sederhana.

Langkah kerja:

1. Simaklah tayangan video yang dapat diakses melalui kode QR berikut.



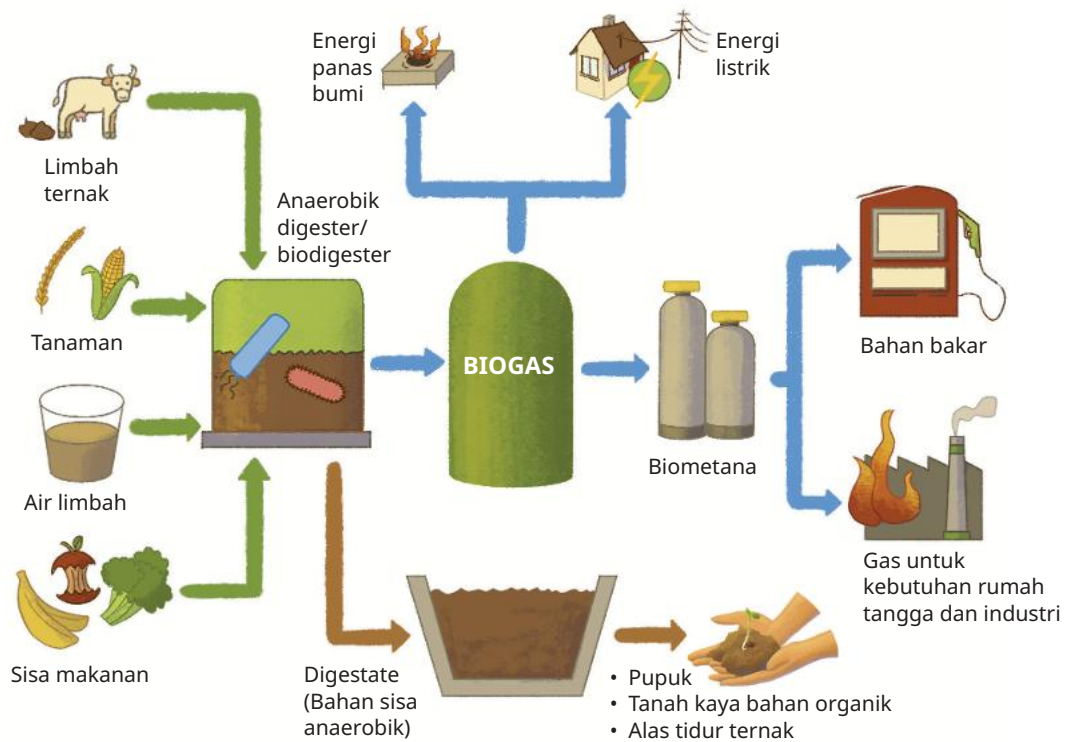
<https://www.youtube.com/watch?v=GQnso-ncWW0>

Membuat Bahan Bakar Gas dari Sayuran

2. Setelah menonton video tersebut, tuliskan tahapan pembuatan biogas pada kotak yang tersedia di bawah ini.

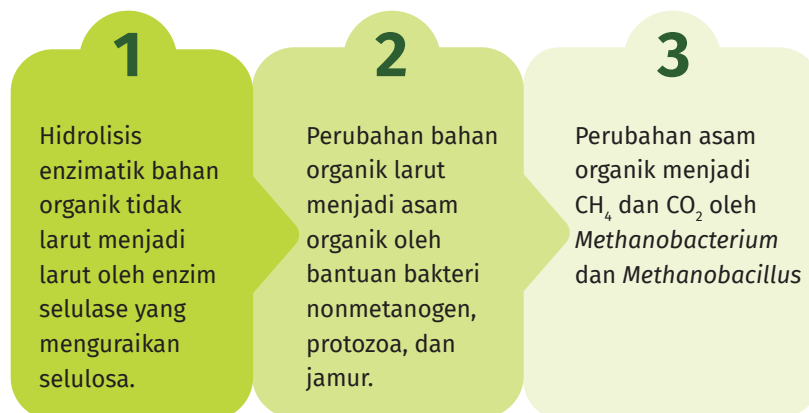
1.	→	2.	→	3.
↓				
4.	→	5.	→	6.

Apa yang kamu peroleh setelah melakukan Aktivitas 5.4 tersebut? Ternyata, limbah pertanian dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan gas yang disebut biogas. Menurutmu, mengapa disebut biogas? Kamu dapat memperkaya pemahamanmu tentang biogas dengan mencari literatur di internet atau pergi ke perpustakaan.



Gambar 5.9 Pemanfaatan Biogas

Biogas diperoleh dari fermentasi limbah pertanian atau limbah organik pada kondisi anaerob (tanpa oksigen) dengan bantuan bakteri sehingga menghasilkan gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas metana dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, bahan bakar kendaraan, dan pembangkit listrik. Proses pembuatan metana terdiri atas tiga tahap, yaitu sebagai berikut.



Gambar 5.10 Tahapan Pembentukan Gas Metana (CH_4) dan Karbon Dioksida (CO_2)

Selain biogas, limbah pertanian juga dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol. Bioetanol adalah cairan yang berasal dari fermentasi glukosa, selulosa, dan pati dengan bantuan mikroorganisme. Sebelumnya, bioetanol diproduksi dari bahan baku hasil pertanian dan perkebunan. Namun, saat ini digunakan alternatif menggunakan limbah pertanian yang mengandung selulosa. Salah satunya adalah menggunakan sabut kelapa, tongkol jagung, kulit buah-buahan, dan limbah sayur-sayuran. Untuk memahami proses pembuatan bioetanol, kerjakanlah aktivitas berikut.



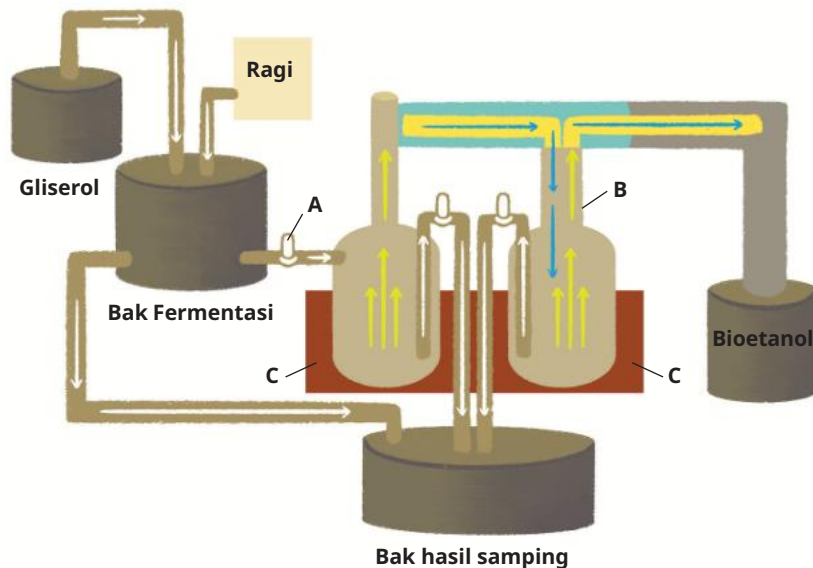
Aktivitas 5.5

Menjelaskan Proses Pembuatan Bioetanol

Setelah mencermati gambar yang diberikan dan studi literatur mengenai pembuatan bioetanol, kamu dapat menjelaskan proses pembuatan bioetanol dan membuat rancangan sederhana pembuatan bioetanol.

Langkah kerja:

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Perhatikanlah gambar di bawah ini.



3. Jelaskan tahapan pembuatan bioetanol dari gambar tersebut.
4. Buatlah rancangan pembuatan bioetanol sederhana dari alat dan bahan yang dapat ditemukan di sekitarmu.

Limbah pertanian juga dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar lain berupa briket. Briket merupakan bahan bakar yang dibuat dari bahan organik, seperti serbuk kayu, arang, atau limbah pertanian yang selanjutnya dipadatkan menjadi bentuk tertentu. Briket biasanya berupa balok atau tabung. Briket dibuat dengan cara memberikan tekanan tinggi sehingga menghasilkan bahan bakar yang padat.

Briket yang dibuat dari bahan organik memiliki kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar organik dalam bentuk serbuk atau potongan. Umumnya briket mudah dalam pembakaran, menghasilkan panas yang tinggi, dan menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil.



Gambar 5.11 Briket

Sumber: Diskominfo Blora (2023)

2. Kompos dan Teknologi Pengomposan

Kompos berasal dari bahasa Latin, yaitu *componere* yang artinya menumpuk atau menyusun benda/bahan bersama-sama. Mengomposkan adalah proses menyusun atau menumpuk berbagai bahan organik untuk menghasilkan pupuk yang kaya akan humus melalui proses perombakan atau pelapukan.

Limbah pertanian yang dapat dijadikan bahan kompos, antara lain sekam padi, jerami, gulma, tongkol jagung, batang pisang, sabut kelapa, serta sisa sayuran dan buah-buahan. Kompos berfungsi sebagai multivitamin bagi tanaman. Tanaman yang diberikan kompos memiliki kualitas yang lebih baik, hasil panen yang lebih tahan lama, serta rasa lebih enak dan segar jika dibandingkan tanaman yang menggunakan pupuk kimia.

Proses pengomposan memiliki nilai efisiensi yang sangat tinggi. Proses pengomposan seperti siklus yang memberikan pupuk organik bernutrisi tinggi bagi tanaman. Kemudian, dari tanaman

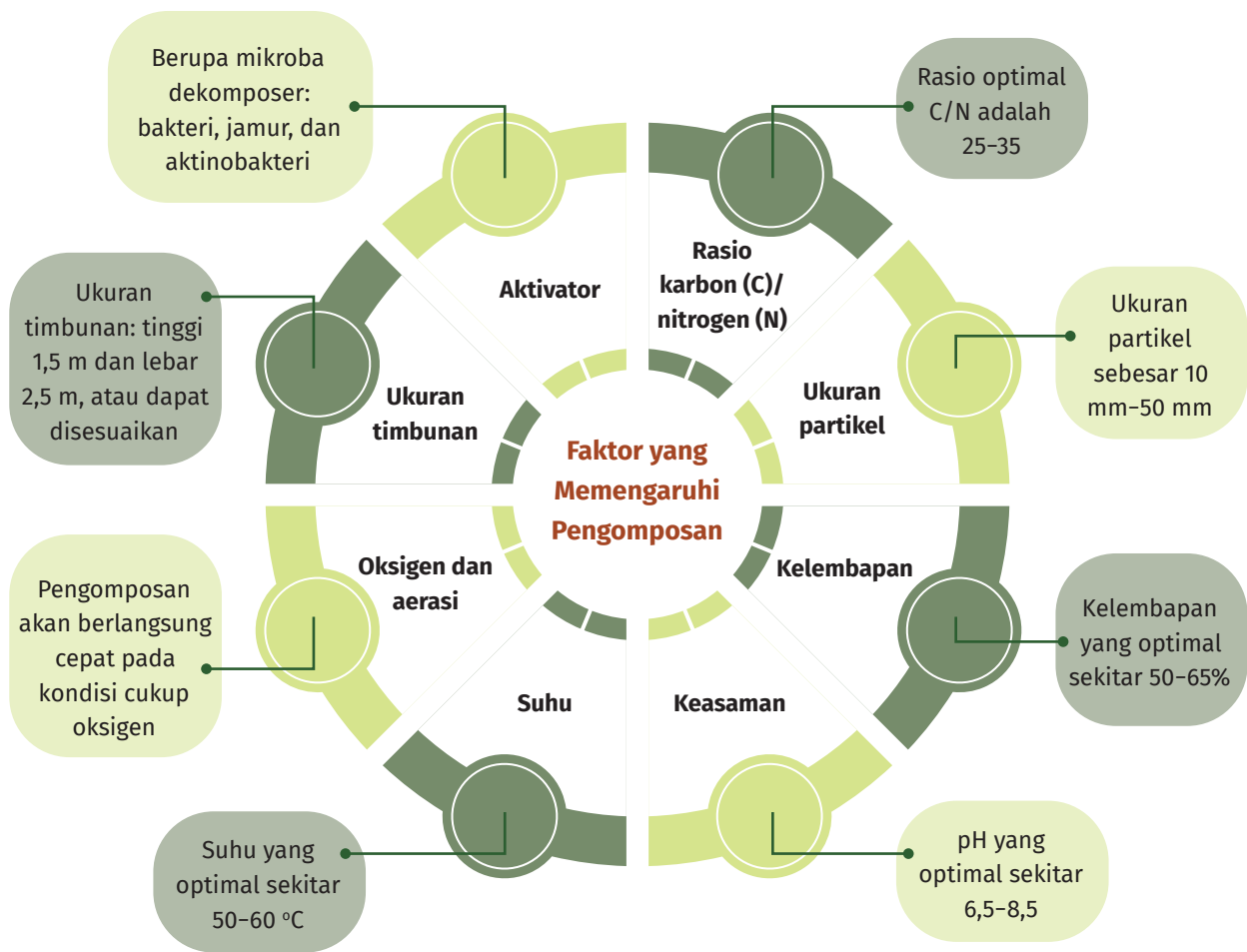
yang dikonsumsi dan menghasilkan sisa atau buangan akan menjadi bahan untuk kompos kembali. Adapun limbah yang dapat dan tidak dapat digunakan untuk membuat kompos, manfaat pengomposan, dan siklus pengomposan dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 5.12 Limbah untuk membuat kompos, manfaat pengomposan, dan siklus pengomposan.

Manfaat pengomposan adalah mengurangi volume limbah, meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur aerasi tanah, meningkatkan penyerapan air tanah, meningkatkan mikroorganisme tanah yang bermanfaat menghemat biaya (penimbunan limbah dan pembelian pupuk), memiliki nilai jual yang tinggi, serta meningkatkan kualitas hasil panen (jumlah, nilai, rasa, dan gizi).

Pengomposan dilakukan dalam dua tahap. Pertama, senyawa organik yang kompleks diubah menjadi lebih sederhana dan menghasilkan panas (65–75 °C) sehingga mikroorganisme, seperti bakteri, virus, parasit, bibit gulma, dan tanaman menjadi mati. Kedua, mikroorganisme berkurang karena kekurangan nutrisi dan substrat. Ada faktor-faktor yang memengaruhi laju proses pengomposan dan kualitas pengomposan, antara lain sebagai berikut.



Gambar 5.13 Faktor yang memengaruhi pengomposan.

Untuk rasio karbon/nitrogen perlu diperhatikan karena untuk mempercepat proses pengomposan diperlukan jumlah yang proporsional. Sering kali ketersediaan C dan N menjadi faktor pembatas dalam pengomposan. C dan N digunakan oleh mikroorganisme sebagai nutrisi dalam pertumbuhan sel dan membentuk protein. C/N yang optimal adalah 25–35. Berikut adalah tabel rasio C/N dari berbagai limbah organik.

Tabel 5.2 Rasio C/N dari Berbagai Limbah

Limbah Kaya Karbon		Limbah Kaya Nitrogen	
Nama Limbah	(C/N)	Nama Limbah	(C/N)
Jerami padi	80–90	Limbah dapur	10–25
Serbuk gergaji	100–500	Limbah sayur	10–13
Batang jagung	60–100	Limbah cair	2–3
Daun kering	50–70	Kotoran sapi	10–20
Eceng gondok kering	70–80	Kotoran ayam	10–12

Sumber: Simarmata (2012)

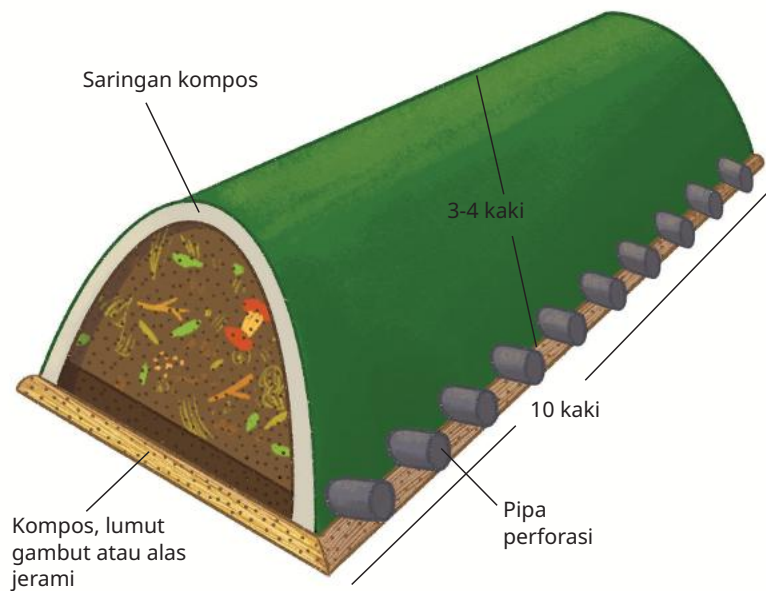
Secara umum, metode pengomposan terbagi menjadi dua, yaitu secara aerob dan anaerob. Pada metode aerob, proses pengomposan dilakukan dengan kehadiran oksigen. Aerasi oksigen dapat dilakukan dengan cara aktif dan cara pasif. Cara aktif menggunakan pompa udara (*blower*) dan cara pasif menggunakan pipa paralon yang diberi lubang sehingga pengaliran oksigen dilakukan secara alami. Pada metode aerob diperoleh kompos yang tidak berbau dengan waktu yang relatif cepat.

Pada metode anaerob, proses pengomposan dilakukan tanpa kehadiran oksigen. Proses penguraian bahan organik dilakukan melalui proses fermentasi. Pengomposan dengan metode ini dapat menimbulkan bau tidak sedap. Selain itu, menghasilkan gas metana yang merupakan salah satu Gas Rumah Kaca (GRK) sehingga tidak dianjurkan untuk penggunaan yang luas.

