

Tanaman Pangan Utama Di Indonesia

Ir. Winarso Drajad Widodo, M.S., Ph.D.
Ir. Ludivica Endang Setijorini, M.Si.



PENDAHULUAN

Modul 1 dari BMP Budi Daya Tanaman Pangan Utama ini menyajikan materi tentang pengertian dan cakupan aspek ekonomi dan botani tanaman pangan utama di Indonesia. Pangan merupakan kebutuhan utama hidup manusia. Pemenuhan kebutuhan pangan utama adalah hak asasi manusia, yang di Indonesia dijamin dalam konstitusi negara sebagai komponen dasar untuk mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas. Hak asasi akan pangan ini menjadi pertimbangan pertama perumusan Undang-undang (UU) Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan.

Pangan adalah sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia. Produk hayati yang dapat menjadi bahan pangan berasal dari produk pertanian (tanaman pangan dan tanaman hortikultura), perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan darat dan perairan (laut). Pangan juga mencakup bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan lain-lain yang digunakan dalam proses penyiapan dan/atau pembuatan makanan atau minuman. Uraian tentang pangan tersebut berdasarkan ketentuan umum dalam UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan bersesuaian dengan definisi pangan menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO). Dengan demikian, cakupan pangan sangat luas dan sangat beragam sumber bahannya.

Sumber bahan pangan selain air, secara umum dibagi menjadi dua kelompok, yaitu sumber pangan nabati dan sumber pangan non-nabati. Sumber pangan non-nabati meliputi berbagai jenis bahan pangan asal hewan, perairan dan perikanan, yang bukan merupakan bagian dari kajian dalam modul ini. Sumber bahan pangan nabati lebih difokuskan pada bahan pangan yang berasal dari tanaman budidaya (*crops*) hasil suatu usahatani. Dengan demikian tanaman pangan mencakup berbagai macam jenis tanaman yang

secara umum merupakan bagian dari tanaman pangan konvensional dan tanaman hortikultura. Kelompok tanaman pangan konvensional terbagi-bagi lagi menjadi tanaman penghasil pangan pokok dan tanaman penghasil bahan pangan alternatif atau pangan sekunder. Pangan pokok adalah pangan yang diperuntukkan sebagai makanan utama sehari-hari sesuai dengan sumber daya dan kearifan lokal. Pangan lokal adalah makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal.

Tanaman pangan, jika ditinjau dari ilmu gizi, adalah tanaman yang menghasilkan sumber tiga gizi utama, yaitu karbohidrat, protein, dan lemak. Tiga macam gizi utama ini juga disebut sebagai “**gizi trio**”. Tanaman sumber gizi trio terdiri atas tiga kelompok tanaman: 1) kelompok biji-bijian (serealia), 2) kelompok kacang-kacangan semusim, dan 3) kelompok umbi-umbian. Ketiga kelompok tanaman tersebut akan dibahas pada Modul 1 terdiri atas 4 kegiatan belajar: 1) Pengertian dan Ruang Lingkup Tanaman Pangan Utama di Indonesia, 2) Aspek Ekonomi dan Botani Tanaman Padi dan Jagung, 3) Aspek Ekonomi dan Botani Tanaman Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau dan 4) Aspek Ekonomi dan Botani Tanaman Ubi Kayu dan Ubi Jalar. Setelah menyelesaikan modul ini Anda diharapkan dapat menjelaskan pengertian dan ruang lingkup tanaman pangan utama, aspek ekonomi dan aspek botani tanaman pangan utama di Indonesia.

KEGIATAN BELAJAR 1

Pengertian dan Ruang Lingkup Tanaman Pangan Utama

Pangan, menurut UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, sangat beragam jenis dan sumbernya. Bahan pangan dari sektor pertanian berasal dari tanaman budi daya (*crops*) yang juga dikenal dengan kelompok tanaman agronomi. Kelompok tanaman ini lebih dikenal sebagai kelompok tanaman pangan yang dikelompok-kelompokkan lagi berdasar tingkat produksi dan peruntukan konsumsinya.

Telah disampaikan sebelumnya bahwa tanaman pangan adalah tanaman sumber karbohidrat, lemak, dan protein, yang dalam kegiatan belajar ini terdiri atas tiga kelompok tanaman, yaitu: 1) kelompok serealia (penghasil karbohidrat dan protein), 2) kelompok polong semusim (penghasil protein dan lemak), dan 3) kelompok umbi-umbian (penghasil karbohidrat).

A. PENGERTIAN DAN CAKUPAN TANAMAN PANGAN UTAMA

Ketentuan umum tentang pangan dalam UU No. 18 Tahun 2012 mengandung pengertian bahwa pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air untuk makanan atau minuman yang dikonsumsi oleh manusia. Sumber hayati pangan terdiri atas sumber hewani dan nabati. Pangan nabati terutama berasal dari tanaman yang dibudidayakan (*crops*) yang lebih dikenal dengan tanaman agronomi. Sebagian jenis tanaman pangan atau bagian-bagian dari tanaman pangan juga dimanfaatkan sebagai bahan pakan hewan, seperti jagung dan kedelai di beberapa negara maju justru lebih banyak digunakan sebagai bahan pakan dan penghasil minyak. Di Indonesia, bagian-bagian dari berbagai tanaman pangan dimanfaatkan untuk bahan pakan sebagai produk sampingan, seperti jerami padi, *tebon* jagung, *brangkasan* kacang tanah, dan produk sampingan dari pengolahan bahan-bahan pangan tersebut seperti bungkil kedelai dan bungkil kacang tanah.

Jenis sumber bahan pangan dari tanaman budi daya sangat beragam. Pangan untuk kepentingan manusia harus mampu memenuhi kebutuhan 3 gizi utama, yaitu karbohidrat, protein, dan lemak secara seimbang. Keseimbangan gizi mustahil dapat dipenuhi dari satu jenis atau satu

kelompok tanaman. Keseimbangan gizi tersebut hanya dapat dipenuhi dengan ramuan bahan makanan dalam menu sehari-hari. Kebiasaan konsumsi sehari-hari jika diberlakukan secara luas maka akan memunculkan dominansi jumlah bahan pangan dan dominansi luasan tanam, untuk bahan-bahan pangan yang dapat dibudidayakan di Indonesia. Dengan mengacu pada dominansi jumlah dan luasan tanam tersebut, maka tanaman pangan utama pada modul ini dapat didefinisikan sebagai “kelompok tanaman sumber karbohidrat, protein, dan lemak yang diproduksi dan dikonsumsi secara meluas di Indonesia”.

Banyak jenis tanaman budi daya yang dapat menghasilkan bahan sumber “gizi trio” sebagai pangan lokal yang tingkat konsumsinya bergantung pada sumber daya dan kearifan lokal. Konsep tanaman pangan terdahulu membagi tanaman pangan menjadi **padi** dan **palawija**. Pembagian ini sangat dipengaruhi oleh dominansi tanaman padi dalam dunia pertanian Indonesia, terutama di Indonesia bagian Barat. Padi dianggap sebagai pangan utama dan tanaman selain padi, yang biasanya ditanam setelah padi disebut dengan palawija (tanaman sekunder). Hasil utama padi yang berupa beras sangat jarang atau mungkin tidak pernah dijadikan bahan pakan ternak. Palawija, pada awalnya berarti “tanaman selain padi yang biasa ditanam di sawah atau *tegalan*”. Contohnya adalah jagung, kedelai, dan umbi-umbian, termasuk ubi kayu. Dengan demikian palawija semula tidak termasuk tanaman pangan utama.

Seiring kemajuan zaman, para ilmuwan telah menghasilkan penemuan-penemuan terkait dengan pemanfaatan hasil tanaman palawija. Demikian juga dengan semakin berkembangnya usaha mewujudkan ketahanan pangan dari aspek konsumsi pangan berupa diversifikasi pangan. Lembaga-lembaga penelitian dan pengembangan tanaman pangan juga semakin berkembang, sehingga predikat palawija untuk tanaman sumber pangan selain padi tidak lagi relevan. Terwujudnya UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan lebih menekankan lagi kedudukan tanaman-tanaman sumber pangan selain padi. Pada bahan pangan dari produksi pertanian, di dalam UU No. 18 Tahun 2012 tersebut ditentukan berbagai aspek terkait dengan pangan, yaitu tentang kedaulatan pangan, kemandirian pangan, ketahanan pangan, dan keamanan pangan. Jika keempatnya dikaitkan dengan produksi dan konsumsi pangan, maka substansi dari ketentuan UU pangan itu adalah **swasembada pangan**.

Sasaran swasembada pangan adalah ketersediaan dan cadangan pangan yang mencukupi kebutuhan pangan secara berkelanjutan. Jika swasembada pangan dikaitkan dengan pemenuhan kebutuhan gizi berimbang, swasembada pangan tidak lain adalah pemenuhan kebutuhan karbohidrat, protein, dan lemak bagi seluruh rakyat Indonesia yang harus dipenuhi oleh tanaman-tanaman budi daya di Indonesia sendiri. Jenis tanaman apa saja yang harus dikembangkan untuk mewujudkan swasembada pangan tersebut, sangat perlu ditentukan, kemudian dipelajari dan dikembangkan.

Jenis tanaman penghasil pangan sangat beragam. Berdasarkan urutan tingkat konsumsinya, maka dikenal istilah tanaman pangan utama. Tanaman pangan utama mengacu pada jenis-jenis tanaman pangan yang ditanam secara luas, produksinya cukup signifikan, dan konsumsinya relatif merata meliputi berbagai lapisan masyarakat. Jenis-jenis tanaman pangan utama juga merupakan jenis tanaman yang ditargetkan oleh negara untuk dikembangkan dalam rangka mewujudkan kedaulatan pangan. Gandum, dalam kaitannya dengan upaya swasembada pangan, tidak dibahas dalam buku ini.

Badan Pusat Statistik mencatat ada 7 jenis tanaman pangan dengan tingkat produksi dan luas tanam yang dominan. Ketujuh jenis tersebut terdiri atas kelompok biji-bijian (padi dan jagung), kelompok polong setahun (kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau), dan kelompok umbi-umbian (ubi kayu dan ubi jalar) (Tabel 1.1).

Ketujuh jenis tanaman pangan tersebut dapat dianggap sebagai tanaman pangan utama. Cakupan tanaman pangan utama meliputi pemahaman tentang aspek ekonomi, aspek botani, proteksi, manajemen kesuburan lahan, dan teknik budi daya tanaman. Keseluruhan cakupan tanaman pangan utama tersebut menuju kepada pemenuhan 4 aspek ketahanan pangan, yaitu: 1) aspek ketersediaan pangan (*availability*), 2) aspek stabilitas ketersediaan (*stability of supplies*), 3) aspek keterjangkauan (*accessibility*), dan 4) aspek konsumsi pangan (*consumption*).

Tabel 1.1
Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Padi dan Palawija di Indonesia

No.	Jenis komoditas	Tahun		Pertumbuhan 2015 terhadap 2014 (%)
		2014	2015	
1	PADI TOTAL			
	Produksi (x 1,000 ton)	70.846	75.381	6.37
	Luas Panen (x 1,000 ha)	13.797	14.157	2.31
	Produktivitas (ton/ha)	5.14	5.34	3.97
2	PADI SAWAH			
	Produksi (x 1,000 ton)	67.102	71.75	6.92
	Luas Panen (x 1,000 ha)	12.666	13.07	3.18
	Produktivitas (ton/ha)	5.30	5.49	3.62
3	PADI LADANG			
	Produksi (x 1,000 ton)	3.744	3.631	-3.01
	Luas Panen (x 1,000 ha)	1.131	1.087	-3.85
	Produktivitas (ton/ha)	3.31	3.34	0.85
4	JAGUNG			
	Produksi (x 1,000 ton)	19.008	19.612	3.17
	Luas Panen (x 1,000 ha)	3.837	3.737	-3.31
	Produktivitas (ton/ha)	4.95	5.18	4.54
5	KEDELAI			
	Produksi (x 1,000 ton)	955	963	0.85
	Luas Panen (x 1,000 ha)	616	614	-0.29
	Produktivitas (ton/ha)	1.55	1.57	1.16
6	KACANG TANAH			
	Produksi (x 1,000 ton)	639	605	-5.29
	Luas Panen (x 1,000 ha)	499	454	-9.07
	Produktivitas (ton/ha)	1.28	1.33	4.22
7.	KACANG HIJAU			
	Produksi (x 1,000 ton)	245	271	10.97
	Luas Panen (x 1,000 ha)	208	229	10.28
	Produktivitas (ton/ha)	1.18	1.18	0.60
8	UBI KAYU			
	Produksi (x 1,000 ton)	43.436	21.791	-7.02
	Luas Panen (x 1,000 ha)	1.003	949	-5.41
	Produktivitas (ton/ha)	23.36	22.96	-1.71
9	UBI JALAR			
	Produksi (x 1,000 ton)	2.383	2.261	-5.10
	Luas Panen (x 1,000 ha)	157	140	-10.55
	Produktivitas (ton/ha)	15.20	16.13	6.09

B. TANAMAN PANGAN

Pangan adalah segala sesuatu yang dikonsumsi manusia untuk memenuhi gizi utama, yaitu karbohidrat dan protein. Dengan berjalannya waktu dan akibat adanya penemuan-penemuan di bidang kesehatan manusia terkait dengan bahan pangan, maka terbukti bahwa **lemak** juga merupakan zat gizi yang sangat penting karena merupakan komponen dari semua jenis hormon di dalam tubuh manusia. Lemak juga penting sebagai cadangan energi. Dengan demikian tanaman pangan adalah kelompok tanaman sumber karbohidrat, protein, dan lemak untuk konsumsi manusia. Walaupun demikian, sebagian jenis tanaman atau bagian dari tanaman-tanaman pangan itu juga dimanfaatkan untuk bahan pakan ternak.

Indonesia yang beriklim tropika merupakan negara dengan keragaman hayati tertinggi ke-2 setelah Brasil. Indonesia sangat kaya akan jenis-jenis tanaman yang dapat dikonsumsi sebagai pangan. Keanekaragaman jenis tanaman umbi-umbian dan penghasil rimpang sangat tinggi. Demikian juga dengan berbagai pohon tahunan penghasil karbohidrat seperti sukun, aren, dan sagu, serta pisang kelompok *plantain*. Dalam konsep ketahanan pangan, jenis-jenis tanaman umbi-umbian dan tanaman penghasil karbohidrat selain padi dan sereal, dikenal dengan istilah tanaman penghasil karbohidrat non-biji (tanaman **karnobi**). Status dari tanaman-tanaman karnobi ini adalah sebagai tanaman alternatif diversifikasi pangan pada aspek konsumsi pangan.

Tanaman pangan, sebagai ilmu, membatasi kelompok tanaman pangan sebagai tanaman-tanaman semusim penghasil karbohidrat, protein, dan lemak. Berdasarkan jumlah konsumsi dan dominansi luasan penanamannya, dikenal kelompok tanaman pangan utama.

C. TANAMAN PANGAN UTAMA DI INDONESIA

Telah disampaikan bahwa tanaman pangan adalah tanaman budi daya (*crops*) yang menghasilkan bahan pangan untuk konsumsi manusia. Batasan tanaman pangan semula adalah kelompok tanaman sumber karbohidrat dan protein. Di dalam konsep konsumsi pangan harapan yang memasukkan lemak sebagai salah satu zat gizi utama, telah mengubah batasan tanaman pangan sebagai kelompok tanaman penghasil karbohidrat, protein, dan lemak. Lebih spesifik lagi, tanaman pangan adalah sekelompok tanaman semusim penghasil bahan pangan yang dibudidayakan di sawah atau tegalan. Pembatasan ini perlu untuk lebih memfokuskan arah pengembangan produksi dan pemuliaannya.

Tanaman pangan sebagai sumber karbohidrat dikelompokkan ke dalam tanaman sereal dan tanaman umbi-umbian. Tanaman pangan sumber protein dan lemak dikelompokkan ke dalam tanaman polong semusim. Ketiga kelompok tanaman tersebut sangat beragam jenisnya di Indonesia yang beriklim tropika.

Berdasarkan tingkat produksi dan luasan lahan penanamannya, maka ketiga kelompok tanaman pangan tersebut terdiri atas padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi kayu, dan ubi jalar. Perkiraan kandungan gizi utama dari ketujuh jenis tanaman pangan utama tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2
Kandungan Karbohidrat, Protein, dan Lemak Tujuh Jenis Tanaman Pangan Utama Indonesia

Jenis tanaman	Kandungan gizi setiap 100 g bahan mentah			
	Karbohidrat (g)	Protein (g)	Lemak (g)	Energi (kJ)
Padi (beras putih)	80.00	7.13	0.66	1,528
Jagung kuning (biji/pipilan)	74.00	9.40	4.74	1,528
Kedelai (biji tua mentah)	30.16	36.49	19.94	1,866
Kacang tanah (biji tua)	21.00	25.00	48.00	2,385
Kacang hijau (biji tua)	62.63	23.86	1.15	1,452
Ubi kayu (segar, tanpa kulit)	38.00	1.40	0.28	670
Ubi jalar (segar, tanpa kulit)	20.10	1.60	0.10	359

Padi dan jagung kuning dengan kandungan karbohidrat 80% dan 74% merupakan bahan makanan pokok penting dunia. Jagung merupakan tanaman biji-bijian yang terluas area panennya di dunia, disusul oleh padi dan gandum. Polong semusim (kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau) lebih berperan sebagai tanaman sumber protein, terutama kedelai dan kacang hijau. Kacang tanah dan kedelai lebih umum dikelompokkan sebagai tanaman sumber minyak (*oil crops*). Ubi kayu dan ubi jalar juga menjadi tanaman sumber karbohidrat dari kelompok tanaman umbi-umbian yang dibiakkan secara klonal (vegetatif). Ubi jalar juga menjadi tanaman sumber vitamin (A dan C) dan tanaman pangan fungsional (ubi jalar ungu) karena banyak mengandung antosianin (antioksidan). Daun dan pucuk muda ubi kayu dan ubi jalar juga dikonsumsi sebagai sumber protein nabati yang cukup penting, terutama di wilayah Asia Tenggara.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa yang dimaksud dengan pangan dan pangan utama? Jelaskan untuk pengertian di Indonesia!
- 2) Tanaman pangan adalah penghasil gizi trio. Jelaskan pengertian gizi trio dalam menu makanan manusia!
- 3) Jelaskan pengertian tentang tanaman pangan utama dan jenis-jenis tanaman pangan di Indonesia!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam latihan ini, Anda harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 1 Modul 1 tentang pengertian dan ruang lingkup tanaman pangan utama, terutama pada bahasan pengertian dan cakupan tanaman pangan dan tanaman pangan utama di Indonesia.



RANGKUMAN

Pangan adalah sesuatu yang berasal dari sumber daya hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah sebagai makanan dan minuman bagi konsumsi manusia. Pangan nabati berasal dari tanaman budi daya (*crop*). Tanaman pangan adalah tanaman sumber karbohidrat, lemak, dan protein.

Tanaman pangan utama adalah tanaman penghasil pangan yang diproduksi dan dikonsumsi secara meluas di Indonesia. Tanaman pangan utama dikelompokkan menjadi tanaman biji-bijian atau sereal (padi dan jagung), tanaman polong semusim (kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau), dan tanaman umbi-umbian (ubi kayu dan ubi jalar).

Padi dan jagung merupakan tanaman biji-bijian penghasil karbohidrat utama di Indonesia. Kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau adalah tanaman sumber protein dan lemak. Ubi kayu dan ubi jalar merupakan tanaman sumber karbohidrat dari kelompok tanaman umbi-umbian.

**TES FORMATIF 1** _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pangan merupakan hak asasi manusia. Definisi pangan dikukuhkan oleh pemerintah dalam bentuk peraturan perundang-undangan yang saat ini digunakan, yakni
 - A. UU No. 8 Tahun 1996
 - B. UU No. 18 Tahun 2012
 - C. UU No. 4 Tahun 2014
 - D. Inpres No. 5 Tahun 2015

- 2) Komponen pilar ketahanan pangan adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - A. kebijakan
 - B. keterjangkauan
 - C. ketersediaan
 - D. stabilitas

- 3) Jumlah jenis tanaman pangan, umumnya mengacu pada jumlah
 - A. 9 komoditas
 - B. 11 bahan pokok penting
 - C. 7 komoditas
 - D. 5 komoditas swasembada

- 4) Kelompok tanaman pangan mencakup sebagai berikut, *kecuali*
 - A. buah-buahan
 - B. umbi-umbian
 - C. biji-bijian
 - D. kacang-kacangan

- 5) Implikasi pangan sebagai hak asasi manusia adalah, *kecuali*
 - A. memproduksi pangan sesuai keinginan
 - B. memilih pangan sesuai keyakinan yang dianut
 - C. tidak boleh ada paksaan konsumsi
 - D. dilarang mengonsumsi bahan pangan impor

- 6) Tanaman pangan merupakan sumber asupan sebagai berikut, *kecuali*
 - A. mineral
 - B. protein
 - C. karbohidrat
 - D. lemak

- 7) Kelompok komoditas di bawah ini termasuk sumber karbohidrat, *kecuali*
- A. sagu
 - B. padi
 - C. tomat
 - D. jagung
- 8) Kelompok komoditas di bawah ini yang termasuk penghasil protein, adalah.....
- A. kedelai
 - B. pucuk daun ubi jalar
 - C. bengkuang
 - D. pucuk daun ubi kayu

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2**Aspek Ekonomi dan Botani Tanaman Padi dan Jagung**

Padi dan jagung adalah tanaman kelompok serealia penghasil karbohidrat terbesar di Indonesia. Keduanya memiliki ciri khas dalam hal pembudidayaannya. Padi adalah tanaman serealia yang dapat beradaptasi dengan lingkungan jenuh air, sedangkan jagung kebalikannya, cocok untuk budi daya lahan kering (*tegalan*). Keduanya secara berturut-turut dikonsumsi terbanyak di Indonesia sebagai sumber karbohidrat. Konsumsi per kapita per tahun pada 2012 untuk padi sebesar 89.48 kg dan ketersediaan jagung untuk bahan pangan mencapai 55.43 kg/kapita/tahun.

Pada Kegiatan Belajar 2 dari Modul 1 ini, Anda akan mempelajari aspek ekonomi dan botani tanaman padi dan jagung. Pada bagian aspek ekonomi akan dibahas tentang status ekonomi padi dan jagung dunia dan Indonesia. Pada bagian aspek botani akan membahas tentang taksonomi, deskripsi tanaman, dan pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dan jagung.

A. ASPEK EKONOMI PADI DAN JAGUNG**1. Aspek Ekonomi Padi**

Kurun 2010 – 2014 padi diproduksi oleh 118 negara di dunia dengan produksi rata-rata sekitar 727 juta ton/tahun. Sejumlah 118 negara tersebut memproduksi padi lebih dari 100 ton setahun. Negara-negara dengan produksi padi di atas 100,000 ton setahun ada 75 negara. Peringkat 10 negara produsen besar padi dunia memproduksi gabah lebih dari 10 juta ton/tahun. Sembilan dari 10 negara produsen gabah besar tersebut adalah negara-negara Asia. Hanya satu negara penghasil gabah lebih dari 10 juta ton setahun yang bukan negara Asia, yaitu Brasil. Negara paling banyak memproduksi beras adalah China sekitar 202.2 juta ton/tahun, kemudian disusul oleh India sekitar 155.2 juta ton/tahun dan Indonesia sekitar 68.7 juta ton/tahun. Selisih produksi antara India dan Indonesia sangat jauh sekitar 88 juta ton/tahun.

Dari 10 negara penghasil padi lebih dari 10 juta ton gabah per tahun itu tidak ada satu pun yang produktivitasnya mencapai 10 ton/ha. Produktivitas tertinggi dari 10 negara tersebut memang China (6.69 ton/ha), tetapi masih jauh di bawah Australia, Mesir, dan Amerika Serikat (> 9 ton/ha). Namun

karena luas area panen padi Asia meliputi 88.5% dari area penanaman padi dunia, maka produksi padi dunia hampir 84% dipenuhi oleh 9 negara Asia penghasil padi tertinggi dunia tersebut. Jika diurutkan dari produksi padi terbesar dunia, maka 20 negara produsen padi dunia hanya 5 negara dari luar Asia, yaitu Amerika Serikat, Brasil, Mesir, Nigeria, dan Madagaskar. Lima belas negara sisanya adalah negara-negara Asia, yaitu China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Thailand, Myanmar, Filipina, Jepang, Kamboja, Pakistan, Korea Selatan, Nepal, Sri Lanka, dan Laos. Padi merupakan tanaman pangan utama untuk wilayah Asia Timur, Asia Selatan, dan Asia Tenggara (Tabel 1.3).

Tabel 1.3
Produksi Tahunan Rata-rata 20 Negara Penghasil Padi Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	China	202,223,476	30,227,838	6.69
2	India	155,212,602	43,394,480	3.58
3	Indonesia	68,681,720	13,507,035	5.08
4	Bangladesh	50,983,240	11,614,000	4.39
5	Vietnam	43,031,241	7,725,089	5.57
6	Thailand	35,584,000	11,611,485	3.06
7	Myanmar	28,120,309	7,229,753	3.88
8	Filipina	17,579,207	4,613,303	3.81
9	Brasil	12,044,202	2,516,534	4.80
10	Jepang	10,613,000	1,591,800	6.67
11	Amerika Serikat	9,421,228	1,157,244	8.18
12	Kamboja	9,005,852	2,990,516	3.01
13	Pakistan	6,546,918	2,585,100	2.54
14	Korea Selatan	5,620,252	848,640	6.63
15	Mesir	5,527,944	579,939	9.53
16	Nigeria	5,215,079	2,718,611	1.92
17	Nepal	4,621,580	1,483,356	3.11
18	Madagaskar	4,235,485	1,485,200	2.85
19	Sri Lanka	4,008,690	1,057,406	3.79
20	Laos	3,408,519	891,031	3.82

Sumber: FAOSTAT, 2016

Di Indonesia, padi merupakan tanaman pangan utama yang paling penting. Terjadi sedikit peningkatan luas area panen, produksi, dan produktivitas padi dari tahun 2014 ke tahun 2015. Produksi meningkat 6.35%, luas area panen meningkat 2.31%, dan produktivitas meningkat sebesar 3.37%. Hal ini menunjukkan bahwa padi merupakan tanaman pangan yang sangat dipentingkan oleh pemerintah Indonesia. Selain itu, hampir 100% produk utama padi yang berupa beras dikonsumsi sebagai pangan. Hal yang perlu diwaspadai adalah tidak adanya penambahan luas panen padi yang signifikan dari kurun waktu 2009 (12.9 juta ha/tahun) hingga data terakhir di FAO tahun 2014 (13.5 juta ha/tahun). Kondisi ini akan sangat rawan jika terjadi gagal panen, sehingga ketergantungan Indonesia kepada beras impor tetap tinggi.

2. Aspek Ekonomi Jagung

Jagung dunia diproduksi oleh 168 negara sebanyak 930.8 juta ton/tahun dalam kurun waktu 2010-2014. Sepuluh besar produsen jagung dunia memproduksi rata-rata 732.2 juta ton/tahun atau 78.7% jagung dunia. Negara produsen jagung terbesar adalah Amerika Serikat dengan 323.7 juta ton/tahun. Negara produsen jagung terbesar kedua adalah China sebesar 202.0 juta ton/tahun dan kemudian disusul oleh Brasil (68.4 juta ton/tahun), Argentina (27.1 juta ton/tahun), Ukraina (23.0 juta ton), India (22.54 juta ton), dan Meksiko (21.8 juta ton/tahun). Indonesia di peringkat 8 dengan produksi 18.6 juta ton/tahun. Dua negara peringkat berikutnya Afrika Selatan dan Perancis masing-masing dengan produksi 12.49 juta ton dan 12.47 juta ton per tahun (Tabel 1.4).

Tabel 1.4
Produksi Rata-rata Tahunan 20 Negara Penghasil Jagung Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	Amerika Serikat	323,742,070	34,286,263	9.45
2	China	201,991,080	34,652,612	5.82
3	Brasil	68,449,640	14,161,525	4.80
4	Argentina	27,076,393	4,052,702	6.74
5	Ukraina	23,039,712	4,003,400	5.66
6	India	22,541,160	8,814,640	2.56
7	Meksiko	21,788,752	6,859,388	3.17
8	Indonesia	18,575,637	3,922,497	4.74
9	Afrika Selatan	12,494,600	2,961,060	4.24

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
10	Perancis	12,477,436	1,716,900	7.41
11	Kanada	12,228,780	1,305,900	9.36
12	Romania	10,001,325	2,484,698	4.06
13	Nigeria	8,892,695	5,393,930	1.66
14	Italia	8,649,563	935,642	9.26
15	Rusia	8,245,359	1,897,338	4.19
16	Filipina	7,180,505	2,562,509	2.80
17	Hungaria	7,162,222	1,186,827	6.05
18	Mesir	7,153,562	935,706	7.65
19	Serbia	6,207,072	1,099,249	5.63
20	Ethiopia	6,188,070	2,028,128	3.05

Sumber: FAOSTAT, 2016

Produktivitas jagung dari kesepuluh produsen tertinggi tersebut tertinggi dicapai oleh Amerika Serikat dengan 9.45 ton/ha. Kemudian diikuti oleh Perancis 7.41 ton/ha dan Argentina di peringkat 29 dunia dengan 6.74 ton/ha. Produktivitas jagung Indonesia berada pada peringkat ke 60 sebesar 4.74 ton/ha di atas Vietnam (4.31 ton/ha). Produktivitas jagung Indonesia cukup jauh di bawah China pada peringkat 48 dengan 5.82 ton/ha. Dua puluh negara produsen jagung besar dunia, terdiri atas 5 negara Amerika (Amerika Serikat, Brasil, Argentina, Meksiko, dan Kanada), 7 negara Eropa (Perancis, Romania, Italia, Ukraina, Rusia, Hungaria, dan Serbia), 4 negara Asia (China, India, Indonesia, dan Filipina), dan 4 negara Afrika (Afrika Selatan, Nigeria, Mesir, dan Ethiopia). Jagung merupakan tanaman sumber karbohidrat yang paling luas ditanam di dunia.

Di negara-negara maju, jagung lebih banyak digunakan sebagai bahan pakan dan bahan dasar industri. Sebagai contoh di Amerika Serikat, penggunaan jagung sebagai pangan yang dikonsumsi langsung manusia hanya sebesar 2.7%. Penggunaan lainnya berturut-turut sebagai pakan ternak 43%, industri etanol (alkohol) 30%, diekspor 15%, dan sekitar 7.5% untuk bahan pembuatan pemanis, tepung maizena, dan minyak jagung. Konsumsi jagung di negara-negara sedang berkembang, termasuk Indonesia, memang sebagian masih untuk pangan langsung manusia. Namun konsumsi tersebut rata-rata hanya sekitar 25 kg/kapita/tahun yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan konsumsi beras sekitar 89.48 kg/kapita/tahun. Tingkat ketersediaan jagung di Indonesia mencapai 55.43 kg/kapita/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa jagung di Indonesia lebih banyak digunakan untuk pakan ternak.

B. ASPEK BOTANI PADI DAN JAGUNG

1. Taksonomi Padi

Padi budi daya berasal dari genus *Oryza* yang merupakan anggota dari keluarga *Gramineae* (*Poaceae*). Ada sekitar 20 spesies dari genus ini dan yang paling banyak dibudi dayakan adalah *Oryza sativa* L. (padi Asia) dan *O. glaberrima* (padi Afrika). Genus *Oryza* menyebar di wilayah tropika dan sub tropika, di Afrika Barat, Asia Selatan, Asia Tenggara, China Selatan, Amerika Selatan, dan Australia. Amerika Serikat bagian Selatan juga pantas dianggap sebagai wilayah penyebaran *Oryza*.