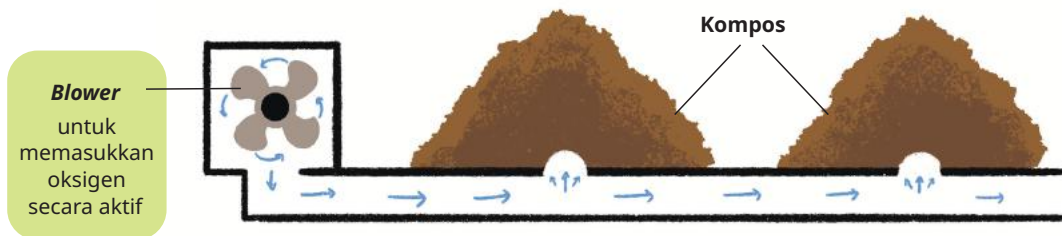
Secara lebih spesifik, terdapat empat cara pengomposan yang lazim dilakukan, yaitu sistem bedeng (*windrows*), sistem kotak atau lingkaran, reaktor kompos (*composter*), dan pengomposan sistem lorong (*tunnel composting*) (Simarmata, 2022).

a. Sistem Bedeng (*Windrows*)

Pada sistem ini digunakan bedeng sebagai tempat untuk menumpuk kompos. Ukuran bedeng ialah lebar 1,5–2 m, panjang 5–10 m, dan tinggi 1 m. Pada setiap 0,5 m diselipkan pipa paralon (ukuran 1–1,5 inci) yang telah dilubangi dengan bentuk spiral sebagai aerasi, yang disebut bedeng dengan aerator pasif. Untuk sistem aerasi dapat juga menggunakan pompa (*blower*), yang disebut bedeng dengan aerator aktif.



Gambar 5.14 Metode Pengomposan dengan Sistem Bedeng Aerasi Pasif



Gambar 5.15 Metode Pengomposan dengan Sistem Bedeng Aerasi Aktif

b. Sistem Kotak atau Lingkaran

Pengomposan dengan sistem ini dapat dilakukan pada skala kecil sampai menengah. Kotak dapat dibuat dari papan, untuk lingkaran dapat menggunakan drum. Setelah bahan-bahan dan aerator tersusun, maka bagian atas kotak atau lingkaran dapat ditutup menggunakan terpal.



Gambar 5.16 Sistem Pengomposan dengan Boks untuk Skala Kecil (*Compost Bins*)

c. Reaktor Kompos (*Composter*)

Proses pengomposan dengan reaktor berlangsung lebih cepat karena pasokan oksigen lebih optimal. Metode ini dianjurkan untuk dilakukan pada skala kecil. Bahan kompos dimasukkan ke dalam reaktor hingga penuh, selanjutnya bioreaktor ditutup. Pengadukan dapat dilakukan secara manual atau otomatis dengan cara memutar reaktor kompos.



Gambar 5.17 *Composting Bag*

Sumber: Bahraini (2020)

Dengan dilakukan pengomposan, banyak sekali manfaat yang diperoleh. Pengomposan dapat mengurangi limbah organik yang mengganggu lingkungan. Pupuk kompos yang dihasilkan kaya bahan organik dan mengandung unsur-unsur, seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan seng yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, juga bebas dari penyakit, hama, dan gulma. Kompos juga dipromosikan untuk meningkatkan kesadaran dalam pengelolaan sampah skala masyarakat sehingga pembuatan pupuk kompos dalam skala kecil sangat dianjurkan untuk dilakukan di rumah-rumah. Untuk selanjutnya, kita akan mencoba untuk membuat pupuk kompos pada aktivitas berikut.



Aktivitas 5.6

Melakukan Praktik Membuat Kompos dari Limbah Dapur

Setelah melakukan praktik membuat kompos, kamu mampu memahami proses pembuatan kompos secara sederhana dan mengolah limbah dapur menjadi produk yang bermanfaat.

Alat dan bahan:

- Wadah plastik/ember bekas
- Tanah
- Pisau atau gunting
- Limbah organik dari dapur (sisa sayuran, buah, ampas kopi, kulit telur)
- Air
- Alat pengaduk

Langkah kerja:

1. Bekerjalah dalam kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Bersihkan wadah plastik dan buat lubang-lubang kecil di bagian bawah.
3. Limbah organik dipotong menjadi potongan kecil. Berhati-hatilah saat menggunakan pisau atau gunting.
4. Isi wadah secara berlapis, tanah-limbah organik-tetes tebu, EM-4, dedak, dan pupuk kandang, diberikan secara bergantian.
5. Siram dengan sedikit air agar bahan menjadi lembap.
6. Tutup wadah dengan rapat.
7. Lakukan pengadukan secara berkala (misalnya seminggu sekali).
8. Amati perubahan yang terjadi pada aspek suhu, warna, dan bau kompos.
9. Catat perubahan dalam tabel pengamatan.

Minggu ke- /Tanggal	Perubahan yang Terjadi		
	Suhu	Warna	Bau



10. Dalam waktu 2–3 bulan, kompos dapat digunakan untuk menyuburkan tanaman.

Pertanyaan:

1. Mengapa kita perlu membuat kompos dari limbah organik?
2. Mengapa pengadukan harus senantiasa dilakukan secara berkala saat membuat kompos?
3. Bagaimana cara mengetahui jika kompos sudah siap digunakan?
4. Kendala apa yang ditemukan saat pembuatan kompos dan bagaimana cara mengatasinya?

D. Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pengelolaan Limbah Pertanian

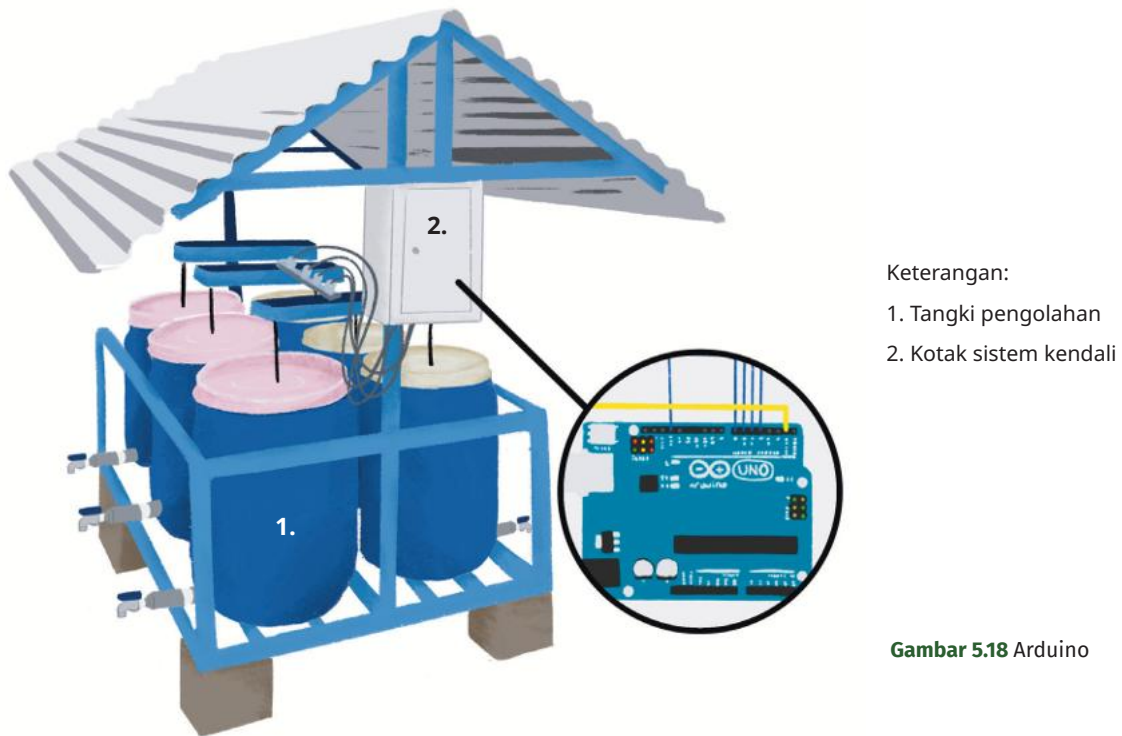
Pada era teknologi yang semakin berkembang pesat, teknologi informasi memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan limbah pertanian. Dengan memanfaatkan berbagai alat dan platform, pengelolaan limbah dapat terbangun sehingga memungkinkan terwujudnya pertanian ramah lingkungan berkelanjutan. Pada bagian ini akan dibahas beberapa alternatif pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan limbah.

1. *Internet of Things* (IoT) Monitoring Kualitas dan Kuantitas Limbah

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat fisik dengan internet sehingga dapat saling tersambung dan bertukar data tanpa campur tangan manusia. IoT memiliki kemampuan berbagi data, pengontrol jarak jauh, dan sebagainya. Dalam kehidupan dunia nyata, IoT sudah diterapkan di bidang bahan pangan, elektronik, koleksi, dan lain-lain. Konsep dari IoT sendiri memudahkan pekerjaan manusia dalam bidang apa pun dengan menyambungkan jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam pada suatu alat. IoT selalu aktif agar dapat dilakukan pengiriman dan penerimaan data kapan pun dan di mana pun.

Bagaimana IoT dapat dimanfaatkan untuk pemantauan limbah? Salah satu pemanfaatan IoT ialah menggunakan Arduino. Arduino adalah perangkat elektronik yang bersifat *open source* yang mudah digunakan. Arduino dapat dijadikan alternatif pengembangan sistem IoT untuk pemantauan kualitas lingkungan. Arduino memiliki bahasa pemrograman dan terdiri atas banyak komponen penting, seperti mikrokontroler, pin, dan konektor.

Contoh penggunaan Arduino dalam pengelolaan limbah pertanian ialah pengolahan limbah menjadi pupuk organik. Pembuatan limbah memerlukan pengadukan secara rutin dan kontrol suhu yang harus senantiasa dijaga. Sistem pengolahan limbah otomatis mampu melakukan pengadukan selama 30 hari dengan waktu pengadukan yang dapat diatur setiap harinya. Dengan sistem ini juga dapat mengontrol suhu karena memiliki sensor suhu. Berikut gambar pengolahan limbah pertanian menggunakan Arduino.



Gambar 5.18 Arduino

2. Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Pemetaan Lokasi Limbah dan Pengolahan Limbah

Pemanfaatan teknologi informasi selanjutnya ialah Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG merupakan sistem informasi komputer yang mampu menyimpan, mengelola, menganalisis, dan menyebarkan informasi data area permukaan bumi. Teknologi ini akan memudahkan dalam pemetaan lahan, termasuk lahan pertanian. Aplikasi SIG dapat menjawab pertanyaan, seperti lokasi, kondisi, tren, pola, dan pemodelan. Data spasial yang diolah oleh SIG adalah data lokasi yang berorientasi geografis dengan sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensi. Ini adalah kemampuan yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya.

Mengapa menggunakan SIG? Ada beberapa hal yang dapat menjawab pertanyaan tersebut, yaitu sebagai berikut.

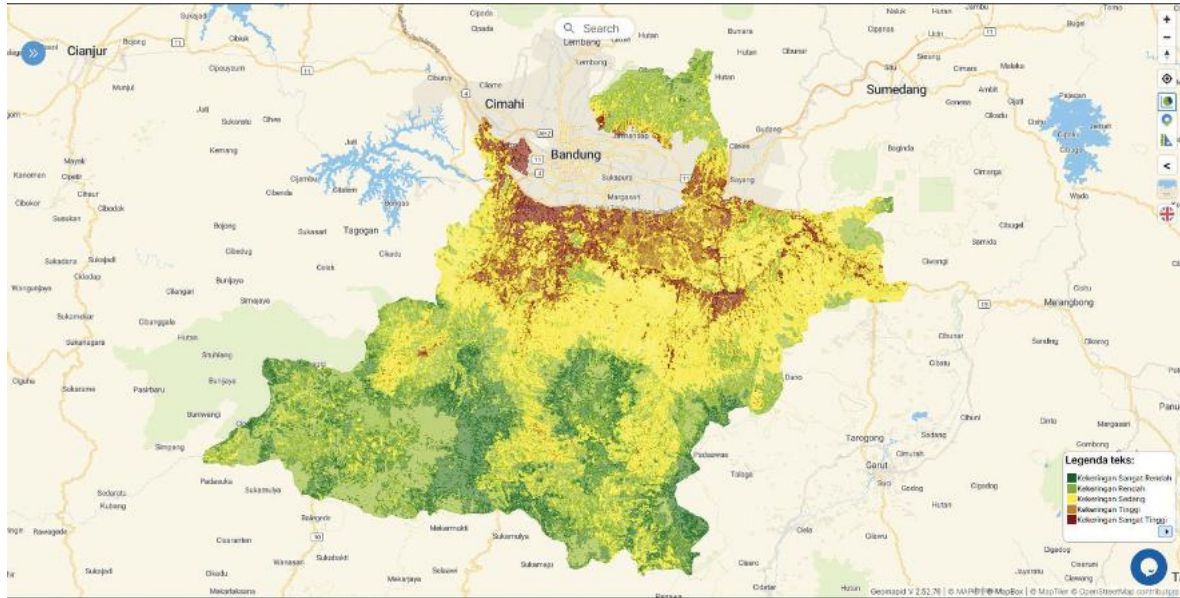
- SIG mampu menampilkan data geografis secara visual sehingga akan mudah dipahami oleh banyak pihak, termasuk di antaranya petani, pemerintah, dan masyarakat.
- SIG mampu memberikan analisis hubungan antara faktor-faktor sumber limbah, kondisi lingkungan, dan jarak limbah ke pemukiman.
- SIG mampu memberikan gambaran untuk perencanaan fasilitas pengelolaan limbah yang memperhatikan jarak pengangkutan limbah.
- SIG dapat dimanfaatkan untuk memantau perubahan sebaran limbah pertanian dari waktu ke waktu sehingga dapat dilakukan evaluasi dalam pengelolaan limbah.

Secara sederhana, proses pemetaan SIG adalah sebagai berikut.



Gambar 5.19 Proses Pemetaan SIG

Penggunaan SIG di bidang pertanian dapat dimanfaatkan bersama-sama dengan pemetaan lahan, seperti mengidentifikasi lahan yang sesuai untuk jenis tanaman tertentu berdasarkan jenis tanah, topografi, iklim, dan ketersediaan air. Dapat juga digunakan untuk memantau perubahan penggunaan lahan dan membantu perencanaan tata ruang yang efisien. Berikut adalah contoh SIG analisis potensi kekeringan lahan pertanian.



Gambar 5.20 SIG Analisis Potensi Kekeringan Lahan Pertanian di Kabupaten Bandung

Sumber: Ayesha (2023)

Dengan diterapkannya SIG untuk pengelolaan limbah pertanian, akan mendatangkan manfaat, seperti pengelolaan limbah yang lebih baik dan memetakan area yang rawan terhadap pencemaran sehingga dapat diantisipasi pencegahannya. Selain itu, dapat menjadi gambaran untuk pengambilan kebijakan dan dapat meningkatkan kualitas lingkungan dengan menerapkan pengelolaan limbah yang efektif dan tepat sasaran.

E. Etika Profesi dalam Pengolahan Limbah Pertanian

Etika diperlukan untuk semua pekerjaan yang berkaitan dengan sumber daya lahan dan manusia. Misalnya, profesi hukum dan kedokteran membutuhkan standar etika. Ada banyak bentuk etika pertanian. Untuk menilai perilaku pertanian yang dapat diterima untuk menjaga tanah, air, dan sumber daya hayati serta menyediakan makanan dan serat yang aman dan bergizi, perlu dibuat kerangka kerja.

Dalam bidang pertanian, yang merupakan hubungan antara manusia dan ekosistem, etika berhubungan dengan aturan nilai-nilai, tugas, dan kebajikan yang relevan dengan kesejahteraan manusia dan ekosistem. Etika juga memberikan analisis normatif dan kritis terhadap masalah moral yang dipertaruhkan di bidang pertanian, termasuk dampak lingkungan dari bidang pertanian tanaman dan peternakan yang mendominasi ekosistem yang dikelola manusia.

Dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan, kita dapat melakukan hal-hal sebagai berikut.

- a. Melepaskan bahan tidak beracun atau bahan yang tidak menyebabkan kerusakan ke atmosfer, air permukaan, dan air bawah tanah seminimal mungkin tanpa berdampak negatif pada lingkungan dan agroekosistem.
- b. Mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah, mencegah erosi, dan memelihara kesehatan ekologi tanah.
- c. Membiarkan bijak menggunakan air dengan cara yang memungkinkan akuifer mengisi kembali.
- d. Mengutamakan perputaran sumber daya dalam agroekosistem, termasuk komunitas sekitarnya, dengan mengganti masukan dari luar dengan mendaur ulang unsur hara dan konservasi yang lebih baik.
- e. Memastikan bahwa semua orang memiliki akses yang sama ke praktik pertanian yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Pertanian harus berkelanjutan dan produktif di masa depan.





Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

1. Limbah semakin hari semakin bertambah banyak dengan bertambahnya jumlah penduduk. Prinsip penanganan limbah yang direkomendasikan adalah
 - a. dibuang ke TPA
 - b. dibakar dalam lubang
 - c. dibiarkan membusuk
 - d. dikelola menjadi produk
 - e. dibuang ke sungai
2. Cara yang paling tepat digunakan untuk mengolah limbah pertanian dalam skala besar adalah
 - a. pengomposan manual
 - b. pembakaran terbuka
 - c. reaktor biogas
 - d. pembuangan langsung ke sungai
 - e. pembuangan ke TPA
3. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: Kholil Ibrahim (2023)

Berdasarkan gambar tersebut, dampak negatif dari pembakaran jerami padi adalah

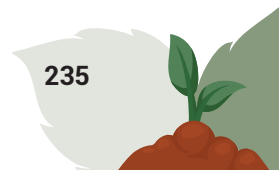
- a. pencemaran udara
- b. hilangnya nutrisi tanah



- c. merusak ekosistem
 - d. peningkatan suhu permukaan tanah
 - e. semua jawaban benar
4. Berikut adalah faktor yang memengaruhi kecepatan proses pengomposan, *kecuali*
- a. suhu dan kelembapan
 - b. ukuran partikel bahan
 - c. jenis mikroorganisme
 - d. oksigen dan aerasi
 - e. rasio C/N
5. Apa yang dimaksud dengan rasio C/N dalam pengomposan?
- a. Perbandingan karbon dan nitrogen dalam bahan organik.
 - b. Perbandingan jumlah mikroorganisme.
 - c. Perbandingan ukuran partikel bahan.
 - d. Perbandingan suhu dan kelembapan.
 - e. Perbandingan jumlah air.
6. Apa tantangan utama dalam pemanfaatan teknologi internet untuk pengolahan limbah pertanian di daerah pedesaan?
- a. Kurangnya akses internet.
 - b. Tingkat literasi digital yang rendah.
 - c. Biaya perangkat yang mahal.
 - d. Tidak terbiasa menggunakan teknologi.
 - e. Semua jawaban benar.

B. Soal Uraian

1. Desa A memiliki potensi limbah pertanian yang sangat besar. Desa ini ingin mengembangkan desa wisata berbasis pertanian. Bagaimana cara memanfaatkan limbah pertanian untuk mendukung pengembangan desa wisata tersebut? Jelaskan konsep dan contoh produk atau kegiatan wisata yang dapat dikembangkan.
2. Ali mencoba membuat kompos di rumahnya. Namun, setelah beberapa bulan, tumpukan komposnya tetap basah dan berbau tidak sedap. Beberapa kemungkinan penyebabnya adalah:
 - terlalu banyak air,
 - kurang oksigen,
 - rasio karbon dan nitrogen tidak seimbang, serta
 - bahan organik yang digunakan tidak sesuai.
 - a. Manakah dari kemungkinan penyebab di atas yang paling mungkin terjadi pada kasus Ali? Jelaskan alasanmu dengan mengaitkan teori pengomposan.
 - b. Jika kamu adalah Ali, langkah apa yang akan kamu lakukan untuk memperbaiki tumpukan kompos tersebut? Jelaskan secara rinci.
3. Beberapa orang berpendapat bahwa pemanfaatan teknologi internet dalam pengolahan limbah pertanian hanya akan menguntungkan petani skala besar.
 - a. Apa saja argumen yang mendukung dan menentang pendapat tersebut?
 - b. Apakah kamu setuju atau tidak dengan pendapat tersebut? Jelaskan alasanmu dengan data atau fakta yang relevan.
 - c. Bagaimana cara membuat teknologi internet lebih mudah diakses dan dimanfaatkan oleh petani skala kecil?





Pengayaan



Pernahkah kamu mendengar istilah ekoenzim?

Gambar 5.21 Ekoenzim

Sumber: Ichiyuki/Shutterstock (2021)

Saat ini pembuatan ekoenzim banyak dilakukan karena sudah terbukti mudah dibuat, ramah lingkungan, dan memiliki banyak manfaat sebagai pembersih organik, pestisida, dan lain-lain. Sebagai bahan pengayaan, carilah literatur mengenai ekoenzim dan cara membuatnya. Selanjutnya, buatlah ekoenzim dari limbah organik yang ada di rumahmu.



Refleksi

Setelah mempelajari semua materi pada bab ini, saatnya kamu merefleksikan hasil belajar dengan mencentang pada kolom pemahaman. Centang kolom “Ya” apabila kamu telah memahami materi yang telah dipelajari. Sebaliknya, centang kolom “Belum” apabila kamu belum memahami materi dan perlu mengulanginya dengan meminta kepada gurumu untuk mendampingi.

Tabel 5.3 Refleksi Pembelajaran Bab V

Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Konsep Limbah Pertanian dan Dampaknya terhadap Lingkungan		
Jenis-Jenis Limbah Pertanian		
Proses Pengolahan Limbah		
Pemanfaatan Teknologi dalam Pengelolaan Limbah		
Etika Profesi dalam Pengolahan Limbah Pertanian		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2024

Agribisnis Perbenihan Tanaman
untuk SMK/MAK Kelas XI-XII

Penulis: Abdul Jabir, Neny Rukmiati, Sistiana Windyariani

ISBN: 978-602-358-839-8

Bab VI

Pendistribusian dan Pemasaran Benih Bersertifikat

Sebagian petani
terkendala dalam
memperoleh benih
bermutu untuk budi daya karena
distribusi benih bersertifikat yang
belum merata di beberapa daerah.
Apa saja yang dapat dilakukan dalam
pendistribusian dan pemasaran benih
bersertifikat?



PADI
UNGGUL
BERKUALITAS



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu menerapkan strategi pendistribusian dan pemasaran benih bersertifikat.



Kata Kunci

- distribusi
- pedagang
- pemasaran
- pengecer
- benih

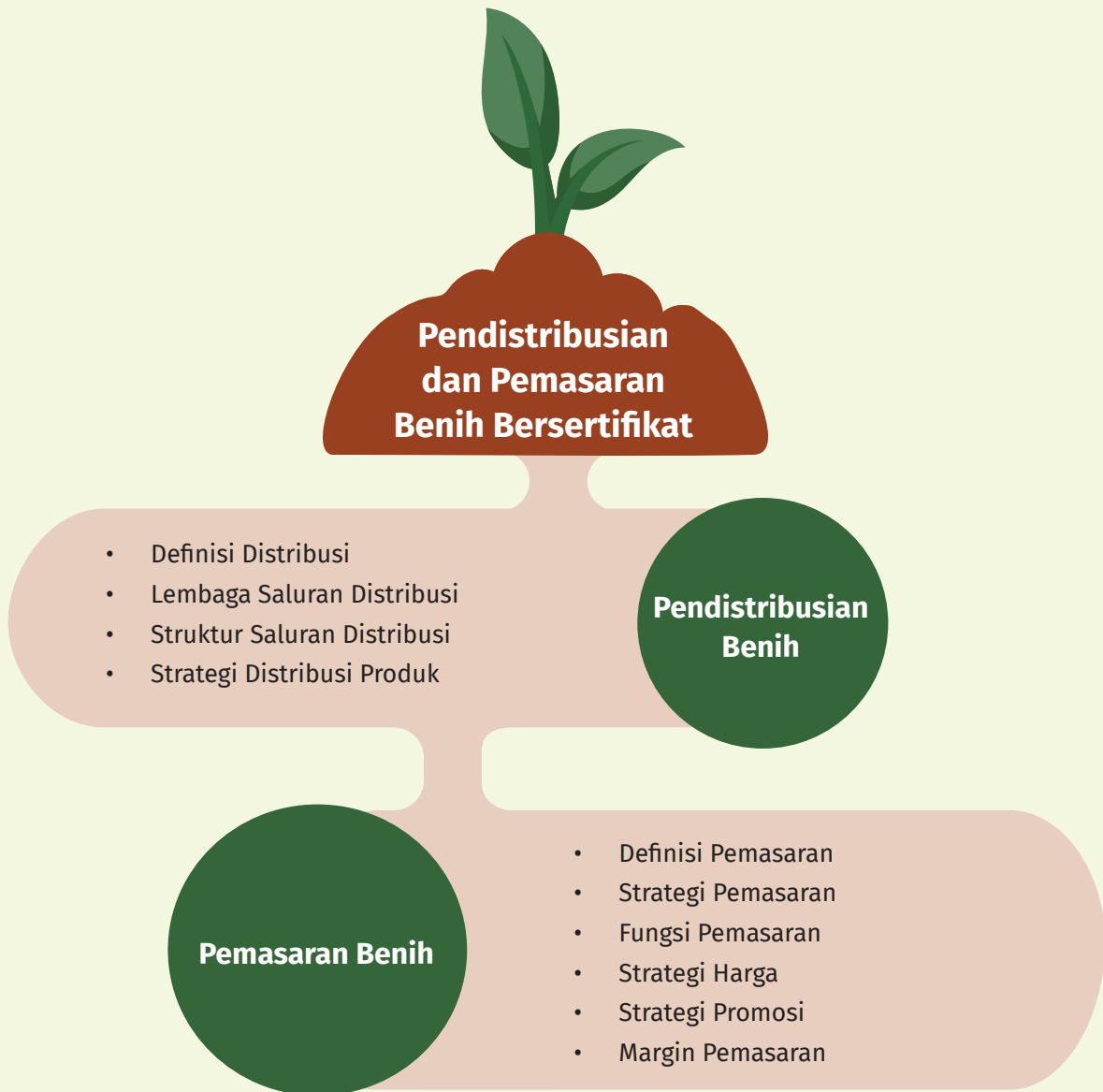


Soft Skills

Jujur, teliti, kreatif, bertanggung jawab, berpikir kritis, bergotong royong, berkebinekaan global, kreatif, dan inovatif.



Peta Materi



Untuk mengawali pembelajaran bab ini, perhatikan gambar berikut dengan saksama.



Gambar 6.1 Benih padi Ciherang, Inpari, dan yang lainnya dijual di toko pertanian di Provinsi Aceh.

Sumber: Herianto/Serambinews (2022)

Gambar di atas menunjukkan aktivitas seorang pedagang pengecer sedang menjual benih unggul bersertifikat kepada konsumen. Untuk menjaga keasliannya, benih unggul bersertifikat ini akan dikontrol atau diawasi oleh Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura.

Kamu tentu sudah pernah melihat dan bahkan menjumpai seseorang sedang membawa produk tertentu, kemudian orang tersebut menawarkan kepadamu atau orang lain. Nah, kegiatan seseorang yang kamu lihat itu termasuk dalam kegiatan distribusi. Lalu, bagaimana cara melakukan pendistribusian dan pemasaran benih? Agar kamu mampu memahami lebih mendalam tentang distribusi dan pemasaran benih tanaman bersertifikat, mari kita pelajari materi berikut.

A. Pendistribusian Benih

1. Definisi Distribusi

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memasarkan atau menyediakan barang kepada pihak konsumen serta membentuk bagian lain yang utuh dalam sebuah sistem rantai pasok. Oleh sebab itu, distribusi memiliki fungsi utama, yaitu sebagai jembatan yang menghubungkan antara penyedia barang atau jasa dengan pihak konsumen dan menyediakan nilai tambah kepada pihak konsumen.

2. Lembaga Saluran Distribusi

Saluran distribusi didefinisikan sebagai serangkaian organisasi yang bekerja sama dan saling berkepentingan satu sama lain untuk membuat produk atau jasa tersedia bagi konsumen. Dalam kegiatan pemasaran, produsen selalu berupaya untuk membentuk saluran distribusi guna membantu pihak konsumen dan mendapatkan nilai tambah tersendiri yang benar-benar dibutuhkan oleh konsumen. Namun, tidak semua saluran distribusi dapat disediakan oleh produsen. Ada lembaga lain yang membantu menyalurkan produk dari produsen ke konsumen.

a. Agen Penunjang

Agen penunjang diartikan sebagai agen yang berperan penting dalam proses pemindahan barang. Agen ini berperan dalam melayani semua kebutuhan kelompok secara serempak. Agen ini dapat disewa oleh pembeli untuk membeli barang atau dapat disewa oleh produsen untuk menjual barang. Agen penunjang dibagi menjadi empat, yaitu agen pembelian dan penjualan, agen penyimpanan, agen pengangkutan borongan, dan agen pengangkutan khusus.

b. Agen Pelengkap

Fungsi agen pelengkap ialah menyediakan jasa tambahan dalam proses penyaluran barang yang bertujuan memperbaiki kekurangan yang ada. Agen pelengkap ini akan berperan sebagai penyalur barang ketika barang tidak dapat disalurkan oleh pedagang. Adapun jasa yang dilakukan oleh agen ini, antara lain jasa informasi, jasa finansial, dan jasa pembimbingan.



c. Pedagang

Proses penyaluran barang dapat dilakukan oleh pedagang. Pedagang dapat berhubungan langsung dengan barang secara fisik. Pedagang dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu produsen, pedagang besar, dan pedagang pengecer. Berikut penjelasan masing-masing kategori pedagang secara rinci.

1) Produsen

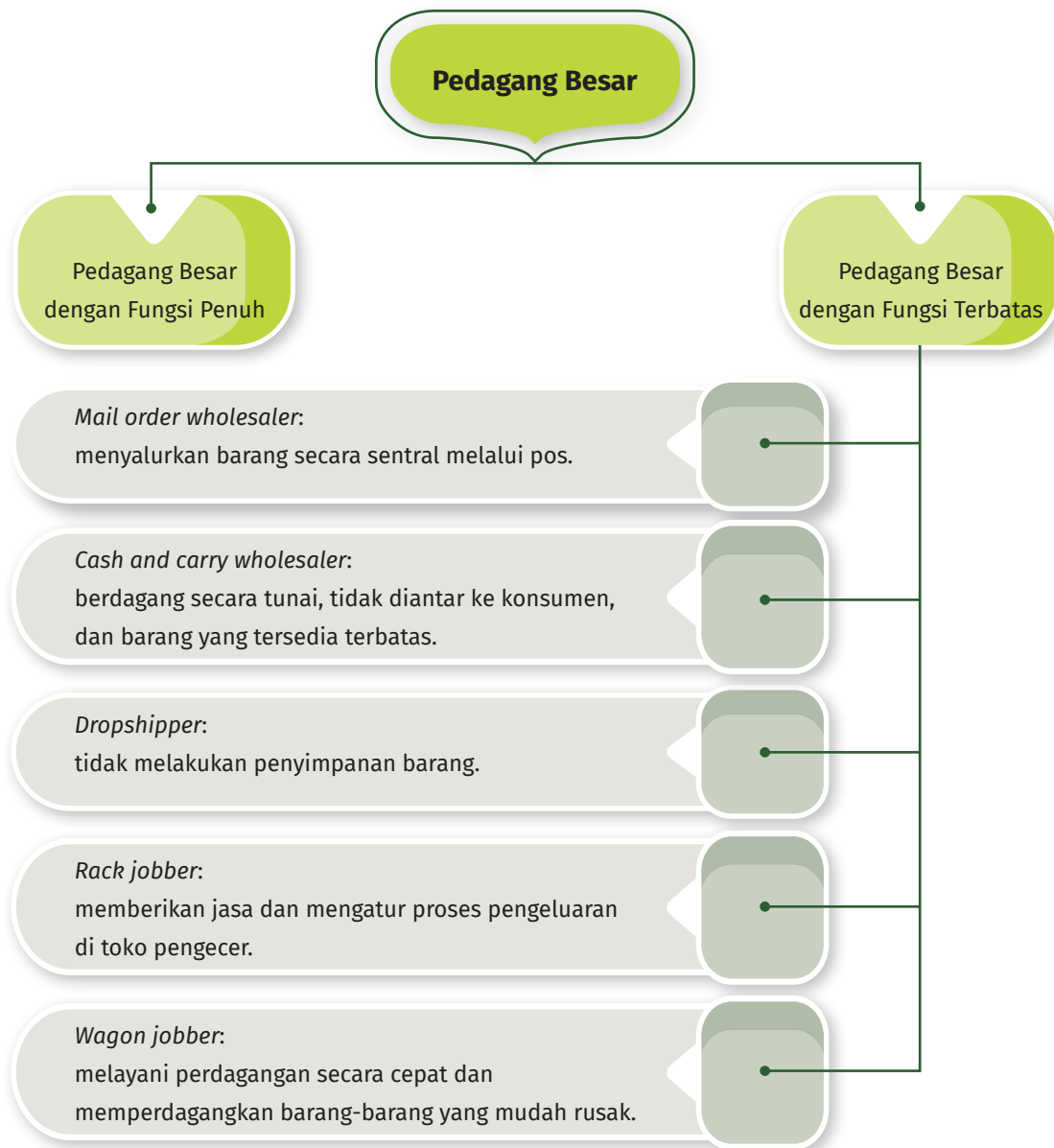
Produsen merupakan sebuah lembaga penyaluran yang berperan untuk pengadaan produk yang selanjutnya akan didistribusikan ke konsumen. Selanjutnya, produsen sebagai mata rantai pertama dalam rantai pemasaran bertugas mengumpulkan dan menyediakan produk yang akan didistribusikan kepada agen kedua. Dalam hal pendistribusian benih, peran produsen ialah mengusahakan dan menangani hasil panen sesuai kebutuhan pasar sehingga memenuhi kebutuhan konsumen.

2) Pedagang besar

Pedagang besar adalah pedagang yang membeli barang dalam jumlah besar dari produsen dan menjualnya kembali kepada pedagang eceran. Dalam hal pendistribusian benih, produk benih yang dihasilkan produsen akan disalurkan oleh pedagang besar kepada penyalur lain. Pedagang besar tidak menjual barang kepada konsumen akhir. Aktivitasnya hanya pada penjualan kepada pengecer, pengguna komersial, institusi, dan industri.



Berikut adalah pembagian pedagang besar pada kegiatan pemasaran.



Gambar 6.2 Pedagang Besar dan Pembagiannya

Catatan:

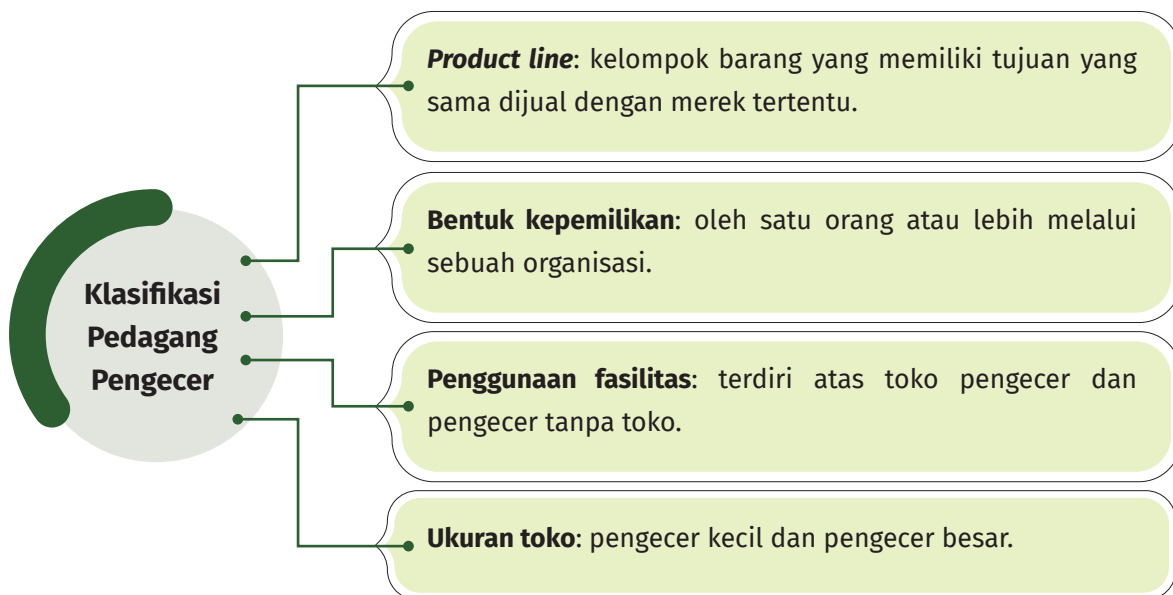
- Pedagang besar dengan fungsi penuh akan menjalankan semua fungsi sebagai pedagang besar.
- Pedagang besar dengan fungsi terbatas akan menjalankan beberapa fungsi saja. Adapun fungsi yang tidak dapat dijalankan, akan dijalankan oleh produsen ataupun pedagang pengecer.

Pedagang besar digolongkan kepada seberapa luas daerah yang dilayaninya. Semakin kecil daerah pelayanannya, maka semakin mudah barang sampai kepada pedagang pengecer. Penggolongan pedagang besar berdasarkan luas daerah yang dilayani, meliputi pedagang besar lokal, pedagang besar regional, dan pedagang besar nasional.