Spesies *O. sativa* memiliki tiga subspecies yaitu *japonica*, *indica*, dan *javanica*. Subspecies *japonica* biasa ditanam di wilayah beriklim sedang, wilayah subtropika, dan dataran tinggi tropika. Subspecies *javanica* sering disebut dengan istilah padi *japonica* tropika yang cocok untuk wilayah dataran rendah tropika. Subspecies *indica* merupakan padi yang paling banyak ditanam di wilayah tropika dan subtropika, termasuk Filipina, India, Pakistan, Jawa, Sri Lanka, China, dan di beberapa negara Afrika bagian Barat.

2. Deskripsi Botani Padi

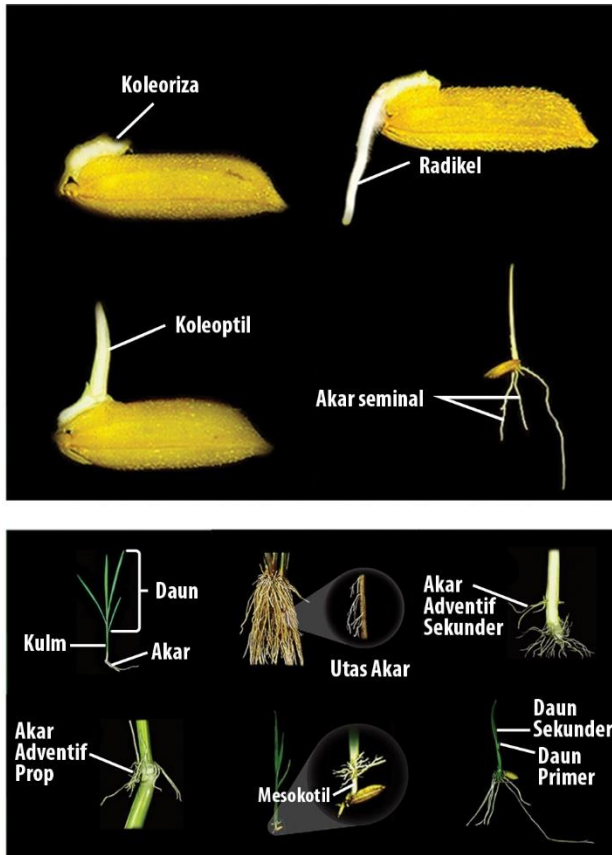
Padi yang dibudidayakan berupa tanaman rumputan semusim, berbatang bulat, daun agak datar dan pertumbuhannya diakhiri dengan munculnya malai di ujung batang. Tanaman padi dapat dibagi menjadi dua kelompok organ, yaitu organ vegetatif dan organ reproduktif.

a. Organ vegetatif

Bagian vegetatif tanaman padi terdiri atas akar, batang, dan daun. Satu batang (anakan) padi terdiri atas akar, batang, dan daun. Anakan padi yang sudah dewasa akan memunculkan malai.

1) Akar

Tanaman padi berakar serabut yang merupakan ciri tanaman monokotil (berkeping biji tunggal). Ketika berkecambah, padi memiliki dua macam akar, yaitu: 1) akar *seminal* yang tumbuh dari akar primer (radikula) dan bersifat sementara dan 2) akar *adventif sekunder* yang bercabang dan tumbuh dari buku-buku batang muda bagian bawah yang menggantikan fungsi akar seminal ketika kecambah padi tumbuh membesar. Akar tanaman padi disebut akar *adventif*, karena tidak tumbuh dari bagian embrio, melainkan muncul dari buku-buku batang tanaman (Gambar 1.1.).



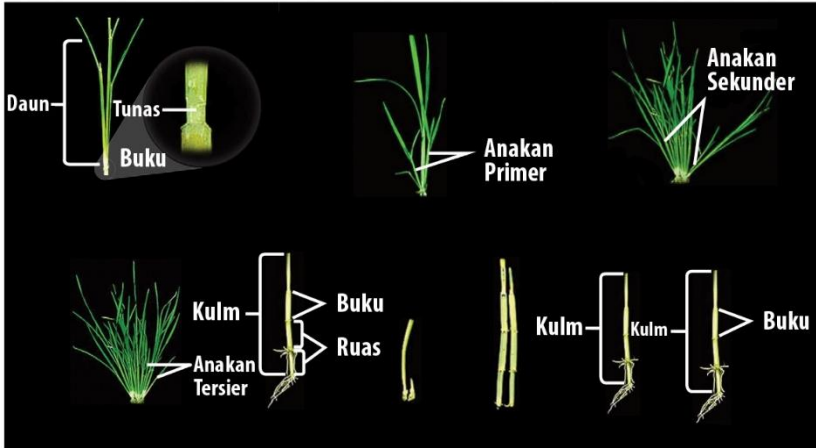
Sumber: <http://www.ricechip.org/morphology.pdf>

Gambar 1.1
Kecambah dan Anakan Padi dengan Bagian-Bagiannya

2) Batang

Batang padi terdiri atas ruas dan buku yang bergantian. Bagian antara dua buku disebut dengan ruas. Setiap buku memiliki sehelai daun dan satu mata tunas yang dapat tumbuh menjadi anakan. Ruas batang dewasa berongga dan bercelah sangat halus. Pada tahap awal pertumbuhan, batang terselubung pelepah daun yang menampilkan tegakan padi yang bukan batang sejati. Anakan muncul dari batang utama dengan urutan berselang-seling sehingga menghasilkan rumpun padi. Anakan yang

muncul dari bagian bawah batang utama, disebut dengan anakan primer. Anakan primer selanjutnya akan menghasilkan anakan sekunder yang juga akan menghasilkan anakan tersier. Pembentukan anakan padi umumnya akan terhenti pada anakan tersier (Gambar 1.2).



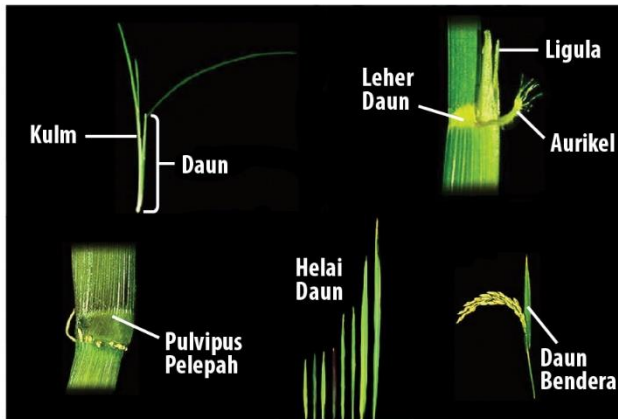
Sumber: <http://www.ricechip.org/morphology.pdf>

Gambar 1.2
Bagian-Bagian Vegetatif Padi

3) Daun

Daun padi tumbuh pada batang dalam susunan filotaksis yang berselang-seling dengan satu daun setiap buku. Daun padi tersusun atas:

- helaian daun yang menempel pada buku dengan pelepah daun,
- pelepah daun yang membungkus ruas batang di atasnya yang pada tanaman muda mencakup helaian daun dan ruas berikutnya,
- cuping atau telinga daun (*auricle*) pada pangkal daun menjadi batas antara helaian dan pelepah daun,
- lidah daun (*ligula*) berupa segitiga tipis tepat di atas telinga daun, dan
- daun bendera yang merupakan daun teratas yang tumbuh di bawah malai.



Sumber: <http://www.ricechip.org/morphology.pdf>

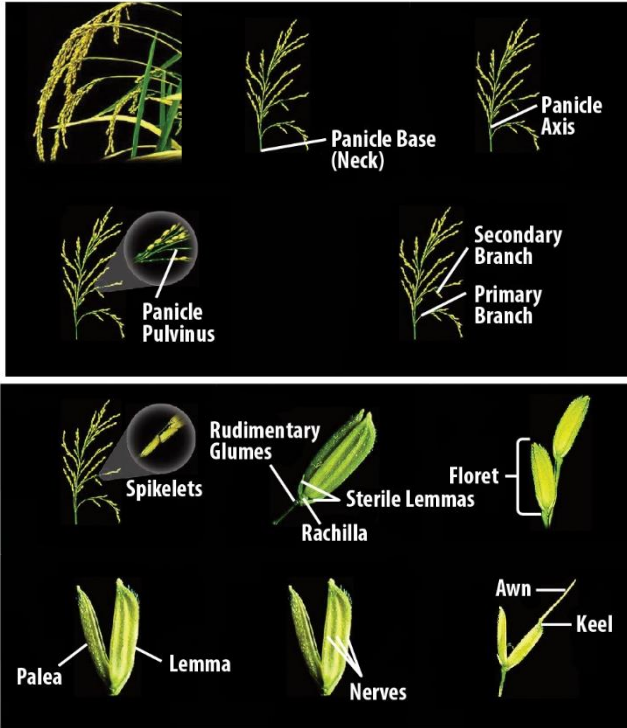
Gambar 1.3
Bagian-Bagian Daun Padi

b. Organ Reproduksi Padi

Organ reproduktif tanaman padi berupa karangan bunga yang berbentuk malai. Malai bunga padi adalah modifikasi tunas yang terdiri atas buliran dan buliran tersusun oleh kuntum-kuntum bunga. Malai adalah akhir dari pertumbuhan batang anakan padi.

1) Malai

Malai merupakan karangan bunga padi yang bersifat *determinate*, yaitu merupakan akhir dari pertumbuhan batang anakan padi produktif. Malai, dengan demikian, merupakan bagian ujung tajuk. Panjang malai ditentukan oleh panjang bagian ruas teratas di atas daun bendera. Pemanjangan malai padi bergantung pada varietas dan kondisi lingkungan tumbuh (Gambar 1.4).



Sumber: <http://www.ricechip.org/morphology.pdf>

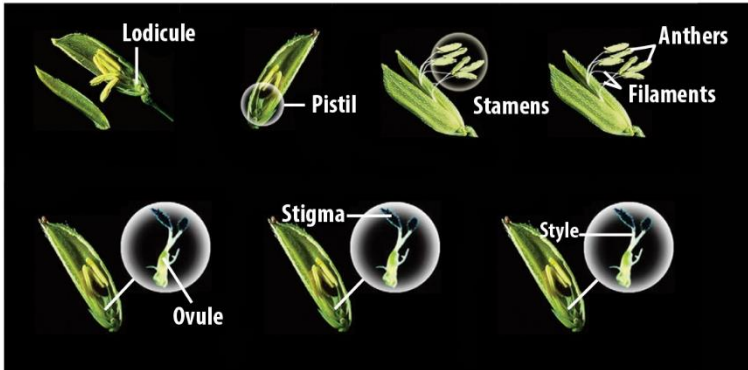
Gambar 1.4
Struktur Malai Padi

2) Buliran

Buliran padi adalah rangkaian bunga dalam bentuk *panicle* yang terdiri atas *lemma* steril, *rachilla*, dan *floret* (kuntum bunga). *Rachilla* adalah sumbu kecil antara *lemma* steril (sekam rudimenter) dan *floret* yang fertil. Floret terdiri atas *lemma*, *palea*, dan bunga (Gambar 1.4).

- Lemma* merupakan bagian kuntum bunga yang berurat lima dan keras yang menutupi sebagian *palea*. *Lemma* memiliki satu ekor (*awn*), suatu pemanjangan filiform yang berlainan dari urat tengah *lemma*.
- Palea* adalah bagian *floret* yang berurat tiga dan keras dan sangat pas (tepat berlekatan) dengan *lemma*. *Palea* sama dengan *lemma* tetapi berukuran lebih kecil.

- (c) Bunga terdiri atas 6 benang sari dan satu putik. Keenam benang sari tersusun dalam 2 kelompok kepala sari (*anther*). Putik bunga padi hanya mengandung satu bakal biji.

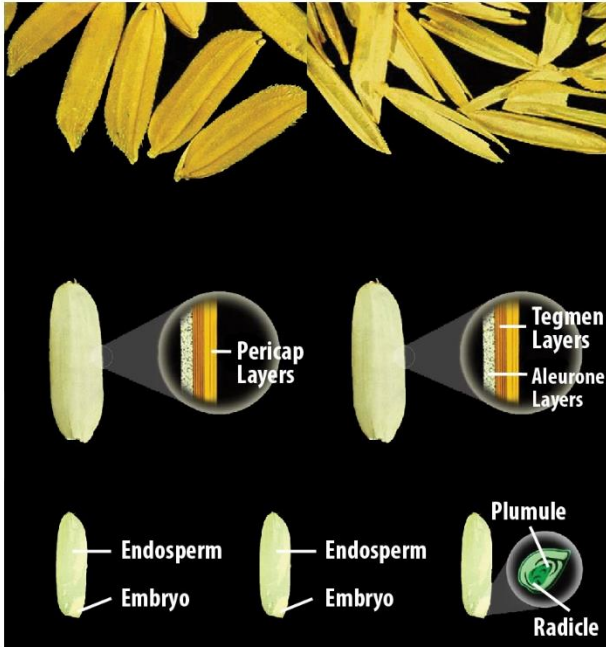


Sumber: <http://www.ricechip.org/morphology.pdf>

Gambar 1.5
Bagian-Bagian Bunga Padi

3) Butir biji

Butir biji adalah bakal buah yang telah berhasil dibuahi dan matang terdiri atas *lemma*, *palea*, *rakhilla*, *lemma* steril, dan rambut gabah (jika ada) yang berlekatan sangat kuat. Bentuk butir biji dengan sekam ini disebut dengan *caryopsis*. Butir biji yang sudah dikupas (dilepas sekamnya) disebut dengan beras (Gambar1.6).



Sumber: <http://www.ricechip.org/morphology.pdf>

Gambar 1.6
Bagian-Bagian Gabah

Buah padi terdiri atas biji tunggal yang bersatu dengan kulit buah matang (kulit ari) yang membentuk struktur butir biji. Bentuk buah seperti ini disebut dengan bentuk *caryopsis* (kariopsis). Bentuk dan ukuran gabah dipengaruhi oleh varietas. Bagian-bagian buah padi terdiri atas sekam, kulit ari, endosperma, dan embrio. Sekam terdiri atas *lemma* dan *palea*. Sel-sel sekam dewasa sangat berlignin, rapuh, dan mengandung banyak silika (Si). Kulit keras pada biji padi terdiri atas kulit ari, kulit biji, dan *nucellus*.

Endosperm terdiri atas lapisan aleuron dan endosperm yang berpati. Aleuron adalah lapisan jaringan endosperm terluar. Jumlah lapisan aleuron bergantung letaknya pada butir biji, varietas, dan faktor lingkungan. Aleuron banyak mengandung fosfor, magnesium, dan kalium. Endosperm terdiri atas sel-sel parenkim berdinding tipis dan mengandung banyak pati dan protein.

Di bagian pangkal endosperm terdapat embrio. Embrio terdiri atas bakal daun (*plumula*) dan akar primer (*radicle* atau radikula) yang terhubung melalui batang pendek yang disebut *mesocotyl*. Plumula diselubungi oleh koleoptil (*coleoptiles*). Radikula diselubungi oleh masa jaringan lunak yang disebut dengan *coleorhizae* (Gambar 1.6).

c. *Pertumbuhan dan Perkembangan*

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dibagi menjadi tiga tahap perkembangan yaitu:

- 1) tahap vegetatif yang berlangsung sejak perkecambahan hingga inisiasi bunga
- 2) tahap reproduktif yang berlangsung dari inisiasi bunga hingga bunga mekar (*anthesis*)
- 3) tahap pematangan biji yang berlangsung sejak bunga mekar sampai masak penuh.

1) Tahap vegetatif

Perkecambahan biji padi ditandai dengan keluarnya radikula menembus koleoriza dan diikuti dengan munculnya koleoptil sebagai silinder lancip. Tahap berikutnya, koleoptil pecah dan muncul daun-daun primer.