Pedagang besar yang terintegrasi ialah pedagang besar yang memadukan antara kegiatan produsen dan pedagang pengecer. Pedagang besar yang dipadukan dengan produsen dalam praktiknya ditemukan pada cabang perusahaan dan juga kantor penjualan. Sementara pedagang yang dipadukan dengan pedagang pengecer ada di organisasi toko berangkai.

3) Pedagang pengecer

Pada saluran distribusi, pedagang pengecer akan menyalurkan produk secara langsung kepada konsumen akhir. Pedagang pengecer dapat diklasifikasikan berdasarkan luasnya *product line* (lini produk), bentuk kepemilikan, penggunaan fasilitas, dan ukuran toko. Klasifikasi pedagang pengecer dijabarkan dalam gambar berikut.



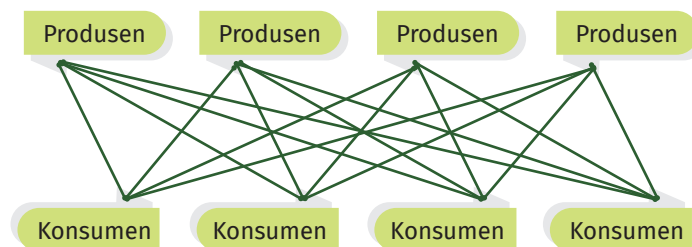
Gambar 6.3 Klasifikasi Pedagang Pengecer

d. Konsumen

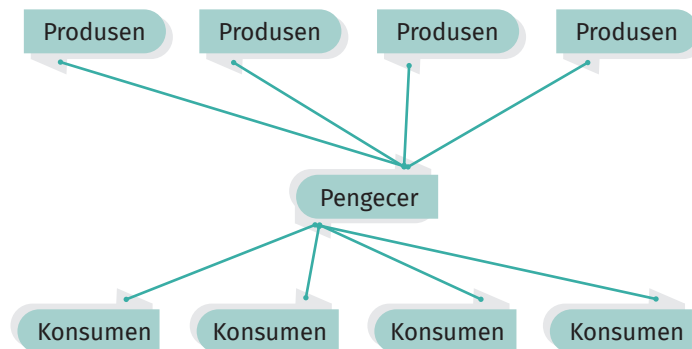
Konsumen diartikan sebagai pihak yang memakai produk yang telah disalurkan oleh pedagang atau pengecer. Konsumen adalah akhir dari saluran pemasaran. Dalam hal ini, termasuk petani penangkar yang berperan sebagai konsumen akhir dari penyaluran produk benih yang dijual.

3. Struktur Saluran Distribusi

Saluran distribusi mempunyai tujuan untuk memberikan pilihan kepada konsumen terkait dengan produk yang disediakan dan berasal dari produsen sehingga terbentuklah beberapa struktur saluran. Pada prinsipnya, saluran distribusi berfungsi untuk menyediakan produk dalam jumlah besar dengan variasi yang terbatas. Di samping itu, dengan pilihan produk yang luas dalam jumlah kecil sesuai keinginan konsumen. Untuk memenuhi pilihan konsumen, lembaga pemasaran saluran distribusi dapat mengumpulkan barang dari beberapa produsen. Gambar berikut menunjukkan bahwa dengan adanya lembaga pemasaran, maka jumlah transaksi yang terjadi akan lebih kecil bila dibandingkan dengan pemasaran secara langsung.



Pemasaran langsung memiliki 16 *contact line*.



Pemasaran dengan lembaga memiliki 8 *contact line*.

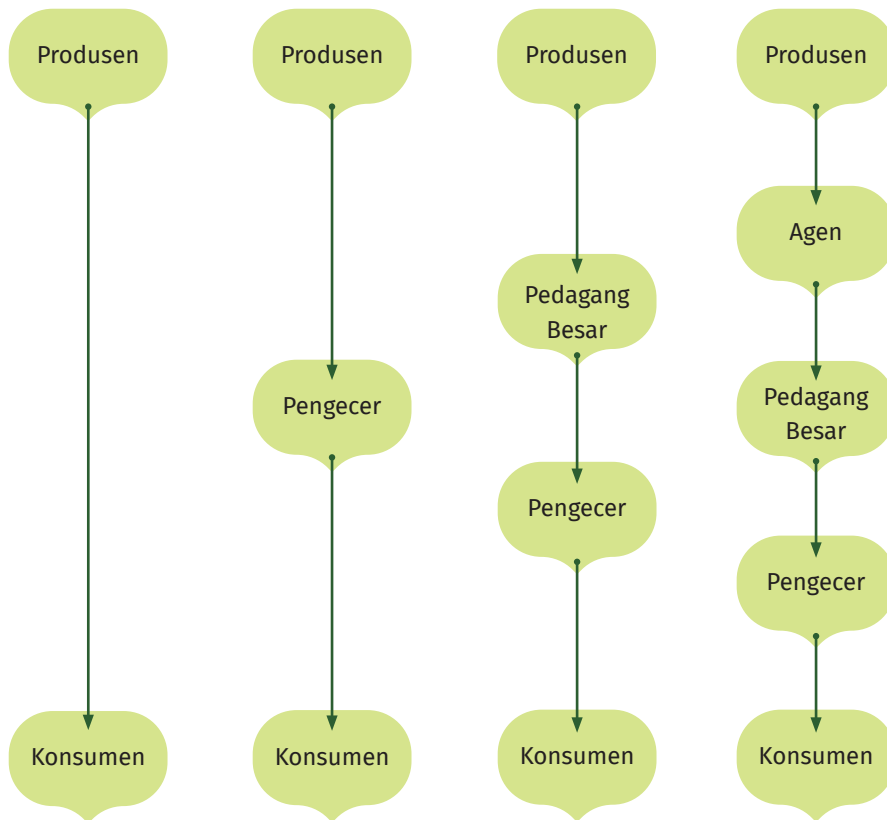
Gambar 6.4 Perbandingan *Contact Line* dengan dan Tanpa Lembaga Pemasaran

Sumber: Rosenbloom (1995)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa jika ada satu pengecer saja yang menyalurkan produk dari empat produsen kepada empat konsumen, dapat mengurangi jumlah *contact line* (saluran kontak) yang awalnya 16 menjadi 8. Apabila konsumen melakukan kontak dengan pengecer, akan muncul empat pilihan produk. Sementara apabila konsumen melakukan

kontak secara langsung dengan produsen, maka hanya mempunyai satu pilihan produk saja. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat dinyatakan bahwa dengan adanya satu pedagang pengecer dapat mengurangi *contact line* dan menambah pilihan produk kepada konsumen.

Pengembangan struktur saluran distribusi berhubungan langsung dengan pembagian tugas yang dijalankan oleh sebuah lembaga pemasaran, seperti dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar 6.5 Struktur Saluran Distribusi dengan Jumlah Lembaga Pemasaran yang Berbeda

Sumber: Rosenbloom (1995)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa kemungkinan adanya variasi saluran distribusi dengan panjang yang berbeda-beda. Kemudian, dimungkinkan terjadinya variasi lembaga yang terlibat selain panjang saluran yang berbeda. Panjang tidaknya saluran distribusi atau semakin banyak lembaga yang terlibat dalam proses distribusi, maka akan berpengaruh terhadap tugas yang dijalankan. Demikian juga sebaliknya, setiap lembaga akan lebih kompleks pekerjaannya apabila saluran pemasaran relatif lebih pendek.

4. Strategi Distribusi Produk

Distribusi benih tanaman yang efektif memerlukan perencanaan, manajemen, dan pengoptimalan proses. Hal ini untuk memastikan bahwa produk sampai ke konsumen dengan tepat waktu, kondisi barang tetap baik, dan biaya dapat dikendalikan. Berikut adalah beberapa metode strategi distribusi barang agar lebih efektif.

a. Perencanaan Rute yang Optimal



Gambar 6.6 Sebuah perusahaan logistik mengoptimalkan pelayanan logistik melalui udara.

Sumber: CKB Logistics/
Kompas (2024)

Penggunaan rute yang tepat merupakan suatu hal yang tak dapat terelakkan sehingga menjadi kunci kesuksesan dalam distribusi produk benih yang dihasilkan. Di samping itu, dapat mengurangi biaya operasional dan barang sampai ke konsumen dalam waktu yang relatif singkat.

Penerapan teknologi sistem pemetaan digital dan analisis data dapat membantu pada saat memilih rute terbaik dengan berpedoman kepada sistem lalu lintas, jarak tempuh, dan kondisi jalan. Manfaat dari teknologi ini ialah dapat mengoptimalkan lintas jalan pengiriman, terhindar dari kemacetan, dan dapat mengoptimalkan pelayanan waktu kepada konsumen. Dengan demikian, teknologi ini dapat memberikan keunggulan kompetitif dan menjaga kepuasan konsumen.

b. Penggunaan Teknologi Pelacakan *Real Time*



Gambar 6.7
Ilustrasi Memantau
dengan Teknologi
Real Time

Sumber: Summit
Arthropoda Creations /
Shutterstock/Kompas
(2023)

Penerapan teknologi pelacakan *real time* semakin memudahkan para pedagang dalam pendistribusian barang. Teknologi ini membantu produsen dalam pelacakan pergeseran produk secara tepat, akurat, dan instan. Data dapat terus diperbarui secara *real time*. Selain itu, pengambilan keputusan dapat diambil secara tepat sasaran, pemilik barang dapat merespons dengan cepat terhadap perubahan rencana atau gangguan, optimalisasi rute, dan terhindar dari keterlambatan barang yang tidak diinginkan. Pemanfaatan teknologi ini dalam dunia distribusi menjadi kunci agar lebih efisien, tepat waktu, dan dapat memenuhi tingkat kepuasan konsumen secara lebih baik dan berkelanjutan.

c. Konsolidasi Pengiriman Barang

Strategi konsolidasi pengiriman barang telah menjadi strategi penting dalam proses pendistribusian produk. Strategi ini merupakan suatu upaya untuk meminimalkan biaya pengiriman agar lebih efisien dan mengurangi dampak lingkungan. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan menggabungkan beberapa pengiriman menjadi satu sehingga produsen atau pedagang dapat mengoptimalkan penggunaan ruang dan sumber daya yang tersedia. Konsolidasi ini memberi manfaat pada penggunaan lalu lintas dan menghindari keterlambatan proses distribusi barang.

d. Memilih Moda Transportasi yang Tepat



Gambar 6.8 Truk Pengangkut Barang

Sumber: Siwakorn 1933/
Shutterstock/Kompas (2021)

Memilih moda transportasi yang tepat sudah menjadi pilar penting dalam strategi pendistribusian produk. Pemilihan jalur pengiriman produk, baik melalui darat, laut, maupun udara akan berpengaruh secara signifikan pada pembiayaan dan efisiensi pendistribusian produk. Dengan strategi ini, pedagang dapat merespons kebutuhan distribusi secara cerdas dan efisien dalam operasional sehingga dapat menjaga kepuasan konsumen dengan baik dan berkelanjutan.

e. Bermitra dengan Pihak Ketiga

Dalam strategi pendistribusian produk, bermitra dengan pihak ketiga telah menjadi langkah penting. Pihak ketiga sebagai penyedia layanan logistik yang disebut sebagai perusahaan kurir, dalam dunia bisnis dapat membantu pedagang fokus pada inti bisnisnya. Pihak ketiga telah teruji dengan infrastruktur dan keahliannya sehingga memungkinkan proses pengiriman produk benih secara tepat waktu dan lebih efisien. Penggunaan strategi ini dapat mengurangi biaya investasi terkait dengan pemanfaatan teknologi dan penggunaan sumber daya. Memercayakan distribusi kepada pihak perusahaan kurir dapat mencapai efisiensi lebih tinggi dan dapat memastikan bahwa kepuasan konsumen dapat terjaga dengan baik dan berkelanjutan.

f. Penyimpanan Barang yang Strategis

Penyimpanan barang yang strategis merupakan fondasi utama dalam kesuksesan melakukan distribusi barang. Lokasi penyimpanan barang yang strategis harus diupayakan oleh pedagang atau produsen untuk meminimalkan biaya pengiriman dan waktu pengiriman. Hal ini dapat membantu dalam pengaturan stok barang yang lebih efisien dengan memastikan stok produk tersedia sesuai dengan waktu yang diperlukan. Melalui penyimpanan barang strategis ini, pedagang dapat meningkatkan efisiensi, hemat biaya, dan dapat memberikan pelayanan yang lebih baik bagi konsumen.

g. Penggunaan Data Analitik

Penggunaan data analitik menjadi hal penting dalam pendistribusian produk kepada pihak konsumen. Pada era digital ini, data telah menjadi aset yang begitu penting dan berharga untuk menemukan wawasan dan pola yang tepat dalam rantai pasok. Pedagang dapat menganalisis data pengiriman, permintaan konsumen, dan jarak tempuh mengantar produk. Di samping itu, pedagang dapat mengatur persediaan barang dengan tepat, merencanakan rute pengiriman barang yang lebih efektif, dan perubahan pasar dapat direspons dengan cepat.

h. Investasi dalam Teknologi dan Automasi



Gambar 6.9 Ilustrasi Industri 4.0

Sumber: Shutterstock/Kompas (2019)

Pada era digital ini, berinvestasi dengan memanfaatkan teknologi dan automasi sudah menjadi pilar penting dalam menerapkan strategi distribusi. Pedagang perlu mengadopsi solusi automasi yang dapat membantu proses distribusi lebih efisien. Mengapa hal tersebut dilakukan? Sebab permintaan yang terus berubah dengan persaingan pasar yang sangat ketat. Dengan penggunaan teknologi dan automasi yang tepat, maka strategi distribusi barang dapat mencapai tingkat efisiensi yang lebih tinggi.

i. Melatih dan Meningkatkan Keterampilan Karyawan

Agar sukses dalam distribusi produk, maka melatih dan meningkatkan keterampilan karyawan menjadi strategi penting untuk dilakukan. Karyawan yang terlatih dengan baik memiliki pemahaman yang mendalam tentang proses distribusi, teknologi terbaru, dan praktik terbaik dalam manajemen rantai pasok. Karyawan dapat mengatasi tantangan dengan lebih baik kepada konsumen. Pelatihan juga dapat meningkatkan kepuasan karyawan, meningkatkan aktivitas, dan mengurangi tingkat kesalahan. Investasi ini merupakan investasi jangka panjang dan memastikan bahwa perusahaan siap menghadapi tantangan yang akan terjadi pada masa mendatang.

j. Mengukur Kinerja dan Perbaikan Berkelanjutan

Pengukuran kinerja dan perbaikan berkelanjutan merupakan langkah penting dalam strategi distribusi produk yang efektif. Pengukuran kinerja membantu dalam memastikan distribusi berjalan sesuai target dan tujuan perusahaan. Sementara itu, perbaikan berkelanjutan memungkinkan perusahaan untuk terus-menerus meningkatkan proses distribusi, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepuasan konsumen. Dalam dunia perdagangan yang terus berkembang, investasi ini membantu perusahaan tetap kompetitif dan responsif terhadap perubahan pasar.

Efisiensi distribusi akan tercapai apabila produksi yang dihasilkan oleh produsen dan disalurkan oleh para distributor memenuhi kriteria sebagai berikut.

a. Tepat Waktu

Distributor harus tepat waktu dalam menyediakan benih tanaman. Apabila benih tidak tepat waktu datang ke lokasi penanaman petani, maka petani akan mencari sumber benih yang lain. Kondisi demikian tentu akan merugikan pihak industri benih. Apabila ketepatan waktu tidak tercapai, petani akan merasa kurang diperhatikan.

b. Tepat Jumlah

Sulit bagi industri benih memprediksi kebutuhan benih petani. Hal ini disebabkan oleh realisasi tanam dan panen tidak tepat. Selisih antara area tanam dan area panen yang menunjukkan target ketetapan jumlah benih yang akan disalurkan ke pengguna produk benih belum sepenuhnya terpenuhi. Di samping itu, kegagalan panen dan tidak lulusnya pengujian sertifikasi menyebabkan target tepat jumlah tidak dapat diprediksi secara tepat.



c. Tepat Mutu

Disiplin, teliti, dan taat asas sangat penting bagi pelaku produksi benih, baik unit pengolahan maupun di jajaran produksi lapangan. Kontaminasi genetik harus dihindari sejauh mungkin oleh industri benih sejak awal penyelenggaraan produksi benih di lapangan. Suatu keharusan menggunakan benih sumber yang jelas varietas dan kelasnya serta menjaga jarak dengan sumber kontaminan varietas lain. Di samping itu, berhati-hati dalam proses pemanenan dan proses penanganan selanjutnya. Khusus mutu genetik, harus benar-benar menunjukkan identitas genetik yang tepat sesuai informasi pada label yang terpasang.



Kasus 6.1

Petani di Desa Wonokerto mendapat beberapa kendala dalam penggunaan benih padi hibrida. Tersedianya benih padi hibrida yang melimpah dari pemerintah menjadi permasalahan bagi petani. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan lahan yang dimiliki oleh para petani setempat. Produktivitas benih padi hibrida yang digunakan oleh petani sebelumnya dinilai cukup tinggi dengan bulir beras berukuran lebih kecil dibanding dengan varietas inbrida. Faktor lingkungan penanaman, seperti cuaca dan kondisi tanah juga menjadi salah satu kendala yang dihadapi petani di Desa Wonokerto. Benih padi hibrida dengan harga sekitar Rp125.000,00–Rp130.000,00 per kilogram tergolong mahal. Namun, hal ini tidak terlalu dipermasalahkan oleh petani karena kualitas beras yang dihasilkan lebih bagus. Harga jual gabah untuk padi hibrida dan inbrida sama serta mudah untuk dipasarkan.

Apa kaitannya antara penyaluran benih padi hibrida di Desa Wonokerto melimpah dengan strategi distribusi benih?



Aktivitas 6.1

Observasi kepada Petani Pemakai Benih

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait teknik distribusi benih bersertifikat.

Langkah kerja:

1. Pastikan lahan petani pemakai benih bersertifikat yang akan dikunjungi dapat dijangkau.
2. Beritahukan kepada orang tua/wali tentang rencana kegiatan observasi yang akan dilaksanakan.
3. Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok, terdiri atas 3-4 orang.
4. Lakukan observasi kepada petani pemakai benih bersertifikat di lahan pertanian mereka.
5. Cari informasi tentang hal-hal sebagai berikut.
 - a. Apakah benih yang ditanam memiliki label?
 - b. Bagaimana cara memperoleh atau membeli benih tersebut?
 - c. Berapa lama waktu pesanan hingga benih itu diterima?
 - d. Apakah benih tersebut sesuai dengan keterangan di label yang ditempel pada kemasan?
6. Selain beberapa pertanyaan di atas, silakan ajukan pertanyaan lain yang masih berhubungan dengan pendistribusian benih jika informasi yang diperoleh masih kurang.
7. Catat semua jawaban yang diberikan oleh petani tersebut.
8. Diskusikan bersama teman kelompokmu.
9. Ambil kesimpulan dari hasil wawancara dengan petani dan buat laporan kegiatannya.
10. Kumpulkan tugas kelompok tersebut kepada guru untuk diberi penilaian.



B. Pemasaran Benih

1. Definisi Pemasaran

Pemasaran adalah suatu usaha dalam menyampaikan atau menyediakan barang dan jasa yang tepat kepada orang-orang yang tepat, pada waktu yang tepat, serta harga yang tepat dengan komunikasi dan promosi yang tepat.

Proses pemasaran benih ada yang berlangsung secara sederhana dan ada yang berlangsung secara kompleks. Pemasaran benih yang telah bersertifikat biasanya dilakukan di bawah pengawasan pemerintah (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan) serta tunduk kepada ketentuan dan peraturan pemerintah. Ketentuan dan peraturan pemerintah tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Para pedagang atau penyalur benih harus terdaftar pada pemerintah. Pendaftaran dilakukan di Badan Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) yang ada di bawah Subdirektorat Pembina Mutu Benih, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan. Pedagang harus menunjukkan surat izin usaha dan surat izin tempat usahanya yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah setempat.
- b. Benih-benih yang dipasarkan atau ditawarkan harus berlabel dan terpelihara dengan sebaik-baiknya.
- c. Benih-benih yang dipasarkan atau ditawarkan harus selalu memenuhi standar kualitas minimum yang ditentukan pemerintah.

2. Strategi Pemasaran

Pemasaran benih akan berhasil dengan baik apabila ditunjang oleh strategi pemasaran yang tepat. Strategi tersebut meliputi analisis, perencanaan, implementasi, dan pengendalian yang dirancang sedemikian rupa demi memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.

Strategi pemasaran dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu sebagai berikut.

a. Strategi Produk

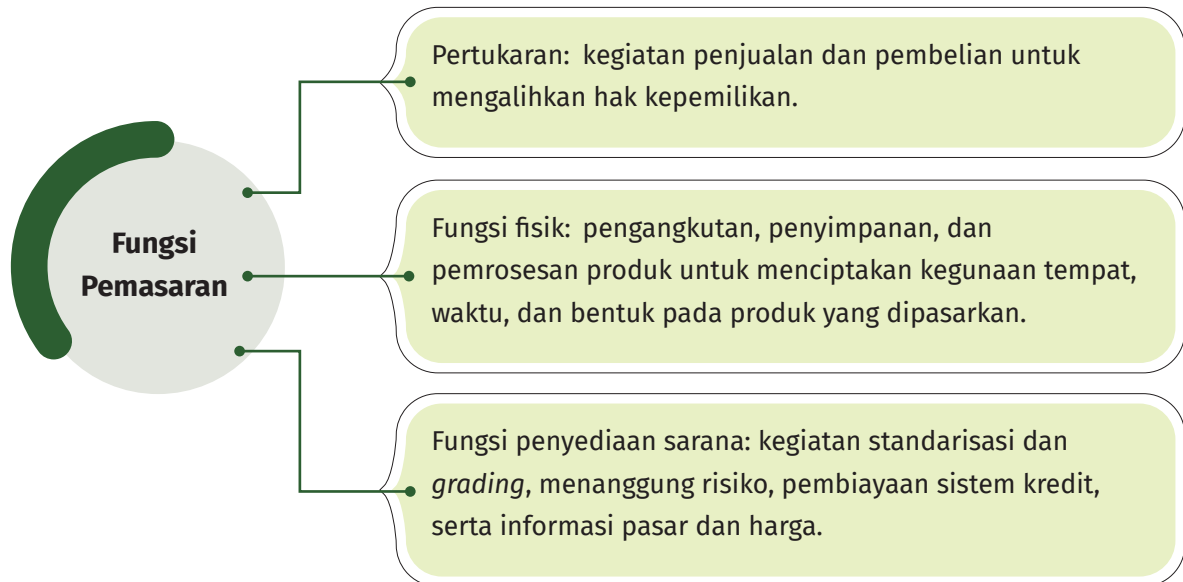
Untuk strategi produk ini, benih dapat dikategorikan sebagai barang yang dapat disimpan sampai batas waktu tertentu sesuai dengan perlakuan dan penanganan benih yang dilakukan. Contoh penanganan benih ialah pengemasan benih yang dilakukan oleh produsen benih selama ini. Berbeda halnya dengan benih yang tidak dikemas dan tidak dilakukan perlakuan sama sekali, seperti benih yang disimpan oleh masyarakat.

b. Penggunaan Benih

Penggunaan benih dikategorikan sebagai barang industri dan barang yang digunakan secara rutin oleh penangkar benih tanaman untuk ditanam.

3. Fungsi Pemasaran

Fungsi pemasaran produk dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu sebagai berikut.



Gambar 6.10 Fungsi Pemasaran

4. Strategi Harga

Produsen atau perusahaan benih harus menetapkan harga untuk pertama kalinya, yaitu ketika: (1) produsen benih mengembangkan atau memperoleh suatu produk benih baru, (2) produsen benih baru pertama kalinya memperkenalkan produk regulernya ke saluran distribusi atau daerah baru, dan (3) produsen benih akan mengikuti lelang atas suatu kontrak kerja baru.

Harga produk menjadi suatu hal yang sangat penting, termasuk dalam kegiatan pertukaran pemasaran. Berikut ada enam metode penetapan harga yang dapat dilakukan.

- a. Menetapkan harga *mark-up*. Metode penetapan harga paling mendasar ialah dengan menambahkan *mark-up* standar pada biaya produk.

$$\text{Harga mark-up} = \frac{\text{Biaya per unit}}{(1 - \text{pengembalian atas penjualan yang diinginkan})}$$

- b. Menetapkan harga standar berdasarkan harga pengembalian. Metode ini dapat menghasilkan tingkat pengembalian atas investasi yang diinginkan.

$$\text{Harga} = \text{Biaya per unit} + \frac{\text{Tingkat pengembalian} \times \text{Modal yang diinvestasikan}}{\text{Unit penjualan}}$$

- c. Menetapkan harga berdasarkan nilai yang dipersepsikan. Metode ini bagus digunakan karena melihat persepsi nilai pembeli, bukan pada biaya penjual sebagai kunci penetapan harga.
- d. Menetapkan harga nilai. Metode ini menyatakan harga nilai harus mewakili atau penawaran bernilai tinggi bagi konsumen.
- e. Menetapkan harga sesuai dengan harga yang berlaku. Dalam hal ini, produsen kurang memperhatikan biaya atau permintaan sendiri, tetapi berdasarkan harganya terutama harga pesaing.
- f. Menetapkan harga dengan penawaran tertutup. Metode ini menetapkan harga kompetitif. Umumnya digunakan jika perusahaan melakukan penawaran tertutup atas suatu proyek.

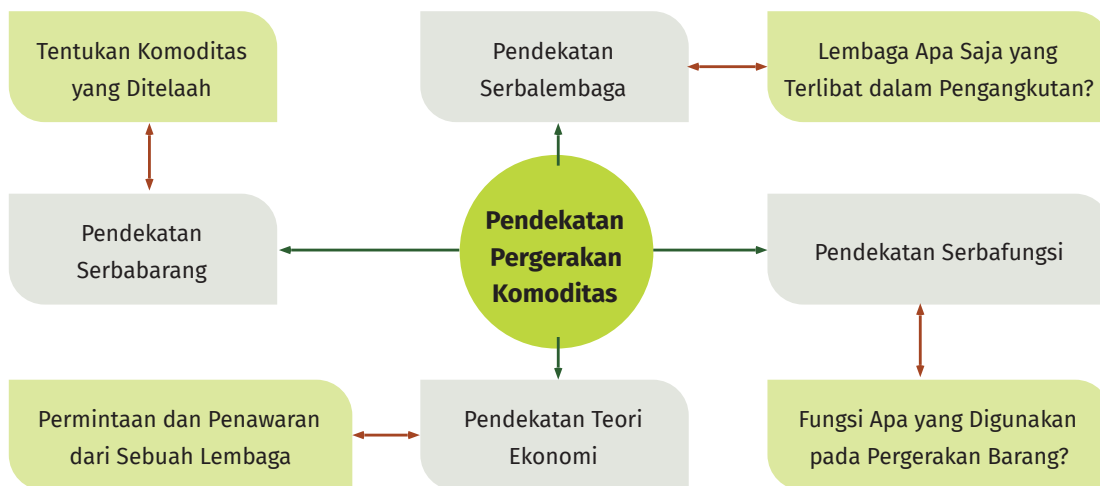
5. Strategi Promosi

Strategi promosi adalah tindakan perencanaan, implementasi, dan pengendalian komunikasi dari organisasi kepada konsumen dan target audiens lainnya. Strategi promosi mengombinasikan periklanan, penjualan tatap muka, promosi penjualan, hubungan masyarakat, serta pemasaran langsung dalam suatu program terkoordinasi untuk berkomunikasi dengan pembeli dan pihak lainnya yang memengaruhi keputusan pembelian. Kegiatan promosi berpengaruh besar terhadap pencapaian keberhasilan penjualan produsen benih.

Kegiatan promosi mempunyai tujuan sebagai berikut.

- Melahirkan kesadaran pembeli terhadap suatu produk.
- Memengaruhi pembeli terhadap produk dari suatu perusahaan.
- Meningkatkan preferensi pembeli terhadap produk dari suatu segmen yang dipilih.
- Tingkat penjualan meningkat dari pangsa pasar untuk suatu segmen sasaran khusus atau calon konsumen sasaran.
- Meyakinkan dan mendorong konsumen untuk mencoba suatu produk yang baru dihasilkan.
- Suatu cara untuk menarik konsumen-konsumen baru.
- Mempercepat sampainya informasi tentang produk yang dihasilkan di masyarakat atau konsumen.

Proses pergerakan komoditas menggunakan beberapa pendekatan, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 6.11 Proses Pergerakan Komoditas dengan Beberapa Pendekatan

6. Margin Pemasaran

Margin pemasaran diartikan sebagai perbedaan harga di tingkat produsen (P_f) dengan harga di tingkat eceran atau konsumen (P_r). Perhitungan secara matematis terkait margin dan profit margin dapat menggunakan rumus berikut.

$$m_{ji} = P_{si} - P_{bi} \text{ atau } m_{ji} = b_{ti} + \pi_i \dots\dots\dots (1)$$

Total margin pemasaran adalah:

$$M_{ji} = \sum_{i=1}^n m_{ji} \text{ atau } M_{ji} = P_r - P_f \dots\dots\dots (2)$$

Rasio profit margin (RPM):

$$RPM = \frac{\pi_i}{b_{ti}} \dots\dots\dots (3)$$

dengan:

- m_{ji} = margin tingkat lembaga pemasaran tingkat ke-i
- P_{si} = harga penjualan lembaga pemasaran tingkat ke-i
- P_{bi} = harga pembelian lembaga pemasaran tingkat ke-i
- B_{ti} = biaya pemasaran lembaga pemasaran tingkat ke-i
- π_i = keuntungan lembaga pemasaran tingkat ke-i
- M_{ji} = total margin pemasaran
- P_r = harga pada tingkat konsumen
- P_f = harga pada tingkat petani produsen

Keterangan:

Jika nilai RPM relatif menyebar merata pada berbagai tingkat pemasaran, itu merupakan cerminan dari sistem pemasaran yang efisien. Jika selisih RPM antarlembaga pemasaran sama dengan nol, sistem pemasaran tersebut efisien. Demikian juga sebaliknya, jika selisih RPM lembaga pemasaran tidak sama dengan nol, sistem pemasaran tidak efisien.



Kasus 6.2

Kelompok Tani Karya Tani di samping menjual benih dalam bentuk biji dalam kemasan 5 kg, juga menjual benih yang sudah disemai terlebih dahulu dalam tempat persemaian. Kemudian, disalurkan di kiosnya sendiri dan juga dijual ke pedagang pengecer lainnya. Dari analisis usaha tani yang dilakukan, ternyata penjualan benih dengan cara penyemaian terlebih dahulu lebih bermanfaat dan menguntungkan dibanding dengan penjualan benih dalam bentuk biji dalam kemasan.

Harga benih 5 kg kelas Benih Pokok (BP) Rp50.000,00 – Rp60.000,00	Disebar menjadi 15 kotak (ukuran 0,4 x 1 m)
	Harga jual per kotak: Rp20.000,00
	Harga kotak: Rp7.500,00 (dapat digunakan 7-10 kali)
	Biaya perawatan per kotak: Rp11.125,00
	Kegiatan perawatan dalam persemaian: a. Media tanam, penebaran benih, penyiraman setiap hari, sampai basah betul. b. Umur tanaman dalam kotak 20–25 hari.
	Kesimpulan: lebih untung yang dijual dalam bentuk penyemaian. (Keuntungan bisa mencapai 100%)

Kegiatan penjualan benih yang telah disemai lebih menguntungkan penjual karena benih yang tidak terjual dalam bentuk biji kemasan dapat dijual benih setelah semai dan mendapat untung yang berlipat ganda. Sementara keuntungan bagi petani, mereka tidak lagi melakukan penyemaian benih, tetapi langsung dapat menanam sehingga risiko benih gagal tumbuh tidak terjadi. Petani langsung menyiapkan lahan penanaman sehingga efisiensi waktu dapat diminimalisasi.

Apakah semua benih tanaman bersertifikat dapat dijual dalam bentuk benih yang sudah tumbuh?





Aktivitas 6.2

Observasi kepada Pedagang Pengecer

Setelah melakukan observasi, kamu mampu mendapatkan informasi atau data terkait penjualan benih bersertifikat di tingkat pedagang pengecer.

Langkah kerja:

1. Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok, terdiri atas 3-4 orang.
2. Lakukan observasi kepada pedagang pengecer yang menjual benih tanaman berlabel (bersertifikat) yang ada di sekitar tempat tinggal kalian.
3. Lakukan wawancara dengan menanyakan hal-hal sebagai berikut.
 - a. Benih apa yang laris terjual?
 - b. Berapa harga per kilogram benih?
 - c. Berapa kilogram benih yang terjual per bulan atau per musim tanam?
4. Selain beberapa pertanyaan di atas, silakan ajukan pertanyaan lain yang masih berhubungan dengan penjualan benih bersertifikat jika informasi yang diperoleh masih kurang.
5. Catat semua jawaban yang diberikan oleh pedagang pengecer tersebut.
6. Diskusikan bersama anggota kelompok dan simpulkan.
7. Presentasikan di depan kelompok lain secara bergantian.
8. Buatlah laporan kegiatannya.
9. Kumpulkan tugas kelompok tersebut kepada guru untuk diberi penilaian.



Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

1. Pemasaran benih akan berhasil dengan baik apabila ditunjang oleh strategi yang tepat. Strategi yang dimaksud adalah
 - a. analisis
 - b. promosi
 - c. nilai jual
 - d. kreativitas
 - e. jenis pasar
2. Perusahaan atau produsen benih perlu menetapkan harga untuk pertama kalinya pada setiap jenis produk yang baru untuk diperkenalkan. Jenis produk tersebut termasuk dalam kategori
 - a. produsen ingin menjual barang dalam jumlah banyak
 - b. produsen akan mengikuti lelang pada suatu kontrak kerja baru
 - c. produsen sedang merespons konsumen dalam menentukan pilihan
 - d. produsen akan menandatangani kontrak kerja dengan mitra
 - e. produsen memperluas wilayah promosi untuk mencari konsumen
3. Promosi produk benih bersertifikat berpengaruh besar terhadap pencapaian keberhasilan penjualan di kalangan produsen benih. Berikut yang *tidak* termasuk strategi promosi adalah
 - a. periklanan
 - b. publisitas
 - c. evaluasi pasar
 - d. penjualan personal (tatap muka)
 - e. kombinasi periklanan
4. Produsen benih dapat menyimpan benih tertentu sesuai dengan perlakuan dan penanganan benih yang dilakukan. Contoh perlakuan benih untuk disimpan adalah
 - a. pencatatan benih
 - b. uji vigor benih



- c. pencampuran benih
 - d. pengemasan benih
 - e. perendaman benih
5. Produsen penangkaran benih bersertifikat melakukan kegiatan pemasaran untuk menjual benihnya ke konsumen. Proses pemasaran yang dilakukan biasanya di bawah pengawasan
- a. perseroan komanditer
 - b. balai penyuluhan pertanian
 - c. kelompok tani pedesaan
 - d. konsultan bidang pertanian
 - e. dinas pertanian dan ketahanan pangan

B. Soal Uraian

1. Seorang produsen benih dalam menjual benihnya selalu berupaya untuk membentuk saluran distribusi. Apa manfaat dari membentuk saluran distribusi bagi produsen?
2. Produsen benih menyalurkan benih kepada lembaga penyalur (pedagang besar). Pedagang besar akan menjual benih ke pedagang pengecer. Selanjutnya, akan dijual ke konsumen pemakai. Bagaimana pendapatmu jika produsen benih menjual langsung ke konsumen pemakai?
3. Menerapkan teknologi pemetaan digital dan analisis data dapat membantu pada saat memilih rute terbaik dengan berpedoman kepada sistem lalu lintas, jarak tempuh, dan kondisi jalan. Menurutmu, apa manfaat dari menerapkan sarana teknologi tersebut dalam distribusi benih ke konsumen?
4. Dalam pendistribusian produk benih, pihak ketiga yang disebut dengan perusahaan kurir, dapat membantu pedagang fokus pada inti bisnisnya. Faktor apa yang menyebabkan perusahaan kurir dapat dijadikan sebagai mitra kerja pendistribusian barang?
5. Seorang pekerja distribusi benih telah memiliki pemahaman yang mendalam tentang proses distribusi, teknologi terbaru, dan praktik dalam manajemen rantai pasok sehingga dapat mengatasi tantangan dengan baik kepada pelanggan. Apa dampak positif dari pekerja tersebut terhadap proses distribusi benih ke konsumen?