Pada lingkungan tropika yang hangat, daun primer muncul kira-kira pada 3 hari setelah benih disebar. Sebelum disebar, benih perlu disiapkan terlebih dahulu dengan perendaman selama 24 jam dan diinkubasikan pada kondisi lembap dan hangat selama 48 jam. Proses perkecambahan selanjutnya berupa pemunculan daun primer hingga munculnya anakan pertama. Pada tahap awal perkecambahan terbentuk akar-akar seminal dengan menggunakan cadangan makanan di dalam endosperm. Selanjutnya dua daun sempurna muncul dan terus bermunculan dengan kecepatan 1 helai daun setiap 3 – 4 hari. Bersamaan dengan itu, terbentuk akar-akar adventif dari buku-buku batang utama dan batang anakan untuk menggantikan fungsi akar seminal.

Anakan pertama dibentuk sebagai hasil pertumbuhan tunas ketiak dari buku terbawah batang utama. Setelah anakan primer terbentuk, selanjutnya anakan primer akan menghasilkan anakan sekunder dan seterusnya hingga anakan tersier. Lamanya pembentukan anakan bergantung pada varietas dan merupakan ciri varietas genjah atau varietas dalam. Pada varietas genjah, pembentukan anakan akan terus

berlangsung hingga tercapai jumlah anakan maksimum yang selanjutnya memasuki tahap reproduktif.

2) Tahap reproduktif

Tahap reproduktif dimulai segera setelah tanaman mencapai jumlah anakan maksimum. Tahap reproduktif ditandai dengan inisiasi primordial bunga (malai). Inisiasi malai pertama terjadi pada batang anakan utama yang diikuti oleh inisiasi bunga pada anakan-anakan dengan pola yang tidak teratur. Selama perkembangan malai bulir mulai tampak dan malai tumbuh ke atas di dalam pelepah daun bendera dan terus tumbuh secara lambat. Hasil padi sangat dipengaruhi tingkat cekaman yang diterima selama tahap awal pertumbuhan malai.

Tahap akhir dari pertumbuhan malai adalah peristiwa “bunting” yang selanjutnya malai memasuki fase pembungaan (bunga mekar atau *anthesis*). Pada tahap ini malai keluar menembus pelepah daun bendera.

Anthesis atau pembungaan dimulai dengan kemunculan kepala sari bunga terminal (paling ujung). Pada waktu pembungaan, malai tegak. Pembungaan berlangsung pada sekitar 25 hari setelah inisiasi malai. Dengan struktur bunga yang kariopsis dan sifat daun bendera yang melindungi malai, maka proses penyerbukan padi dominan berupa penyerbukan sendiri (*selfing*). Bunga padi mekar mulai pukul 09.00 hingga 15.00, tergantung varietas dan cuaca.

3) Tahap pematangan biji

Gabah berkembang sejak keberhasilan penyerbukan dan pembuahan. Perkembangan gabah berupa proses yang berkesinambungan dan gabah mengalami perubahan nyata sebelum biji mencapai masak penuh. Tahap pematangan biji padi di daerah tropika berlangsung antara 25-35 hari. Pematangan biji terbagi menjadi 3 tahap, yaitu matang susu, matang fisiologi, dan matang panen. Tahap matang panen tercapai ketika gabah mencapai 90-100% ukuran penuhnya.

3. Taksonomi Jagung

Jagung adalah anggota *family Poaceae*, sama dengan padi dengan nama genus *Zea*. Genus *Zea* terdiri atas 5 spesies, yaitu:

- a. *Zea mays* L ($2n = 20$ berupa tanaman semusim)
- b. *Z. mexicana* (Schrader) Kuntze, $2n = 20$, berupa tanaman semusim

- c. *Z. luxurians* (Durieu dan Ascherson) Bird (20 + 20, semusim)
- d. *Z. diploparennis* Iltis, Doebley and Guzman (2n = 20, tahunan)
- e. *Z. perennis* (A.S. Hitch) Reeves dan Mangelsdorf (2n = 40, tahunan)

Semua jagung selain *Z. mays* dikenal sebagai jagung dewa, *Teosinte* dan semua jagung dewa adalah liar dengan penampilan seperti gulma. Jagung dewa hanya terdapat di Meksiko, Guatemala, dan Honduras. Semua jagung dewa dapat bersilang dengan *Z. mays* dan menghasilkan keturunan yang fertil.

4. Deskripsi Botani Jagung

Jagung berupa tegakan semusim yang tinggi dan tegap yang biasanya berbatang tunggal. Kedudukan daun bersifat *distink* yaitu berselang-seling setiap dua helai daun. Pelepah-pelepah daun saling bertindih dengan helaian daun lebar dan panjang. Jagung adalah spesies C4 yang pertama kali diketemukan. Epidermia daun bagian atas biasanya berambut halus. Daun jagung menggulung ketika mengalami kekeringan. Permukaan bawah daun jagung berstomata banyak.

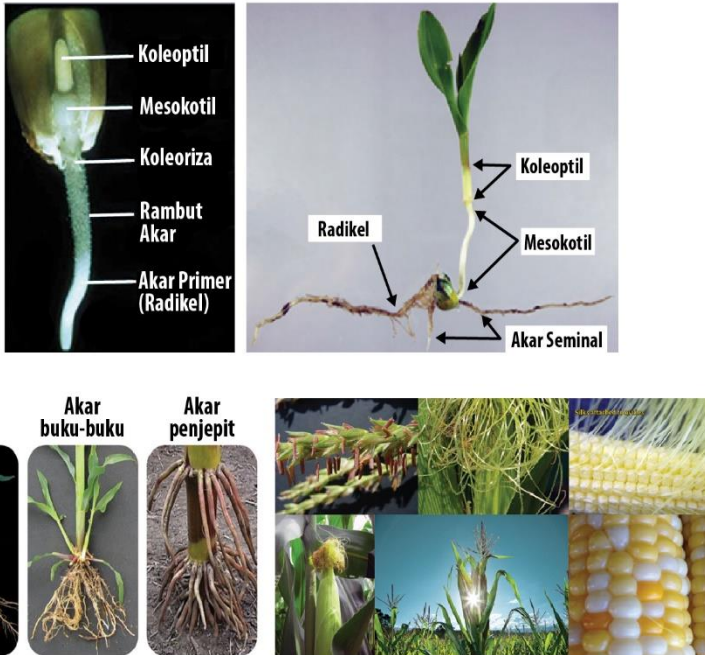
Jagung memiliki sifat unik jika dibandingkan dengan sesama anggota *Poaceae* lainnya dalam hal sifat pembungaannya. Jagung adalah tanaman berumah satu dengan letak bunga jantan dan bunga betina yang terpisah. Bunga jantan jagung bersifat karangan bunga dan muncul di ujung tajuk berupa malai dengan banyak anak bunga (*spikelet*) yang berpasangan. Anther berjumlah tiga dan terbungkus dalam *lemma*, *palea*, dan *glume*. Pistil atau putik pada bunga jantan tidak berkembang. Malai bunga jantan pada umumnya bercabang-cabang, tetapi ada yang tidak bercabang.

Karangan bunga betina (*pistilate*) berupa tongkol yang muncul di ketiak daun tertentu. Tongkol jagung sebenarnya adalah cabang yang mengalami modifikasi lanjut menjadi karangan bunga. Tongkol biasanya muncul pada buku ke 6 hingga 8 dari ujung batang dan kemudian terus tumbuh pada ketiak-ketiak daun di atasnya. Tongkol yang dapat berkembang umumnya adalah tongkol paling atas atau tongkol kedua.

Bakal biji pada tongkol selalu terdapat berpasangan karena sebenarnya mereka adalah bunga-bunga berpasangan yang bertangkai sangat pendek dan tumbuh menempel pada dasar bunga yang sangat kuat yang disebut dengan *janggal* (tongkol). Karena berasal dari bakal bunga yang berpasangan-pasangan maka jumlah barisan buah (biji) pada *janggal* selalu berjumlah genap.

Sifat kematangan bunga jagung adalah *Protandrous*, yaitu masaknya kepala sari 1 – 2 hari sebelum putik bunga betina yang berupa rambut-rambut muncul. Letak bunga jantan dan betina serta sifat protandri, menyebabkan

jagung bersifat menyerbuk terbuka (*open pollinated*). Tidak seperti pada anggota lainnya, buahnya bersifat individual dan berkulit biji yang kuat, bunga jagung sangat berkebalikan. Semua bakal buah jagung ditutup oleh pelepah daun yang sudah mengalami modifikasi khusus. Bentuk ini sangat melindungi butir-butir buah pada *janggal* dari gangguan hama, sekaligus menjadi tergantung manusia untuk penyebarannya.



Sumber: <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/node/2385>
<http://onpasture.com/2014/06/23/the-case-of-the-missing-corn-plants/#!prettyPhoto>
<http://www.lilesnet.com/gardening/2016/april2016/corn-pollination.htm>

Gambar 1.7
Morfologi Jagung

5. Fenologi Perkembangan Jagung

Sifat khas fenologi perkembangan jagung menentukan kerangka penyebaran hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman. Tahap fenologi perkembangan jagung sama dengan padi, terdiri atas perkecambahan dan pertumbuhan tanaman muda, inisiasi pembungaan (*silking* dan *tasseling*), perkembangan atau pematangan bunga, masak fisiologi, dan pengisian biji.

Umur tanaman jagung dari semai hingga panen bervariasi antara 65 hari hingga 12 bulan. Secara umum periode pertumbuhan dan perkembangan jagung dapat dibagi ke dalam: 1) tahap vegetatif, 2) tahap reproduktif, 3) tahap pengisian biji dan 4) tahap pematangan.

Biji jagung akan segera berkecambah jika terkena kondisi lembap bahkan dapat berkecambah ketika masih di dalam klobot. Suhu tanah optimal untuk perkecambahan jagung adalah 26 – 30°C. Pada kisaran suhu ini, benih jagung akan berkecambah pada 2 – 3 hari setelah semai. Lamanya fase vegetatif tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Semakin tinggi suhu maka semakin cepat periode vegetatif diselesaikan atau tanaman akan semakin cepat berbunga.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan status atau peringkat Indonesia sebagai produsen padi dan jagung dunia ditinjau dari segi luas panen, produksi tahunan, dan produktivitas dalam kurun waktu 2010-2014!
- 2) Ada tiga subspecies *Oryza sativa* yaitu *japonica*, *indica*, dan *javanica*. Jelaskan penyebaran masing-masing ditinjau dari wilayah iklim sedang, tropika, dan subtropika!
- 3) Tuliskan 4 tahap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dari kecambah sampai panen padi!
- 4) Apa yang dimaksud dengan *silking* dan *tasseling* pada tanaman jagung, jelaskan!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam latihan ini, Anda harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 2 Modul 1 tentang aspek ekonomi dan botani tanaman padi dan jagung, terutama pada bahasan aspek ekonomi padi dan jagung dan aspek botani padi dan jagung.

**RANGKUMAN**

Padi dan jagung adalah tanaman biji-bijian penghasil karbohidrat terluas ditanam di dunia. Berdasarkan spesies, padi adalah sumber pangan utama di Asia Selatan, Asia Timur, dan Asia Tenggara. Jagung memiliki area panen terluas di dunia dan penanamannya lebih menyebar.

Padi lebih banyak digunakan sebagai bahan pangan langsung manusia, sedangkan jagung lebih banyak digunakan sebagai bahan pakan ternak dan industri. Padi adalah tanaman pangan utama yang cocok dibudidayakan di lahan basah (sawah) sedangkan jagung cocok untuk lahan kering.

Struktur bunga padi menyebabkan penyerbukan yang dominan adalah penyerbukan sendiri. Sedangkan struktur bunga jagung yang terpisah antara bunga jantan dan bunga betina, menyebabkan jagung bersifat penyerbukan terbuka.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Negara berikut adalah produsen utama beras di dunia, *kecuali*
 - A. Kanada
 - B. India
 - C. China
 - D. Amerika

2. Padi/beras secara ekonomi memiliki peran penting sebagai berikut, *kecuali*
 - A. indikator keberhasilan pemerintah
 - B. sumber bahan baku industri pangan
 - C. sumber pendapatan sebagian besar petani
 - D. sumber lapangan pekerjaan

- 3) Sumber karbohidrat dunia sebagian besar disumbang oleh komoditas berikut, *kecuali*
 - A. padi
 - B. jagung
 - C. gandum
 - D. kedelai

- 4) Berikut ini adalah pemanfaatan komoditas jagung, *kecuali*
- A. biofuel
 - B. protein sintetis
 - C. pangan
 - D. pakan
- 5) Padi termasuk kelompok famili
- A. *Gramineae*
 - B. *Vabaceae*
 - C. *Leguminoceae*
 - D. *Lilianaceae*
- 6) Berdasarkan asal usulnya, subspecies padi dikenal sebagai berikut, *kecuali*
- A. *Javanica* (Jawa)
 - B. *Japonica* (Jepang)
 - C. *Africa* (Afrika)
 - D. *Indica* (India)
- 7) Sistem perakaran padi termasuk
- A. Adventif
 - B. Serabut
 - C. Tunggang
 - D. Lateral
- 8) Berikut adalah tanaman termasuk kelompok monokotil (berkeping tunggal), *kecuali*
- A. Melinjo
 - B. Jagung
 - C. Padi
 - D. Kacang tanah

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3**Aspek Ekonomi dan Botani Tanaman Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau**

Polong semusim adalah tanaman pangan sumber protein dan lemak, yang terdiri atas ratusan spesies. Namun demikian berdasarkan luas panen dan produksi, dipilih 3 komoditas dari polong semusim, yaitu kedelai, kacang panjang, dan kacang hijau. Data komoditas di FAOSTAT (www.fao.org) menyajikan kedelai dan kacang tanah sebagai komoditas tunggal. Data kacang hijau ditampilkan dalam kelompok kacang kering (*dry bean*).

Pada Kegiatan Belajar 3 dari Modul 1 ini Anda akan belajar tentang aspek ekonomi dan botani kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau. Bahasan aspek ekonomi berisi tentang status komoditas kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau Indonesia di tingkat dunia. Bahasan aspek botani berisi tentang taksonomi, kandungan gizi, morfologi tanaman, pertumbuhan, dan perkembangan tanaman kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau.

A. ASPEK EKONOMI POLONG SEMUSIM**1. Aspek Ekonomi Kedelai**

Produksi kedelai dunia dalam kurun 2010 – 2014 mencapai hampir 271 juta ton/tahun. Produksi kedelai dunia hampir 99% (268 juta ton/tahun) berasal dari 20 negara penghasil kedelai. Dua puluh negara produsen kedelai tersebut terdiri atas 3 negara Amerika Utara (Amerika Serikat, Kanada, dan Meksiko), 1 negara Eropa Barat (Italia), 3 negara Eropa Timur (Ukraina, Rusia, dan Serbia), 5 negara Amerika Selatan (Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, dan Bolivia), 6 negara Asia (China, India, Indonesia, Korea Utara, Jepang, dan Vietnam), dan 2 negara Afrika (Nigeria dan Afrika Selatan).

Lima negara produsen kedelai dunia tertinggi adalah Amerika Serikat (91 juta ton), kemudian disusul oleh Brasil (75.6 juta ton), Argentina (49 juta ton), China (13.3 juta ton), dan India (12.4 juta ton). Indonesia menempati urutan ke-12 dengan 867,084 ton/tahun. Lima negara dengan area panen kedelai per tahun terluas di dunia adalah Amerika Serikat (31.2 juta ha) kemudian berturut-turut diikuti oleh Brasil (26.1 juta ha), Argentina (18.6 juta ha), India (10.7 juta ha), dan China (7.4 juta ha). Luas

panen kedelai Indonesia menempati juga urutan ke-12 (603,303 ha) sama dengan urutan produksinya. Produktivitas kedelai dunia tertinggi dicapai oleh Thailand (4.54 ton/ha) kemudian Italia (3.95 ton/ha). Amerika Serikat adalah negara dengan produsen dan area panen kedelai tertinggi dari 20 negara produsen kedelai terbesar, yang mempunyai nilai produktivitas 2.92 ton/ha. Produktivitas kedelai Indonesia (1.44 ton/ha) menduduki urutan ke-54 dari semua negara penghasil kedelai (Tabel 1.5).