Pengayaan

Setelah kamu mempelajari materi Bab VI tentang pendistribusian dan pemasaran benih bersertifikat, maka untuk meningkatkan wawasan dan keilmuan, kamu dapat melakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Mempelajari secara mandiri melalui internet dengan memindai kode QR berikut.



https://www.youtube.com/watch?v=zSP_xC3yUQ4

Pemasaran Benih dan Survei Toko Pertanian



<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=9qQvKqsChWo>

Pemasaran Benih Padi Varietas Baru Melalui Media Online



2. Melakukan observasi ke perusahaan atau industri yang bergerak di bidang distribusi dan pemasaran benih.



Refleksi

Setelah mempelajari semua materi pada bab ini, saatnya kamu merefleksikan hasil belajar dengan mencentang pada kolom pemahaman. Centang kolom “Ya” apabila kamu telah memahami materi yang telah dipelajari. Sebaliknya, centang kolom “Belum” apabila kamu belum memahami materi dan perlu mengulanginya dengan meminta kepada gurumu untuk mendampingi.

Tabel 6.1 Refleksi Pembelajaran Bab VI

Materi yang Telah Saya Pelajari	Pemahaman Saya	
	Ya	Belum
Pendistribusian Benih Bersertifikat		
Pemasaran Benih Bersertifikat		

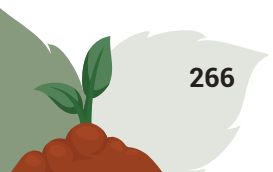


Glosarium

after ripening	dormansi benih yang tidak mampu berkecambah ketika baru dipanen dan baru dapat berkecambah setelah melewati periode penyimpanan kering.
agen	seseorang atau sebuah perusahaan perantara yang mengusahakan penjualan bagi perusahaan lain; perwakilan.
agroekosistem	suatu ekosistem pertanian yang di dalamnya terdapat komponen organisme dan abiotik dalam suatu lahan pertanian.
akuifer	lapisan bawah tanah yang mengandung air dan mampu mengalirkan air.
anteses	periode bunga ketika mahkota bunga dan organ reproduksinya sepenuhnya terbuka dan fungsional.
benih campuran	sejumlah benih yang terdiri atas dua atau lebih jenis dan/atau varietas masing-masing terdiri lebih dari lima persen.
benih generatif	benih yang berasal dari biji, yaitu hasil peleburan antara gamet jantan dengan gamet betina.
benih murni	segala macam biji-bijian yang berasal dari suatu jenis yang sedang diuji, baik mengerut, belah, atau rusak, ataupun bagian pecahan biji dengan ukuran yang lebih besar dari setengah ukuran asli.
blas	jenis penyakit yang menyerang tanaman padi, disebabkan oleh jamur <i>Pyricularia oryzae</i> ; penyakit ini dikenal dengan leher busuk beras.
breeding tanaman	perpaduan antara seni dan ilmu dalam proses merakit keragaman genetik dari suatu populasi tanaman jenis tertentu sehingga menjadi tanaman baru yang lebih unggul dari induknya.
desikator	alat untuk menghilangkan kadar air pada suatu sampel uji.
dorman	keadaan benih mengalami masa tidur, benih tidak akan mengalami pertumbuhan atau perkecambahan walaupun ditanam dalam kondisi yang optimum.
ekserisi malai	keluarnya malai dari batang tanaman; karakter tersebut dapat diamati antara fase matang susu hingga pematangan.
ekstraksi	memisahkan biji dari daging buah, kulit buah, dan tangkai malai.
fermentasi anaerobik	proses penguraian bahan organik tanpa oksigen yang menghasilkan biogas dan pupuk organik.
fisiologis benih	interaksi antara faktor genetik dan lingkungan tumbuh tempat benih dihasilkan.
fungisida sistemik	fungisida yang diserap oleh tanaman dan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman, termasuk daun, batang, dan akar.
fusi protoplas	salah satu metode persilangan atau hibridisasi tanaman dengan memanfaatkan rekayasa genetika konvensional.



galur	tanaman yang varietasnya belum dilepas berdasarkan hasil pemuliaan yang telah diseleksi dan diuji.
gamet	sel kelamin atau disebut juga sebagai sel reproduksi dari organisme.
gembor	penyiram tanaman dalam wadah berbentuk seperti cerek besar yang biasanya memiliki pegangan dan corong.
genotif	suatu istilah yang menyatakan keadaan genetik dari sekumpulan individu atau satu individu.
gen resesif	suatu gen yang ditutupi oleh gen yang lebih dominan sehingga sifat yang ada di bawahnya tidak muncul pada keturunannya.
germinator	alat yang digunakan sebagai tempat benih untuk berkecambah dengan lingkungan perkecambahan yang sesuai benih berkecambah.
girdled	penghilangan atau cedera melingkar pada kulit kayu (terdiri atas kambium gabus atau <i>phellogen</i> , floem, kambium, dan terkadang juga xilem) dari cabang atau batang tanaman berkayu.
headband magnifier	kaca pembesar yang diikat di kepala; dapat digunakan untuk kegiatan membaca, kerajinan, dan pekerjaan lainnya.
hibrida	generasi hasil persilangan
homogenitas	keseragaman benih
homozigot	pewarisan alel yang identik dengan kedua orang tua biologis.
imbibisi	proses penting dalam perkecambahan benih, yaitu air masuk ke dalam benih melalui pori-pori dan menyebabkan benih membengkak.
jajar legowo	salah satu sistem penanaman padi di Indonesia dengan mengatur jarak tanam antarbenih pada saat penanaman.
kalus	jaringan baru yang terbentuk pada luka tanaman, sering kali terjadi pada setek atau tanaman yang disambung.
kelobot	kulit jagung atau daun pembungkus tongkol jagung.
kokopit	jenis media tanam organik yang terbuat dari serbuk sabut kelapa dan kaya manfaat untuk memacu pertumbuhan tanaman.
kompos	hasil dari proses dekomposisi bahan organik, seperti limbah pertanian, yang digunakan sebagai pupuk alami untuk meningkatkan kesuburan tanah.
larutan buffer	larutan penyangga; larutan kimia yang mampu mempertahankan kestabilan pH (konsentrasi ion hidrogen) meskipun ada penambahan asam atau basa ke dalamnya.
macak-macak	kondisi tanah dalam keadaan lembap, tetapi tidak tergenang air; kondisi seperti ini dapat menyediakan oksigen bagi tanah.
malai	untaian (bunga, butir padi, gandum, dan sebagainya), disebut juga sebagai perbungaan tanaman yang bercabang-cabang, setiap cabang memiliki bunga yang bertangkai, mekar secara bergantian dari arah bawah ke atas.
mark-up	sebuah upaya untuk menaikkan harga produk di atas harga beli atau produksi total agar menghasilkan keuntungan bagi perusahaan.



miselium	kumpulan hifa bercabang seperti benang yang membentuk bagian vegetatif jamur yang berfungsi sebagai penyerap makanan.
mulsa	bahan penutup tanah pada tanaman budi daya untuk menjaga kelembapan tanah serta menekan pertumbuhan gulma dan penyakit sehingga tanaman tersebut tumbuh dengan baik.
open source	<i>software</i> yang membuka/membebasikan <i>source code</i> -nya untuk dilihat oleh orang lain dan membiarkan orang lain mengetahui cara kerja <i>software</i> tersebut dan sekaligus memperbaiki kesalahan atau kekurangan pada <i>software</i> tersebut.
patologis	studi tentang penyakit pada benih untuk mengetahui faktor penyebab penyimpangan fungsi benih.
pelet benih	penambahan berbagai bahan bersama dengan pengisi dalam lapisan terpisah pada permukaan benih yang mengubah volume dan bentuk benih.
pembiakan generatif	proses perkembangbiakan melalui proses penyerbukan atau pembuahan; pembiakan secara kawin.
pendangiran	kegiatan untuk menggemburkan tanah di sekitar tanaman guna memperbaiki struktur tanah dan memacu pertumbuhan tanaman.
penyiangan	kegiatan pembersihan gulma atau tanaman liar yang tumbuh di sela-sela tanaman yang dibudidayakan.
penyulaman	kegiatan mengganti tanaman yang mati, rusak, atau tidak sehat dengan bibit yang baru.
perkolasi	proses masuk atau menembusnya air pada lapisan permukaan tanah secara gravitasi hingga mencapai lapisan tanah yang dalam keadaan jenuh air.
polimer	teknologi pelapisan benih yang bertujuan meningkatkan keseragaman benih.
real time	waktu nyata; istilah yang menggambarkan tentang suatu sistem atau proses yang dilakukan secara langsung atau hampir langsung tanpa penundaan.
rootstock	bagian tanaman yang digunakan sebagai dasar dalam teknik sambung atau okulasi; batang bawah.
scion	bagian tanaman yang digunakan pada bagian atas dalam teknik sambung atau okulasi; batang atas.
sertifikasi benih	serangkaian pengujian dan pemeriksaan dalam rangka penerbitan sertifikat mutu benih.
turgiditas	tekanan sel akibat masuknya air ke dalam sel.
viabilitas benih	kemampuan benih untuk tetap hidup dan mampu berkecambah serta tumbuh menjadi tanaman yang sehat di bawah kondisi yang sesuai.
vigor benih	tingkat kekuatan tumbuh benih pada lingkungan yang suboptimum.



Daftar Pustaka

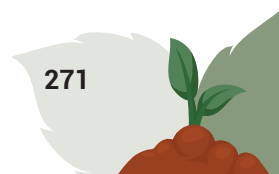
- Agustian, A. "Dinamika Perkembangan Harga dan Analisis Daya Saing Usaha Tani Jagung di Provinsi Jawa Timur." Dalam *Prosiding Seminar Nasional Petani dan Pembangunan Pertanian*. Bogor: Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian, 2012.
- Anwas, E. O. M, Supriyatno, Z. Uchrowi, A. D. Permatasari, K. N. Iftitah, H. Setiawan, dan I. Salman. *Model Buku Teks SMK Berbasis Soft Skills: Produksi dan Siaran Program Televisi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Bekerja Sama dengan Badan Riset dan Inovasi Nasional, 2023.
- Ariska, F. M. "Analisis Sikap dan Kepuasan Petani terhadap Benih Padi Hibrida Pendekatan *Multiatribut Fishbein* dan *Customer Satisfaction Index* (Studi Kasus Desa Wonokarto Kecamatan Sekampung Kabupaten Lampung Timur)." *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian* 9, no. 1 (2024), 80–87. <https://doi.org/10.37149/jia.v9i1.1008>
- Ashari, dan I. W. Rusastra. "Pengembangan Padi Hibrida: Pengalaman dari Asia dan Prospek bagi Indonesia." *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 32, no. 2 (2014). <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/fae/article/view/1118>
- Candrarini, I. *Teknik Roguing pada Produksi Benih Kenaf*. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Pemanis dan Serat, Badan Standardisasi Instrumen Pertanian, 2023. <https://tanamanpemanis.bsip.pertanian.go.id/berita/teknik-roguing-pada-produksi-benih-kenaf>
- Despita, R., dan A. Nizar. *Buku Ajar Teknologi Produksi Benih Tanaman*. Jakarta: Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian, Kementerian Pertanian, 2019.
- Destiasari, A., S. Sumiyati, dan T. Istirokhatun. "Review Metode Kompos Aerob: Windrow, Takakura, dan Composter Bag." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 22, no. 2 (2024). <https://doi.org/10.14710/jil.22.2.355-364>
- Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, Pemerintah Kabupaten Banyumas. *Bantuan Benih Padi Inbrida dalam Rangka Antisipasi Dampak Perubahan Iklim Esktrim (El Nino) di Wilayah Kecamatan Karanglewas*. 2023. <https://dinpertankp.banyumaskab.go.id/read/44809/bantuan-benih-padi-inbrida-dalam-rangka-antisipasi-dampak-perubahan-iklim-ekstrim-el-nino-di-wilayah-kecamatan-karanglewas>
- Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Modul Melakukan Panen*. 2019.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. *Agribisnis Perbenihan Tanaman Kelas XI Semester 3*. https://pubhtml5.com/iodl/gxei/AGRIBISNIS_PERBENIHAN_TANAMAN_KELAS_XI/45
- DPKP DIY. *Strategi Pemasaran Benih Padi (Studi Kasus di PT Karya Tani, Kabupaten Sleman)*. 2022. <https://dpkp.jogjaprovo.go.id/baca/Strategi+Pemasaran+Benih+Padi+%28Study+Kasus+di+PT.+Karya+Tani%2CKabupaten+Sleman%29/111122/819e38f794da249e629262afdb05f0312adac38c8a3daef27ac2847acabff87a571>

- Ekawati, E. *Modul Perbenihan Tanaman*. Cianjur: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian, 2009.
- Ekawati, E. *Modul Memangkas Tanaman Perkebunan*. Cianjur: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan, 2019. <https://repositori.kemdikbud.go.id/17428/1/MODUL%20MEMANGKAS%20TANAMAN%20PERKEBUNAN.pdf>
- Farmia, A., dan A. Wartapa. *Buku Ajar Produksi Benih Hibrida*. Jakarta: Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian, Kementerian Pertanian, 2018.
- George, E. F., M. A. Hall, dan G. J. De Klerk. ed. *Plant Propagation by Tissue Culture: Volume 1. The Background*. Netherlands: Springer, 2008.
- Harjadi. *Pengantar Agronomi*. Jakarta: Gramedia, 1993.
- Hartiningsih, M. (2012, 19 Desember). Albert Einstein tentang Hilangnya Lebah. *Kompas*. <https://nasional.kompas.com/read/2012/12/19/20570889/Albert.Einstein.Tentang.Hilangnya.Lebeh?page=all>
- Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, dan R. L. Geneve. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice Hall, 2011.
- Hendrawati, T. D., A. R. Al Tahtawi, dan F. Fadilah. “Sistem Monitoring Pencemaran Air Sungai Berbasis Teknologi Sensor Nirkabel dan Internet-of-Things.” Dalam *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 2019. 286–292.
- Idawati, N. *Pedoman Lengkap Bertanam Kentang*. Bantul: Pustaka Baru Press, 2012.
- Ishaq, I. *Petunjuk Teknis Penangkaran Benih Padi*. Bandung Barat: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, 2009.
- Istiqomah, dan D. E. Kusumawati. *Buku Ajar Pertanian Terpadu Berbasis Bebas Limbah*. Pamekasan: Duta Media Publishing, 2022.
- Jabir, A., B. Kurniawan, dan Wiyudatara. *Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Usaha Pertanian Terpadu SMK/MAK Kelas X*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2023.
- Jabir, A., B. Kurniawan, dan Wiyudatara. *Dasar-Dasar Usaha Pertanian Terpadu SMK/MAK Kelas X*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2023.
- Kamsurya, M. Y. “Penentuan Waktu Panen yang Tepat untuk Mendapatkan Benih Bermutu.” *Jurnal Agrohut Fakultas Pertanian Universitas Darusalam Ambon* (2018). <https://unidar.e-journal.id/agh/article/view/210/160>
- Khaidir, K. “Pengolahan Limbah Pertanian sebagai Bahan Bakar Alternatif.” *Jurnal Agrium* 13, no. 2 (2016), 63–68. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/agrium/article/view/1900>
- Lestari, E. G. *Kultur Jaringan*. Bogor: Akademia, 2008.
- Limbongan, J., dan M. Yasin. *Teknologi Multiplikasi Vegetatif Tanaman Budi Daya*. Jakarta: IAARD Press, 2016. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/f955febe-a389-4923-83be-a883f5eed703/content>

- Limbongan, J., dan Y. Limbongan. *Petunjuk Praktis Memperbanyak Tanaman secara Vegetatif (Grafting dan Okulasi)*. Tana Toraja: UKI Toraja Press, 2015. <https://repository.ukitoraja.ac.id/id/eprint/6/2/Buku%20Perbanyakan%20Vegetatif.pdf>
- Mansyur, N. I., E. H. Pudjiwati, dan A. Murti Laksono. *Pupuk dan Pemupukan*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press, 2021.
- Mega, B., dan V. K. M. Putri. (2022, 31 Maret). Kultur Jaringan Tanaman: Pengenalan dan Sejarah Singkat. *Kompas*. <https://www.kompas.com/skola/read/2022/03/31/133000169/kultur-jaringan-tanaman--pengenalan-dan-sejarah-singkat?page=all>
- Misra, A. N., dan M. Misra. *Sterilization Techniques in Plant Tissue Culture*. Balasore: Fakir Mohan University, 2012.
- Mustakim, A. Syakur, M. A. Khaliq, dan Yusran. “Penanganan Pascapanen dengan Metode Penyimpanan untuk Menghasilkan Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Lokal yang Berkualitas.” *Jurnal Agrotech* 10, no. 2 (2020), 48–53. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v10i2.58>
- Nandy. “Pengertian Penyerbukan pada Tumbuhan Beserta Prosesnya.” *Gramedia* (blog). <https://www.gramedia.com/literasi/penyerbukan/>
- Novani, S., dan N. Rukmiati. *Dasar-Dasar Budidaya Tanaman (C2) Kelas X*. Magelang: Liniswara, 2021.
- Octavia, Y. “Perkembangan Pemasaran Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura pada PT Tanindo Subur Prima di Banjarbaru.” Skripsi, Faperta Universitas Lambung Mangkurat, 2009.
- Paktani Digital. “Kenali Ragam Jenis Penyakit Jagung dan Cara Mengatasinya.” *Corteva Agriscience* (blog). 4 Februari, 2020. <https://www.corteva.id/berita/Kenali-Ragam-Jenis-Penyakit-Jagung-dan-Cara-Mengatasinya.html>
- Patel, B., B. Gami, N. Patel, dan V. Bariya. “One step pre-hardening micropropagation of *Bambusa balcooa* Roxb.” *Journal of Phytology* 7 (2015). DOI:10.5455/jp.2015-06-02
- Prastowo, N. H., J. M. Roshetko, G. E. S. Maurung, E. Nugraha, J. M. Tukan, dan F. Harum. *Teknik Pembibitan dan Perbanyak Vegetatif Tanaman Buah*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF) & Winrock International, 2006.
- Prihandono, P. A. *Modul Perbenihan Tanaman*. Cianjur: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian, 2009.
- Rahajeng, W. “Uji Topografi Tetrazolium pada Benih Kacang Tanah dan Kedelai.” *Berita BSIP Aneka Kacang, Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Aneka Kacang*, 22 Desember, 2023. <https://anekakacang.bsip.pertanian.go.id/berita/uji-topografi-tetrazolium-pada-benih-kacang-tanah-dan-kedelai>
- Rahman, F. A. *Okulasi: Pembiakan Vegetatif Tanaman*. Mataram: UIN Mataram Press, 2023. <https://press.uinmataram.ac.id/wp-content/uploads/2024/01/33-Okulasi-Pembiakan-Vegetatif-Tanaman.pdf>
- Rai, I. N. *Dasar-Dasar Agronomi*. Denpasar: Pelawa Sari, 2018.
- Riyanto, A., R. A. Novia, N. K. Wulansari, dan P. Hidayat. “Application of Roguing Techniques for Seed