Tabel 1.5
Produksi Tahunan Rata-rata 20 Negara Penghasil Kedelai Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	Amerika Serikat	91,398,253	31,229,444	2.92
2	Brasil	75,581,129	26,090,331	2.90
3	Argentina	48,873,622	18,628,869	2.62
4	China	13,345,880	7,419,314	1.80
5	India	12,418,400	10,736,438	1.17
6	Paraguay	7,835,238	2,995,305	2.61
7	Kanada	5,017,100	1,758,680	2.86
8	Ukraina	2,602,206	1,340,666	1.92
9	Bolivia	2,491,832	1,248,742	1.97
10	Uruguay	2,274,800	993,200	2.26
11	Rusia	1,803,495	1,342,974	1.34
12	Indonesia	867,084	603,303	1.44
13	Afrika Selatan	731,800	444,290	1.66
14	Italia	619,354	179,092	3.40
15	Nigeria	540,978	589,768	0.96
16	Serbia	438,691	162,460	2.70
17	Korea Utara	350,000	300,000	1.17
18	Meksiko	249,403	162,873	1.51
19	Jepang	221,760	133,180	1.67
20	Vietnam	212,731	145,069	1.46

Sumber: FAOSTAT, 2016

Di negara-negara maju kedelai lebih banyak digunakan sebagai bahan pakan ternak dan bahan baku industri dibandingkan untuk pangan yang dikonsumsi langsung manusia. Sekitar 81% kedelai dunia digunakan sebagai bahan industri untuk membuat bahan olahan berbasis kedelai (*soybean meal*) dan minyak nabati (*soybean oil*). Sisanya untuk bahan pangan konsumsi langsung manusia. Di Indonesia kedelai lebih banyak digunakan sebagai

bahan makanan manusia yang biasanya berupa produk olahan seperti tahu, tempe, dan kecap. Bahan pakan dari kedelai di Indonesia berupa bungkil kedelai sebagai produk sampingan dari pengolahan minyak kedelai.

2. Aspek Ekonomi Kacang Tanah

Produksi kacang tanah tahunan selama kurun waktu 2010-2014 dunia mencapai 42,760,721 ton/tahun yang dihasilkan oleh 115 negara. Produksi kacang tanah dunia tersebut hampir 91% dihasilkan oleh 20 negara sebesar 39,908,062 ton/tahun. Ke-20 negara produsen besar kacang tanah tersebut terdiri atas 1 negara Amerika (Amerika Serikat), 2 negara Amerika Selatan (Argentina dan Brasil), 5 negara Asia (China, India, Indonesia, Myanmar, dan Vietnam), dan 12 negara Afrika (Nigeria, Sudan, Senegal, Tanzania, Kamerun, Mali, Ghana, Chad, Kongo, Niger, Malawi, dan Burkina Faso).

Lima negara penghasil kacang tanah terbesar berturut-turut adalah China (16.2 juta ton/tahun), India (7.2 juta ton/tahun), Nigeria (3.2 juta ton/tahun), Amerika Serikat (2.2 juta ton/tahun), dan Sudan (1.8 juta ton/tahun). Indonesia dengan produksi 1.2 juta ton/tahun menduduki urutan ke-6 yang disusul oleh Myanmar dengan 1.1 juta ton/tahun. Lima negara dengan area panen kacang tanah per tahun terluas adalah India dengan 5.3 juta ha, disusul oleh China 4.6 juta ha, Nigeria 2.7 juta ha, Sudan 2.1 juta ha, dan Senegal 913,140 ha. Indonesia menduduki peringkat ke-10 dengan 547,492 ha setingkat di atas Amerika Serikat dengan 510,524 ha. Dari 20 negara produsen kacang tanah dunia, 5 negara dengan produktivitas kacang tanah rata-rata tahunan tertinggi adalah Amerika Serikat (4.22 ton/ha) disusul oleh China (3.54 ton/ha), Brasil (2.95 ton/ha), Argentina (2.61 ton/ha), dan Indonesia (2.20 ton/ha) (Tabel 1.6).

Tabel 1.6
Produksi Tahunan Rata-rata 20 Negara Penghasil Kacang
Tanah Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi kacang berkulit (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	China	16,235,291	4,588,198	3.54
2	India	7,190,600	5,278,000	1.35
3	Nigeria	3,192,599	2,661,092	1.20
4	Amerika Serikat	2,172,942	510,524	4.22

No.	Negara	Produksi kacang berkulit (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
5	Sudan	1,767,000	2,104,000	0.84
6	Indonesia	1,202,000	547,492	2.20
7	Myanmar	1,064,895	638,787	1.70
8	Argentina	838,016	320,779	2.61
9	Senegal	770,748	913,140	0.83
10	Tanzania	636,737	695,433	0.92
11	Kamerun	596,833	441,728	1.36
12	Mali	474,132	345,872	1.37
13	Vietnam	473,871	219,755	2.16
14	Ghana	461,228	343,656	1.34
15	Chad	402,600	458,000	0.88
16	Kongo	378,327	476,840	0.79
17	Niger	365,628	756,812	0.48
18	Malawi	344,717	332,869	1.04
19	Brasil	339,899	115,058	2.95
20	Burkina Faso	320,232	404,039	0.79

Sumber: FAOSTAT, 2016

Kacang tanah di negara-negara maju banyak digunakan sebagai bahan baku industri olahan minyak kacang. Bungkil kacang tanah digunakan untuk bahan pakan ternak sebagai suplemen protein tinggi untuk sapi. Kacang tanah juga digunakan dalam industri cat, pernis, pelumas, penyamak kulit, dan bahkan untuk komponen pestisida. Kacang tanah di negara-negara berkembang dan negara produsen di Afrika digunakan untuk bahan makanan langsung bagi manusia sebagai kacang goreng atau panggang (*roasted peanut*). Kacang tanah di Indonesia diolah sebagai bahan sambal atau saus yang lemaknya dapat berfungsi sebagai pelarut vitamin A, D, E, dan K dari sayuran atau daging dalam menu makan sehari-hari. Dengan demikian sambal dalam campuran pecel, gado-gado, dan karedok merupakan produk kearifan lokal yang sangat baik dalam rangka mencegah defisiensi vitamin, terutama vitamin A yang banyak terkandung di dalam sayuran.

3. Aspek Ekonomi Kacang Hijau

Telah disampaikan sebelumnya bahwa kacang hijau (*mung bean*) tidak dicantumkan sebagai komoditas tunggal dalam data FAOSTAT, melainkan digabung dalam komoditas “*dry bean*”, dengan produksi tahunan rata-rata dalam kurun 2010-2014 sebesar 23,944,666 ton/tahun oleh 126 negara. Dua puluh negara produsen terbesar memenuhi hampir 83% produksi dunia sebesar 19,863,982 ton/tahun. Dua puluh negara produsen terbesar itu terdiri atas 3 negara Amerika Utara (Amerika Serikat, Meksiko, dan Kanada), 2 negara Amerika Selatan (Argentina dan Brasil), 5 negara Asia (India, Myanmar, China, Korea Utara, dan Indonesia), 9 negara Afrika (Tanzania, Uganda, Kenya, Ethiopia, Rwanda, Kamerun, Angola, Mozambique, dan Burundi) dan hanya satu negara Eropa Timur yaitu Belarusia.

Lima negara produsen terbesar dunia berturut-turut adalah India (4.1 juta ton/tahun), Myanmar (3.7 juta ton/tahun), Brasil (3.1 juta ton/tahun), Amerika Serikat (1.2 juta ton/tahun) dan China (1.1 juta ton/tahun). Indonesia dengan produksi 266,341 ton/tahun menduduki peringkat ke-16 di bawah Argentina (267,289 ton/tahun) dan setingkat di atas Kanada (233,980 ton/tahun). Lima negara dengan luas panen kacang hijau per tahun terluas berturut-turut adalah India (10 juta ha), Brasil (3.2 juta ha), Myanmar (2,7 juta ha), Meksiko (1.5 juta ha), dan Tanzania (1.1 juta ha). Sama dengan produksi, luas area panen kacang hijau Indonesia menduduki peringkat ke 16 dengan 233,469 ha/tahun di bawah Argentina (246,901 ha/tahun). Produktivitas kacang hijau tertinggi dari 20 negara produsen berturut-turut adalah Belarusia (2.61 ton/ha), Kanada (2.23 ton/ha), Amerika Serikat (2.00 ton/ha), Ethiopia (1.37 ton/ha), dan Myanmar yang sama dengan Kamerun (1.36 ton/ha). Indonesia dengan produktivitas sebesar 1.14 ton/ha menduduki peringkat ke-17 di bawah China (Tabel 1.7).

Tabel 1.7
Produksi Tahunan Rata-rata 20 Negara Penghasil Kacang Hijau (*Dry Bean*) Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	India	4,134,000	10,040,000	0.41
2	Myanmar	3,673,464	2,701,104	1.36
3	Brasil	3,115,262	3,161,109	0.99
4	Amerika Serikat	1,246,453	621,845	2.00
5	China	1,147,180	909,650	1.26

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
6	Meksiko	1,074,696	1,503,986	0.71
7	Tanzania	976,443	1,095,554	0.89
8	Uganda	719,559	790,092	0.99
9	Kenya	584,303	983,635	0.59
10	Ethiopia	432,445	317,148	1.37
11	Rwanda	390,469	415,046	0.95
12	Kamerun	354,757	263,620	1.36
13	Korea Utara	315,091	367,410	0.86
14	Angola	272,669	719,982	0.37
15	Argentina	267,289	246,901	1.04
16	Indonesia	266,341	233,469	1.14
17	Kanada	233,980	105,420	2.23
18	Mozambique	222,213	684,062	0.33
19	Belarusia	220,381	83,506	2.61
20	Burundi	216,986	307,727	0.73

Sumber: FAOSTAT, 2016

Di negara-negara Asia Timur, Asia Selatan, dan Asia Tenggara, kacang hijau banyak dikonsumsi dalam bentuk semai (taoge), sehingga dalam banyak bahasan ilmiah, kacang hijau digolongkan kedalam kelompok tanaman sayuran. Selain sebagai bahan taoge, kacang hijau banyak digunakan sebagai bahan pengisi kue, bagian dari makanan bayi, jus dan di Indonesia juga banyak dikonsumsi sebagai bubur kacang hijau.

B. ASPEK BOTANI TANAMAN KEDELAI, KACANG TANAH, DAN KACANG HIJAU

Tumbuhan polong-polongan adalah sekelompok tumbuhan anggota famili *Fabaceae* yang secara umum dikenal dengan sebutan tumbuhan *legume*. Famili ini merupakan famili tumbuhan dengan jumlah spesies dan penyebaran terluas ketiga setelah *Orchidaceae* (anggrek-anggrekan) dan *Asteraceae* (sembung-sembungan). Keragaman spesiesnya sangat beragam, ada yang bersifat semusim ada yang tahunan dengan habitus tegak, menjalar sampai yang memanjat. Dari sekian banyak spesies, kelompok polong semusim merupakan kelompok *legume* yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan utama untuk lemak dan protein. Tanaman polong semusim yang area tanamnya terluas dan sudah biasa dimanfaatkan sebagai sumber bahan industri dan pangan atau pakan adalah kedelai, kacang tanah, dan

kacang hijau. Ketiganya termasuk dalam subfamili *Faboideae* yang bersifat sebagai perdu semusim. Ciri khas dari ketiga macam tanaman ini adalah kemampuannya bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sp. yang dapat mengikat nitrogen bebas (N_2) dari udara.

1. Botani Kedelai

a. Taksonomi dan kandungan gizi kedelai

Kedelai bernama ilmiah (Latin) *Glycine max* (L.) Sieb. & Zucc.; termasuk famili *Fabaceae* (sinonim dengan *Leguminosae*) dari subfamili *Faboideae*, genus *Glycine*. Nama kedelai dalam bahasa Inggris adalah *soybean* (US) atau *soya bean* (UK). Di Indonesia kedelai memiliki banyak sebutan daerah, seperti kacang bulu, kedelai, kacang jepun (Sunda), dekeman, dele, kedangsul (Jawa), kedhele (Madura) dan kedele (Melayu).

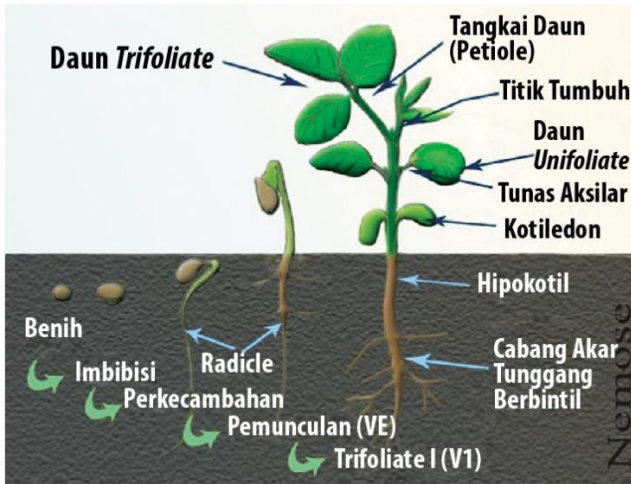
Kedelai berasal dari Asia Timur yang telah menyebar ke berbagai wilayah iklim di dunia menjadi tanaman polong semusim yang paling luas ditanam di dunia. Tanaman kedelai sebenarnya termasuk tanaman subtropika yang bersifat tanaman hari pendek. Sehingga banyak sentra kedelai dunia berada didaerah subtropis. Tetapi seiring dengan keberhasilan pemuliaan tanaman, tipe kedelai lain yang agak bersifat *day neutral* (atau tidak terlalu terpengaruh pada panjang hari) mulai ditemukan. Tanaman ini ditanam untuk dipanen polong tuanya sebagai sumber lemak dan protein nabati terbanyak di dunia, karena memiliki produktivitas protein dan lemak tertinggi dibandingkan tanaman-tanaman lain.

Berdasarkan *database* nutrisi tanaman dari USDA, kandungan gizi kedelai adalah 30% karbohidrat, 20% lemak, dan 36% protein. Kandungan protein kedelai terdiri atas 18 macam asam amino esensial bagi manusia. Protein kedelai termasuk yang tahan terhadap pemanasan, sehingga kedelai dapat diolah menjadi tahu, tempe, susu kedelai, dan kecap dengan tidak banyak menimbulkan kerusakan pada proteinnya. Selain lemak dan protein, kedelai juga mengandung vitamin dan mineral.

b. Morfologi kedelai

Biji (benih) kedelai yang ditanam jika terpenuhi syarat perkecambahannya (kadar air tanah mencukupi) maka akan menyerap air tanah melalui proses **imbibisi**. Benih kemudian mengembang volumenya dan memunculkan bakal akar (*radicle*), kemudian hipokotil memanjang dan muncullah kecambah (*seedling*) kedelai. Selanjutnya kecambah kedelai akan

tumbuh dan berkembang mencapai tahap V1 (daun trifoliolate pertama terbentuk dan membuka sempurna) dengan bagian-bagian tanaman berupa akar tunggang yang bercabang-cabang, kotiledon, daun tunggal (*unifoliolate*), tunas aksilar, daun trifoliolate I, dan titik tumbuh (Gambar 1. 8).



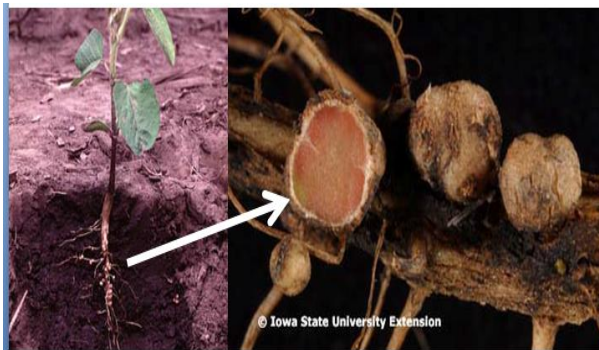
Sumber: <http://www.oardc.ohio-state.edu/soyrust/2007edition/fungusoyrust.pdf>

Gambar 1.8
Pertumbuhan dan Perkembangan Benih Kedelai dari Perkecambahan Hingga Fase V1

Batang kedelai bercabang-cabang dengan daun berselang-seling. Daun berupa daun majemuk sitiga (*trifoliolate*) yaitu satu tangkai daun dengan 3 lembar anak daun. Bunga kedelai tersusun dalam tandan dan muncul dari ketiak-ketiak daun (aksilar). Satu tandan terdiri atas 3 – 30 kuntum bunga kecil-kecil. Kuntum bunga berbentuk kupu-kupu dengan mahkota berwarna ungu atau putih. Kelopak bunga berbentuk tabung. Satu kuntum bunga memiliki 10 helai benang sari dengan satu putik yang melengkung. Kepala putik berbentuk bonggol. Setelah pembuahan berhasil, putik tumbuh menjadi polong yang agak melengkung dan pipih. Satu polong umumnya berisi 2 – 3 butir biji.

c. *Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai*

Kedelai adalah tanaman perdu semusim yang tumbuh tegak dan merumpun. Tinggi tanaman 20 – 150 cm. Batang berbulu berwarna kecokelatan atau kelabu. Berakar tunggang dan bercabang-cabang. Panjang akar tunggang mencapai 200 cm. Cabang akar tunggang (akar samping) menyebar hingga 250 cm dengan kedalaman 10-15 cm. Cabang-cabang akar dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* membentuk bintil-bintil akar (Gambar 1.9).



Sumber: <http://www.oardc.ohio-state.edu/soyrust/2007edition/fungisoyrust.pdf>

Gambar 1.9
Bintil-bintil Akar Kedelai pada Cabang Akar Tunggang

Dua tipe pertumbuhan kedelai yaitu *determinate* dan *indeterminate* (Gambar 1.10). Kedua tipe pertumbuhan ini memerlukan waktu yang relatif sama selama fase vegetatif (V) hingga memasuki fase awal pembungaan (R1). Tanaman *indeterminate* masih menumbuhkan daun baru pada batang utama dan cabang-cabangnya setelah memasuki R1. Tanaman *determinate* pertumbuhan batang utama berhenti setelah memasuki fase R1, tetapi cabang-cabangnya masih menumbuhkan daun baru hingga memasuki fase pertumbuhan biji (R5).



Sumber: <http://www.oardc.ohio-state.edu/soyrust/2007edition/fungisoyrust.pdf>

Gambar 1.10
Penampilan Pertumbuhan Kedelai Tipe *Determinated* dan *Indeterminate*

Kedelai memasuki masa reproduktif sekitar 40 hari setelah tanam (HST), baik untuk kedelai tipe *determinate* maupun tipe *indeterminate*, yang diberi istilah sebagai fase R1 atau awal pembungaan. Selanjutnya bunga kedelai akan tumbuh dan berkembang mencapai fase pembungaan (R2), pertumbuhan polong (R3-R4), pertumbuhan biji (R5 – R6), pematangan polong dan biji (R7), dan matang penuh (R8). Lama waktu perkembangan setiap fase reproduktif hingga polong matang penuh berkisar antara 52 – 108 hari setelah inisiasi bunga (Tabel 1.8). Lamanya waktu pertumbuhan tanaman kedelai hingga tercapai saat panen (polong matang penuh) dipengaruhi oleh varietas, panjang hari, dan suhu.

Tabel 1.8
Fase-fase Reproduksi Kedelai Menurut Fehr dan Cavines 1977

Tahap	Deskripsi tahap perkembangan	Lama waktu (hari)
R1	Awal pembungaan: satu kuntum bunga mekar pada sembarang buku	R1 – R4 20 – 45
R2	Pembungaan: satu kuntum bunga mekar pada salah satu dari 2 buku teratas batang utama dengan daun sempurna	

Tahap	Deskripsi tahap perkembangan	Lama waktu (hari)
R3	Awal pertumbuhan polong: polong berukuran 5mm pada salah satu dari 4 buku teratas dengan daun sempurna	
R4	Polong penuh: Polong berukuran 2 cm pada salah 1 dari 4 buku teratas dengan daun sempurna	
R5	Permulaan pertumbuhan biji: polong pada 1 dari 4 buku teratas berisi biji sebesar 3 mm	R5 – R6 25-45
R6	Biji penuh: polong pada 1 dari 4 buku teratas berisi biji hijau yang mengisi ruang biji	
R7	Awal pematangan: satu dari polong normal pada batang utama mencapai warna polong dewasa	R7 – R8 7-18
R8	Matang penuh: 95% polong mencapai warna polong matang penuh	

Sumber: <http://www.oardc.ohio-state.edu/soyrustr/2007edition/fungisoyrust.pdf>

2. Botani Kacang Tanah

a. Taksonomi dan kandungan gizi kacang tanah

Kacang tanah bernama ilmiah *Arachis hypogea* L. termasuk anggota famili *Fabaceae*. Dalam bahasa Inggris kacang tanah disebut *groundnut* atau *peanut*. Nama daerah untuk kacang tanah di Nusantara sangat banyak, diantaranya: *aneu kacang* (Aceh), *kacang kembili* atau *hasnag tano* (Batak), kacang suuk, kacang taneuh (Sunda), kacang jebrol, kacang brul, kacang cina (Jawa), kacang tanah (Melayu).

Kacang tanah disepakati oleh para ahli berasal dari Amerika Selatan tepatnya di wilayah Peru dan Brasil sekarang. Tanaman ini diduga telah didomestikasi dan dibudidayakan di daerah asal sejak 2,500 SM hingga 300 SM. Kacang tanah menyebar ke berbagai wilayah sejak tahun 1600-an terutama oleh para pedagang Portugis ke Eropa, Afrika, dan Asia. Kacang tanah masuk ke AS bersamaan dengan arus perdagangan budak.

Kacang tanah dipanen biji tuanya terutama sebagai sumber minyak (lemak). Kandungan gizi utama kacang tanah adalah karbohidrat (21%), lemak (48%), dan protein (25%). Kacang tanah mengandung mineral penting yaitu Ca, Mg, dan K.

b. Morfologi kacang tanah

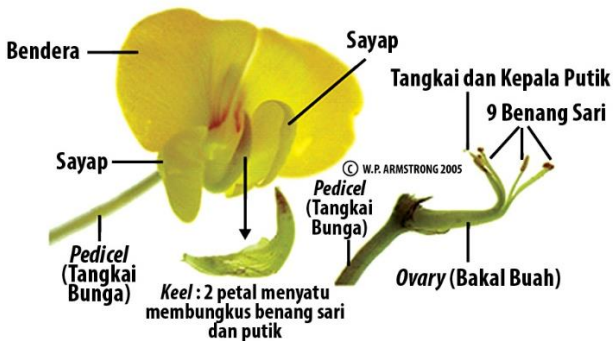
Kacang tanah berupa herba semusim yang *monoecious* yang umumnya tumbuh menjalar atau sedikit tegak. Tinggi tanaman berkisar antara 15 – 70 cm. Kacang tanah berakar tunggang yang bercabang-cabang, tidak

memiliki rambut akar dan dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium*sp membentuk bintil-bintil akar. Perakaran kacang tanah tumbuh baik yang dapat mencapai kedalaman hingga 200 cm.

Batang utama kacang tanah berasal dari epikotil dengan 2 keping biji (kotiledon) di sisi buku pertamanya. Percabangan kacang tanah bersifat **dimorfik** yaitu menghasilkan cabang vegetatif dan cabang reproduktif. Buku-buku cabang vegetatif memiliki daun sisik (**katafil**) yang letaknya berhadapan dengan katafil pada buku berikutnya. Cabang sekunder dan tersier tumbuh dari cabang primer. Daun pada batang utama tumbuh melingkar dengan filotaksis 2/5 (setiap mengitari batang 2 kali terdapat 5 helai daun). Daun berupa daun majemuk siempat (*tetrafoliolate*) yaitu satu tangkai menyangga 4 helai anak daun. Anak daun terletak berpasangan, sehingga setiap tangkai daun menyangga 2 pasang anak daun.

Bunga kacang tanah berupa kuntum-kuntum bunga tunggal berbentuk kupu-kupu. Bunga tersusun dalam tandan dengan 2-5 kuntum yang dapat muncul dari ketiak katafil maupun ketiak daun biasa. Kuntum bunga berupa **hifantium** yaitu gabungan pangkal kelopak, mahkota, dan benang sari dan putik. Panjang hifantium dapat mencapai 4-6 cm. Mahkota bunga kacang tanah ada 5 helai. Satu helai meluas membentuk bendera, 2 helai menjadi sayap dan 2 helai lainnya membungkus benang sari dan putik disebut dengan **keel**. Warna mahkota umumnya kuning dengan variasi kuning pucat hingga jingga (Gambar 1.11).

Bunga dan Ginoesium Kacang Tanah



Sumber: <http://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2014/06/20/it-is-not-too-early-to-start-tracking-peanut-maturity/>

Gambar 1.11
Struktur Bunga Kacang Tanah

Perhiasan bunga kacang tanah luruh setelah penyerbukan berlangsung. Setelah pembuahan berhasil, maka bagian dasar bunga membentuk struktur memanjang dengan bakal buah berada pada ujungnya, yang disebut dengan **ginofor**. Ginofor akan tumbuh memanjang menuju permukaan tanah. Setelah mencapai permukaan tanah, ujungnya mengeras menjadi “tudung” bakal buah menembus ke dalam tanah. Panjang ginofor bergantung pada letak bunga terhadap permukaan tanah. Namun demikian jika letak bunga lebih tinggi dari 15 cm, biasanya ginofor tidak mampu mencapai permukaan tanah dan bakal buah tidak berkembang. Bakal buah yang berhasil menembus tanah akan berkembang menjadi polong dengan 2 – 6 butir biji. Bakal buah yang tidak berbiji sehingga tidak bersekat disebut dengan **cipo**. (Gambar 1.12).



Sumber: <http://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2014/06/20/it-is-not-too-early-to-start-tracking-peanut-maturity/>

Gambar 1.12
Beberapa Struktur Bunga Kacang Tanah

3. Botani Kacang Hijau

a. Taksonomi dan kandungan gizi kacang hijau

Kacang hijau termasuk famili *Fabaceae* atau *Leguminosae* seperti halnya dengan kedelai dan kacang tanah. Nama ilmiah kacang hijau sekarang adalah *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek. Nama terdahulu adalah *Phaseolus radiates* (L.). Nama daerah untuk kacang hijau di Indonesia sangat banyak, diantaranya: retek hijo (Aceh), ritik retak (Batak), kacang padi (Minangkabau), kacang hejo (Sunda), kacang ijo (Jawa), artak (Madura), kacang wilis (Bali) dan kacang hijau (Melayu). Nama dalam bahasa Inggris adalah *mung bean*, *mungbean*, *moong bean*, *green gram*, *golden gram*, dan *Jerusalem pea*.

Kacang hijau berasal dari anak benua India dan telah dibudidayakan sejak jaman kuno. Sekarang kacang hijau ditanam meluas di India, China, Asia Tenggara, Afrika, Amerika Selatan, Amerika Serikat, dan Australia. Kacang hijau dipanen biji tuanya sebagai sumber protein, vitamin, dan serat. Kandungan gizi penting dalam kacang hijau meliputi karbohidrat total 62.6% (gula 6.6% dan serat 16.3%), lemak 1.15%, dan 23.9% protein. Kacang hijau juga kaya vitamin B, terutama vitamin B1 (Thiamin) dan B9 (Folate). Beberapa mineral penting yang terkandung dalam kacang hijau adalah K, Mg, Ca, Fe, Mn, dan Zn (Tabel 1.9).

Tabel 1.9
Perincian Kandungan Vitamin dan Mineral Kedelai,
Kacang Tanah dan Kacang Hijau

Kandungan gizi per 100 g bahan	Kedelai	Kacang tanah	Kacang hijau
Vitamins			
Vitamin A equiv.(μ g)	1.000	-	-
Thiamine (B1)	0.874	0.600	0.621
Riboflavin (B2)	0.870	0.300	0.233
Niacin (B3)	1.623	12.900	2.251
Pantothenic acid (B5)(mg)	0.793	1.800	1.910
Vitamin B6(mg)	0.377	0.300	0.382
Folate (B9)(μ g)	375.000	246.000	625.000
Vitamin B12(μ g)	-	-	-
Choline(mg)	115.9000	-	-
Vitamin C(mg)	6.000	-	4.800
Vitamin E (mg)	0.850	6.00	0.510
Vitamin K(μ g)	47.000	-	9.000
Minerals			
Calcium(mg)	277.000	62.000	132.000
Iron(mg)	15.700	2.000	6.740
Magnesium(mg)	280.000	184.000	189.000
Manganese(mg)	2.517	2.000	1.035
Phosphorus(mg)	704.000	336.000	367.000
Potassium(mg)	1,797.000	332.000	1,246.000
Sodium(mg)	2.000	-	-
Zinc(mg)	4.890	3.300	2.680

Sumber: Database USDA

b. Deskripsi kacang hijau

Kacang hijau adalah herba setahun *monoecious* yang berbatang tegak atau menjalar. Tinggi tanaman berkisar antara 60-76 cm. Batang bulat dan

berbulu, berwarna hijau atau hijau keunguan. Perakaran kacang hijau kuat, cukup dalam dan dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* setelah daun pertama terbentuk. Daun kacang hijau seperti pada genera *Phaseolus* yang lain berupa daun majemuk sitiga (*trifoliate*).

Bunga kacang hijau tumbuh di ketiak-ketiak daun dekat dengan ujung cabang, tersusun dalam tandan dengan 12-15 kuntum per tandan. Bunga kacang hijau bersifat menyerbuk sendiri, sehingga serangga penyerbuk dan angin tidak diperlukan. Mahkota bunga berbentuk kupu-kupu berwarna kuning pucat. Bunga berkembang menjadi polong silindris yang berisi 10-15 butir biji. Panjang polong tua (dewasa) 7.5-10 cm.

Polong muda berwarna hijau dan berbulu. Warna polong berubah menjadi hitam, coklat atau kelabu ketika tua dan bersifat merekah (pecah) ketika mencapai matang penuh. Pada saat merekah, kulit polong menggulung dan biji terlempar keluar, sehingga panen harus dilakukan sebelum polong mencapai matang penuh. Panen kacang hijau dilakukan beberapa kali, karena kematangan polong yang tidak serempak. Biji kacang hijau berbentuk silindris sampai bulat. Kulit biji berwarna hijau, kuning atau hitam (Gambar 1.13.).



Sumber: http://www.waldeneffect.org/blog/How_to_grow_sprouting_beans/

Gambar 1.13
Kacang Hijau: Bunga, Polong Dewasa, Polong Tua dan Biji



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan status Indonesia sebagai produsen kedelai, kacang tanah dan kacang hijau dunia ditinjau dari luas panen, produksi, dan produktivitas rata-rata tahunan dalam kurun waktu 2010-2014!
- 2) Mengapa kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau disebut sebagai tanaman kacang-kacangan semusim?
- 3) Tanaman kedelai dan kacang tanah di negara maju lebih berguna sebagai tanaman penghasil minyak, sedangkan kacang hijau sebagai tanaman sumber protein. Jelaskan!
- 4) Di negara-negara Asia Timur, kacang hijau sering dikelompokkan ke dalam tanaman sayuran. Jelaskan!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam latihan ini, Anda harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 3 Modul 1 tentang aspek ekonomi dan botani kedelai, kacang tanah dan kacang hijau, terutama bagian aspek ekonomi dan deskripsi tanaman kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau.



RANGKUMAN

Tanaman pangan utama Indonesia dari tanaman polong semusim adalah kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau. Kacang tanah dan kedelai di data FAO dikelompokkan sebagai tanaman penghasil minyak (*oil-crop*). Namun demikian di wilayah Asia Timur dan Asia Tenggara, kedelai adalah tanaman sumber protein nabati utama. Kacang hijau adalah tanaman penghasil protein penting di wilayah Asia Selatan, Asia Timur, dan Asia Tenggara.