- Production in The Marsudi Among Tani Farming Group, Dawuhan Village, Banyumas District.” *Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat* 8, no. 2 (2024), 13–18.
- Rukmana, D. *Pertanian Berkelanjutan: Mengapa, Apa, dan Pelajaran Penting dari Negara Lain*. Fakultas Pertanian Unhas, 2012. oai:repository.unhas.ac.id:123456789/2838
- Rukmiati, N. *Penanaman*. Magelang: Liniswara, 2023.
- Rukmiati, N. *Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)*. Magelang: Liniswara, 2023.
- Ruswanti. (2022, 8 Juli). Mengenal 4 Perkembangbiakan Vegetatif Buatan pada Tanaman. *Haluan*. <https://www.harianhaluan.com/pendidikan/pr-103841856/mengenal-4-perkembangbiakan-vegetatif-buatan-pada-tanaman?page=2>
- Safitri, L. S., dan W. E. Rahayu. *Etika Profesi untuk Agroindustri*. Subang: Polsub Press, 2021. https://agroindustry.polsub.ac.id/wp-content/uploads/2022/09/BukuEtikaProfesiuntukAgroindustrieditA5_rev.pdf
- Santoso, B. B. *Kunci Sukses Perbanyak Tanaman Hias dengan Stek*, 2021. <https://bbsagriculture.com/2021/08/23/kunci-sukses-perbanyak-tanaman-hias-dengan-stek/>
- Santoso, B. B. *Pembiakan Vegetatif dalam Hortikultura*. Mataram: Unram Press, 2019. BUKU-PEMBIAKAN-VEGETATIF-BBS.pdf (bbsagriculture.com)
- Sharma, P., A. Bano, S. P. Singh, S. Varjani, dan Y. W. Tong. “Sustainable Organic Waste Management and Future Directions for Environmental Protection and Techno-Economic Perspectives”. *Current Pollution Reports* 10 (2024), 459–477. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40726-024-00317-7>
- Simarmata, T. “Aplikasi Pupuk Biologis dan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesehatan Tanah dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pada Inceptisols di Jatinangor.” *Jurnal Agroland* 12, no. 3 (2005), 261–266.
- Simarmata, T., D. Herdiyantoro, M. R. Setiawati, P. Suryatmana, A. Nurbaity, D. S. Anggraeni, E. Harlia, E. T. Marlina, B. N. Fitriatin, dan R. Hindersah. *Pemanfaatan Limbah Pertanian*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, 2019.
- Simarmata, T., T. Turmuktini, A. Citraresmi, dan B. Joy. “Penggunaan Dekomposer dalam Pengomposan, Pemulihan Kesehatan Tanah, dan Peningkatan Produktivitas Ekosistem Pertanian.” *Makalah Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Berbasis Hayati dalam Upaya Mewujudkan Pertanian yang Berkelanjutan*, 2012.
- Sukmawani, R., dan E. H. Meilani. “Limbah Pangan dan Ancaman Lingkungan.” Dalam *Dinamika Kemajuan dalam Studi Pembangunan Pertanian: Membangun Kesadaran dan Pengembangan Inovasi Pertanian*, 355–371. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press, 2022.
- Sukmawani, R., E. H. Meilani, E. T. Astutiningsih, dan Y. Chefiana. *Membuat Pupuk Organik secara Sederhana*. Pasaman Barat: Azka Pustaka, 2022.
- Sunarto, dan K. E. Zainuddin. *Buku Ajar Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian*. Jakarta: Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian, Kementerian Pertanian, 2017.



- Susilowati. *Modul Menguji Daya Kecambah Benih*. Cianjur: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian, 2008.
- Sutopo, L. *Teknologi Benih*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2004.
- Telaumbanua, M., D. Dermiyati, dan R. Suharjo. “Rancang Bangun Sistem Pengaduk dan Pembuat Pupuk Cair Limbah Kelapa Sawit dan Nanas Otomatis dengan Metode Aerob, Semi Aerob, dan Anaerob.” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 8, no. 4 (2019). <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8i4.234-242>
- Tim Vedca. *Modul Perbenihan Tanaman*. Cianjur: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian, 2009.
- Wahidah, B. F., dan F. A. Saputra. “Perbedaan Pengaruh Media Tanam Serbuk Gergaji dan Jerami Padi terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*).” *Biogenesis Jurnal Ilmiah Biologi* 3, no. 1 (2015). <https://doi.org/10.24252/bio.v3i1.560>
- Wahyuni, A., M. M. T. Simarmata, P. L. Isrianto, Junairiah, T. Koryati, A. Zakia, S. N. Andini, D. Sulistyowati, Purwaningsih, S. Purwanti, Indarwati, L. Kurniasari, dan J. Herawati. *Teknologi & Produksi Benih*. Medan: Kita Menulis, 2021.
- Warisno. *Jagung Hibrida*. Yogyakarta: Kanisius, 2009.
- Widarto, L. *Perbanyak Tanaman dengan Biji, Stek, Cangkok, Sambung, Okulasi, dan Kultur Jaringan*. Yogyakarta: Kanisius, 1996.
- Wiraatmaja, I. W. *Bahan Ajar Pembiakan Vegetatif secara Alamiah dan Buatan*. Denpasar: Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Unud, 2017.
- Wulandari, S., Y. S. Nisa, T. Taryono, S. Indarti, dan R. S. Sayekti. “Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan.” *Agrotechnology Innovation (Agrinova)* 4, no. 2 (2021), 16–19. <https://doi.org/10.22146/a.77010>
- Yahya, F., Septa E. P., dan A. N. Alina. “Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Sebaran Potensi Limbah B3 Menggunakan Metode Identifikasi.” *Journal of Comprehensive Science (JCS)* 2, no. 4 (2023). <https://jcs.greenpublisher.id/index.php/jcs/article/view/299>
- Yahya, H. “Kajian Beberapa Manfaat Sekam Padi di Bidang Teknologi Lingkungan: sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian bagi Masyarakat Aceh di Masa Akan Datang.” Dalam *Prosiding Seminar Nasional Biotik (Biologi, Teknologi, dan Kependidikan)* 5, no. 1 (2017). <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/2159>

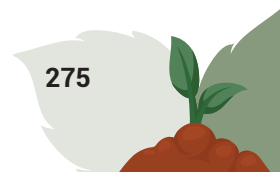


Daftar Kredit Gambar

Gambar 1.1	https://www.gatra.com/news-444677-ekonomi-kementan-cetak-penangkar-benih-jagung-hibrida-andal.html	Gambar 2.1	https://pixabay.com/photos/soybeans-plants-seeds-bag-burlap-2039638/
Gambar 1.2	https://www.corteva.id/berita/Kenali-Ragam-Jenis-Penyakit-Jagung-dan-Cara-Mengatasinya.html	Gambar 2.2	https://asset.kompas.com/crops/MDA97emaOR3_P_b88UIw3UbnBf8=/0x0:0x0/750x500/data/photo/2022/03/06/62247dfaf2347.jpg
Gambar 1.4	https://petaniquick.com/5-macam-pola-pembajakan-menggunakan-traktor/	Gambar 2.3	https://www.tjapbukitmas.co.id/product-details/7 https://e-katalog.lkpp.go.id/katalog/produk/detail/44290206?lang=id&type=general https://e-katalog.lkpp.go.id/katalog/produk/detail/64942622?lang=id&type=general
Gambar 1.12	https://adjar.grid.id/read/543252039/6-tahapan-budidaya-tanaman-sayuran-materi-prakarya-kelas-7-bab-4?page=all	Gambar 2.6	https://agri.kompas.com/read/2023/12/05/190729884/east-west-seed-indonesia-rilis-benih-jagung-manis-hibrida?page=all
Gambar 1.13	https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/320/jenis-jenis-irigasi	Gambar 2.13	https://dpkp.brebeskab.go.id/wp-content/uploads/2021/09/Benih_Cabai_Cabe_Merah_Besar LANDUNG.jpg
Gambar 1.16	http://8villages.com/full/petani/article/id/	Gambar 2.17	https://pixabay.com/photos/butterfly-lantana-pollination-7210999/
Gambar 1.17	https://www.mertani.co.id/post/mengenal-metode-pemupukan-yang-baik-dan-benar-pada-tanaman-budidaya	Gambar 2.18	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stapelia_gigantea_-_fly_pollination_(5587930978).jpg
Gambar 1.18	http://8villages.com/full/petani/article/id/	Gambar 2.19	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butterfly_in_a_flower_doing_pollination.jpg
Gambar 1.19	https://www.mertani.co.id/post/mengenal-metode-pemupukan-yang-baik-dan-benar-pada-tanaman-budidaya	Gambar 2.20	https://pixabay.com/photos/hummingbird-hawk-moth-moth-insect-8342439/
Gambar 1.23	https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/teknik-pengendalian-opt/pengendalian-opt-secara-fisik	Gambar 2.21	https://pixabay.com/photos/hummingbird-bird-nature-wildlife-5255827/
Gambar 1.24	https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/teknik-pengendalian-opt/pengendalian-opt-secara-fisik-mekanik		

- Gambar 2.22 <https://pixabay.com/photos/honey-bee-flower-pollination-animal-7986647/>
- Gambar 3.1 <https://fpp.umko.ac.id/2022/12/23/mengenal-proses-pascapanen-benih-sumber-kedelai/>
- Gambar 3.3 hasil pindai dari *Modul Perbenihan Tanaman*, 2009, Cianjur: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian
- Gambar 3.6 <https://just-utee.blogspot.com/2015/10/cara-pengujian-daya-kecambah.html>
- Gambar 3.7 <https://bostio.blogspot.com/2011/05/pengujian-daya-kecambah-benih.html>
- Gambar 3.8 <https://teknologibenih.wordpress.com/2015/04/30/media-perkecambahan-benih/>
- <https://bpsbtph-ntb.com/kegiatan-pelayanan-pengujian-laboratorium/>
- Gambar 4.1 http://eprints.undip.ac.id/77190/4/6._BAB_II.pdf
- Gambar 4.3 <https://www.dreamstime.com/plant-callus-tissue-culture-research-laboratory-room-obtaining-plants-close-up-cloned-micro-biotechnology-concept-image246767978>
- Gambar 4.5 <https://repository.ut.ac.id/7089/1/UTFMIPA2016-05-susi.pdf>
- <https://perfumediary.com/media/reviews/photos/original/5ed7/c5/night-blooming-jasmine-67-1480430276.jpg>
- Alternanthera brasiliana - UF/IFAS Assessment - University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (ufl.edu)
- https://www.researchgate.net/publication/271700372_Coleus_Species_Solenostemon_scutellarioides
- <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendum.20192>
- https://www.researchgate.net/publication/361742133_Clerodendrum_fragrans_Vent_Willd_Tinjauan_Farmakognosi_Fitokimia_dan_Farmakologi
- <https://www.scientificlib.com/en/Biology/Plants/Magnoliophyta/IresineDiffusaFHerbstii01.html>
- <https://gdm.id/cara-menanam-bunga-anyelir/>
- Gambar 4.6 <https://rani797.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/06/sistem-reproduksi-pada-tumbuhan.pdf>
- <https://faperta.umsu.ac.id/2023/06/02/manfaat-tanaman-cocor-bebek/>
- <https://download.garuda.kemdikbud.go.id/articlephp?article=934137&val=9634&title=Karakterisasi%20Morfologi%20Daun%20Begonia%20Alam%20Begoniaceae%20Prospek%20Pengembangan%20Koleksi%20Tanaman%20Hias%20Daun%20di%20Kebun%20Raya%20Indonesia>
- <https://www.harianhaluan.com/pendidikan/pr-103841856/>

	mengenal-4-perkembangbiakan-vegetatif-buatan-pada-tanaman?page=2	Gambar 5.17	https://waste4change.com/blog/cara-menggunakan-compost-bag/
Gambar 4.19	https://www.researchgate.net/figure/Bambusa-balcooa-initiation-in-liquid-and-solid-media-a-Liquid-media-b-solid-media_fig2_282208513	Gambar 5.20	https://mapid.co.id/blog/pemanfaatan-sistem-informasi-geografis-dan-penginderaan-jauh-untuk-analisis-potensi-tingkat-kekeringan-lahan-pertanian-kabupaten-bandung
Gambar 4.21	https://journal.ugm.ac.id/Agrinova/article/view/77010	Gambar 5.21	https://radarindramayu.disway.id/read/654009/awas-aksi-petani-bakar-jerami-kembali-kambuh-berpotensi-bahayakan-keselamatan-pengendara
Gambar 5.1	https://stock.adobe.com/id/contributor/200619045/photka?load_type=author&prev_url=detail&asset_id=56278192	Gambar 5.22	https://www.shutterstock.com/id/image-photo/eco-enzyme-fermentation-process-bottles-jars-2019746063
Gambar 5.4	https://literasipost.com/pemanfaatan-limbah-jerami-padi-pada-budidaya-jamur-tiram-untuk-menjaga-ketahanan-pangan-keluarga/	Gambar 6.1	https://asset-2.tstatic.net/aceh/foto/bank/images/petani-aceh-besar-pilih-inpari-dan-ciherang.jpg
	https://jurnal.fe.unram.ac.id/index.php/abdimas/article/download/127/102	Gambar 6.6	https://asset.kompas.com/crops/ABGOd3rBqNiE70vITxCXkqLb9kw=/0x0:1280x853/1200x800/data/photo/2024/03/29/6606d4c148139.jpg
Gambar 5.8	https://www.uny.ac.id/id/berita/sandiana-uno-apresiasi-kerajinan-limbah-tongkol-jagung-karya-mahasiswa-uny https://goukm.id/peluang-usaha-tanaman-liar/	Gambar 6.7	https://asset.kompas.com/crops/uQhRLQJKtLH4ee_iJgCHObgEciU=/280x0:933x653/340x340/data/photo/2023/12/11/65768cfe6dc3f.jpg
	https://finance.detik.com/solusiukm/d-6619955/hiasan-dari-pelepah-pisang-tembus-as-hingga-eropa-omzetnya-capai-miliaran	Gambar 6.8	https://asset.kompas.com/crops/MSjXYeH1v3EI_Yk9vD6bLihG9r0=/46x0:780x489/750x500/dataphoto/2021/08/21/6120a67384ffa.jpg
Gambar 5.11	https://www.blorakab.go.id/index.php/public/berita/detail/5700/pembuatan-arang-briket-dari-limbah-bonggol-jagung-dikenalkan-mahasiswa-ugm	Gambar 6.9	https://asset.kompas.com/crops/tRGWVoQ00Smnb1fNwsPu6TVkTWI=/0x48:1000x548/1200x800/data/photo/2018/10/31/220553007.jpg



Indeks

A

Agen 241, 246
alogami 91
antesiis 265, 275
autogami 89, 275

B

bastar 92, 275
benih bersertifikat 64, 68, 73, 97, 98, 145, 237, 238, 253,
260, 261, 262, 275
benih campuran 265, 275
benih murni 7, 130
benih penjenis 67, 99, 145, 275
benih pokok 67, 145, 275
benih sebar 67, 97, 99, 145, 275
benih sumber 252, 275
bioetanol 220, 221, 275
biogas 218, 220, 233, 265, 275
breeding 265, 275
briket 221, 273, 275

C

cangkok 153, 154, 159, 162, 177, 181, 182, 183, 184, 198,
199, 275

D

desikator 122, 125, 126, 127, 265, 275
dikogami 90, 275

E

ekoenzim 236, 275
eksplan 186, 187, 188, 189, 192, 193, 194, 197, 275
ekstraksi 49, 50, 51, 52, 53, 61, 265, 275

F

fermentasi anaerobik 265, 275
fisiologis benih 6, 265, 275
fungisida sistemik 23, 265, 275

G

galur 76, 84, 86, 265, 275
gamet 89, 92, 265, 275
gen resesif 266, 275
grading 54, 55, 67, 85, 106, 255, 275
grafting 162, 169, 170, 171, 175, 196, 275
grinding mill 122, 275

H

heterostili 90, 275
hibrida 4, 5, 7, 64, 75, 76, 77, 80, 81, 86, 91, 97, 98, 99,
252, 266, 272, 275
hibridisasi 64, 76, 77, 98, 265, 275
homogenitas 266, 275
homozigot 266, 275

I

imbibisi 142, 266, 275
inbrida 64, 76, 83, 84, 85, 86, 87, 98, 252, 268, 275
isolasi 76, 85, 99, 275

K

kalus 158, 172, 176, 187, 197, 266, 275
kasmogami 91, 275
komoditas 14, 20, 59, 193, 206, 213, 257, 275
kompos xi, 9, 78, 134, 167, 213, 221, 222, 224, 225, 226,
227, 228, 235, 266, 275
konsumen 69, 70, 128, 145, 219, 240, 241, 242, 243, 244,
245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 254, 256,
257, 258, 261, 262, 275
kultur jaringan 154, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191,
193, 195, 197, 198, 275

L

limbah iv, xi, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210,
211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219,
220, 221, 222, 223, 226, 227, 228, 229, 230,
231, 233, 234, 235, 236, 266, 273, 275

M

meristem 158, 186, 275
mulsa 14, 20, 41, 57, 266, 275

O

okulasi x, 153, 154, 160, 162, 175, 176, 177, 178, 179, 180,
181, 182, 197, 198, 199, 267, 275

P

patologis 7, 266, 275
pedagang 115, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 246, 248,
249, 250, 254, 259, 260, 262, 276
pelanggan 262, 276
pemasaran viii, xi, 237, 239, 245, 246, 254, 255, 258, 261,
263, 268, 270, 281
pencemaran air 207, 276

pencemaran tanah 207, 276
pencemaran udara 207, 233, 276
pendistribusian iv, 237, 238, 240, 242, 248, 249, 250,
253, 262, 263, 276
pengecer 238, 240, 242, 243, 244, 245, 246, 259, 260, 262,
276
penyulaman 25, 67, 97, 267, 276
perkolasi 30, 267, 276
polimer 108, 267, 276
polinasi 93, 98, 276
polinator 89, 95, 96, 98, 276
produk 47, 104, 107, 149, 198, 206, 210, 214, 217, 227,
233, 235, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247,
248, 249, 250, 251, 254, 255, 256, 257, 261,
262, 266, 272, 276
produsen 6, 80, 86, 88, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 248,
250, 251, 254, 255, 256, 258, 261, 262, 276
promosi 254, 256, 257, 261, 276
pupuk organik 59, 204, 215, 216, 221, 229, 265, 276

R

roguing 64, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 85, 97, 268, 276
rootstock 267, 276

S

scion 170, 181, 183, 267, 276
seed container 128, 276
sertifikasi benih 68, 70, 80, 145, 146, 149, 267, 276
setek x, 23, 68, 153, 154, 157, 159, 162, 163, 164, 165,
166, 167, 168, 169, 170, 177, 181, 182, 196,
197, 198, 199, 266, 276
silase 216, 217, 276
sortasi 53, 54, 56, 67, 106, 276
strategi pasar 276
substrat 134, 137, 138, 197, 222, 276

T

tetua ix, x, 10, 75, 76, 79, 80, 82, 83, 84, 86, 98, 276
totipotensi 158, 187, 276
turgiditas 28, 267, 276

V

vegetatif iv, x, 74, 84, 85, 154, 156, 157, 158, 159, 160,
161, 162, 163, 164, 166, 169, 171, 174, 179,
183, 186, 189, 196, 197, 198, 199, 266, 270,
273, 276
viabilitas benih 61, 142, 143, 144, 267, 276
vigor benih 67, 99, 261, 267, 276

Abdul Jabir, S.TP., Gr.