Kedelai berasal dari Asia Timur yang sebenarnya merupakan tanaman subtropika berhari pendek. Kacang tanah berasal dari Amerika Selatan tropika sekitar Brasil dan Peru. Kacang hijau berasal dari anak benua India. Akar dari ketiga jenis tanaman polong ini dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* untuk menambat nitrogen bebas (N₂) dari udara.

Kedelai dan kacang tanah di negara-negara maju banyak dimanfaatkan sebagai bahan industri pengolahan minyak nabati dan berbagai macam produk olahan lain. Kacang hijau lebih banyak dijadikan bahan pangan manusia. Di Asia Timur, kacang hijau lebih banyak dikonsumsi dalam bentuk kecambah yang disebut dengan *taoge* (*sprouted-bean*), sehingga sering dimasukkan ke dalam kelompok komoditas sayuran.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pemanfaatan kedelai di dunia, umumnya dalam bentuk produk sebagai berikut, *kecuali*
 - A. Minuman (susu)
 - B. Minyak
 - C. Kecap
 - D. Biofuel

- 2) Negara berikut adalah 3 produsen utama kedelai di dunia, *kecuali*

 - A. Argentina
 - B. Brasil
 - C. Indonesia
 - D. USA

- 3) Kacang tanah merupakan komoditas penting sebagai bahan baku industri berikut, *kecuali*
 - A. Pertahanan
 - B. Peternakan (bungkil sebagai pakan)
 - C. Minyak kacang
 - D. Makanan ringan

- 4) Negara berikut adalah produsen utama kacang hijau di dunia, *kecuali*
 - A. Thailand
 - B. Myanmar
 - C. India
 - D. Brasil

- 5) Kacang hijau banyak digunakan sebagai bahan baku taoge (kecambah) pada berbagai negara karena memiliki kandungan hormon yang baik yakni

- A. Askorbat
 - B. Alfa tokoferol
 - C. Vitamin A
 - D. Estrogen
- 6) Kelompok bakteri yang bertanggung jawab atas kemampuan mengikat nitrogen bebas dari udara dan bersimbiosis dengan akar tanaman *Legumiceae* adalah
- A. *Sclerotium sp*
 - B. *Fusarium sp*
 - C. *Rhizoctonia sp*
 - D. *Rhizobium sp*
- 7) Tanaman yang memproduksi maksimal jika panjang hari lebih dari 12 jam disebut sebagai tanaman
- A. Hari pendek
 - B. Hari netral
 - C. Hari panjang
 - D. Heat unit
- 8) Masuknya air ke dalam jaringan biji pada saat menjelang berkecambah disebut dengan istilah
- A. *Seedling*
 - B. Katabolisme
 - C. Imbibisi
 - D. Anabolisme

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 4. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 4

Aspek Ekonomi dan Botani Tanaman Ubi Kayu dan Ubi Jalar

Ubi kayu dan ubi jalar adalah tanaman umbi-umbian penting di wilayah tropika, selain kelompok talas-talasan (*aroid*) dan gadung-gadungan (*yam*). Kedua jenis ubi ditanam secara meluas menjadi komponen penting dalam program ketahanan pangan dan pengentasan kelaparan dunia, terutama wilayah sub-sahara di Afrika. Ubi kayu dan ubi jalar adalah harapan sumber energi nabati masa depan. Dewasa ini keduanya masih berstatus sebagai tanaman sekunder setelah biji-bijian (terutama jagung, padi, dan gandum) sebagai sumber karbohidrat yang dikonsumsi manusia.

Kedua jenis umbi berasal dari famili yang berbeda, tetapi dalam bahasan ilmiah dikelompokkan menjadi satu sebagai tanaman sumber karbohidrat yang diperbanyak secara vegetatif atau klonal, yaitu bahan tanamannya bukan berupa benih sejati (biji). Produk yang dipanen juga sama berupa umbi akar, yaitu akar yang berubah fungsi sebagai organ penyimpanan dan tumbuh membesar. Keduanya juga sering dimasukkan ke kelompok tanaman sayuran dengan ciri pokok bersifat meruah (*bulky*) dan mudah rusak (*perishable*) (Tabel 1.10).

Tabel 1.10
Karakteristik Ubi Kayu dan Ubi Jalar dengan Berbagai Potensi dan Ketahanan

Karakter	Ubi kayu	Ubi jalar
Produksi dunia rata-rata 2010-2014 (juta ton)	258.2	104.0
Area tanam dunia rata-rata 2010-2014 (juta ha)	22.4	8.12
Produktivitas rata-rata dunia (ton/ha)	10.8	10.6
Produktivitas potensial (ton/ha)	36.1	32.3
Bahan tanaman	Stek batang	Stek batang
Periode tanam (bulan)	8 – 36	3 – 6
Ketahanan terhadap kekeringan (variasi)	Ya	Ya
Daya simpan di dalam tanah	Sangat panjang	Panjang
Daya tahan terhadap genangan sesaat	Rendah	Sedang-baik
Daya simpan pasca panen	Sangat pendek	Pendek
Daun untuk konsumsi manusia	Ya	Ya

Kontribusi ubi kayu dan ubi jalar dalam pangan dunia sangat besar terutama untuk negara-negara sedang berkembang dengan kendala kekeringan. Dewasa ini kedua tanaman memiliki prospek masa depan yang sangat baik karena potensinya sebagai suplemen biji-bijian, bahan industri pati baru, sumber bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai bahan pembuatan *bio-ethanol*, dan berbagai bentuk produk lain yang mungkin sekarang belum ditemukan.

A. ASPEK EKONOMI TANAMAN UBI KAYU DAN UBI JALAR

1. Aspek Ekonomi Ubi Kayu

Produksi tahunan ubi kayu dunia secara rata-rata dalam kurun waktu tahun 2010-2014 mencapai 258,225,947 ton/tahun. Ubi kayu dunia diproduksi oleh 104 negara-negara tropika dan sub tropika yang tercatat di FAO. Dua puluh negara penghasil besar memproduksi sekitar 233,075,478 ton/tahun atau 90.26% dari produksi ubi kayu dunia. Kedua puluh negara produsen ubi kayu itu terdiri atas Brasil, negara Asia (Thailand, Indonesia, Vietnam, India, Kamboja, China) dan 13 negara Afrika (Nigeria, Kongo, Ghana, Angola, Mozambique, Tanzania, Malawi, Kamerun, Benin, Uganda, Siera Leone, Madagaskar, Rwanda).

Peringkat 5 tertinggi produsen ubi kayu dunia adalah Nigeria (48.4 juta ton/tahun), kemudian disusul oleh Thailand (26.8 juta ton/tahun), Indonesia (23.9 juta ton/tahun), Brasil (23.6 juta ton/tahun), dan Kongo (15.9 juta ton/tahun). Lima negara dengan area panen ubi kayu terluas berturut-turut adalah Nigeria (5.6 juta ha), Kongo (2.0 juta ha), Brasil (1.7 juta ha), Thailand (1.3 juta ha), dan Indonesia (1.1 juta ha). Negara dengan produktivitas ubi kayu tertinggi adalah India dengan 36.09 ton/ha, kemudian Cook Islands (26.12 ton/ha), Suriname (26.02 ton/ha), Laos (25.56 ton/ha), dan Kamboja (22.56 ton/ha). Indonesia dengan produktivitas ubi kayu 21.55 ton/ha menduduki peringkat ke-9, setingkat lebih tinggi dari Thailand sebesar 20.82 ton/ha (Tabel 1.11).

Tabel 1.11
Produksi Tahunan Rata-rata 20 Negara Penghasil Ubi Kayu Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	Nigeria	48,382,418	5,569,532	9.23
2	Thailand	26,803,248	1,280,014	20.82
3	Indonesia	23,902,564	1,113,295	21.55
4	Brasil	23,617,487	1,661,979	14.22
5	Kongo	15,829,356	1,960,235	8.02
6	Ghana	14,961,234	879,422	17.01
7	Angola	12,575,829	989,757	12.62
8	Vietnam	9,639,360	540,962	17.81
9	India	8,051,666	223,056	36.09
10	Kamboja	7,346,058	323,683	22.55
11	Mozambique	6,669,687	992,152	6.47
12	Tanzania	4,727,933	846,196	5.60
13	China	4,572,058	280,996	16.27
14	Malawi	4,535,400	204,888	22.11
15	Kamerun	4,337,862	312,309	13.99
16	Benin	3,742,720	261,134	14.51
17	Uganda	3,727,360	679,030	6.80
18	Sierra Leone	3,636,216	356,936	10.71
19	Madagaskar	3,264,577	455,576	7.19
20	Rwanda	2,756,445	194,531	14.23

Sumber: FAOSTAT, 2016

Nigeria sebagai negara produsen ubi kayu terbesar dunia bukan merupakan negara eksportir ubi kayu terbesar. Hal ini merupakan tanda bahwa ubi kayu di Nigeria merupakan bahan makanan pokok. Eksportir terbesar ubi kayu dalam bentuk kering (gaplek) adalah Thailand yang meliputi 77% ekspor ubi kayu dunia, kemudian disusul oleh Vietnam (13.6%), Indonesia (5.8%), dan Costa Rica (2.1%).

Ubi kayu merupakan tanaman sumber karbohidrat terbesar ketiga setelah tebu dan beet gula. Ubi kayu merupakan komponen penting ketahanan pangan bagi negara-negara sedang berkembang dengan kesuburan lahan yang kurang dan berkendala kekeringan. Hal ini karena ubi kayu tergolong tanaman yang tahan kering dan dapat tumbuh di lahan-lahan marginal (kurang subur), bersifat tahunan sehingga dapat dipanen kapan saja, hemat tenaga kerja dan dapat dijadikan sebagai tanaman sumber uang tunai (*cash crop*).

Ubi kayu dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Di beberapa negara seperti Brasil, Mozambique, dan Suriname, umbi ubi kayu difermentasikan untuk memproduksi minuman beralkohol. Di berbagai wilayah Indonesia, ubi kayu juga difermentasikan menjadi tape. Ubi kayu memiliki prospek masa depan yang cerah sebagai salah satu sumber bahan bakar nabati dalam bentuk bio-etanol. Tepung ubi kayu (tapioka) dapat dimanfaatkan dalam berbagai jenis industri berbasis pati, seperti industri kertas, tekstil, dan obat-obatan.

2. Aspek Ekonomi Ubi Jalar

Produksi ubi jalar tahunan dunia rata-rata dalam kurun waktu tahun 2010-2014 sebesar 103,907,475 ton yang dihasilkan oleh 117 negara yang tercatat oleh FAO. Produksi dari dua puluh produsen besar dunia telah meliputi 94.01% produksi dunia sebesar 9,738,518 ton/tahun. Kedua puluh produsen besar ubi jalar itu terdiri atas USA, Haiti, Brasil, 7 negara Asia (China, Indonesia, Vietnam, India, Jepang, Papua New Guinea, dan Filipina), dan 10 negara Afrika (Nigeria, Tanzania, Uganda, Mozambique, Ethiopia, Angola, Madagaskar, Rwanda, Burundi, dan Kenya). Lima negara produsen ubi jalar terbesar adalah China (72.4 juta ton/tahun), Nigeria (3.4 juta ton/tahun), Tanzania (3.2 juta ton/tahun), Indonesia (2.3 juta ton/tahun), dan Uganda (2.2 juta ton/tahun). Lima negara dengan area panen ubi jalar terluas adalah China (3.4 juta ha), Nigeria (1.1 juta ha), Tanzania (681,660 ha), Uganda (501,958 ha), dan Indonesia (171,203 ha).

Produktivitas ubi jalar tertinggi dunia sebesar 32.27 ton/ha dicapai oleh negara *Reunion* yang disusul oleh Mesir (32.16 ton/ha), Senegal (26.81 ton/ha), Israel (26.07 ton/ha), dan Cook Islands (24.89 ton/ha). Produsen ubi jalar terbesar dunia, China, menempati urutan ke 15 dengan 22.51 ton/ha. Indonesia dengan produktivitas ubi jalar 13.51 ton/ha menempati urutan ke-34 (Tabel 1.12).

Tabel 1.12
Produksi Rata-rata Tahunan 20 Negara Penghasil Ubi Jalar Tahun 2010-2014

No.	Negara	Produksi (ton)	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)
1	China	72,397,435	3,420,382	21.17
2	Nigeria	3,385,654	1,135,362	2.99
3	Tanzania	3,166,230	681,660	4.64
4	Indonesia	2,299,987	171,203	13.51
5	Uganda	2,183,400	501,660	4.32
6	Mozambique	1,443,429	92,358	18.18
7	Vietnam	1,373,433	141,034	9.77
8	Ethiopia	1,359,172	57,482	24.79
9	USA	1,194,400	50,309	23.74
10	Angola	1,161,045	154,006	7.38
11	India	1,086,876	112,034	9.71
12	Madagaskar	1,081,329	149,400	7.23
13	Rwanda	970,496	109,339	8.88
14	Jepang	890,840	38,800	22.97
15	Burundi	816,994	106,557	7.98
16	Kenya	786,656	66,152	12.01
17	Papua New Guinea	605,136	120,844	5.01
18	Philippines	524,413	99,608	5.29
19	Brasil	510,118	40,655	12.56
20	Haiti	501,474	76,189	7.09

Sumber: FAOSTAT, 2016

B. ASPEK BOTANI UBI KAYU DAN UBI JALAR

Ubi kayu dan ubi jalar adalah tanaman penghasil karbohidrat kedua setelah biji-bijian. Dewasa ini keduanya merupakan tanaman penting dalam menjaga ketersediaan pangan negara-negara Afrika. Ubi kayu dan ubi jalar juga menjadi tanaman harapan masa depan sebagai sumber *bio-fuel* dan berbagai macam produk olahan berbasis karbohidrat lainnya, terutama di negara-negara maju. Dewasa ini telah dikembangkan berbagai tipe ubi jalar sebagai harapan bahan pangan fungsional, terutama ubi jalar tipe ungu (*murasaki*) dari Jepang karena mengandung antosianin tinggi sebagai antioksidan alami.

1. Botani Ubi Kayu

a. Taksonomi dan kandungan gizi ubi kayu

Nama ilmiah (Latin) ubi kayu adalah *Manihot utilissima* Pohl. sinonim dengan *Manihot esculenta* Crantz. Tanaman ini merupakan anggota famili *Euphorbiaceae* (jarak-jarakan), satu famili dengan jarak pagar dan karet. Nama lokal ubi kayu di Indonesia sangat banyak, di antaranya: *katila*, ubi *kayes* (Aceh), *gadung kayu* (Gayo), *gadung hau* (Batak), ubi *jendral*, ubi *prancis* (Minangkabau), *huwi dangdeur*, *huwi jendral*, *sampeu* (Sunda), *bodin*, *kaspe*, *ketelo jendral*, singkong (Jawa), *balandong*, *menyok*, *tela balandha* (Madura), *sabrang* (Bali). Nama dalam bahasa Inggris adalah *cassava*, *manioc*, *manioka*.

Ubi kayu adalah tanaman sumber karbohidrat tropika terbesar ke-3 setelah jagung dan padi. Ubi kayu adalah bahan makan pokok di negara-negara sedang berkembang di Afrika yang menjadi andalan bagi sekitar setengah milyar jiwa. Pilihan ubi kayu sebagai bahan pangan pokok ini karena ubi kayu tahan terhadap kekeringan, dapat tumbuh cukup baik di lahan-lahan yang kurang subur dan sifatnya yang tahunan memungkinkan pemanenan setiap saat tanpa memerlukan tambahan input usahatani yang besar.

Kandungan gizi utama dalam ubi kayu segar tanpa kulit adalah 38% karbohidrat, 0.2% lemak, dan 1.4% protein. Kandungan mineral penting dari ubi kayu adalah kalsium (50 mg/100g) dan fosfor (40 mg/100g). Umbi ubi kayu memang sedikit kandungan proteinnya, tetapi daunnya sangat kaya asam amino *methionine* dan *tryptophan* (Tabel 1.13 dan Tabel 1.14).