Email : abduljabiraceh@gmail.com
Instansi : SMK Negeri 1 Peureulak
Alamat Instansi : Jl. Banda Aceh – Medan KM. 387.5 Alue Bu
Peureulak Barat, Aceh Timur, Aceh
Bidang Keahlian : 1. Mekanisasi Pertanian
2. Agribisnis Produksi Tanaman



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Guru Produktif Mekanisasi Pertanian SMK Negeri 1 Peureulak Kabupaten Aceh Timur, Provinsi Aceh (2022–sekarang)
2. Pimpinan CV Anugerah Subur (Bergerak di Bidang Perbenihan Flora) Kecamatan Pasie Raja, Kabupaten Aceh Selatan, Provinsi Aceh (2016–2022)
3. Guru Produktif Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura SMK Negeri 1 Pasie Raja, Kabupaten Aceh Selatan, Provinsi Aceh (2009–2021)

Pendidikan Terakhir

1. Pendidikan Profesi Guru (Gr) Program Studi Agribisnis Produksi Tanaman, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta (2022)
2. S-1 Program Studi Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh (2007)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Bahan Ajar Guru Dasar-Dasar Usaha Pertanian Terpadu untuk SMK/MAK Kelas X, Deepublish, 2024
2. Hikmah Pendidikan Guru Penggerak, Deepublish, 2024
3. Dasar-Dasar Usaha Pertanian Terpadu untuk SMK/MAK Kelas X, Kemdikbudristek, 2023
4. Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Usaha Pertanian Terpadu untuk SMK/MAK Kelas X, Kemdikbudristek, 2023

Informasi Lain

1. Sertifikasi Penulis Buku Nonfiksi, Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP), Lembaga Sertifikasi Penulis dan Editor Profesional (2023)
2. Magang Guru Produktif SMK Pertanian Se-Aceh, di Prince of Songkla University Thailand (2019)
3. Pendidikan dan Pelatihan Guru Kompetensi Keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura, Klaster Penanaman, Panen, dan Pascapanen di PPPPTK Pertanian Cianjur, Jawa Barat (2018)
4. Pendidikan dan Pelatihan Calon Asesor Metodologi Kompetensi Keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura, Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) LSP PPPPTK Pertanian Cianjur, Jawa Barat (2017)

Profil Pelaku Perbukuan

Neny Rukmiati, S.P., M.Agr.

Email : nenyrukmiaty@gmail.com
Instansi : SMK Negeri 2 Batu
Alamat Instansi : Jl. Raya Pandanrejo No. 39 Bumiaji, Kota Batu
Jawa Timur
Bidang Keahlian : Agribisnis Tanaman



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Guru Agribisnis Tanaman di SMK Negeri 2 Batu
2. Guru Mata Pelajaran Biologi di SMA Islam Batu
3. Guru Mata Pelajaran Biologi di SMA PGRI Ponorogo

Pendidikan Terakhir

S-2 Magister Agribisnis Universitas Muhammadiyah Malang (2015)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Pengendalian OPT Fase F Kurikulum Merdeka, Liniswara, 2023
2. Pengelolaan Limbah Hasil Pertanian Fase F Kurikulum Merdeka, Liniswara, 2023
3. Agribisnis Tanaman Buah (C3) Kelas XII, Liniswara, 2022
4. Dasar Agribisnis Tanaman Fase E, Liniswara, 2022
5. Penanaman Fase F Kurikulum Merdeka, Liniswara, 2022
6. Dasar-Dasar Budidaya Tanaman (C2) Kelas X, Liniswara, 2021

Informasi Lain

Asesor Kompetensi LSP Pertanian Nasional

Sistiana Windyariani

Email : windyariani@ummi.ac.id
Instansi : Universitas Muhammadiyah Sukabumi
Alamat Instansi : Jl. R. Syamsudin S.H. No. 50 Sukabumi
Bidang Keahlian : Evaluasi Proses dan Hasil Pembelajaran



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Sukabumi (2006–sekarang)

Pendidikan Terakhir

S-2 Pendidikan IPA (Konsentrasi Biologi) Universitas Pendidikan Indonesia (2011)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Biologi Sel dalam Perspektif Al-Qur'an Terintegrasi *Augmented Reality*, 2024
2. *The 21 Century Paradigm in Supporting Sustainable Development*, 2024
3. *Stem at Home*, 2023
4. Pembelajaran Berbasis Konteks dan Kreativitas: Strategi untuk Membelajarkan Sains di Abad 21, 2018
5. Biologi Umum (IQRA: Membaca dan Memahami Struktur, Proses, Interaksi yang Terjadi di Dalam Tubuh Manusia, 2017

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. *Performance Assessment Creative Thinking Rubric in Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) Learning*, 2024
2. Pelatihan Peningkatan Kapasitas Petani Milenial, 2023
3. Perspektif Mahasiswa terhadap Faktor Nonkognitif Pascapemulihan Pandemi Covid-19, 2023
4. *Development of Online STEM Learning Program for The Preparation of Prospective 21st Century Biology Teacher*, 2023

Informasi Lain

<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/135639/?page=5&view=googlescholar>

Dr. Ana Ratna Wulan, S.Pd., M.Pd.

Email : anaratnawulan@upi.edu
Instansi : FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia
Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Bandung, Jawa Barat
Bidang Keahlian : 1. Asesmen dan Pembelajaran IPA
2. Asesmen dan Pembelajaran Biologi



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Koordinator Konsultan Asesmen dan Kurikulum Pembelajaran, Yayasan Satya Winaya (2022–sekarang)
2. Konsultan Akademik Pusdiklat Marwita Magiswara (2019–sekarang)
3. Komite Penilaian Buku Teks Pelajaran di Pusat Perbukuan, BSKAP, Kemdikbudristek (2019–sekarang)
4. Dosen Prodi S2/S3 Universitas Pendidikan Indonesia (2007–sekarang)
5. Narasumber dan Konsultan Asesmen dan Pembelajaran di Lingkungan Kemendikbud/Perguruan Tinggi (2007–sekarang)
6. Dosen di Departemen Pendidikan Biologi, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (1999–sekarang)
7. Tim Pengembang Penilaian Buku Teks Pelajaran IPA di Pusat Perbukuan, Kemendikbud (2016–2018)
8. Konsultan Pengembangan Divisi *Research and Development (R&D) Seameo Qitep in Science* (2016–2017)
9. Narasumber/Konsultan dan Peneliti di Pusat Penilaian Pendidikan (Pusat Asesmen dan Pembelajaran), Balitbang, Kemendikbud (2007–2023)
10. Penilai Buku Non Teks dan Buku Teks Pelajaran di Pusat Perbukuan, Kemendikbud (2005–2020)

Pendidikan Terakhir

1. S-3 Pendidikan IPA Universitas Pendidikan Indonesia (2007)
2. S-2 Pendidikan IPA Universitas Pendidikan Indonesia (2003)
3. S-1 Pendidikan Biologi IKIP Bandung (1998)

Judul Buku yang Ditelaah (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Teks Utama Projek IPAS SMK Kelas X - Buku Guru & Buku Siswa (2022)
2. Buku Teks Utama IPA Kelas VII, VIII, & IX - Buku Guru & Buku Siswa (2013–2018)
3. Buku Teks Utama Tematik SD Kelas IV & V - Buku Guru & Buku Siswa (2013–2016)
4. Buku Teks Utama Biologi Kelas XI - Buku Guru & Buku Siswa

Judul Buku yang Ditulis (10 Tahun Terakhir)

1. Mendesain dan Menggunakan Asesmen Kinerja Berbasis Aplikasi Seesaw, Referensi Cendekia, 2024
2. Mendesain dan Menggunakan Asesmen Kinerja Berbasis Aplikasi Google Classroom, Referensi Cendekia, 2024
3. Menggunakan Asesmen Kinerja untuk Pembelajaran Sains dan Penelitian, UPI Press, 2018; 2020

Reny Sukmawani

Email : renysukmawani@ummi.ac.id
Instansi : Universitas Muhammadiyah Sukabumi
Alamat Instansi : Jl. R. Syamsudin S.H. No. 50 Sukabumi
Bidang Keahlian : 1. Ilmu Tanaman
2. Ilmu Pertanian/Pembangunan Pertanian
3. Agribisnis



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Sukabumi (2023–2027)
2. *Chief Editor* Jurnal Agribisnis & Pembangunan Pertanian (2023–sekarang)
3. Mitra Bebestari Jurnal Standardisasi & Jurnal Instrumentasi, Badan Standardisasi Nasional (2022–sekarang)
4. Instruktur Nasional untuk PEKERTI dan *Applied Approach* bagi Dosen (2010–sekarang)
5. Dosen Prodi Agribisnis Universitas Muhammadiyah Sukabumi (2003–sekarang)
6. Wakil Rektor I UMMI (2012–2020)
7. *Reviewer* Nasional Hibah Penelitian Dosen Pemula Dikti (2019)

Pendidikan Terakhir

1. S-3 Ilmu Pertanian Universitas Padjadjaran (2015)
2. S-2 Agrobisnis Universitas Winaya Mukti (2009)
3. S-1 Agronomi Universitas Padjadjaran (1999)

Judul Buku yang Ditelaah (10 Tahun Terakhir)

1. Agribisnis Lanskap dan Pertamanan Jilid 1 SMK/MAK Kelas XI
2. Agribisnis Lanskap dan Pertamanan Jilid 2 SMK/MAK Kelas XII
3. Agribisnis Perbenihan Tanaman Jilid 1 SMK/MAK Kelas XI
4. Agribisnis Perbenihan Tanaman Jilid 2 SMK/MAK Kelas XII
5. Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura Jilid 1 SMK/MAK Kelas XI
6. Agribisnis Tanaman Perkebunan Jilid 1 SMK/MAK Kelas XI
7. Agribisnis Tanaman Perkebunan Jilid 2 SMK/MAK Kelas XII
8. Dasar-Dasar Agribisnis Tanaman Kelas X
9. Dasar-Dasar Agribisnis Tanaman SMK/MAK Kelas X
10. Pemasaran (Agribisnis Tanaman Perkebunan)
11. Pengelolaan Kesuburan Tanah (Agribisnis Tanaman Perkebunan)
12. Pengelolaan Limbah Hasil Perkebunan (Agribisnis Tanaman Perkebunan)

Judul Buku yang Ditulis (10 Tahun Terakhir)

1. *Book Chapter International: Circular Economy Application to Improve The Quality of Life*, 2024
2. *Book Chapter International: Food and Agriculture and Social, Economic and Environmental Linkage*, 2023
3. Buku Saku: Perilaku Sosial Peternak Kecil, 2022
4. Buku Saku: Analisis Usaha dan Risiko Usaha Ternak, 2022
5. Buku Saku: Membuat Pupuk Organik Secara Sederhana, 2022

Informasi Lain (Sertifikasi Kompetensi)

1. *Organic Plantation Cultivator/Organic Farming* (BNSP)
2. *Organic Fertilizer Processor/Organic Farming* (BNSP)
3. *Organic Pesticide Processor/Organic Farming* (BNSP)
4. *Training Methodology/Metodologi Pelatihan* (BNSP)
5. *Certified Marketing Analyst* (Globaltech, American Academy of Financial Management)

Profil Pelaku Perbukuan

Khairin Nisa

Email : nisaart12@gmail.com
Instansi : -
Alamat Instansi : -
Bidang Keahlian : Ilustrasi



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

Freelance illustrator, 2023 s.d sekarang.

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. Telkom University, 2016
2. SMK Telkom Purwokerto, 2013.

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Kesatria Penjaga, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2024).
2. Bahasa Indonesia kelas VII, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2024).
3. Bahasa Indonesia kelas XI, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2024).
4. Azan dan Lonceng di Ilaga, Gerakan Literasi Nasional (2024).
5. Ensiklopedia Safari Rimba, Arasy (2024)

Informasi Lain

Instagram : @bykhairinn

Rudi Norman Permana

Email : permana.rudi@gmail.com
Instansi : -
Alamat Instansi : -
Bidang Keahlian : Penyuntingan Naskah



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Editor Lepas Pusat Perbukuan Kemdikbudristek (2021–sekarang)
2. Editor Penerbit B Media (2015–2021)
3. Editor Penerbit C Media (2012–2015)

Pendidikan Terakhir

S-1 Pendidikan Biologi FPMIPA UPI (2004)

Judul Buku yang Pernah Disunting dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Panduan Guru Seni Musik Edisi Revisi untuk SD/MI Kelas I, Kemdikbudristek, 2023
2. Panduan Guru Seni Musik Edisi Revisi untuk SD/MI Kelas IV, Kemdikbudristek, 2023
3. Panduan Guru Dasar-Dasar Literasi, Matematika, Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Seni untuk Satuan PAUD, Kemdikbudristek, 2023
4. Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Desain Komunikasi Visual SMK/MAK Kelas X, Kemdikbudristek, 2022
5. Dasar-Dasar Desain Komunikasi Visual SMK/MAK Kelas X Semester 1, Kemdikbudristek, 2022
6. Dasar-Dasar Desain Komunikasi Visual SMK/MAK Kelas X Semester 2, Kemdikbudristek, 2022
7. Buku Panduan Guru Geografi SMA/MA Kelas XII, Kemdikbudristek, 2022
8. Geografi SMA/MA Kelas XII, Kemdikbudristek, 2022
9. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Disabilitas Rungu disertai Hambatan Intelektual, Kemdikbudristek, 2022

Profil Pelaku Perbukuan

Sistya Devi Apriliana, S.Pd

Email : aprilianadevi1234@gmail.com
Instansi : Pusat Perbukuan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan,
Riset, dan Teknologi
Alamat Instansi : Jalan RS. Fatmawati Gedung D Kompleks Kemdikbudristek
Cipete, Jakarta 12410



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Pusat Perbukuan, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (2022-sekarang)
2. Guru TK di Yayasan Lembaga Surabaya (2020-2022)
3. Kepala KB di Yayasan Lembaga Surabaya (2019-2020)
4. Guru KB di Yayasan Lembaga Surabaya (2018-2019)

Pendidikan Terakhir

S-1 Pendidikan Guru-Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Negeri Surabaya (2019)

Judul Buku yang Pernah Disunting dan Tahun Terbit

1. Pengembangan Komunikasi bagi Hambatan Pendengaran, 2024
2. Buku Panduan Guru Agribisnis Perbenihan Tanaman, 2024
3. Buku Agribisnis Perbenihan Tanaman, 2024
4. Buku Panduan Guru Jati Diri, 2023

M. Nashir Setiawan

Email : *monaristia1101@gmail.com*
Instansi : FSRD Universitas Tarumanagara
Alamat Instansi : Jl. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
Bidang Keahlian : 1. Ilustrasi (Desain Komunikasi Visual)
2. Menggambar Interior
3. Representasi Visual (Arsitektur)
4. Teknik *Rendering Marker* dan *Water Colour*



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Pengajar di Fakultas Seni Rupa dan Desain, Prodi Desain Interior, DKV
2. Ilustrator *Freelance*
3. Penulis Buku
4. Anggota Indonesia Sketchers, Heritage and Sketch, Komunitas Cat Air Indonesia, UrbanSketcher

Pendidikan Terakhir

1. S-2 Prodi Pengkajian Seni Rupa dan Seni Pertunjukan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2001)
2. S-1 Desain Interior ISI Yogyakarta (1993)

Judul Karya yang Pernah Didesain/Diilustrasi dan Tahun Terbit

1. SK3TSA: Kumpulan Karya Sketsa, Untar Press, 2018
2. Ondel-Ondel Galau (Karya Frances Caitlin Tirtaguna), Gramedia Pustaka Utama, 2018
3. *No U-Turn*: Sebuah Biografi Prof. Dr. Ir. Roesdima, Octopuss, 2015
4. Menakar Panji Koming: Tafsiran Komik Karya Dwi Koendoro pada Masa Reformasi Tahun 1998, Buku Kompas, 2002

Handini Noorkasih

Email : handini.nk@gmail.com
Instansi : Jakarta
Bidang Keahlian : *Graphic Design, Editorial Design*



Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. *Graphic Designer – Freelance* (2019–saat ini)
2. *Graphic Designer – Kwik Kian Gie School of Business* (2016-2019)
3. *Graphic Designer – Kotak Imaji Creative Studio* (2015-2016)
4. *Graphic Designer – Cosmogirl Magazine* (2014)

Pendidikan Terakhir

S-1 Desain Komunikasi Visual, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti (2009)

Judul Buku yang Pernah Didesain dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Panduan Guru Seni Teater Kelas V (Edisi Revisi) (2024)
2. Panduan Guru Seni Teater Kelas II (Edisi Revisi) (2024)
3. Novel Jenjang D: Hilangnya Bola Meriam Jepang (2024)
4. Novel Jenjang D: Gena dan Dunia Gero (2023)
5. Panduan Pendidik Membaca Tanpa Air Mata (2023)
6. Dasar-Dasar Busana untuk SMK/MAK Kelas X (2023)
7. Dasar-Dasar Teknik Elektronika untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1 dan 2 (2022)
8. Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Disabilitas Fisik Disertai Hambatan Intelektual untuk SDLB, SMPLB, dan SMALB (2022)
9. *My Next Words Grade 6 - Student's Book for Elementary School* (2022)
10. *My Next Words Grade 6 - Teacher's Book for Elementary School* (2022)

Informasi Lain

behance.net/handinink