Tabel 1.13
Perincian Kandungan Gizi Utama Ubi kayu dan Ubi jalar

Kandungan Gizi per 100 g bahan	Ubi kayu	Ubi jalar
Karbohidrat (g)	38.00	20.10
Gula (g)	1.70	4.20
Serat pangan (g)	1.80	3.00
Pati dan lain-lain	34.50	12.90
Lemak (g)	0.28	0.05
Jenuh (g)	0.07	0.02
Takjenuh <i>mono</i> (g)	0.08	0.00
Takjenuh <i>poly</i> (g)	0.05	0.01
Protein(g)	1.40	1.60

Sumber: Database USDA

Tabel 1.14
Perincian Kandungan Vitamin dan Mineral Ubi kayu dan Ubi jalar

Kandungan Gizi per 100 g bahan	Ubi kayu	Ubi jalar
Vitamin		
Beta karoten(μg)	8.00	709.00
Thiamin (B1)	0.09	0.078
Riboflavin (B2)	0.05	0.061
Niacin (B3)	0.85	0.557
Pantothenic acid (B5)(mg)	0.11	0.800
Vitamin B6(mg)	0.09	0.209
Folate (B9)(μg)	27.00	11.00
Vitamin B12(μg)	-	-
Choline(mg)	-	-
Vitamin C(mg)	20.60	2.40
Vitamin E (mg)	0.19	0.26
Vitamin K(μg)	1.90	-
Mineral		
Kalsium(mg)	16.00	30.00
Besi(mg)	0.27	0.61
Magnesium(mg)	21.00	25.00
Mangan(mg)	0.38	25.00
Fosfor (mg)	27.00	47.00
Kalium(mg)	271.00	337.00
Natrium(mg)	14.00	55.00
Seng(mg)	0.34	0.30

Sumber: Database USDA

b. Deskripsi ubi kayu

Ubi kayu sering ditanam dalam skala kecil sebagai tanaman kedua. Penanaman dalam skala besar, biasanya tujuan utamanya adalah panen umbi untuk bahan olahan. Bahan olahan penting ubi kayu adalah tepung (*tapioca*). Tanaman ubi kayu berupa semak dengan tinggi mencapai 1-4 m. Ada dua tipe tegakan ubi kayu, yaitu tumbuh vertikal (bercabang-cabang atau tidak) dan tumbuh merumpun. Tanaman ubi kayu menunjukkan keragaman sifat yang sangat besar yang menunjukkan adanya silangan alami antar spesies dari genus *Manihot*.

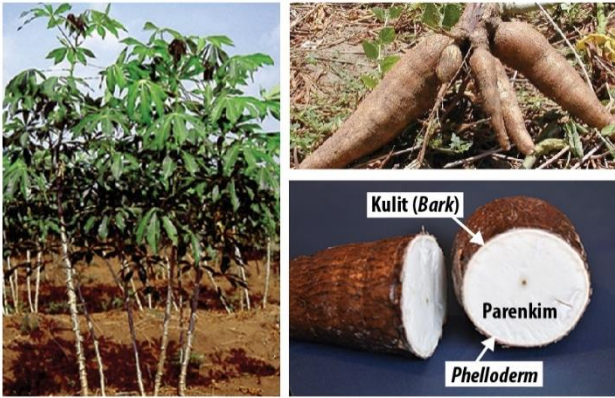
Batang ubi kayu dewasa berbentuk silindris dan berkayu dengan bekas-bekas tangkai daun yang terlihat nyata menjadi buku dan ruas. Beberapa tunas primer dapat tumbuh dari tanaman hasil perbanyakan dengan stek, sesuai dengan banyaknya mata tunas dari bahan stek. Pada varietas dengan

dominansi apikal yang kuat, biasanya hanya ada satu tunas primer yang tumbuh dan bercabang pada daerah ujungnya membentuk struktur seperti *payungan*.

Daun ubi kayu berupa daun tunggal sederhana dengan tangkai daun yang cukup panjang. Helai daunnya bertulang menjari. Permukaan atas daun berwarna hijau gelap, permukaan licin berlapis lilin dengan sedikit atau tanpa stomata. Permukaan bawah daun berwarna lebih pucat dan banyak terdapat stomata.

Akar ubi kayu adalah organ penyimpanan pati utama dan merupakan organ yang dipanen. Pada tanaman asal biji sejati (*true seed*) bakal akar (*radicle*) tumbuh menjadi akar tunggang yang tumbuh vertikal ke dalam tanah. Akar tunggang akan membentuk akar-akar adventif di bagian pangkalnya. Akar-akar adventif ini yang kemudian ada yang berkembang menjadi umbi akar. Pada tanaman asal stek tidak memiliki akar tunggang, sehingga semua akarnya adalah akar adventif yang muncul dari dasar stek. Beberapa akar adventif (4 – 10 akar) dapat berkembang menjadi umbi akar. Akar yang berubah menjadi umbi akan kehilangan fungsinya sebagai akar untuk menyerap air dan hara, tetapi berubah menjadi *sink* yang kuat terhadap fotosintat. Sebagian besar dari akar adventif tetap kurus dan terus berfungsi sebagai akar untuk menyerap air dan unsur hara.

Umbi akar ubi kayu benar-benar sebagai akar sejati yang tidak memiliki mata tunas adventif. Umbi ubi kayu tidak dapat dijadikan bahan perbanyakan tanaman. Irisan melintang dari umbi ubi kayu menunjukkan 3 bagian penting yaitu: 1) kulit luar umbi (*bark*), 2) lapisan kulit dalam umbi (*phelloderm*) setebal 1-2 mm berwarna putih, *pink* atau kecokelatan bergantung varietas, dan 3) parenkima yang banyak mengandung pati (Gambar 1.14).



Sumber: <http://www.agrifarming.in/cassava-cultivation-information-guide>

Gambar 1.14
Tanaman dan Umbi Ubi Kayu

Daun muda, pucuk muda, dan umbi ubi kayu tidak dapat dimakan mentah karena beracun. Racun dalam tanaman ubi kayu berupa dua macam *glucocides* (glukosida) sianogenik yaitu *linamarin* dan *lotaustralin*. Kedua glukosida akan diurai oleh enzim *linamarase* yang membebaskan **hidrogen sianida** (HCN). Umbi ubi kayu yang mengandung glukosida tinggi akan berasa pahit dan biasanya berumbi besar. Tanaman ubi kayu berumbi kecil kandungan glukosidanya cukup rendah sehingga dapat diatasi dengan perendaman dan pencucian, perebusan, penggorengan, dan fermentasi. Fermentasi umbi ubi kayu selain dapat menghilangkan racun, juga akan menambah nilai gizi, terutama vitamin B dari ragi.

2. Botani Ubi Jalar

a. Taksonomi dan kandungan gizi ubi jalar

Nama ilmiah (Latin) ubi jalar adalah *Ipomea batatas* (L.) Lam. Ubi jalar adalah anggota famili *Convolvulaceae* (kangkung-kangkungan). Nama lokal ubi jalar di Indonesia sangat banyak, misalnya: *gadong*, *piek* (Aceh), *gadung jalar* (Toba), *katelo*, *ubi jalah* (Minangkabau), *huwi bolied*, *huwi mantang* (Sunda), *katela*, *telo rambat* (Jawa), *kasela* (Bali). Nama dalam bahasa Inggris adalah *sweet potato* dan *batatas*.

Ubi jalar berasal dari Amerika tropika (Amerika tengah daerah Panama, Peru, dan Meksiko). Tanaman ini dikelompokkan ke dalam kelompok sayuran umbi untuk musim panas, karena tidak dapat hidup di musim dingin. Ubi jalar dipanen untuk umbi akarnya, tetapi di beberapa daerah daun muda

dan pucuk muda dipanen sebagai bahan sayuran. Kandungan gizi utama ubi jalar adalah 20,1% karbohidrat yang terdiri atas pati (12.7%), 4,2% gula, dan 3% serat pangan, kemudian lemak (0.05%) dan protein (1.6%).

Ubi jalar termasuk sayuran sumber vitamin terutama vitamin A dan vitamin C. Mineral yang banyak terkandung dalam ubi jalar adalah kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, mangan, kalium, natrium, dan Zn.

b. Deskripsi ubi jalar

Ubi jalar sebenarnya tanaman merambat yang bersifat tahunan (*perennial vine*). Dalam pembudidayanya, ubi jalar ditanam sebagai tanaman semusim (*annual crop*). Ubi jalar biasanya diperbanyak dengan stek batang. Daun ubi jalar berbentuk hati dengan pinggiran yang licin atau bergelombang. Bunga ubi jalar mirip dengan bunga kangkung. Demikian pula bijinya mirip dengan biji kangkung. Biji ubi jalar tidak digunakan sebagai bahan tanaman. Biji sejati hasil dari persilangan digunakan dalam pemuliaan. Akar ubi jalar adalah organ yang dipanen (Gambar 1. 15).



Sumber: <http://tpermaculture.com/site/2014/04/18/permaculture-plants-sweet-potatoes>

Gambar 1.15
Batang, Umbi, dan Beberapa Tipe Umbi Ubi Jalar

Terdapat dua tipe ubi jalar berdasarkan kandungan gula dan patinya. Tipe pertama adalah ubi berdaging kering (*dry fleshed*) dan yang kedua tipe berdaging basah (*moist-fleshed*). Tipe daging basah kandungan patinya lebih rendah dibandingkan yang berdaging kering.

Berdasarkan warna dagingnya ubi ubi jalar dikelompokkan menjadi 3 golongan yaitu ubi jalar putih, ubi jalar kuning atau jingga, dan ubi jalar ungu. Ubi kuning atau jingga mengandung banyak *beta carotene* (vitamin A) sedangkan yang ungu banyak mengandung *antosianin* sebagai antioksidan alami yang kuat (Gambar 1.15).

Ubi jalar sebagai tanaman merambat yang bersifat tahunan memiliki kegunaan lain. Daun dan pucuk mudanya dapat dikonsumsi sebagai sayuran sumber protein hayati yang baik. Batangnya yang menjalar dan tipe dan warna daunnya yang beraneka ragam, membuat ubi jalar dijadikan sebagai tanaman lanskap maupun tanaman hias dalam pot. Stek tunas yang sudah berakar dapat dipasarkan sebagai bibit tanaman hias, atau untuk penanaman di pekarangan (Gambar 1.16).



Sayur Daun Ubi Jalar



Bibit Ubi Jalar



Tanaman Lanskap



Tanaman Hias dalam Pot

Sumber: <http://tcpermaculture.com/site/2014/04/18/permaculture-plants-sweet-potatoes>

Gambar 1.16
Beberapa Penggunaan Tanaman Ubi Jalar



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan peringkat Indonesia di dunia sebagai produsen ubi kayu dan ubi jalar ditinjau dari produksi, luas panen, dan produktivitas tahunan!
- 2) Ubi kayu dinyatakan sebagai tanaman harapan masa depan. Jelaskan!
- 3) Apakah keunggulan ubi jalar yang berwarna ungu dibandingkan dengan ubi jalar berwarna kuning atau jingga?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam latihan ini, Anda harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 4 Modul 1 tentang aspek ekonomi dan botani ubi kayu dan ubi jalar.



RANGKUMAN

Ubi kayu dan ubi jalar dikelompokkan sebagai tanaman umbi-umbian penghasil karbohidrat yang dibiakkan secara vegetatif, bersifat meruah (*bulky*) dan mudah rusak (*perishable*). Ubi kayu adalah tanaman sumber energi tropika yang menjadi komponen ketahanan yang sangat penting di negara-negara Afrika. Ubi kayu dan ubi jalar di wilayah Asia Tenggara dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat dalam pangan manusia dan menjadi tanaman sekunder setelah padi dan jagung.

Ubi kayu adalah sumber energi nabati harapan masa depan. Ubi kayu merupakan tanaman umbi-umbian dengan area panen terluas di dunia. Pilihan terhadap ubi kayu karena sifatnya yang tahan kering dan mampu tumbuh di lahan-lahan marginal yang kurang subur. Daun dan pucuk muda ubi kayu merupakan sumber protein nabati yang cukup baik.

Ubi jalar memiliki keragaman dalam bentuk dan warna daun, warna kulit umbi, dan warna daging umbi. Ubi jalar berwarna kuning atau jingga merupakan sumber vitamin A yang cukup baik. Daun ubi jalar muda juga biasa dikonsumsi sebagai sayur yang kaya akan vitamin A dan C. Ubi jalar yang berwarna ungu mengandung banyak antosianin (berkhasiat sebagai antioksidan) sehingga ubi ungu dijadikan sebagai bahan pangan fungsional. Keragaman warna dan bentuk daun serta pertumbuhannya memungkinkan ubi jalar ditanam sebagai tanaman hias.

**TES FORMATIF 4**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Tanaman umbi yang menyimpan cadangan pangan besar pada bagian akar disebut dengan umbi
 - A. lapis
 - B. akar
 - C. batang
 - D. udara

- 2) Tanaman umbi yang menyimpan cadangan pangan besar pada organ batang disebut dengan
 - A. umbi akar
 - B. umbi minor
 - C. umbi batang
 - D. akar sejati

- 3) Ubi kayu dapat dimanfaatkan untuk kegiatan sebagai berikut, *kecuali*
 - A. kulit ubi sebagai pakan ternak
 - B. makanan segar/langsung
 - C. tepung tapioka
 - D. pembuatan aci

- 4) Pemanfaatan ubi kayu dalam bentuk fermentasi langsung adalah sebagai berikut *kecuali*
 - A. Mocaf
 - B. Minuman alkohol
 - C. Tape
 - D. Gatot

- 5) Beberapa klon ubi kayu mengandung racun sehingga tidak dapat dikonsumsi langsung. Racun tersebut menimbulkan rasa pahit yang disebut

 - A. fungisida
 - B. pestisida
 - C. herbisida
 - D. glukosida

- 6) Ubi kayu dapat diperbanyak menggunakan cara sebagai berikut, *kecuali*

- A. stek akar
 - B. biji
 - C. stek batang
 - D. sambung
- 7) Nama latin tanaman ubi jalar adalah
- A. *Manihot esculenta*
 - B. *Zea mays*
 - C. *Ipomea batatas*
 - D. *Glycine max*
- 8) Daerah berikut adalah asal-usul tanaman ubi jalar dan dianggap sebagai pusat keragaman, *kecuali*
- A. China
 - B. Meksiko
 - C. Peru
 - D. Amerika tengah

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 4 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 4.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 4, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) B.
- 2) A.
- 3) C.
- 4) A.
- 5) D.
- 6) A.
- 7) C.
- 8) C.

Tes Formatif 2

- 1) A.
- 2) A.
- 3) D.
- 4) B.
- 5) A.
- 6) C.
- 7) B.
- 8) D.

Tes Formatif 3

- 1) D.
- 2) C.
- 3) A.
- 4) A.
- 5) B.
- 6) D.
- 7) A.
- 8) C.

Tes Formatif 4

- 1) B.
- 2) C.
- 3) B.
- 4) A.
- 5) D.
- 6) A.
- 7) C.
- 8) A.

Daftar Pustaka

- Alves, A.A.C. (2002). Cassava Botany and Physiology. p 67-89 In R.J. Hillocks, J.M. Thresh and A.C. Bellotti (Eds). *Cassava: Biology, production and utilization*. CAB International.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2016). *Data luas panen, produksi dan produktivitas tanaman pangan*. Badan Pusat Statistik [https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/53#subjekViewTab3|accordion-daftar-subjek3]
- FAOSTAT. (2010). *Data structure, concepts and definitions common to FAOSTAT and Country STAT framework*. FAO.
- FAOSTAT. (2016). *World crops production 2010-2014*. FAO Statistic Division [http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E]
- Kang, H., Y.G. Kwak and S. Koppula. (2014). Protective effect of Purple Sweet Potato (*Ipomea batatas* Linn, Convolvulaceae) on neuroinflammatory responses in lipopolysaccharide-stimulated microglial cells. *Trop J Pharm Res*. 13(8):1257-1263
- Kastanja, A.Y. (2011). Kajian penerapan teknik budi daya padi gogo varietas lokal: Studi kasus pada 4 kecamatan di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Agroforestri*. 8(2):121-128
- [MENHUKHAM RI] Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia RI. (2012). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 No. 227.